

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

RICARDO FRANCONERE

MERCADO DE HERBICIDAS NA
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

SÃO PAULO

Novembro – 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Ricardo Franconere

**MERCADO DE HERBICIDAS NA
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação apresentada à Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas,
como requisito para obtenção do Título de Mestre em Agroenergia

Campo de conhecimento: Ciência das plantas daninhas

Orientador: Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti

SÃO PAULO
Novembro - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Franconere, Ricardo.

Mercado de herbicidas na cana-de-açúcar / Ricardo Franconere. - 2010.
54 f.

Orientador: Pedro Jacob Christoffoleti.

Dissertação (mestrado profissional) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Erva daninha - Controle. 2. Herbicidas. 3. Pesquisa de mercado. 4.
Cana de açúcar – Brasil - Cultivo . I. Christoffoleti. II. Dissertação (mestrado
profissional) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 633.61(81)

Ricardo Franconere

MERCADO DE HERBICIDAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Dissertação apresentada à Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas,
como requisito para obtenção do Título de Mestre em Agroenergia

Campo de conhecimento: Ciência das plantas daninhas

Orientador: Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti

Data de aprovação

__/__/__

Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti
(ESALQ – USP)

Prof. Dr. Durval Dourado Neto
(ESALQ – USP)

Prof. Dr. Saul Jorge Pinto de Carvalho
(IF SUL DE MINAS)

SÃO PAULO
Novembro - 2010

Aos meus pais, Geraldo e Suely,
a minha esposa Erica
e aos meus filhos Arthur e Bernardo

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Pedro Jacob Christoffoleti, orientador desta dissertação, pela confiança, ensinamentos, apoio e compreensão durante a jornada.

À Fundação Getúlio Vargas, à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, pelos ensinamentos que possibilitaram o desenvolvimento desse projeto.

À empresa Kleffmann Group, em especial ao estatístico André Ribeiro e o Engenheiro Agrônomo Lars Schobinger, pela disponibilização dos dados, sem os quais a conclusão desse trabalho não seria possível.

Ao Prof. Dr. Durval Dourado Neto, pela participação na banca de defesa, pelas colocações inteligentes e pelas importantes sugestões para a melhoria desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Saul Jorge Pinto de Carvalho, pela participação na banca de defesa, pelo profissionalismo e comprometimento na análise do trabalho, e pelas inúmeras observações feitas de maneira bastante assertiva que muito contribuiram para melhoria da qualidade da dissertação.

Aos colegas do MP Agro, pelos ensinamentos, experiências e, principalmente, bons momentos vividos ao longo desses dois anos.

Ao colega Alexandre de Angelis, monitor do MP Agro, por todo apoio e suporte durante o curso.

Aos meus sogros, Antonio Carlos e Edna, cujo apoio foi fundamental para a realização e conclusão dessa dissertação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Biologia de plantas daninhas	13
2.2 Uso de herbicidas no manejo das plantas daninhas.....	14
2.2.1 Herbicidas aplicados em pré-plantio (PP).....	14
2.2.2 Herbicidas aplicados em pré-emergência	15
2.2.3 Herbicidas aplicados em pós-emergência	15
2.2.4 Mecanismos de ação dos herbicidas	16
2.2.4.1 Mimetizadores de auxina	16
2.2.4.2 Inibidores da fotossíntese	17
2.2.4.2.1 Inibidores do fotossistema II (inibidores da reação de Hill)	18
2.2.4.2.2 Inibidores do fotossistema I (formadores de radicais livres)	18
2.2.4.3 Inibidores da divisão celular	19
2.2.4.3.1 Dinitroanilinas (inibidores da formação de microtúbulos)	19
2.2.4.3.2 Cloroacetanilidas	20
2.2.4.3.3 Tiocarbamatos.....	20
2.2.4.4 Inibidores da PROTOX	21
2.2.4.5 Inibidores da síntese de carotenóides	22
2.2.4.6 Inibidores da síntese de lipídeos (inibidores da ACCase)	23
2.2.4.7 Inibidores da síntese de aminoácidos.....	24
2.2.4.7.1 Imidazolinonas	24
2.2.4.7.2 Sulfoniluréias	25

2.2.4.7.3 Triazolopirimididas	26
2.2.4.7.4 Derivados da glicina	27
2.3 Pesquisa de marketing.....	28
2.3.1 Sistemas de informações de marketing e pesquisa	30
2.3.2 Tipos de pesquisa de mercado.....	31
2.3.3 Métodos de abordagem.....	32
2.3.3.1 Estudos exploratórios.....	32
2.3.3.2 Estudos descritivos	32
2.3.3.3 Estudos causais	33
2.3.4 Desenvolvimento do projeto de pesquisa	34
2.3.5 Coleta de informações	35
2.3.6 Análise das informações e apresentação dos resultados	36
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5 CONCLUSÕES.....	50
Referências	52

Mercado de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar

Resumo: Nos últimos anos, a expansão do consumo de açúcar e, principalmente, etanol, tem feito com que a área cultivada com cana-de-açúcar cresça em um ritmo bastante acelerado. A utilização de herbicidas nas áreas de cana é uma importante ferramenta no combate a plantas daninhas, reduzindo as perdas de produtividade de maneira eficiente e economicamente viável. O objetivo do presente trabalho foi estudar o comportamento do uso de herbicidas mediante a expansão da cultura, buscando (i) avaliar a evolução do mercado de herbicidas na cultura, considerando os níveis de adoção, área tratada, tamanho do mercado em valor e principais plantas controladas; (ii) analisar a evolução dos custos por hectare com herbicidas; (iii) identificar os principais mecanismos de ação dos produtos utilizados, e (iv) avaliar se houve aumento no volume de produtos aplicados por hectare. Para isso, foram utilizados dados de pesquisas de mercado realizadas entre os anos de 2004 e 2009 junto a usinas de açúcar e álcool. As informações foram coletadas através de questionários estruturados e tratadas estatisticamente para se chegar ao mercado real extrapolado. Desse estudo, pôde-se concluir que houve aumento na área de cana tratada com herbicida e do mercado em valor, crescimento esse fundamentado na ampliação da área de produção, uma vez que a taxa de adoção sofreu leve aumento; Já o custo por hectare, após alguns anos de estabilidade, sofreu redução na última safra; Em relação aos mecanismos de ação, o principal grupo utilizado é o dos inibidores da fotossíntese II. Entretanto, proporcionalmente, os segmentos que apresentaram maior aumento na participação de mercado foram os grupos inibidores da síntese de caroteno, inibidores da PROTOX e inibidores da divisão celular. O único grupo que sofreu decréscimo em termos de área aplicada foi o dos inibidores da fotossíntese I; Mesmo com o aumento no volume total de produtos utilizados, não é possível afirmar que há tendência de aumento ou redução na quantidade aplicada por hectare.

Palavras-chave: pesquisa de mercado, controle de plantas daninhas

Herbicides market in sugarcane

Abstract: Lately, the increase in both sugar and ethanol consumption has led to an accelerated growth rate of sugarcane cultivated area in Brazil. Herbicides play an important role in weeds control, providing yield gain in an efficient and economical way. The purpose of this study was to evaluate herbicide use over the increasing sugarcane area, by (i) herbicides market evaluation in terms of adoption, treated area, market value and main controlled weeds; (ii) herbicides cost per hectare evaluation; (iii) identification of the main mode of action for sprayed products, and (iv) volume sprayed per hectare evaluation. Market research data collect from 2004 to 2009 in sugar mill was used to perform such analyses. Data was collect by a standard questionnaire and later submitted to statistical analysis in order to come up with an extrapolated market value. There was a significant increase in herbicides treated area in sugarcane, with a consequent greater market value, and that was due to cultivated area growth, once adoption rate did not seem to vary much. When it comes to cost per hectare, it has shown a reduction in the past years. In terms of herbicides mode of action, the most important group is the inhibitors of photosynthesis at PSII. However, the groups that presented the greater market share increase were carotin synthesis inhibitors, PROTOX inhibitors and cell division inhibitors. The only group that presented a reduction of treated area was the inhibitors of photosynthesis I. Even with an increase of herbicides volume, it is not possible to confirm if there is a tendency of growth or reduction in the amount sprayed per hectare.

Keywords: market research, weeds control

1 INTRODUÇÃO

Ocupando, aproximadamente, 8,1 milhões de hectares na safra 2009/2010, a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) representa uma das principais culturas agrícolas do Brasil. Segundo dados do IBGE, nos últimos 20 anos a área cultivada cresceu 2,6 vezes. Dados do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010) mostram que na safra 2008/2009 o país colheu 569.062.629 toneladas de cana, resultando em 27,6 bilhões de litros de etanol e 31,05 milhões de toneladas de açúcar. Esses números colocam o país como principal produtor mundial de cana-de-açúcar, maior produtor e exportador de açúcar e segundo maior produtor de etanol (FAO, 2010).

A tendência de crescimento é consequência da boa perspectiva de expansão do mercado de etanol e pode ser explicada, principalmente, por dois fatores:

- Crescimento da frota de carros flex-fuel no país (Tabela 1)
- Pressão da sociedade por fontes de energia renováveis e menos poluentes.

Tabela 1. Venda de veículos leves no Brasil.

AUTOMÓVEIS LEVES			
Ano	GASOLINA	ÁLCOOL	FLEX-FUEL
2003	1.152.463	36.380	48.178
2004	1.077.945	50.949	328.379
2005	697.004	32.357	812.104
2006	316.561	1.863	1.430.334
2007	245.660	107	2.003.090
2008	217.021	84	2.329.247
2009	221.709	70	2.652.298

Fonte: Única (2009)

Diante desse cenário, nota-se que o setor sulcroatóoleiro tem trabalhado para aumentar sua competitividade por meio da redução dos custos de produção e do aumento de produtividade. Nesse contexto, é fundamental que seja realizado o manejo adequado de plantas daninhas nas áreas de canaviais, uma vez que a presença de espécies infestantes diminui o perfilhamento e a produção das touceiras, reduz o número de cortes economicamente viáveis, prejudica a colheita (reduzindo a eficiência do sistema), além de prejudicar a qualidade da matéria prima encaminhada para as usinas. Lorenzi (2006) estima que as perdas de produtividade associadas a plantas daninhas podem alcançar entre 20% e 30% e elevar os custos de produção de cana soca em 30% e de 15% a 20% para cana planta.

Desta forma, os objetivos almejados no controle de plantas daninhas são: evitar perdas devidas à interferência; favorecer a condição de colheita; evitar o aumento do banco de sementes do solo; evitar problemas de seleção/resistência; e evitar a contaminação do meio ambiente (redução da quantidade aplicada e resíduo no solo).

Segundo Constantin (2001), o manejo adequado de plantas daninhas deve associar práticas culturais, mecânicas e químicas. Dentre as práticas indicadas, a que tem resultado em melhores níveis de controle é a química, sendo muito adotada pelos produtores (NICOLAI, 2009).

Considerando o mercado de defensivos agrícolas na cultura de cana-de-açúcar, o segmento de herbicidas é o que detém maior relevância, representando, em 2009, mais de 68% do mercado, segundo dados do Instituto Kleffmann de pesquisa de mercado. A Figura 1 apresenta a participação de cada uma dos segmentos no mercado de defensivos em cana.

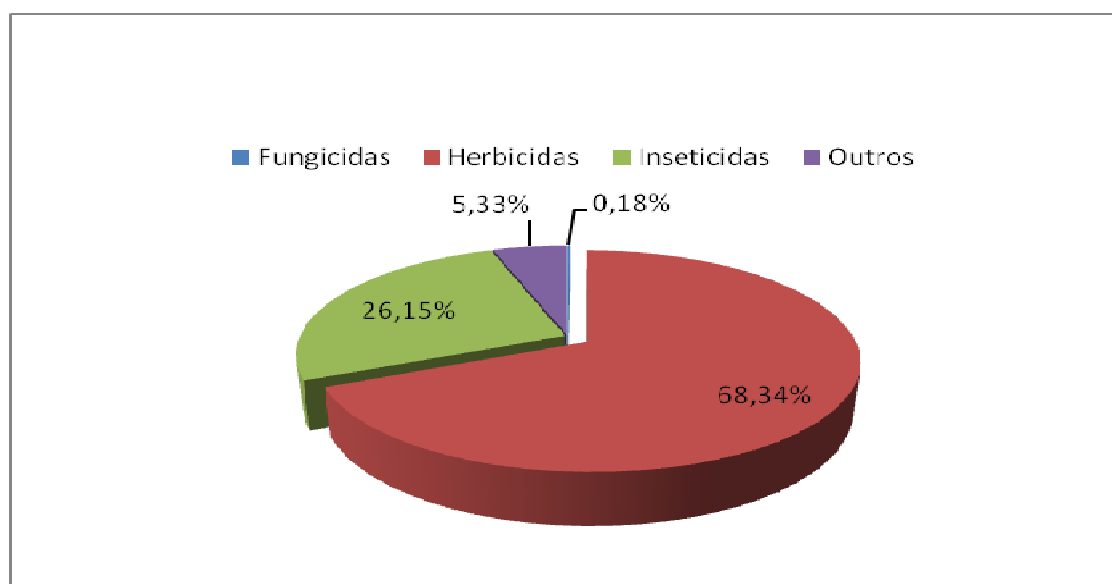


Figura 1. Participação de mercado, em percentual, dos principais segmentos de defensivos agrícolas utilizados em cana-de-açúcar no Brasil no ano de 2009. Mercado total: US\$ 571 milhões. Fonte: Kleffmann (2009)

Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo principal, estudar o mercado de herbicidas mediante a expansão da cultura, buscando (i) avaliar a evolução do mercado de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar, considerando os níveis de adoção, área tratada, tamanho do mercado em valor e principais plantas controladas; (ii) analisar a evolução dos custos por hectare com herbicidas; (iii) identificar os principais mecanismos de ação dos produtos utilizados, e (iv) avaliar se houve aumento no volume de produtos aplicados por hectare.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. BIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS

Planta daninha pode ser definida como qualquer vegetal que se desenvolve em local ou época indesejada, competindo com a cultura agrícola por água, luz, nutrientes, CO₂, além de exercer inibição química sobre o desenvolvimento das plantas, a “alelopatia” (LORENZI, 2000).

Dentre as plantas daninhas mais importantes nas áreas canavieiras encontram-se o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-colchão (*Digitaria* spp.), capim-camalote (*Rottboelia exaltata*) e a grama-seda (*Cynodon dactylon*). Além das gramíneas, outras plantas daninhas como corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), tiririca (*Cyperus rotundus*) e picão-preto (*Bidens* sp.) também são causadoras de grandes prejuízos a cultura. Ainda, na região Nordeste, outras espécies apresentam muita importância como: capim-fino (*Brachiaria mutica*), capim-gengibre (*Paspalum maritimum*), erva-de-rola (*Croton lobatus*) e burra-leiteira (*Chamaesyce hirta*) (PROCÓPIO et al., 2003).

Conhecer as características biológicas das plantas daninhas é fundamental para definir a melhor forma e momento da intervenção a ser utilizada. As infestantes apresentam padrões de emergência e germinação complexos e, por vezes, bastante diferentes entre as espécies de modo que as medidas de manejo precisam ser adequadas a estas características. De forma geral, durante o período mais quente do ano observa-se que os fluxos de plantas daninhas são maiores e mais rápidos, já que existe temperatura, precipitação e quantidade e qualidade de luz adequada para o estímulo da germinação-emergência dessas plantas.

A presença da palhada sobre o solo reduz substancialmente a incidência de luz e a amplitude térmica deste, fato desfavorável à germinação das poáceas (gramíneas), principalmente aquelas tipicamente tropicais (capim-braquiária, capim-marmelada, capim-colchão e capim-colonião). Nestas áreas há o predomínio de plantas de folhas largas (amendoim-bravo, corda-de-viola, etc.), pois, por necessitarem de menos luz e temperatura e por terem reservas energéticas, são hábeis em germinar e atravessar a palha. A exceção à regra é a tiririca que, mesmo sendo uma planta daninha de folha estreita, tem boa germinação e emergência em áreas de palhada, em parte favorecida pela propagação da espécie por meio de tubérculos, que a caracteriza como uma espécie perene.

2.2 USO DE HERBICIDAS NO MANEJO DAS PLANTAS DANINHAS

A escolha por um herbicida deve levar em consideração aspectos técnicos e econômicos, tais como eficiência, seletividade para a cultura, efeito residual, janela de aplicação, espectro de controle, custo. Ainda deve ser analisada a modalidade de cultivo: cana planta, cana planta de ano e meio e cana soca; e a época de aplicação (úmida ou seca) e as características climáticas e do solo (CHRISTOFFOLETI et al., 2008)

As vantagens da aplicação de herbicidas nas lavouras de cana-de-açúcar são diversas, contudo existem aspectos a serem considerados, pois o manejo de herbicidas exige do produtor a plena conscientização da necessidade de equilibrar os possíveis danos à cultura e ao ambiente com o controle satisfatório das plantas daninhas. Na cultura da cana-de-açúcar, atualmente, existem cerca de 28 moléculas herbicidas registradas que podem ser ferramentas de manejo em condições de pré-plantio (PP), pré-emergência (PRÉ), pós-emergência (PÓS) e pós-emergência em jato dirigido (PÓSd) (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

A eficácia e a seletividade dos herbicidas dependem de diversos fatores, dentre estes: as características físico-químicas e dose do herbicida; a espécie a ser controlada; o estágio de desenvolvimento e a biologia da planta daninha; o estágio de desenvolvimento da cultura; as técnicas de aplicação, os fatores ambientais no momento e após a aplicação dos herbicidas; além das características físico-químicas do solo para os herbicidas aplicados em pré-emergência. Esses fatores interagem constantemente, provocando diferenças nos resultados observados.

No caso dos herbicidas pré-emergentes, para a correta escolha da dose a ser aplicada também é fundamental o conhecimento da textura e matéria orgânica do solo. As condições de umidade do solo, a pluviosidade e temperatura afetarão o período residual do herbicida, que deve oscilar entre 60 e 150 dias, variando de acordo com a modalidade cultivo: cana planta de ano, cana planta de ano e meio e cana soca; e época de aplicação (úmida ou seca) (CHRISTOFFOLETI et al., 2008)

2.2.1 Herbicidas aplicados em pré-plantio

Utilizado como uma ótima ferramenta de controle de plantas daninhas em áreas de expansão da cana-de-açúcar sobre antigas áreas de pastagem, pela eficiência de controle exercida sobre as gramíneas, a aplicação de herbicidas em pré-plantio está condicionada ao preparo de solo antes e após a aplicação do herbicida. Isso ocorre, pois a maioria das formulações é sensível a radiação ultravioleta (fotodecomposição) e volatilização. O trifluralin é o principal herbicida registrado para a cultura da cana-de-açúcar, para esta condição de manejo e sua aplicação deve ser feita logo em

seguida a última gradagem, para evitar que as plantas daninhas iniciem o processo de germinação o que pode reduzir a eficácia no controle.

2.2.2 Herbicidas aplicados em pré-emergência

A definição de herbicidas a ser aplicado em condição de pré-emergência, cujo alvo é o solo, deve ser baseada no histórico de infestação da área e as características da comunidade infestante nela presente.

Apesar dos herbicidas oferecerem efeito residual que favoreçam o estabelecimento da cultura na área livre da infestação das plantas daninhas, pode ser necessário realizar uma aplicação complementar em pós-emergência para assegurar o fechamento da cultura sem que ocorra interferência da ação das plantas daninhas.

Para que a aplicação em pré-emergência apresente resultados satisfatórios, na maioria dos casos, é necessário que o solo apresente boas condições de umidade, pois ela favorece a solubilização do composto, o que permite sua diluição nos primeiros centímetros do perfil do solo, onde atua nas sementes das plantas daninhas em germinação e fica protegido das ações adversas do clima que podem condicionar perdas (fotodegradação, volatilização, erosão eólica, dentre outros).

Para cana-de-açúcar, os principais herbicidas pré-emergentes com registro são: alachlor, ametryn, amicarbazone, atrazine, clomazone, 2,4-D, diuron, flazasulfuron, hexazinone, imazapic, imazapyr, isoxaflutole, metribuzin, oxyfluorfen, pendimethalin, s-metolachlor, sulfentrazone, tebuthiuron, trifloxysulfuron-sodium e trifluralin (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

2.2.3 Herbicidas aplicados em pós-emergência

Por possibilitarem o controle após a emergência das plantas daninhas, a aplicação de herbicidas em pós-emergência possibilita uma maior flexibilidade na escolha do produto e dose a serem utilizados. Entretanto, para a utilização dessa forma de manejo é necessário estar atento a questões referentes à seletividade à cultura em relação aos produtos aplicados e o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas presentes na área. Para as gramíneas, o controle mais eficiente ocorre no período anterior ao perfilhamento enquanto que as plantas daninhas de folha larga têm recomendação para aplicação no estágio de desenvolvimento de duas a quatro folhas, onde estão mais sensíveis aos herbicidas. Este período é denominado de pós-emergência inicial ou precoce e garante o melhor controle das espécies.

A aplicação de herbicidas em pós-emergência pode ocorrer em área total, ou por meio de jato dirigido, dependendo de sua seletividade. Os herbicidas com registro e comumente utilizados nesta condição de aplicação são: ametryn, 2,4-D, diuron, hexazinone, metribuzin, MSMA, tebuthiuron

2.2.4 Mecanismos de ação dos herbicidas

Mecanismo de ação de um herbicida corresponde ao primeiro ponto do metabolismo da planta onde o herbicida age, ou seja, é o primeiro de uma série de eventos metabólicos que resultam na ação final do herbicida sobre a planta. Esta série de eventos metabólicos, incluindo os sintomas visíveis da atuação do herbicida na planta chama-se modo de ação (OLIVEIRA JR, 2001). Os principais grupos de mecanismos de ação dos herbicidas utilizados são os mimetizadores de auxina, inibidores da fotossíntese, inibidores da divisão celular, inibidores da protox, inibidores da síntese de carotenóides, inibidores da síntese de lipídeos e inibidores da síntese de aminoácidos.

2.2.4.1 Mimetizadores de auxina

Esse grupo de herbicidas, também conhecido como reguladores de crescimento ou hormonais, por apresentarem similaridade estrutural com a auxina natural das plantas (AIA). As auxinas são hormônios que conduzem o alongamento celular diferencial e funcionam como reguladores do crescimento dos vegetais. São sintetizados principalmente pelos meristemas apicais caulinares e em primórdios foliares, nas folhas jovens e nas sementes em desenvolvimento e se espalham até as outras zonas da planta, principalmente para a base, onde se estabelece um gradiente de concentração.

Os herbicidas mimetizadores de auxina atuam na planta de maneira semelhante à auxina natural das plantas, afetando o crescimento das mesmas e sendo mais persistentes e mais ativos que o AIA.

A translocação do herbicida pode ocorrer pelo floema ou pelo xilema e, portanto, podem controlar diversas plantas perenes. Porém, essa translocação ocorre de forma distinta entre os diferentes produtos e espécies de plantas (OLIVEIRA JR, 2001).

Os produtos que possuem esse mecanismo de ação são seletivos para as gramíneas em geral, controlando basicamente as plantas dicotiledôneas, anuais ou perenes, e os efeitos no crescimento das plantas podem ser percebidos, mesmo quando o produto é aplicado com doses muito baixas.

A tolerância das gramíneas é determinada por um somatório de fatores: a penetração nestas plantas é muito baixa e a sua translocação pelo floema é limitada, por causa de estruturas anatômicas como nós e meristema intercalar, os quais favorecem reações de conjugação.

Esse grupo de produtos apresenta baixa toxicidade aos mamíferos e baixa persistência no solo, exceção feita ao picloram, que pode persistir por mais de uma safra (OLIVEIRA JR, 2001).

O mecanismo de ação desse grupo envolve o metabolismo de ácidos nucléicos e a plasticidade da parede celular. A atuação causa desbalanço nas células com conseqüente crescimento desordenado dos tecidos. Acredita-se que esses herbicidas mimetizadores de auxinas causem a acidificação da parede celular através do estímulo da atividade da bomba de prótons da ATPase, ligada à membrana celular. A redução no pH apoplástico induz à elongação celular pelo aumento da atividade de certas enzimas responsáveis pelo afrouxamento celular. Baixas concentrações desses herbicidas também estimulam a RNA polimerase, resultando em aumentos subsequentes de RNA, DNA e biossíntese de proteínas. Aumentos anormais nesses processos levam à síntese de auxinas e giberilinas, as quais promoverão divisão e alongamento celular acelerado e desordenado nas partes novas da planta, ativando seu metabolismo e levando ao seu esgotamento. Por outro lado, em concentrações mais altas, esses herbicidas inibem a divisão celular e o crescimento, geralmente nas regiões meristemáticas, as quais acumulam tanto assimilados provenientes da fotossíntese quanto o herbicida transportado pelo floema. Esses herbicidas estimulam a liberação de etileno que, em alguns casos, pode produzir sintomas característicos de epinastia associados à exposição a esses herbicidas (AHRENS, 1994).

Os sintomas iniciais dos danos causados por herbicidas hormonais em plantas de folhas largas é a epinastia das folhas e pecíolos. Conforme outras funções metabólicas são afetadas, o metabolismo geral e as funções celulares normais são interrompidas, causando o aparecimento de sintomas, com deformações nas nervações e no limbo foliar, paralisação do crescimento e engrossamento de raízes, principalmente na região das gemas, tumores ao longo do caule da planta obstruindo o fluxo do floema. A morte de plantas ocorre entre 3 e 5 semanas após a aplicação.

Os herbicidas que atuam como mimetizadores de auxina são dos grupos químicos: ácido benzóico, ácido carboxílico, ácido fenoxicarboxílico e ácido quinolino carboxílico

2.2.4.2 Inibidores da fotossíntese

Os inibidores da fotossíntese são considerados inibidores do transporte de elétrons (BALKE, 1985), pois resultam na remoção ou inativação de um ou mais carregadores intermediários do transporte de elétrons.

Os herbicidas inibidores da fotossíntese são divididos em dois grupos, os inibidores do fotossistema II que atuam inibindo a reação de Hill (evolução do oxigênio a partir da água na

presença de cloroplastos e de um aceptor adequado de elétrons), e os inibidores do fotossistema I que atuam como falso aceptor de elétrons no fotossistema I (OLIVEIRA JR, 2001).

2.2.4.2.1 Inibidores do fotossistema II (inibidores da reação de Hill)

Poucas horas após a aplicação do herbicida, ocorre a queda na taxa de fixação de CO_2 , chegando a níveis próximos a zero nos primeiros dois dias. A absorção, aparentemente, pode ocorrer via radicular e através das folhas e a translocação na planta ocorre basicamente via xilema. Dessa forma, plantas perenes só podem ser afetadas em aplicações via solo. Os herbicidas desse grupo controlam muitas espécies de folhas largas e algumas gramíneas.

A inibição da fotossíntese acontece pela ligação dos herbicidas desse grupo ao sítio de ligação da Q_B , na proteína D1 do fotossistema II, o qual se localiza nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos, causando, por consequência, o bloqueio do transporte de elétrons de Q_A para Q_B . Isto pára a fixação de CO_2 e a produção de ATP e NADPH_2 , os quais são elementos essenciais para o crescimento das plantas. A morte das plantas, entretanto, na maioria dos casos ocorre por causa de outros processos.

As triazinas simétricas como atrazine são degradadas em muitas plantas tolerantes pelo metabolismo do herbicida, especialmente pelo processo de conjugação com glutathione nas folhas, o que faz com que ele nunca chegue ao cloroplasto para causar injúrias. Espécies como milho, *Panicum miliaceum*, *Panicum dichotomiflorum*, *Digitaria spp.* e *Setaria spp.* são especialmente adaptadas a fazer esse processo de degradação (OLIVEIRA JR, 2001).

2.2.4.2.2 Inibidores do fotossistema I (Formadores de radicais livres)

Trata-se dos herbicidas que apresentam alta solubilidade em água, são fortemente sorvidos por colóides do solo, o que resulta na sua inativação. Devido a rápida absorção foliar, chuvas ocorridas 30 minutos após a aplicação não interferem na eficiência desses herbicidas. Os sintomas de fitotoxicidade nas plantas manifestam-se rapidamente, e a morte pode ocorrer em 1 a 2 dias. São considerados produtos de contato. Geralmente a morte das plantas acontece tão rapidamente que a translocação é muito limitada.

De maneira bem resumida, a morte das plantas ocorre pela perda de fotossíntese dos tecidos afetados, pela destruição dos ácidos graxos nos tilacóides e outras membranas celulares próximos aos

locais de produção de radicais livres, e pelo dano que esses radicais livres causam às células, levando à clorose, necrose e morte.

Não são seletivos, de modo geral. No entanto, é possível usar esses herbicidas de modo seletivo por meio de aplicações dirigidas em pós-emergência, nas quais seja evitado o contato do jato pulverizado com as folhas da cultura.

Esse grupo é composto pelo grupo químico Bipiridíliuns (OLIVEIRA JR, 2001).

2.2.4.3 Inibidores da divisão celular

Esse grupo atua afetando a divisão celular. Os inibidores da formação de microtúbulos, compreende os grupamentos químicos das dinitroanilinas e dos carbamatos. O segundo, que tem seu mecanismo de ação menos elucidado, compreende as cloroacetanilidas e os tiocarbamatos. Muitas vezes refere-se a esse segundo grupo como inibidores do crescimento da parte aérea.

2.2.4.3.1 Dinitroanilinas (inibidores da formação de microtúbulos)

Esses herbicidas causam a paralisação do crescimento da raiz e da parte aérea de plântulas e podem causar a morte do meristema apical. Atuam como inibidores da mitose, mais especificamente da formação de microtúbulos. A ação do trifluralin sobre plantas sensíveis causa a inibição da mitose na prometáfase, pela interferência na polimerização da tubulina e na formação de microtúbulos (HESS & BAYER, 1977). Para o thiazopyr, embora atue de modo muito semelhante às dinitroanilinas, existem evidências de que este herbicida não se liga à mesma proteína (tubulina). O asulam atua especificamente sobre uma enzima denominada DHRP (dihidropteroato sintase).

As plantas daninhas perenes e anuais já estabelecidas só morrem em casos especiais, uma vez que as dinitroanilinas e piridazinas não se translocam nas plantas e apresentam pouca ou nenhuma atividade na parte aérea de plantas já estabelecidas.

São herbicidas com baixa toxicidade a mamíferos, resistência à lixiviação no solo vai de moderada a alta. São utilizados em PRÉ ou PPI.

O principal modo que determina a seletividade está relacionado à seletividade de posição, ou seja, a localização espacial do produto no solo (OLIVEIRA JR, 2001).

2.2.4.3.2 Cloroacetanilidas

Estes herbicidas controlam sementes em germinação e plântulas bem pequenas já emergidas de gramíneas anuais e de algumas poucas folhas largas (ex: caruru). São aplicados normalmente em pré-emergência. Aparentemente são absorvidos tanto pelas raízes quanto pela parte aérea, mas com baixa translocação e apresentam baixa toxicidade para peixes, aves e mamíferos.

Pouco se sabe sobre o mecanismo de ação destes herbicidas. A ação fitotóxica acontece pela inibição da síntese de proteínas nos meristemas apicais da parte aérea e das raízes em espécies susceptíveis. Esta inibição resulta na paralisação do desenvolvimento e da divisão celular, aumento de tamanho das células, causando a inibição do crescimento da raiz e da parte aérea. Também afetam a alongação foliar, a síntese de lipídeos e a formação da cutícula foliar. Gramíneas mostram inibição da emergência da folha primária do coleóptilo. A seletividade pode estar relacionada à taxa de metabolismo, mas isto ainda não está totalmente comprovado.

2.2.4.3.3 Tiocarbamatos

Diversos princípios importantes do controle químico de plantas daninhas foram desenvolvidos primeiramente com o grupo dos tiocarbamatos. Todos são aplicados ao solo e tem alta pressão de vapor, havendo necessidade de incorporação. Os herbicidas penetram rapidamente nas raízes, mas devem ser translocados até os meristemas apicais para serem ativos, causando a inibição do crescimento da parte aérea. A persistência no solo é relativamente curta, sendo que a maior parte da dissipação ocorre por volatilização e decomposição microbiana. A maioria dos tiocarbamatos apresenta maior atividade sobre gramíneas anuais, mas controlam muitas outras plantas daninhas, sendo alguns usados para suprimir o crescimento inicial de tiririca, importante nas áreas de cana-de-açúcar.

O modo de ação não é exatamente conhecido. Entretanto os produtos atuam nas folhas em desenvolvimento e no ponto de crescimento da parte aérea em gramíneas em germinação. Têm sido demonstrados efeitos na mitose, mas apenas em doses bem mais altas do que aquelas que paralisam o crescimento (o efeito é, portanto, secundário). Sabe-se que os tiocarbamatos inibem a biossíntese de ácidos graxos, lipídeos, proteínas, isoprenóides, e flavonóides (AHRENS, 1994).

Sintomas decorrentes da aplicação desses herbicidas incluem a distorção da primeira folha e retenção (restrição da emergência a partir do coleóptilo). Em condições de campo, gramíneas susceptíveis geralmente conseguem emergir mas permanecem muito pequenas e com as folhas severamente distorcidas; eventualmente morrem. No caso da tiririca, não ocorre morte dos

tubérculos, mas o crescimento dos mesmos é atrasado até o EPTC dissipar-se no solo. Geralmente, as dicotiledôneas são mais tolerantes do que gramíneas, embora existam grandes diferenças entre espécies dentro de cada classe.

Os grupos químicos que compõe os inibidores da formação de microtúbulos são Dinitroanilinas, trifluralin, Piridinas e Carbamatos. Já os inibidores da parte aérea são as Cloroacetanilidas, alachlor, butachlor, metolachlor, dimethenamid, Tiocarbamatos e thiobencarb (OLIVEIRA JR, 2001).

2.2.4.4 Inibidores da PROTOX

Esse grupo é composto por herbicidas cujo mecanismo de ação inibe a atuação da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO ou PROTOX). São também denominados inibidores da síntese do tetrapirrole ou inibidores da síntese de protoporfirina IX (precursores da clorofila). Com a inibição da enzima, ocorre o acúmulo de protoporfirinogênio, que se difunde para fora do centro reativo, onde acontece uma oxidação não-enzimática da mesma. Cogita-se que a protoporfirina IX produzida pela via não enzimática não sofreria a atuação da Mg-quelatase para transformar-se em Mg-protoporfirina IX e, ou, que teria uma conformação estrutural diferente daquela produzida pela via normal. Neste caso, ocorreria a interação entre oxigênio e luz para levar o O₂ ao estado singlet, o qual seria responsável, em última instância, pela peroxidação de lipídeos observada nas membranas celulares. Lipídeos e proteínas são atacados e oxidados, resultando em perda da clorofila e carotenóides e rompimento das membranas, o que faz com que as células das organelas sequem e se desintegram rapidamente (OLIVEIRA JR, 2001).

Os produtos podem ser absorvidos pelas raízes, caule ou folhas de plantas novas e, geralmente, apresentam pouca ou nenhuma translocação nas plantas. Os produtos são altamente sorvidos pela matéria orgânica do solo e altamente resistentes à lixiviação e existe a necessidade de luminosidade para que os produtos sejam ativados.

Ao serem aplicados em pré-emergência, esses herbicidas causam a morte das plantas quando estas entram em contato com a camada de solo tratada. Os tecidos sensíveis sofrem rapidamente necrose e morte, causados pelas peroxidação de lipídeos. As plantas tornam-se cloróticas e necrosam em um a três dias (AHRENS, 1994).

Quando em contato direto com a folhagem apresentam pouca seletividade. No entanto, muitas culturas tem capacidade de rapidamente recuperar a área foliar afetada (ex: lactofen e acifluorfen

aplicados em soja): ocorre certa injúria, mas as plantas se recuperam (o efeito é unicamente de contato, as folhas novas que saem após a aplicação não são afetadas).

Herbicidas como o flumioxazin e o carfentrazone, isolados ou em misturas com outros herbicidas como glyphosate, sulfosate e 2,4-D, quando utilizados em doses adequadas, são usados em operações de dessecação pré-plantio, em áreas de semeadura direta.

2.2.4.5 Inibidores da síntese de carotenóides

Os herbicidas desse grupo atuam de maneira geral em alguns sítios enzimáticos da rota da síntese dos pigmentos carotenóides. O bloqueio da síntese desses pigmentos é o fenômeno responsável pelo surgimento do sintoma característico de “albinismo”. O sintoma mais visível que resulta do tratamento de plantas com herbicidas que inibem a biossíntese de carotenóides é a folhagem totalmente branca produzida após o tratamento. Isto é chamado ocasionalmente de "crescimento albino". O crescimento ainda continua por algum tempo, mas sem a produção de tecidos fotossintéticos verdes, o crescimento das plantas afetadas não pode ser mantido. O crescimento cessa e então começam a aparecer os sintomas de necrose. Os herbicidas que inibem a biossíntese de carotenóides não afetam os carotenóides pré-existentes. Portanto os tecidos formados antes do tratamento não mostram os sintomas albinos típicos.

Embora o crescimento das partes novas seja branco, estes herbicidas não inibem diretamente a biossíntese de clorofila. A perda de clorofila é o resultado da destruição dela pela luz (fotooxidação), ou talvez devido à falta de carotenóides indiretamente causando a disrupção indireta da biossíntese normal de clorofila e do desenvolvimento do cloroplasto (BRAMLEY & PALLET, 1993). Um papel importante dos carotenóides é o de proteger a clorofila da fotooxidação. Depois da clorofila ser sintetizada e se tornar eletronicamente excitada pela absorção de fótons de luz, é transformada da forma singlet para a forma triplet, mais reativa. Normalmente a energia dessa forma reativa de clorofila é dissipada através dos carotenóides. Quando os carotenóides não estão presentes, estas clorofilas no estado triplet iniciam reações de degradação, entre as quais está a destruição da clorofila. Portanto, sem os carotenóides as clorofilas não podem sobreviver (OLIVEIRA JR, 2001).

No solo, o principal fator que determina a sorção é a matéria orgânica. A decomposição ocorre, basicamente, pela atividade de microorganismos do solo. A textura exerce influência secundária e o pH praticamente não exerce influencia na decomposição do herbicida.

2.2.4.6 Inibidores da síntese de lipídeos (Inibidores da ACCase)

Grupo de herbicidas também denominado de inibidores da acetil coenzima-A carboxilase (ACCase), ou inibidores da síntese de ácidos graxos. Compreendem dois grupos químicos, que, embora quimicamente diferentes, apresentam grande semelhança em termos de espectro de controle, eficiência, seletividade e modo de ação. Os ariloxifenoxipropionatos (APPs) foram introduzidos no final da década de 70 e as ciclohexanodionas (CHDs) durante a década de 80.

O crescimento das plantas sensíveis cessa logo após a aplicação. Os primeiros sintomas do efeito herbicida em plantas sensíveis são notados inicialmente na região meristemática, onde a síntese de lipídeos para a formação de membranas é muito intensa. Em gramíneas, os meristemas (próximos aos entre-nós) sofrem descoloração, ficam marrons e desintegram-se. As folhas recém-formadas ficam cloróticas e morrem entre uma e três semanas após o tratamento. Folhas mais desenvolvidas podem adquirir coloração arroxeadada ou avermelhada, lembrando sintomas de deficiência de fósforo (VIDAL, 1997).

Os produtos controlam tanto gramíneas anuais quanto perenes, embora a tolerância varie entre espécies. Espécies não gramíneas (tanto plantas daninhas quanto culturas) são normalmente bastante tolerantes. As doses utilizadas em pós-emergência geralmente são baixas, embora o controle de gramíneas perenes requeira doses mais elevadas. A penetração nas plantas ocorre basicamente por via foliar. Possuem atividade no solo baixa ou nula, não sendo utilizados nessa modalidade de aplicação.

Os herbicidas desse grupo detêm considerável flexibilidade quanto à época de aplicação. O estágio mais sensível das gramíneas é entre 3 a 5 folhas, mas plantas maiores podem ainda ser controladas. Dentro de certos limites, a taxa de crescimento das gramíneas por ocasião da aplicação pode ser mais importante do que o estágio de desenvolvimento.

O mecanismo de seletividade entre espécies dicotiledôneas e gramíneas ocorre a nível de sítio de atuação (insensibilidade da ACCase). Nenhuma diferença significativa na absorção, translocação ou metabolismo tem sido demonstrada entre essas plantas (DAN HESS, 1994).

2.2.4.7 Inibidores da síntese de aminoácidos

Os herbicidas classificados nesse mecanismo de ação constituem-se num dos mais importantes grupos de herbicidas atualmente comercializados. Os produtos desse grupo apresentam alta eficiência em doses muito baixas, baixa toxicidade para mamíferos e boa seletividade para várias das culturas de grande importância econômica. Entretanto, a facilidade com que as plantas daninhas

desenvolvem resistência a esse grupo e a utilização intensiva do mesmo, tem favorecido o surgimento de muitas plantas resistentes aos herbicidas inibidores da síntese de aminoácido (OLIVEIRA JR, 2001).

2.2.4.7.1 Imidazolinonas

Os resultados de muitos estudos a respeito do potencial de toxicidade das imidazolinonas demonstram que estas moléculas têm um baixo potencial toxicológico, em parte porque elas agem inibindo um processo biossintético num sítio presente apenas nas plantas. A acetolactato sintase (ALS), enzima sobre a qual atuam estes herbicidas, não ocorre nos animais, os quais dependem das plantas para a ingestão dos aminoácidos produzidos pela atuação da enzima (leucina, isoleucina e valina). Desta forma, a toxicidade desses produtos torna-se específica para as plantas. Além disso, resultados obtidos com cobaias estudadas em laboratório demonstram que estes herbicidas são excretados rapidamente por ratos, antes que eles possam se acumular em tecidos ou no sangue.

Segundo Oliveira (2001), as propriedades químicas do solo, como pH e matéria orgânica, exercem grande influência sobre o movimento das imizolinonas. Considerando que os solos brasileiros são, em sua maioria, ácidos e as suas superfícies tornam-se mais ácidas à medida que o nível de umidade decresce, a mobilidade no perfil do solo é limitada.

Na água, a hidrólise é extremamente lenta em condições normais de pH e temperatura. Ao contrário, a fotólise desses produtos quando na água é extremamente rápida. Perdas por volatilização são desprezíveis.

A persistência das imidazolinonas no solo é influenciada pelo grau de sorção ao solo, umidade, temperatura e exposição à luz solar. O grau de sorção ao solo aumenta com a elevação do teor de matéria orgânica e a redução do pH (CHE et al., 1992) e com o teor de argila e de hidróxidos de ferro e alumínio presentes.

A degradação microbiana sob condições aeróbicas é o principal mecanismo de degradação, com uma pequena contribuição da fotólise. As condições que tendem a favorecer a atividade microbiana, como temperatura elevada e solos úmidos, são também as condições climáticas nas quais as imidazolinonas são mais rapidamente degradadas. Fatores que limitem a degradação microbiana podem, eventualmente, levar ao aparecimento de injúrias em culturas em rotação (MONKS & BANKS, 1991).

Nas plantas susceptíveis, as imidazolinonas e as sulfoniluréias inibem a acetohidroacidossintase (AHAS), uma enzima também conhecida por acetolactato sintase (ALS) (STIDHAM, 1991). Esta enzima atua na síntese de três aminoácidos de cadeia ramificada: leucina,

valina e isoleucina. Em plantas susceptíveis, ocorre a paralisação do crescimento e desenvolvimento de clorose internerval e ou arroxamento foliar dentro de 7 a 10 dias após a aplicação do herbicida. Folhas em emergência podem aparecer manchadas e mal formadas. Pode também haver inibição do crescimento de raízes laterais quando resíduos do produto estão presentes no solo. Normalmente, nas folhas largas, o meristema apical necrosa e morre antes que as demais partes mais velhas da planta (OLIVEIRA JR, 2001).

O mecanismo primário de seletividade natural às imidazolinonas é a capacidade das espécies de metabolizar os herbicidas a metabólitos não tóxicos; a absorção e translocação influenciam pouco a tolerância.

2.2.4.7.2 Sulfoniluréias

A família das sulfoniluréias caracteriza-se por ser um grupo de herbicidas que tem altos níveis de atividade em baixas doses de aplicação. É possivelmente o grupo de herbicidas com maior número de novos produtos em fase de desenvolvimento.

As moléculas desse grupo, em geral, são ativas tanto através de via foliar quanto via solo, translocando-se via apoplasto e simplasto; existe também uma grande diversidade de interações com culturas e plantas daninhas, o que resulta em diferentes especificidades dos produtos em termos de seletividade, época de aplicação, espectro de controle e culturas nas quais podem ser utilizados.

Demonstram grande variabilidade em termos de persistência, sendo alguns bastante persistentes e outros rapidamente degradados. Em geral, as sulfoniluréias degradam-se no solo tanto por hidrólise química como degradação microbiana. Os herbicidas do grupo das sulfoniluréias são ácidos fracos com pKa's variando de 3 a 5 e a forma neutra é especialmente susceptível à hidrólise. Portanto, a hidrólise ocorre muito mais rápido em solos ácidos (THILL, 1994).

As sulfoniluréias podem ser móveis no solo, dependendo da sua estrutura química específica. Esses herbicidas movem-se mais rapidamente em solos de pH mais alto. As sulfoniluréias têm baixa pressão de vapor (10^{-12} a 10^{-6} mm Hg a 25 °C), tendo, portanto, pouca possibilidade de perdas por volatilização.

O mecanismo de ação é a inibição da ALS, a enzima chave na rota de biossíntese de aminoácidos valina, leucina e isoleucina. Após a absorção, esses herbicidas são rapidamente translocados para áreas de crescimento ativo (meristemas, ápices), onde o crescimento é inibido em plantas suscetíveis. As plantas acabam morrendo devido à incapacidade de produzir os aminoácidos essenciais de que necessita (OLIVEIRA JR, 2001).

Para as sulfoniluréias, o mecanismo isolado de maior importância em termos de seletividade é a conversão rápida a compostos inativos nas culturas tolerantes, ao passo que pouco ou nenhum metabolismo pode ser medido em plantas sensíveis. A aveia, o trigo e a cevada, por exemplo, podem acrescentar um grupamento -OH ao anel fenil do chlorsulfuron, após o que o herbicida conjuga-se com carboidratos formando um composto inativo (BEYER et al., 1988).

2.2.4.7.3 Triazolopirimidas

No Brasil, todos os herbicidas desse grupo estão sendo utilizados para o controle de folhas largas na cultura da soja. O flumetsulam é usado em PPI ou pré-emergência e o cloransulam em pós-emergência, sendo que, mesmo aplicado em pós-emergência pode apresentar algum efeito residual. O diclosulam é recomendado para aplicação em PPI ou em pré-emergência, sendo que neste caso as aplicações devem ser feitas imediatamente após a semeadura da soja, não devendo ser ultrapassado o ponto de rachadura do solo (“cracking”), que ocorre com o início do processo de emergência da soja.

Maior sorção ocorre em baixo pH e tende a aumentar com o período de contato do herbicida com o solo. A degradação desses herbicidas é predominantemente microbiana, tanto em sistemas aeróbicos quanto anaeróbicos (OLIVEIRA JR, 2001).

Com relação à persistência, em áreas de soja tratadas com flumetsulam não se recomenda cultivos sequenciais de algodão, beterraba, canola e tomate (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Atuam nas plantas de forma semelhante às sulfoniluréias e imidazolinonas. Após aplicações desses herbicidas ao solo, a maioria das espécies sensíveis morre antes da emergência. Neste caso a absorção ocorre principalmente pelas raízes e, em menor intensidade, pelas partes aéreas antes da emergência. Normalmente translocam-se rapidamente tanto pelo apoplasto quanto pelo simplasto.

A sensibilidade relativa de plantas às triazolopirimidas é função do tempo necessário para absorção e translocação e da taxa de metabolismo dentro da planta (OLIVEIRA JR, 2001).

2.2.4.7.4 Derivados da glicina

Os derivados da glicina atuam apenas em pós-emergência. Sem atividade em pré-emergência devido à intensa sorção ao solo. Uma vez que é fortemente sorvido, torna-se não disponível para absorção pelas plantas. A degradação microbiana é a rota principal de decomposição do glyphosate no solo, embora a oxidação e fotodegradação também aconteçam. Embora tenha pressão de vapor desprezível (pouco volátil), problemas de deriva podem acontecer com alguma frequência. O

potencial de injúrias por deriva pode aumentar consideravelmente com a introdução das culturas resistentes à glyphosate e maior utilização do mesmo.

Os herbicidas dessa família inibem a síntese dos aminoácidos fenilalanina, tirosina e triptofano, os quais são precursores de outros produtos como a lignina, alcalóides e flavonóides.

O glyphosate é absorvido pela folhagem e outras partes aéreas das plantas. Uma vez absorvido, transloca-se rápida e intensivamente pelo simplasto. Depois de atingir o floema, geralmente segue o fluxo de movimento de fotossintetatos fonte-dreno e se acumula em áreas de crescimento ativo (meristemas), onde inibem a síntese de proteínas. Ocorre paralisação do crescimento e muitos tecidos das plantas degradam-se lentamente em função da falta de proteínas. Os sintomas geralmente desenvolvem-se lentamente, com gradual aparecimento de clorose e necrose.

Estes herbicidas são tradicionalmente utilizados como herbicidas não seletivos. Entre os usos mais importantes destacam-se o manejo de áreas para dessecação em semeadura direta e a limpeza de áreas não agrícolas. Em aplicações dirigidas podem ser usados em muitas culturas perenes, desde que não atinjam as folhas. Como não possuem efeito residual no solo, aplicações em pós-emergência das plantas daninhas realizadas antes da emergência das culturas também podem ser feitas (OLIVEIRA JR, 2001).

2.3 Pesquisa de marketing

Marketing é o processo de planejamento e execução da concepção, fixação de preço, promoção e distribuição de idéias, bens e serviços, com a finalidade de criar trocas que satisfaçam aos objetivos individuais e organizacionais. O conceito de marketing exige que a satisfação do cliente, mais a maximização dos lucros seja a meta de uma organização (AAKER et al., 2001).

Embora muitas vezes se atribua aos profissionais de marketing características como criatividade, imaginação e emoção, cada vez mais tem-se feito uso de conceitos científicos para uma melhor compreensão dos fenômenos mercadológicos. Um exemplo disso é a aplicação da teoria de evolução de Darwin no marketing: as empresas procuram “sobreviver” através da adaptação ao mercado em que atuam e às exigências do consumidor, que funcionam como fator de “seleção natural”. Assim, só permanecem no mercado aquelas mais aptas em acompanhar o seu dinamismo.

Como vivemos na era da informação, faz-se necessário desenvolver processos a fim de coletar, gerenciar e analisar dados representativos, para retratar a empresa em sua área de atuação e, assim, possibilitar a tomada consciente de decisões, tanto para as ações do presente quanto para o planejamento e previsão do futuro.

Com o intuito de que os riscos dos investimentos nas ações de plano de marketing sejam minimizados, é fundamental que ele esteja embasado em informações seguras, daí a necessidade da criação de um sistema de informações de marketing e também da pesquisa de marketing.

O dinamismo no ambiente de marketing tem acarretado mudanças em um ritmo cada vez mais rápido. Dessa forma, as organizações devem dispor de informações relevantes sobre o mercado em que está inserida, entendendo em profundidade seu campo de atuação, seu negócio, sua concorrência e o comportamento do mercado consumidor.

Pesquisa de marketing é a identificação, coleta, análise e disseminação de informações de forma sistemática e objetiva e seu uso para assessorar a gerência na tomada de decisões relacionadas à identificação e solução de problemas e (oportunidades) em marketing. Ela procura fornecer informações precisas, que reflitam uma situação verdadeira (Malhotra, 2001). Não se deve confundir pesquisa de marketing com pesquisa de mercado, pois esta última age em um mercado específico e é apenas uma componente da pesquisa de marketing.

A função da pesquisa de marketing é prover informações a fim de auxiliar executivos a reconhecer e reagir a oportunidades e problemas (TULL & HAWKINS, 1997).

Para Mattar (2001), o processo de pesquisa de marketing compreende 4 etapas, sendo:

- Etapa 1: Reconhecimento e formulação de um problema de pesquisa, consistindo na correta identificação do problema que se pretenda resolver e que possa efetivamente receber contribuições valiosas da pesquisa de marketing em sua solução.
- Etapa 2: Planejamento da pesquisa, que compreende a definição dos objetivos da pesquisa e de toda sua operacionalização: determinação das fontes de dados, escolha do(s) método(s) de pesquisa, da(s) forma(s) de coleta dos dados, da construção e teste do(s) instrumento(s) de coleta dos dados, da definição do plano de amostragem e do tamanho da amostra, da definição dos procedimentos de campo, da elaboração do plano de processamento e análises, da definição dos recursos necessários (humanos, financeiros, tecnológicos e materiais), da definição de uma estrutura organizacional para a equipe de pesquisa com definição de responsabilidades e de um cronograma com definição de prazos e datas para o cumprimento de cada etapa e de suas subdivisões.
- Etapa 3: Execução da pesquisa que compreende suas etapas:
 - Coleta de dados: compreende o efetivo trabalho de recolhimento dos dados no campo junto às fontes de dados. É a etapa geralmente mais cara e crítica da pesquisa, pois é a que está sujeita à introdução de erros e atrasos, e por isso exige supervisão muito intensa e um controle rígido para minimizá-lo

- Processamento, análise e interpretação: compreende a transformação dos dados brutos coletados em informações de marketing relevantes para solucionar ou ajudar na solução do problema que deu origem à pesquisa. Esta etapa inclui: verificação do preenchimento dos instrumentos, codificação e digitação das respostas, processamento dos dados, realizações de cálculos e testes estatísticos e análises e interpretações.

- ETAPA 4: Comunicação dos resultados, que compreende a apresentação escrita e oral das principais descobertas da pesquisa relacionadas ao problema que lhe deu origem, bem como de sugestões e recomendações de ações pertinentes e sua solução.

Segundo Kotler (2000), as etapas necessárias para elaboração de Pesquisa de Marketing deve conter as etapas de definição do problema e dos objetivos de pesquisa, desenvolvimento do plano de pesquisa, coleta de informações, análise das informações e apresentação dos resultados para administração. Outro ponto importante é decidir por utilizar dados já estão disponíveis, ou coletar dados.

Um sistema de inteligência de marketing é o conjunto de procedimentos e fontes usadas por administradores para obter informações diárias sobre eventos no ambiente de marketing.

A principal razão para uma organização adotar a pesquisa de mercado é a descoberta de uma oportunidade de mercado. Uma vez com a pesquisa concluída, a empresa deve, cuidadosamente, avaliar suas oportunidades e decidir em que mercados entrar. Os mercadólogos dependem ainda da pesquisa de mercado para determinar aquilo que os consumidores querem e quanto estão dispostos a pagar. Eles esperam que este processo lhes confira uma vantagem competitiva sustentável.

Vale ressaltar que a pesquisa de marketing é apenas mais uma ferramenta na tomada de decisões, sendo que para um melhor resultado, faz-se necessário associá-la a outros procedimentos, tais como planejamento estratégico. Além disso, as informações já disponíveis na empresa podem não estar completas, ou não responder questões básicas para a tomada de decisões. A pesquisa de marketing, por meio de metodologia adequada e de um projeto formal, que parte da definição do problema a ser pesquisado, vai buscar essas informações.

2.3.1 Sistema de informações de marketing e pesquisa

O Sistema de Informações de Marketing (SIM) é a estrutura presente na empresa que reúne, seleciona, analisa, interpreta e mantém um fluxo de informações a respeito do ambiente global de marketing no qual a empresa está inserida: o microambiente (empresa, fornecedores, intermediários de mercado e clientes) e o macroambiente (ambiente demográfico, soci-cultural, físico, tecnológico, econômico, político e legal). Em síntese, é um centro de consulta à disposição de executivos da

empresas com a finalidade de proporcionar informações convenientes e de forma rápida para a tomada de decisão. Assim, as informações são dirigidas às pessoas certas, no formato adequado e em tempo hábil.

O SIM consiste em quatro subsistemas:

- I – Relatórios Internos: vendas, custos, despesas, produção, fluxos de caixa;
- II – Inteligência de Marketing: informações diárias dos executivos por meio de contatos com vendedores, distribuidores, publicações, relatórios;
- III – Pesquisa de Marketing: estudos específicos, projetos formais sobre problemas e oportunidades para o marketing;
- IV – Analítico de Marketing: processos estatísticos e modelos de apoio a tomada de decisão. Análises de regressão, análise fatorial, modelos gráficos e matemáticos (SAMARA & BARROS, 1997).

Nesta revisão, foi focado apenas o subsistema de pesquisa de marketing, visto que ele engloba a pesquisa de mercado, técnica utilizada para a elaboração do estudo.

2.3.2 Tipos de métodos de pesquisa de mercado

Cada autor subdivide os tipos de pesquisa de acordo com o enfoque principal de informações que será dado ao estudo, logo são inúmeras as classificações. Contudo, pode-se dividi-las em dois grandes grupos:

- a) Pesquisas de Oportunidades de Vendas: fornecem parâmetros sobre oportunidades existentes no mercado, tanto para estratégias presentes quanto futuras. Esse grupo engloba a pesquisa de mercado e de produto.
- b) Pesquisas de Organização de Vendas: estudo cuja a finalidade é avaliar a eficiência das ações do composto mercadológico quanto as políticas de distribuição, comunicação e estrutura (análise) de vendas (SAMARA & BARROS, 1997).

Segundo o código de ética da ANEP (Associação Nacional de Empresas de Pesquisa de Mercado), pesquisa de mercado é a coleta sistemática e o registro, classificação, análise e apresentação objetiva de dados sobre hábitos, comportamentos, atitudes, oportunidades, valores, necessidades, opiniões e motivações de indivíduos e organizações dentro do contexto de suas atividades econômicas, sociais, políticas e cotidianas.

A pesquisa de mercado consolidou-se durante os anos 70 e 80, e vem crescendo a cada ano. Em 2000, o volume de investimentos em pesquisa foi de pouco mais de US\$ 200 milhões, de acordo com os dados fornecidos pelas empresas filiadas pela ANEP.

Este crescimento ocorre não só no volume, como também no número de empresas nacionais e internacionais que atuam no mercado brasileiro, com uma sensível melhoria na qualidade dos serviços devido ao aumento da competitividade do setor. Isto mostra que o mercado de pesquisa tem-se tornado mais maduro e mais profissional.

Dessa forma, se por um lado, as agências de pesquisa vêm enfrentando desafios de competitividade na colocação de seus trabalhos, do outro lado do balcão, os clientes estão cada vez mais conscientes da necessidade de desenvolverem estratégias para valorizar suas marcas, conhecer melhor seus consumidores, identificar sua estrutura de concorrência, enfim, obter informações que possam orientar não só a formulação de seu planejamento, como a tomada de decisões mais cotidianas (POLETTTO et al., 1998).

2.3.3 Métodos de abordagem

2.3.3.1 Estudos exploratórios

Sua meta é unir dados preliminares para elucidar a natureza real do problema e sugerir possíveis hipóteses ou novas idéias (KOTLER, 1998). Também denominada “desk research”, tem como principal característica a informalidade, a flexibilidade e a criatividade.

Dessa forma, as hipóteses da pesquisa exploratória são vagas e pouco definidas, em virtude da falta de estrutura rígida (AAKER et al., 2001). Normalmente, este tipo de estudo é realizado a partir de dados secundários (já disponíveis), conversas informais e estudo de casos selecionados.

A grande vantagem do estudo exploratório é obter informações a baixo custo. Contudo, existe a possibilidade de obsolescência desses dados devido à falta de atualização ou à inexistência de informações fundamentadas (SAMARA & BARROS, 1997).

2.3.3.2 Estudos Descritivos

A pesquisa descritiva é um dos tipos mais utilizados em marketing. Seu propósito é obter um instantâneo preciso de alguns aspectos do ambiente de mercado. Apesar de possuírem hipóteses frequentemente especulativas, as relações estudadas não tem fundo de causa, mas podem servir para previsões (AAKER et al, 2001).

São também denominados estudos ad hoc e ainda podem ser divididos em qualitativos e quantitativos.

A pesquisa quantitativa procura responder a questão “quanto?” para cada objetivo de pesquisa. Esses estudos requerem a elaboração de amostras de população, utilizando-se a estatística para a extrapolação dos resultados obtidos na amostra.

Já a pesquisa qualitativa tem como característica principal compreender as relações de consumo “em profundidade”, logo são realizadas frequentemente a partir de entrevistas individuais ou discussões em grupo. Vale ressaltar que esse tipo de estudo detecta tendências não-mensuráveis, ou não-quantificáveis, e por essa razão seus trabalhos não podem ser generalizados para a população (SAMARA & BARROS, 1997).

A Tabela 2 ilustra as principais diferenças entre os métodos quantitativos e qualitativos

Tabela 2: Comparativo entre métodos de abordagem para realização de pesquisa de mercado.

Quantitativa	Qualitativa
Objetivo	Subjetivo
Hard Science	Soft Science
Testa a teoria	Desenvolve a teoria
Uma realidade: o foco é conciso e limitado	Múltiplas realidades: o foco é complexo e amplo
Redução, controle, precisão	Descoberta, descrição, compreensão, interpretação
Mensuração	Interpretação
Mecanicista: partes são iguais ao todo	Organicista: o todo é mais importantes que as partes
Possibilita análises estatísticas	Possibilita narrativas ricas, interpretações individuais
Os elementos básicos da análise são os números	Os elementos básicos da análise são palavras e idéias
O pesquisador mantém distância do processo	O pesquisador participa do processo
Sujeitos	Participantes
Independente do contexto	Depende do contexto
Teste de hipóteses	Gera idéias e questões para a pesquisa
O raciocínio é lógico e dedutivo	O raciocínio é dialético e indutivo
Estabelece relações, causas	Descreve os significados, descobertas
Busca generalizações	Busca particularidades
Preocupa-se com quantidades	Preocupa-se com a qualidade das informações e respostas
Utiliza instrumentos específicos	Utiliza a comunicação e a observação

Fonte: ETHOS (2001)

2.3.3.3 Estudos Causais

Esse tipo de abordagem tem por objetivo testar uma relação de causa e efeito. Assim, como os requisitos para a prova de causalidade são muito exigentes, as questões de pesquisa e as hipóteses relevantes têm que ser muito específicas (AAKER et al., 2001).

Também são ditos estudos experimentais, mas têm como desvantagem o alto custo e a dificuldade de se obter resultados exatos a fim de evidenciar a casualidade. Essa falta de precisão é decorrente da presença de variáveis incontroláveis que não podem ser identificadas na análise dos resultados.

Além do problema e das hipóteses, é preciso definir as variáveis que serão manipuladas ou controladas para o estudo. A seleção das unidades de teste é aleatória, e pode ou não haver também unidades que não serão submetidas ao experimento, os grupos de controle, a fim de permitir a comparação dos resultados obtidos (SAMARA & BARROS, 1997).

2.3.4 Desenvolvimento do projeto de pesquisa

A partir do briefing, ferramenta para municiar o fornecedor com o máximo possível de informações, determina-se qual será o tipo de pesquisa e de abordagem, além das fontes de dados, planos de amostragens e métodos de contato. Assim, um plano de pesquisa é desenvolvido.

Antes de se realizar um inquérito com o público-alvo, vale a pena buscar informações disponíveis em trabalhos análogos, o que abrevia o tempo gasto e minimiza os custos. A principal dificuldade desse tipo de trabalho reside na falta de dados ou na informação de sua existência e localização. Por isso que é imprescindível a organização de um banco de dados, muito útil a tomada de decisão (COBRA, 1997).

Os dados podem ser primários, que são aqueles reunidos para um propósito ou para um projeto de pesquisa específicos ou secundários, que são coletados para outros propósitos e já estão disponíveis (KOTLER, 1998). Além disso, as fontes de informação podem ser internas (relatórios, orçamentos, registros) ou externas (órgãos do governo, associações de classe, publicações).

Tendo isso em mãos, deve-se proceder ao planejamento da forma de abordagem de pesquisa, isto é, como será feita a coleta de dados. Os dados podem ser coletados através de observação, grupos-foco, levantamento ou experimentação.

A pesquisa de observação segue a linha do estudo exploratório, podendo levantar hipóteses úteis. É importante na avaliação das respostas dadas pelo método de entrevistas com uso do questionário (COBRA, 1997).

Já a experimentação visa medir causa e efeito, sendo o método mais válido cientificamente. Enquanto está mais adaptada à pesquisa causal, a de levantamento se aproxima mais do método descritivo.

Os grupos-foco consistem em reuniões de seis a dez pessoas convidadas para passar algumas horas com o moderador para discutir um produto, serviço, organização ou outra entidade de

marketing. Trata-se de uma etapa exploratória útil para ser adotada antes de empreender-se um levantamento em larga escala (KOTLER, 1998).

Os pesquisadores podem escolher entre dois instrumentos de pesquisa para coletar dados: questionários e instrumentos mecânicos. Os questionários podem ser aplicados pessoalmente, por carta, por telefone ou através da internet.

Os questionários são comumente usados para pesquisas quantitativas (em qualitativas, utiliza-se roteiro). Não há um modelo ideal de questionário em relação ao conteúdo ou ao número de perguntas, logo cada novo projeto exige a elaboração de um questionário específico.

Os objetivos da pesquisa podem estar explícitos nos questionários, ou disfarçados de acordo com a estratégia da pesquisa. Quanto às perguntas, podem ser fechadas (apenas uma alternativa de resposta é aceita), abertas (respostas livres), semi-abertas (associações dos dois tipos anteriores), dicotômicas (respostas “sim” ou “não”), encadeadas (a segunda pergunta depende da resposta da primeira), com matriz de resposta (preenchimento de uma tabela), com ordem de preferência (ranking), além de outras possíveis associações (SAMARA & BARROS, 1997).

Definidos os instrumentos de pesquisa, faz-se necessários decidir o plano de amostragem: a unidade (quem será pesquisado), o tamanho (quantas pessoas devem ser pesquisadas) e o procedimento (como escolher os entrevistados).

Levando em consideração que a amostra é a parte representativa de um todo, pode-se separá-las em dois tipos: probabilísticas (todos os elementos da população têm igual probabilidade de serem selecionados) e não-probabilísticas (não são obtidas por conceitos estatísticos, mas sim por critérios subjetivos inerentes ao pesquisador (SAMARA & BARROS, 1997). A Tabela 3 traz as subdivisões destes tipos de amostragem.

Tabela 3. Definição de Kotler para os tipos de amostra, considerando as amostras probabilísticas e não probabilísticas.

Amostra probabilística	
Amostra simples ao acaso	Todos os componentes da população têm chances iguais de serem selecionados
Amostra estratificada ao acaso	A população é dividida em grupos mutuamente exclusivos e as amostras ao acaso são retiradas de cada grupo
Amostra por conglomerado	A população é dividida em grupos mutuamente exclusivos e o pesquisador retira uma amostra dos grupos para entrevista
Amostra não-probabilística	
Amostra por conveniência	O pesquisador seleciona participantes mais acessíveis da população para obter informações
Amostra por julgamento	O pesquisador usa seu julgamento para selecionar os participantes da população mais propensos a fornecer informações precisas
Amostra por quota	O pesquisador entrevista um número planejado de pessoas em cada uma das diversas categorias

Fonte: KOTLER (1998)

2.3.5 Coleta de informações

Após a elaboração dos questionários e roteiros, deve-se fazer um pré-teste do instrumento desenvolvido antes de se iniciar a coleta propriamente dita.

Essa etapa é fundamental para avaliação da eficiência e eficácia de um questionário ou de um roteiro. Através do pré teste, pode-se perceber se as questões colocadas estão sendo claramente entendidas pelo entrevistado. Além disto, podem ser detectados eventuais ajustes na mecânica da aplicação do questionário, evidenciando, algumas vezes, aspectos que devem ser mais enfatizados. Em síntese, o pré-teste é necessário para aprimorar o questionário ou roteiro, antes que a equipe saia a campo para aplicá-lo.

O trabalho de campo é a aplicação do instrumento já aprimorado a toda a amostragem. Envolve desde o planejamento da coleta de dados, isto é a distribuição física e lógica da equipe de entrevistadores e supervisores, montagem dos controles de campo, passando pela coleta de dados propriamente dita, até a crítica e a verificação dos questionários aplicados (POLETTI et al, 1998).

2.3.6 Análise das informações e apresentação

Nesta etapa, o pesquisador faz uso de metodologias estatísticas e modelos matemáticos para analisar os dados levantados. Além disso, faz-se a checagem do banco obtido, a fim de identificar possíveis erros para corrigí-los antes de apresentar os resultados.

Firmando os interesses diagnosticados no briefing, é feita a apresentação dos resultados, de forma clara e objetiva para que seja possível, a partir das informações apresentadas, orientar o processo de tomada de decisão.

Metodologicamente, a pesquisa de mercado faz uso dos seguintes quatro tipos de métodos:

- Pesquisa de mercado qualitativa - normalmente usada para pequenos números de pesquisados - não generalizável para o todo da população - a significância estatística e nível de confiança não são calculados. Neste tipo de pesquisa, se busca mais conteúdo, portanto se analisa também informações subjetivas, estruturas de pensamento e conteúdos profundos. Para tal é necessária a utilização de um roteiro aberto.
- Pesquisa de Mercado Quantitativa- geralmente usada para tirar conclusões - testa uma hipótese específica - usa técnicas de amostra por forma a poder fazer inferências a partir da amostra para a totalidade da população. Em geral, este tipo de pesquisa busca um resultado estatístico e ela permite estimar informações amplas e diversificadas. Para tal é necessária a utilização de um questionário estruturado. Envolve um grande número de respondentes.
- Técnicas de observação - o pesquisador observa o fenômeno social no seu ambiente natural. As observações podem ocorrer transversalmente (observações feitas de uma vez) ou longitudinalmente (observações ocorrem ao longo de determinados períodos).
- Técnicas experimentais - o pesquisador cria um ambiente quase-artificial para tentar controlar fatores espúrios e depois manipula pelo menos uma das variáveis.

O presente estudo foi realizado através da técnica conhecida como painel. Segundo TULL & HAWKINS (1997), um painel é um grupo de indivíduos ou organizações que concordou em fornecer informações a um pesquisador durante um certo período.

Normalmente, pesquisas de mercado são realizadas através do estudo de elementos que compõe uma parcela extraída da população que se pretende analisar. A população é o grupo de indivíduos que apresentam em conjunto determinadas características para o estudo. Amostra é um subconjunto dessa população (FONSECA & MARTINS, 1996).

Para compreender, de maneira precisa, o comportamento de um determinado mercado, seria ideal abordar todos os indivíduos da população. Entretanto, limitações de custo e tempo podem inviabilizar essa amplitude de abordagem. Dessa forma, torna-se vantajoso adotar técnicas

estatísticas para definição de uma amostra representativa da realidade. O tamanho da amostra irá depender do tamanho da população e margem de erro e intervalo de confiança esperados.

A margem de erro pode ser definida como é um desvio do resultado de uma amostra em relação ao que poderia ser alcançado junto à população total que estamos estudando. Quanto maior a homogeneidade da população menor o erro amostral e vice e versa.

A definição do tamanho da amostra deve considerar o universo a ser estudado (população total) com a margem de erro desejada para a pesquisa, com um coeficiente de confiança de 95,5%:

Tabela 4. Definição do tamanho de amostra em função da margem de erro esperada, considerando coeficiente de confiança de 95%

Tamanho da população	Margem de Erro Desejada					
	1%	2%	3%	4%	5%	10%
<1.000					222	83
1.000				385	286	91
1.500			638	441	316	94
2.000			714	476	333	95
2.500		1.250	769	500	345	96
3.000		1.364	811	517	353	97
3.500		1.458	843	530	359	97
4.000		1.538	870	541	364	98
4.500		1.607	891	549	367	98
5.000		1.667	909	566	370	98
6.000		1.765	938	574	375	98
7.000		1.842	949	579	378	99
8.000		1.905	976	584	381	99
9.000		1.957	989	592	383	99
10.000	5.000	2.000	1.000	600	383	99
15.000	6.000	2.143	1.034	606	390	99
20.000	6.667	2.222	1.053	606	392	100
25.000	7.143	2.273	1.064	610	394	100
50.000	8.333	2.381	1.087	617	397	100
100.000	9.091	2.439	1.099	621	398	100
>100.000	10.000	2.500	1.111	625	400	100

Fonte: Fonseca & Martins (1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desse trabalho, foram utilizados dados de levantamentos de mercado realizados anualmente pelo instituto Kleffmann de pesquisa de mercado. Os trabalhos de campo foram realizados entre 2004 e 2009.

O modelo de pesquisa escolhido foi o quantitativo tipo painel, explorando diversos aspectos de mercado de defensivos em cana-de-açúcar. Para esse estudo, serão reproduzidos alguns tópicos do questionário, sendo eles:

- Área cultivada com cana-de-açúcar;
- Área tratada com herbicida;
- Doses utilizadas;
- Número de aplicações;
- Alvo biológico (plantas que se pretendia controlar);
- Preço pago pelos produtos utilizados;
- Produtos utilizados.

Por questões de confidencialidade, o questionário aplicado não pode ser reproduzido nesse trabalho. Também não serão apresentados resultados citando o nome comercial dos produtos. Dessa forma, os produtos aplicados foram classificados por grupos químicos e mecanismos de ação, de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5. Identificação do mecanismo de ação de cada herbicida utilizado na cultura da cana-de-açúcar e classificação por grupo químico e ingrediente ativo

Mecanismo de ação	Produto	Grupo Químico	Ingrediente Ativo
Desconhecido	Ancosar 720	Organoarsênico	Msma
	Dessecan	Organoarsênico	Msma
	MSMA ?	Organoarsênico	Msma
	MSMA Sanachem	Organoarsênico	Msma
	Volcane	Organoarsênico	Msma
Inibidores da divisão celular	Dual Gold	Cloroacetanilida	S-Metolacoloro
	Herbadox	Dinitroanilina	Pendimetalina
	Premierlin	Dinitroanilina	Trifluralina
	Triflur. Milenia	Dinitroanilina	Trifluralina
	Triflur. Nortox	Dinitroanilina	Trifluralina
	Triflur. Nortox Gold	Dinitroanilina	Trifluralina
	Trifluralina ?	Dinitroanilina	Trifluralina
Inibidores da PROTOX	Aurora	Triazolona	Carfentrazona-Etilica
	Boral	Triazolona	Sulfentrazona
	Flumyzin	Ciclohexenodicarboximida	Flumioxazina
	Galigan	Éter Difenílico	Oxifluorfem
	Goal	Éter Difenílico	Oxifluorfem

Tabela 5. Identificação do mecanismo de ação de cada herbicida utilizado na cultura da cana-de-açúcar e classificação por grupo químico e ingrediente ativo

Mecanismo de ação	Produto	Grupo Químico	Ingrediente Ativo
Inibidores da síntese de aminoácidos	Ally	Sulfoniluréia	Metsulfurom-Metílico
	Contain	Imidazolinona	Imazapir
	Gladium	Sulfoniluréia	Etoxissulfurom
	Katana	Sulfoniluréia	Flazasulfurom
	Plateau	Imidazolinona	Imazapique
	Sempre	Sulfoniluréia	Halossulfurom-Metílico
	Tarzan	Sulfoniluréia	Metsulfurom-Metílico
Inibidores da síntese de aminoácidos (derivados da glicina)	Agrisato	Glicina Substituída	Glifosato
	Direct	Glicina Substituída	Glifosato
	Gliato	Glicina Substituída	Glifosato
	Glif. Nufarm	Glicina Substituída	Glifosato
	Glifos	Glicina Substituída	Glifosato
	Glifos Plus	Glicina Substituída	Glifosato
	Glifosato ?	Glicina Substituída	Glifosato
	Glifosato Agripec	Glicina Substituída	Glifosato
	Glifosato Atanor	Glicina Substituída	Glifosato
	Glifosato Helm	Glicina Substituída	Glifosato
	Glifosato Nortox	Glicina Substituída	Glifosato
	Glister	Glicina Substituída	Glifosato
	Gli-Up 480 SL	Glicina Substituída	Glifosato
	Gliz 480 SL	Glicina Substituída	Glifosato
	Polaris	Glicina Substituída	Glifosato
	Radar	Glicina Substituída	Glifosato
	Roundup Original	Glicina Substituída	Glifosato
	Roundup Transorb	Glicina Substituída	Glifosato
	Roundup Ultra	Glicina Substituída	Glifosato
	Roundup W.G.	Glicina Substituída	Glifosato
	Rustler	Glicina Substituída	Glifosato
	Stinger	Glicina Substituída	Glifosato
	Trop	Glicina Substituída	Glifosato
Zapp QI	Glicina Substituída	Glifosato-Sal De Potássio	
Inibidores da síntese de carotenóide	Callisto	Tricetona	Mesotriona
	Discover 500 WP	Isoxazolidinona + Triazinona	Clomazona + Hexazinona
	Gamit 500	Isoxazolidinona	Clomazona
	Gamit Star	Isoxazolidinona	Clomazona
	Provence	Isoxazol	Isoxaflutol
	Ranger	Isoxazolidinona + Triazinona	Clomazona + Hexazinona
Inibidores do Fotossistema I	Gramoxone	Bipiridílio	Dicloreto De Paraquate
	Paradox	Bipiridílio	Dicloreto De Paraquate
Inibidores do Fotossistema II	Advance	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
	Agritrin	Ácido Aniloxialcanóico + Triazina + Uréia	Ametrina + Diurum + Mcpa
	Ametrex	Triazina	Ametrina
	Ametrina ?	Triazina	Ametrina
	Ametron	Triazina + Uréia	Ametrina + Diurum
	Atrazina Nortox	Triazina	Atrazina
	Broker 750 WG	Triazinona	Hexazinona
	Butiron	Uréia	Tebutiurum

Tabela 5. Identificação do mecanismo de ação de cada herbicida utilizado na cultura da cana-de-açúcar e classificação por grupo químico e ingrediente ativo

Mecanismo de ação	Produto	Grupo Químico	Ingrediente Ativo
Inibidores do Fotossistema II	Cention	Uréia	Diurum
	Combine	Uréia	Tebutiurum
	Confidence	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
	Dinamic	Triazolinona	Amicarbazona
	Direx	Uréia	Diurum
	Diuron ?	Uréia	Diurum
	Diuron Agripec	Uréia	Diurum
	Diuron Milenia	Uréia	Diurum
	Diuron Nortox PM	Uréia	Diurum
	Diuron Nortox SC	Uréia	Diurum
	Dizone	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
	Gesapax GrDA	Triazina	Ametrina
	Gesapax SC	Triazina	Ametrina
	Gesaprim GrDA	Triazina	Atrazina
	Gesaprim SC	Triazina	Atrazina
	Gramocil	Bipiridílio + Uréia	Diurum + Dicloreto De Paraquate
	Herbipak	Triazina	Ametrina
	Herbitrin	Triazina	Atrazina
	Herburon	Uréia	Diurum
	Hexaron	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
	Jump	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
	Karmex	Uréia	Diurum
	Kit Hukk	Triazinona + Triazina + Sulfoniluréia + Uréia	Ametrina + Diurum + Hexazinona + Trifloxissulfurom-Sódico
	Krismat	Triazina + Sulfoniluréia	Ametrina + Trifloxissulfurom-Sódico
	Lava 800	Uréia	Tebutiurum
	Metrimex	Triazina	Ametrina
	Scopus	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
	Sencor 480 SC	Triazinona	Metribuzim
	Sinerge	Clomazona + Triazina	Ametrina + Clomazona
	Soldier	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
	Spike	Uréia	Tebutiurum
	Velpar	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
	Velpar Max	Triazinona + Uréia	Diurum + Hexazinona
Mimetizadores de auxinas	2,4 D ?	Ácido Ariloxialcanóico	2,4-D
	2,4 D 806	Ácido Ariloxialcanóico	2,4-D
	Nufarm	Ácido Ariloxialcanóico	2,4-D
	Aminamar	Ácido Ariloxialcanóico	2,4-D
	Aminol	Ácido Ariloxialcanóico	2,4-D
	Campeon	Ácido Ariloxialcanóico	2,4-D
	DMA	Ácido Ariloxialcanóico	2,4-D
	Dominum	Ácido Piridiniloxialcanóico + Ácido Piridiniloxialcanóico	Aminopiralde + Fluroxipir-Meptílico
	Dontor	Ácido Piridinocarboxílico + Ácido Ariloxialcanóico	Picloram + 2,4-D
	Garlon CE	Ácido Piridiniloxialcanóico	Triclopir-Butotílico
	Padron	Ácido Piridinocarboxílico	Picloram
	Plenum	Ácido Piridiniloxialcanóico + Ácido Piridinocarboxílico	Fluroxipir-Meptílico + Picloram
	Togar TB	Ácido Piridinocarboxílico + Ácido Piridiniloxialcanóico	Picloram + Triclopir-Butotílico

A amostragem foi elaborada de forma a considerar uma margem de erro de 2,5% para o mercado em nível Brasil. As segmentações por estado apresentam uma maior margem de erro e dependem do número de entrevistas realizadas em relação ao universo.

A metodologia de amostragem utilizada foi a Amostragem Estratificada, sendo os estratos definidos por estado e faixa de área cultivada com a cultura. Após seleção dos estratos, definiu-se uma amostra aleatória de cada sub-população. Em linhas gerais, utilizou-se dados de órgãos oficiais (IBGE, Conab e Canasat) para o levantamento da área plantada com cana-de-açúcar por município. Vale ressaltar que áreas com baixo uso de defensivos, como cana-de-açúcar para produção de cachaça, rapadura, melaço e alimentação animal, não foram consideradas para definição da amostra, sendo o foco principal área de usinas e fornecedores que têm como destino a produção de açúcar e álcool. A Tabela 5 apresenta o número de entrevistas realizadas, por estado, em cada um dos anos do levantamento.

Tabela 6. Número de entrevistas realizadas por estado entre os anos de 2004 e 2009

Estado	2004	2005	2006	2007	2008	2009
AL	7	7	14	17	15	35
GO	11	11	11	10	11	19
MG	11	11	12	16	15	35
MS	6	5	5	6	7	7
MT	7	6	5	7	7	7
PE	13	15	13	15	15	35
PR	36	36	51	51	51	46
SP	96	99	147	183	200	236
Total	187	190	258	305	321	420

Fonte: Kleffmann (2009)

A estratificação por faixa de área cultivada é importante para que sejam amostrados desde grandes áreas em usinas até áreas menores de fornecedores, permitindo uma melhor representação do uso de defensivos na cultura.

Após a definição da amostragem, foi elaborado o questionário, onde foram abordados temas como área de cana da usina, produtos aplicados, época e número de aplicações, doses e misturas no tanque utilizadas, por exemplo. O questionário é padronizado, de forma que possa ser feita a comparação dos dados levantados ao longo dos anos.

A equipe de coleta foi formada por Engenheiros Agrônomos, devidamente submetidos a treinamentos sobre metodologias de pesquisa, aspectos técnicos da cultura e preenchimento do questionário. O período de coleta no campo levou, em média, cinco semanas. As entrevistas foram

feitas mediante agendamento, uma vez que foi necessário cerca de duas horas para o preenchimento da mesma. O entrevistado foi sempre o responsável técnico pela tomada de decisão sobre quais produtos seriam aplicados na lavoura.

A pesquisa abordou produtos efetivamente aplicados, não considerando produtos em estoque, que foram utilizados exclusivamente sobre a cultura de cana-de-açúcar dentro do ano safra considerado (de janeiro a dezembro). O levantamento de valor de mercado leva em consideração o preço pago pelo consumidor final.

Após a coleta de campo, os questionários retornaram para processamento no escritório. Nesse momento, as entrevistas foram tabuladas, digitadas e checadas. Durante o processo de tabulação, as respostas coletadas no campo foram transformadas em variáveis numéricas através de códigos pré-estabelecidos. Após a tabulação, deu-se início à digitação dos dados, onde equipe de operadores inseriu as informações codificadas em programas computacionais, de forma a alimentar o banco de dados. Depois de inseridos no computador, os dados foram exportados para o aplicativo SPSS, onde foram passados por tratamento estatístico.

Cada entrevista recebeu um índice de extrapolação de acordo com a amostragem estratificada. Dessa forma, faz-se possível ponderar o peso de cada entrevista, evitando que grandes áreas tenham maior importância que áreas menores.

O cálculo das variáveis-resposta utilizadas no presente estudo foi feito da seguinte maneira:

- Área tratada: trata-se da área em que foi feita pelo menos uma aplicação de herbicidas. É calculada pela multiplicação da superfície tratada pelo número de aplicações feitas e misturas de tanque utilizadas. Em uma situação hipotética, considerando que em um hectare foram realizadas duas aplicações de herbicidas, com mistura de dois produtos em cada aplicação, teremos uma área potencial tratada de quatro hectares.
- Valor de mercado: valor em US\$ estimado por meio da multiplicação do preço de compra pela dose e área citados pelo entrevistado. Esse cálculo é feito para cada produto citado, e a somatória de todos os herbicidas do levantamento permite a estimativa do valor do mercado.
- Taxa de adoção: calculada pela divisão da área tratada pela área cultivada.
- Custo por hectare: calculado pela divisão do valor de mercado pela área cultivada.

O levantamento de preços foi feito em reais (R\$), sendo a conversão feita com a taxa média de câmbio informada pelo Banco Central referente ao período de concentração de compra de defensivos. Quando não há citação de preço, o cálculo-padrão adota a mediana dos preços citados para o produto em questão dentro da região em que o mesmo foi utilizado.

4 Resultados e Discussão

Considerando o mercado de defensivos na cultura da cana-de-açúcar, os herbicidas representam o principal segmento. Nos últimos seis anos, a área extrapolada tratada com herbicidas quase dobrou e a tonelagem total aplicada aumentou 60%, mostrando que o controle químico de plantas daninhas seguiu a tendência de expansão da cultura.

Entretanto, no ano de 2009 houve redução do volume total de capital investido em herbicidas. O mercado que, até o ano de 2008, vinha apresentando forte tendência de crescimento encolheu cerca de 8% mesmo com o aumento da área aplicada e da tonelagem.

Os dados da Tabela 7 fazem referência a evolução do mercado de herbicidas, considerando a área extrapolada, tonelagem e turnover.

Tabela 7. Área de cana-de-açúcar extrapolada, tratada com herbicida (em 1000 ha), toneladas de herbicidas aplicados e total de capita investido na utilização de herbicidas, turnover (em milhões de dólares).

Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Área Extrapolada (1000 ha)	9.645,95	8.876,75	12.460,55	13.126,03	16.562,96	18.579,98
Tonelagem (Ton)	18.430,91	17.745,14	24.382,80	23.905,98	28.346,17	29.426,20
Turnover (Milhões US\$)	241,03	232,19	308,55	358,18	421,78	390,23

Analisando a área real (Tabela 8), podemos notar que houve evolução na adoção da área aplicada com herbicida nas áreas de cana-de-açúcar entre os anos de 2004 a 2008. Entre esse período, o percentual de área aplicada cresceu de 93,14% para 97,82%. Esse fator pode ser explicado pelo aumento dos investimentos no setor produtivo e da expansão da cana-de-açúcar em áreas ocupadas por outras atividades.

Já no ano de 2009 ocorre redução no nível de adoção de herbicida ocasionado, principalmente, pela crise financeira vivida pelo setor e pela forte incidência de chuvas que prejudicaram a colheita.

Tabela 8. Nível de adoção de herbicidas sobre a área de cana-de-açúcar em 1000 ha

Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Área aplicada (1000 ha)	4.412,58	4.665,51	4.973,80	5.830,16	6.855,76	7.305,19
Area cultivada (1000 ha)	4.737,50	4.929,00	5.201,00	6.093,95	7.008,83	7.811,98
% de adoção – AREA	93,14%	94,65%	95,63%	95,67%	97,82%	93,51%

A Tabela 9 possui o volume total e por hectare de herbicida utilizado na cana-de-açúcar. O volume total apresenta crescimento 59,65%, suportado pelo aumento na área cultivada que no mesmo período cresceu 64,89%. Já para o volume por hectare (Quilos por hectare), não é possível notar uma tendência devido a variação no comportamento de consumo ao longo dos anos. Porém, no ano de 2009 houve uma importante redução na quantidade de produto aplicado por hectare.

As diferenças de formulação e dosagem entre os diferentes produtos prejudicam uma análise criteriosa dessa informação. Entretanto, é importante salientar que, diferente do que se imagina o volume de herbicidas utilizado por hectare em cana-de-açúcar não vem aumentando. Esse aspecto é bastante relevante, pois o setor sulcralcooleiro sofre bastante pressão devida às questões ambientais.

Tabela 9. Quilos de herbicidas aplicados em área total (toneladas) e por hectare

Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Tonelagem (Ton)	18.430,91	17.745,14	24.382,80	23.905,98	28.346,17	29.426,20
Quilos por hectare	3,89	3,60	4,69	3,92	4,04	3,77

Os dados da Tabela 10 correspondem à evolução, em US\$, do mercado de herbicidas em cana-de-açúcar. Assim como nas análises de volume aplicado, é possível perceber um aumento significativo no tamanho do mercado em dinheiro. Entre os anos de 2004 e 2009, houve um acréscimo de 61,9% no montante de capital investido no controle químico de plantas daninhas. Entretanto, o custo por hectare teve pequena oscilação entre os anos de 2006 e 2008, sofrendo uma forte redução de 13,2% na safra 2009/2010 em relação à safra anterior.

Tabela 10. Quantidade de herbicida aplicado, em US\$ e custo médio por hectare, gasto com a utilização de herbicidas (US\$/ha)

Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Soma de Turnover (Mio US\$)	241,03	232,19	308,55	358,18	421,78	390,23
Soma de Custo Médio (US\$/ha)	54,62	49,77	62,04	61,44	61,52	53,42

Para os dados da Tabela 11, foi considerada a área de controle para a principal planta invasora. Através dos resultados, pode-se notar a grande preocupação com o controle de *Brachiária decumbens*, cuja área tratada é mais de duas vezes maior que a segunda planta em importância (*Panicum maximum*). Esse resultado pode ser explicado pela ocupação da cana-de-açúcar em áreas de pastagem ao longo dos anos.

Tabela 11. Área de controle da principal planta daninha.

Alvo Biológico Principal	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Brachiaria decumbens</i>	2.243,95	2.947,98	4.051,28	4.076,05	5.083,30	5.166,15
<i>Panicum maximum</i>	1375,8	1126,83	1.646,91	1.807,56	2.379,28	2.475,68
<i>Digitaria horizontalis</i>	979,1	660,45	1015,79	1.119,42	1.405,37	2.340,15
<i>Ipomoea grandifolia</i>	311,53	515,01	761,96	1083,04	1.205,76	1.896,53
<i>Cyperus</i>	199,8	412,79	348,32	488,79	522,39	737,45
<i>Amaranthus</i>	53,48	164,58	142,56	99,16	218,04	333,22
<i>Sida rhombifolia</i>	106,17	53,17	42,57	59,29	229,26	214,45
<i>Cynodon dactylon</i>	233,56	118,72	85,7	44,13	130,16	199,66
<i>Commelina benghalensis</i>	70,72	88,04	112,92	152,88	41,98	185,11
<i>Brachiaria plantaginea</i>	318,24	296,07	228,75	265,24	81,58	125,98

Pelos dados, podemos notar aumento significativo no controle de plantas, como *Ipomoea grandifolia*, *Cyperus* e *Amaranthus*, onde o aumento da área controle com a principal planta apresentou índices bem maiores que a média, tendo crescido 5,1, 2,7 e 5,2 vezes entre os anos de 2004 e 2009. Isso demonstra o aumento na importância das plantas e o surgimento de produtos direcionados ao controle dessas espécies. Esse aumento tem relação direta com a evolução da área de cana colhida mecanicamente, uma vez que a presença da palhada deixada no campo não inibe de maneira significativa a propagação dessas plantas.

Já a tabela 12 possui o custo, em US\$ por hectare, para tratar os principais alvos. Praticamente houve uma redução no custo do controle de todos os alvos. O custo médio ficou próximo a US\$ 20,00, exceção feita ao controle de *Cyperus*, cujo custo do tratamento está próximo aos US\$ 50,00.

Tabela 12. Custo do tratamento das principais plantas daninhas na cana-de-açúcar, em US\$ por hectare.

Alvo Biológico Principal	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Brachiaria decumbens</i>	25,89	26,03	25,26	27,99	25,74	19,16
<i>Panicum maximum</i>	27,09	28,34	26,11	26,53	26,60	21,40
<i>Digitaria horizontalis</i>	23,67	24,94	22,43	24,30	22,90	22,05
<i>Ipomoea grandifolia</i>	17,4	21,05	19,02	20,47	18,80	19,06
<i>Cyperus</i>	44,26	45,5	50,53	60,46	57,8	49,74
<i>Amaranthus</i>	21,47	23,54	18,81	22,95	16,91	18,28
<i>Sida rhombifolia</i>	17,52	19,22	18,18	20,15	23,63	15,19
<i>Cynodon dactylon</i>	22,94	24,3	22,32	23,31	25,51	20,48

As próximas tabelas possuem dados sobre o mecanismo de ação dos herbicidas sobre as plantas daninhas. A tabela 13 apresenta a evolução da área de cana tratada com herbicidas de diferentes mecanismos de ação. Nela, fica clara a importância dos herbicidas que atuam como

inibidores do fotossistema II, representando 45,6% da área tratada. Já os herbicidas inibidores da síntese de caroteno, segundo mecanismo mais utilizado, quase triplicaram a área aplicada.

Tabela 13. Área tratada, em mil hectares, por tipo mecanismos de ação

Modo de ação	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Inibidores do fotossistema II	5.214,85	4.765,41	6.522,01	6.692,76	8.181,09	8.517,68
Inibidores da síntese de caroteno	1156,71	1440,6	1.908,27	2.188,57	2.892,00	3.343,60
Desconhecido	833,64	435,26	834,1	823,84	1.354,48	1.470,15
Mimetizadores da auxinas	580,07	357,67	757,8	606,93	921,79	1.283,27
Inibidores da síntese de aminoácidos (derivados da glicina)	811,05	939,1	1097,99	1104,43	1369,33	1276,73
Inibidores da síntese de aminoácidos	404,13	596,89	808,21	828,82	746,39	1008,73
Inibidores da PROTOX	307,86	259,1	284,67	618,66	730,85	909,93
Inibidores da divisão celular	12,74	20,75	52,8	104,99	237,16	503,44
Inibidores do fotossistema I	324,9	161,97	186,95	157,02	129,86	176,78

É interessante notar a participação de cada um dos grupos na área total aplicada e as alterações ocorridas nesse mercado entre os anos de 2004 e 2009. A Figura 2 apresenta a variação na taxa de participação de cada um dos segmentos no total de hectares tratados com herbicida. Nela, é possível analisar a diminuição de oito pontos percentuais na participação dos herbicidas que atuam como Inibidores do Fotossistema II. Os herbicidas que atuam como Inibidores da Síntese de Caroteno ganham seis pontos percentuais e os Inibidores da divisão celular passaram de 0 para 3%. Os demais grupos apresentaram pequena variação no período.

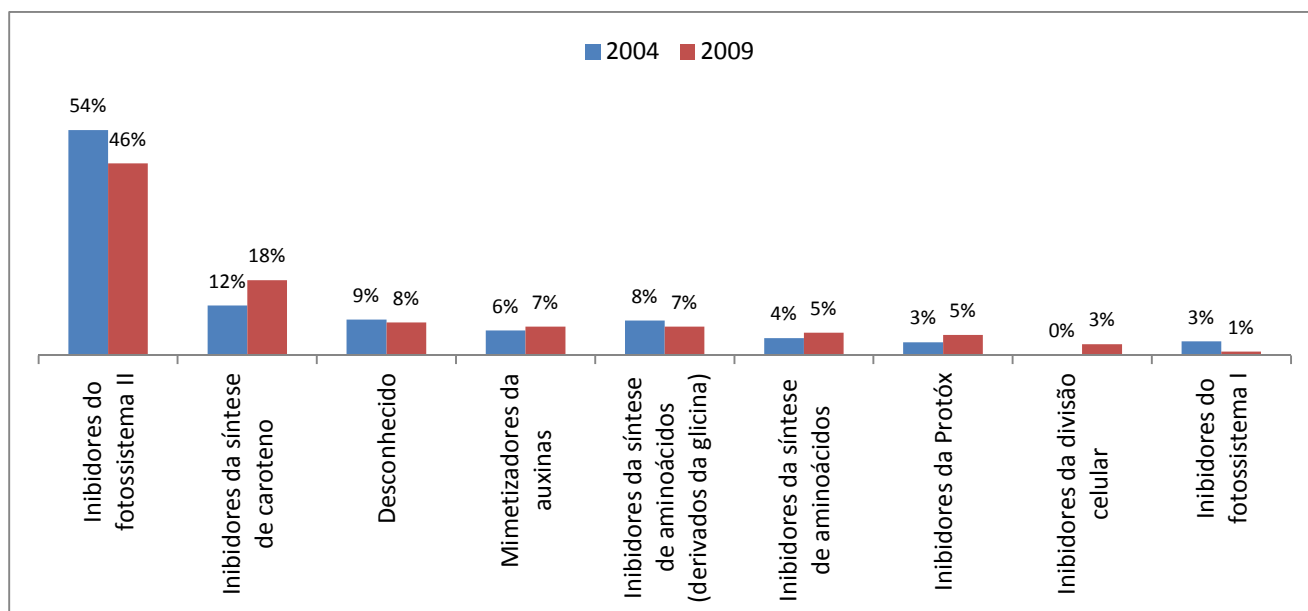


Figura 2. Evolução percentual dos diferentes mecanismos de ação de herbicidas, em relação a área tratada. Comparativo entre os anos de 2004 e 2009. Área total tratada em 2004 de 9,6 milhões de hectares e em 2009 de 18,5 milhões de hectares.

Ainda considerando a segmentação por mecanismos de ação, pelos dados da Tabela 14 é possível avaliar a evolução, em milhões de US\$, do mercado grupos de herbicidas em cana-de-açúcar. Comparada a Tabela 7, pode-se notar que, apesar da área tratada com produtos Inibidores da fotossíntese ter aumentado, o montante de capital utilizado sofreu redução entre os anos de 2008 e 2009. Isso evidencia uma diminuição no preço pago pelo herbicida que atuam com esse mecanismo de ação. Outros grupos de menor importância tiveram a mesma tendência.

Os herbicidas que atuam como Inibidores da PROTOX ocupam apenas a sétima posição dentre os diferentes mecanismos de ação. Entretanto, quando analisada a participação em US\$ do segmento, nota-se que o mesmo aparece na terceira posição, demonstrando ser um grupo de herbicidas relativamente mais caros. Já os herbicidas com mecanismo de ação desconhecido, que ocupam a terceira posição em área, aparecem na sexta posição quando a análise é feita com base monetária.

Tabela 14. Mercado de defensivos, em milhões de US\$, por tipo mecanismos de ação

Modo de ação	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Inibidores do Fotossistema II	147,00	138,08	178,82	196,04	221,01	185,40
Inibidores da síntese de caroteno	32,46	37,35	51,09	60,39	78,53	81,01
Inibidores da PROTOX	20,43	15,71	15,93	36,31	34,84	45,92
Inibidores da síntese de aminoácidos (derivados da glicina)	13,42	14,66	19,07	21,84	41,72	23,15
Inibidores da síntese de aminoácidos	13,25	19,96	27,57	29,29	23,19	22,13
Desconhecido	6,44	3,43	7,42	7,04	10,76	10,61
Inibidores da divisão celular	0,11	0,24	0,66	1,5	4,03	9,04
Mimetizadores da auxinas	4,51	1,96	5,71	3,81	6,29	8,69
Inibidores do fotossistema I	3,41	0,79	2,22	1,95	1,4	3,39

A variação na taxa de participação, em milhões de US\$, confirma queda dos herbicidas inibidores do fotossistema II, que em 2004 representava sessenta e um por cento do mercado e em 2009 teve participação de quarenta e oito por cento, reduzindo em treze pontos percentuais sua representatividade entre os herbicidas. Os demais grupos tiveram ligeiro aumento na participação de mercado, exceção feita ao grupo dos Inibidores da Síntese de Caroteno, que tem aumento em sua participação de oito por cento de participação de mercado e os Inibidores da PROTOX, com crescimento de quatro por cento.

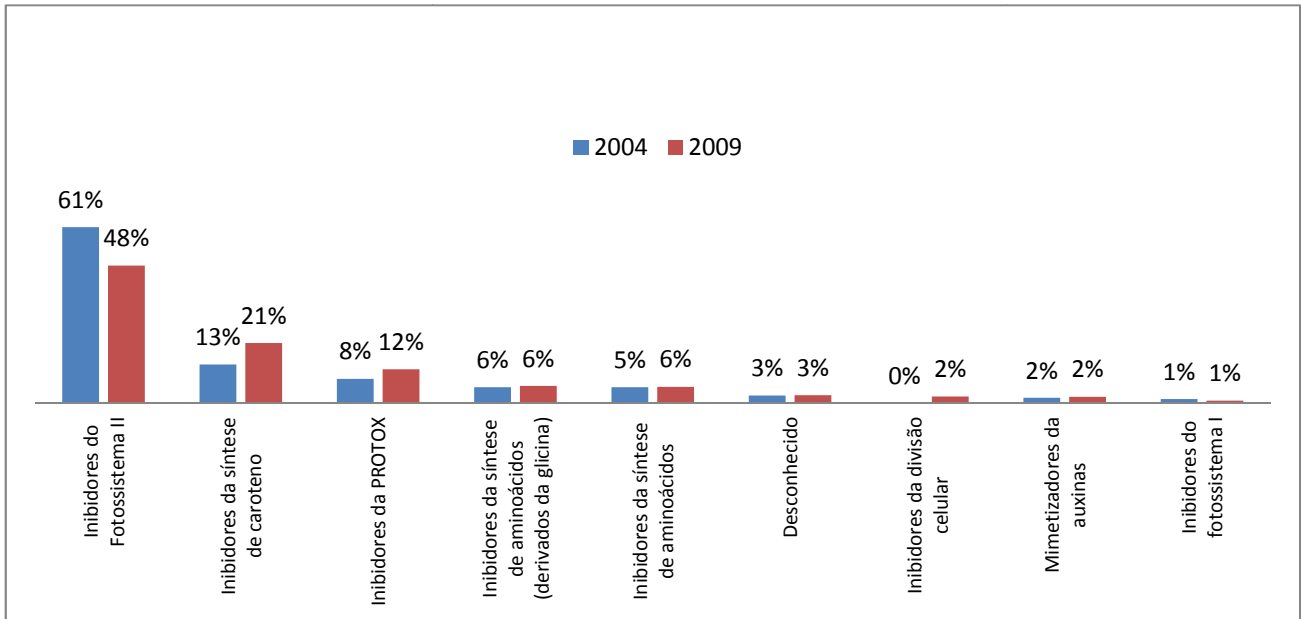


Figura 3. Evolução percentual dos diferentes mecanismos de ação de herbicidas, em relação ao mercado em US\$. Comparativo entre os anos de 2004 e 2009. Mercado total em 2004 de US\$ 241 milhões e em 2009 de US\$ 390 milhões.

Quando são analisados mecanismos de ação para algumas classes de daninhas, nota-se diferença entre os mecanismos utilizados para cada grupo. Para esse estudo as plantas daninhas foram divididas nas classes gramíneas, dicotiledôneas, cyperaceas e commelinaceae.

O principal grupo em área tratada é o das gramíneas, cujas aplicações de defensivos atingiram mais de treze milhões de hectares, em área extrapolada, e o mecanismo de ação mais utilizado no controle dessas plantas é o de herbicidas inibidores do fotossistema II. Entretanto, há um grande avanço na área aplicada de produtos com ação na síntese de caroteno, síntese de aminoácidos e divisão celular. A Tabela 15 apresenta os dados referentes a área tratada para gramíneas, pelos diferentes mecanismos de ação.

Tabela 15. Área tratada (1000 hectares) com diferentes mecanismos de ação de herbicidas para o controle de Gramíneas

Gramínea	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Inibidores do Fotossistema II	4.059,73	138,08	178,82	196,04	221,01	185,40
Inibidores da síntese de caroteno	1093,82	37,35	51,09	60,39	78,53	81,01
Desconhecido	707,07	15,71	15,93	36,31	34,84	45,92
Inibidores da síntese de aminoácidos (derivados da glicina)	660,56	14,66	19,07	21,84	41,72	23,15
Inibidores da síntese de aminoácidos	153,9	19,96	27,57	29,29	23,19	22,13
Inibidores da divisão celular	11,77	3,43	7,42	7,04	10,76	10,61
Inibidores da PROTOX	117,48	0,24	0,66	1,5	4,03	9,04

Na Tabela 16, é feita a análise para o grupo das dicotiledôneas. Esse é o segundo grupo em importância, no que se refere à área de controle, ocupando quase 3,5 milhões de hectares. Para essa classe de daninhas, o principal mecanismo de ação também é o inibidor do fotossistema II. Entretanto, os produtos que atuam como mimetizadores de auxinas apresentam importância significativa.

Tabela 16. Área tratada (1000 hectares) com diferentes mecanismos de ação de herbicidas para o controle de Dicotiledôneas

Dicotiledonea	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Inibidores do Fotossistema II	617,00	604,01	718,13	944,70	1.264,08	1.748,45
Mimetizadores de auxinas	418,04	288,33	552,30	469,90	734,84	948,81
Inibidores da síntese de aminoácidos	15,11	40,76	112,63	172,00	127,13	201,40
Desconhecido	79,49	57,38	110,58	115,95	447,36	158,31
Inibidores da síntese de caroteno	1,75	5,92	36,43	99,92	100,81	139,05
Inibidores da PROTOX	8,9	1,68	12,23	37,23	177,59	112,2

Para o grupo das cyperaceas, foram tratados, aproximadamente, 800 mil hectares. Diferente das classes de daninhas anteriores, esse grupo tem como principal mecanismo de ação para o controle, herbicidas que atuam como inibidores da PROTOX

Tabela 17. Área tratada (1000 hectares) com diferentes mecanismos de ação de herbicidas para o controle de Cyperaceas

Cyperacea	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Inibidores da PROTOX	70,18	191,53	213,22	442,93	462,28	656,06
Inibidores da síntese de aminoácidos	107,08	182,96	110,42	75,85	57,29	105,20
Inibidores do Fotossistema II	37,61	81,45	38,44	22,02	30,06	22,72
Inibidores da síntese de aminoácidos (derivados da glicina)		0,02	0,25	1,29	1,53	7,12

Finalizando, o grupo das Commelinaceae, cujo tratamento ocupa 222 mil hectares e tem como principal mecanismo de ação produtos que atuam como mimetizadores de auxinas.

Tabela 18. Área tratada (1000 hectares) com diferentes mecanismos de ação de herbicidas para o controle de Commelinaceae

Commelinaceae	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Inibidores da PROTOX	4,37	11,25	17,09	27,38	20,12	121,87
Inibidores do Fotossistema II	97,88	65,83	87,73	111,36	34,31	32,19
Inibidores da síntese de aminoácidos	9,87	8,64	10,28	4,20	4,52	27,76
Desconhecido	0,26	8,26	26,79	23,58	2,89	14,76

5 Conclusões

O trabalho proporcionou notar a clara expansão do mercado de herbicidas na cana-de-açúcar. Entre os anos de 2004 e 2009, a área tratada com defensivos visando o controle de plantas daninhas cresceu 53,12%, passando de 4,413 milhões de hectares para 7,305 milhões de hectares. Apesar de significativo, esse incremento na área tratada é menor que a taxa de aumento da área cultivada, que cresceu no mesmo período 64,89%, passando de 4,738 milhões de hectares para 7,812 milhões de hectares, demonstrando que o crescimento do mercado está fundamentado, principalmente, no aumento da área cultivada.

Apesar de a área extrapolada ter apresentado crescimento de 92%, entre 2004 e 2009, o volume total, em tonelagem, de herbicida aplicado não aumentou na mesma proporção. Ao avaliarmos a tonelagem de herbicidas utilizados por hectare, é possível concluir que não houve aumento ao longo dos anos e em 2009 ocorreu uma diminuição. Esse fato reforça a tese de que esse crescimento no uso de herbicidas está diretamente ligado ao aumento do plantio da área de cana-de-açúcar.

O índice de adoção (área tratada dividida pela área cultivada) corresponde a 93,51% da área cultivada de cana no ano de 2009. Esse elevado índice de adoção deixa claro a importância da utilização de herbicidas no manejo e controle de plantas daninhas. Entre os anos de 2004 e 2008 o índice de adoção de herbicidas apresentou forte tendência de crescimento, porém em 2009 o mesmo retraiu, voltando a nível próximo ao de 2004. A redução de investimento na cultura, devido à crise financeira internacional e a alta incidência de chuvas, que diminui a colheita, ajudam a explicar esse fato.

O custo por hectare teve, no ano de 2009, queda significativa de 18%. Esse dado é de bastante relevância, pois o custo de produção agrícola é o principal fator na formação de preços de açúcar e etanol. A entrada de produtos considerados genéricos tem auxiliado nessa redução.

Em relação aos mecanismos de ação, o principal grupo utilizado é o dos inibidores da fotossíntese II. Entretanto, proporcionalmente, os segmentos que tiveram maior aumento na participação de mercado foram os grupos inibidores da síntese de caroteno, inibidores da PROTOX e

inibidores da divisão celular. O único grupo que sofreu decréscimo em termos de área aplicada foi o dos inibidores da fotossíntese I. Mesmo com o aumento no volume total de produtos utilizados, não é possível afirmar que há tendência de aumento ou redução na quantidade aplicada por hectare.

6. Referências Bibliográficas

AAKER, D.A.; KUMAR.;DAY,G,S. Pesquisa de Marketing. São Paulo: Atlas 2001. 745p.

AHRENS, W.H. (Ed.) **Herbicide Handbook** 7th edition . Champaign, IL: Weed Science Society of America, 1994. 352p.

BALKE, N.E. Herbicide effects on membrane functions. In: DUKE, S.O. Weed Physiology, vol. II. Boca Raton: CRC Press Inc., 1985. p.113-139.

BEYER, E.M., JR.; DUFFY, M.F. HAY, J.V.; SCHLUETER, DD. Sulfonylureas. In: KEARNEY, P.C.; KAUFMAN, D.D. (Eds) Herbicides chemistry, degradation and mode of action. New York: Marcel Dekker, 1988. p.117-189.

BRAMLEY, P.M. PALLET, K.E. Phytoene desaturase: a biochemical target of many herbicides. Proc. Brighton Crop Protection Conference, Weeds. p.713-722, 1993.

BRIGHENTI, A.M.; MORAES, J.V.; OLIVEIRA JR., R.S.; GOMES, J.A. Persistência e fitotoxicidade de herbicidas, aplicados na soja, sobre o girassol safrinha. Embrapa Soja, 2000. Mimeografado. s.p.

CHE, M.; LOUX, M.M.; TRAINA, S.J.; LOGAN, T.J. Effect of pH on sorption and desorption of imazaquin and imazethapyr on clays and humic acid. J. Environ. Qual., v.21, p.698-703, 1992.

CHRISTOFFOLETI, P.J. ; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. ; NICOLAI, M. ; CARVALHO, S.J.P. . Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas. In: II Simpósio de Tecnologia de Produção de Cana-de-Açúcar, 2005, Piracicaba. Palestras. Piracicaba : ESALQ/POTAFOS, 2005.

COBRA, M. Marketing Básico. São Paulo: Atlas, 1997. 111-146p.

CONSTANTIN, J. . Metodos de manejo de plantas daninhas.. In: Rubem Silverio de Oliveira Junior; Jamil Constantin. (Org.). Plantas daninhas e seu manejo. Guaiba-RS: Livraria e Editora Agropecuária, 2001, v. 1, p. 103-121.

DAN HESS, F. Mode of action of lipid biosynthesis inhibitors (graminicides – ACCase inhibitors). In: PURDUE UNIVERSITY. Herbicide Action Course. West Lafayette: Purdue University, 1994c. p.201-216.

DIAS, S.R.; Gestão de Marketing. São Paulo: Saraiva 2004. 18-45p

ETHOS. <http://www.ethos.com.br/perguntas/diferencas.htm>. Acessado em outubro de 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
http://www.fao.org/publications/sofa/index_es/en.htm. Acessado em 6 de jul. 2010

FONSECA, J.S. de; MARTINS, G. de A. Curso de estatística. 6 ed. São Paulo: Atlas, 1996. 320p.

HESS, D.; BAYER, D.E. Binding of the herbicide trifluralin to Chlamydomonas flagellar tubulin. J. Cell Sci., v.24, 1997. 351-360p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático da produção agrícola: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/lspa/default.ahtm>. Acessado em 07 set. 2010.

KLEFFMANN GROUP. Agricultural Market Information System (AMIS), 2009. Dados não publicados.

KOTLER, P. Administração de Marketing: Análise, Planejamento, Implementação e Controle. São Paulo: Atlas, 2000. 114-126p.

LORENZI, H.; Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2000 15p

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 6 ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2006. 339p.

MATTAR, F.N.; Pesquisa de Marketing. São Paulo: Atlas 2001. 82-120p.

MALHOTRA, N.K.; Pesquisa de Marketing: Uma Orientação Aplicada. São Paulo: Brooklin 2001. 145-162p.

MONKS, C.D.; BANKS, P.A. Rotational crop response to chlorimuron, clomazone, and imazaquin applied the previous year. *Weed Sci.*, v.39, p.629-633, 1991.

NICOLAI, M.; Fluxos de emergência, épocas de aplicação de herbicidas e sistemas de manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar, Piracicaba: ESALQ, 2009. 11p

OLIVEIRA JR, R.S. . Mecanismos de ação de herbicidas. In: Rubem Silvério de Oliveira Jr.; Jamil Constantin. (Org.). Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba, RS: Livraria e Editora Agropecuária, 2001, v. , p. 207-260.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L.; FERREIRA, A.F. Manejo de Plantas Daninhas na Cultura da Cana-de-açúcar. Viçosa, MG. 2003. 150p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. Guia de herbicidas 4^a ed. Londrina: Ed. dos autores, 2005. 648p.

THILL, D.C. Sulfonylureas and triazolopyrimidines. In: PURDUE UNIVERSITY. Herbicide Action Course. West Lafayette: Purdue University, 1994. p.317-43.

TULL, D.S.; HAWKINS, D.I. Marketing Research: Measurement & Method. New York: Maxwell, 1997. 220p.

SAMARA, B.S.; BARROS, J.C. Pesquisa de Marketing: Conceitos e Metodologia. São Paulo: Makron Books, 1997. 220p.

STIDHAM, M.A. Herbicides that inhibit acetohydroxyacid synthase. *Weed Sci.*, v.39, p.428, 1991.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. UNICA <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/vendaveiculosbrasil.htm>. Acessado em 7 de set. 2010

VIDAL, R.A. Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: Ed. do autor, 1997. 165p.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)