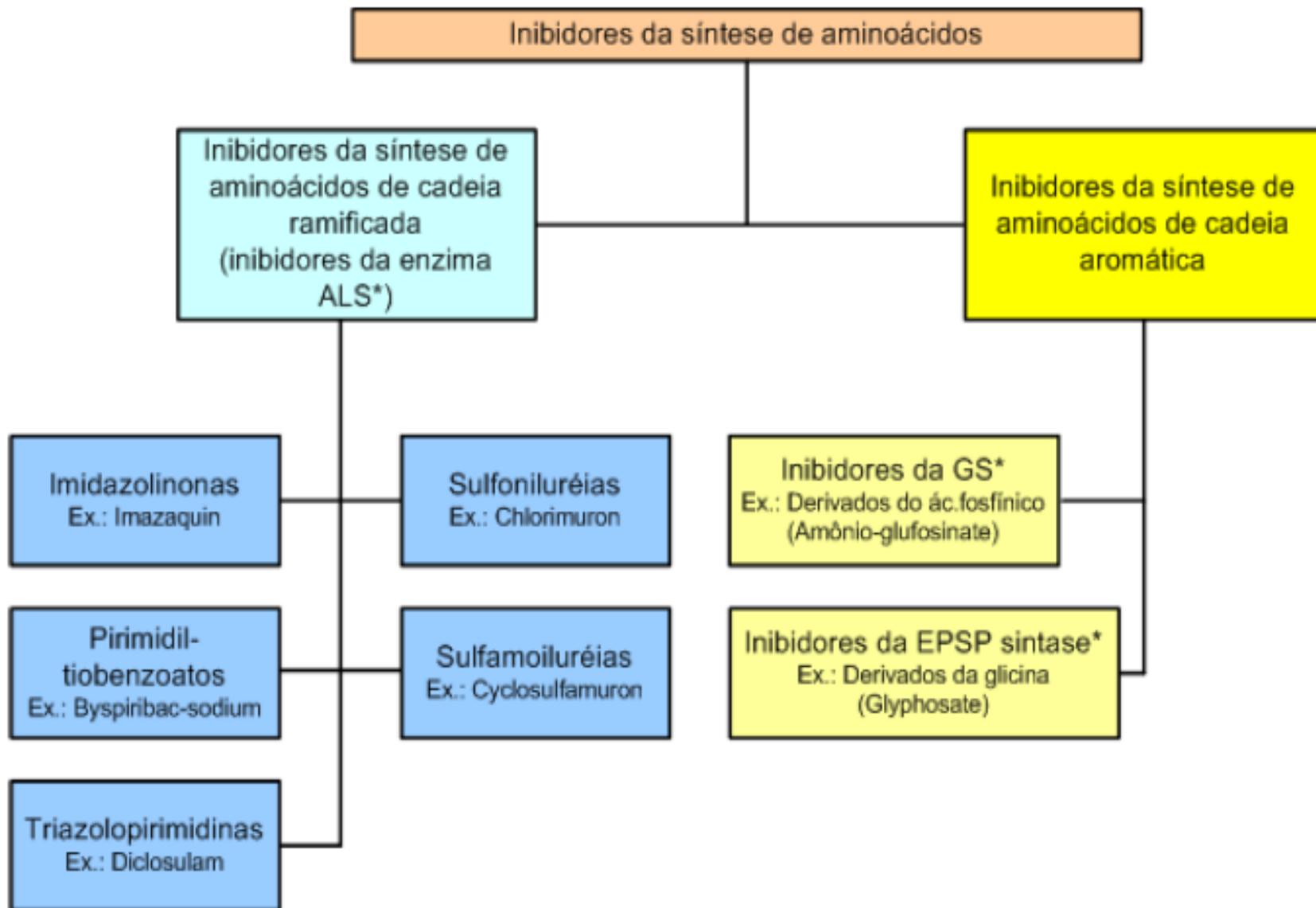
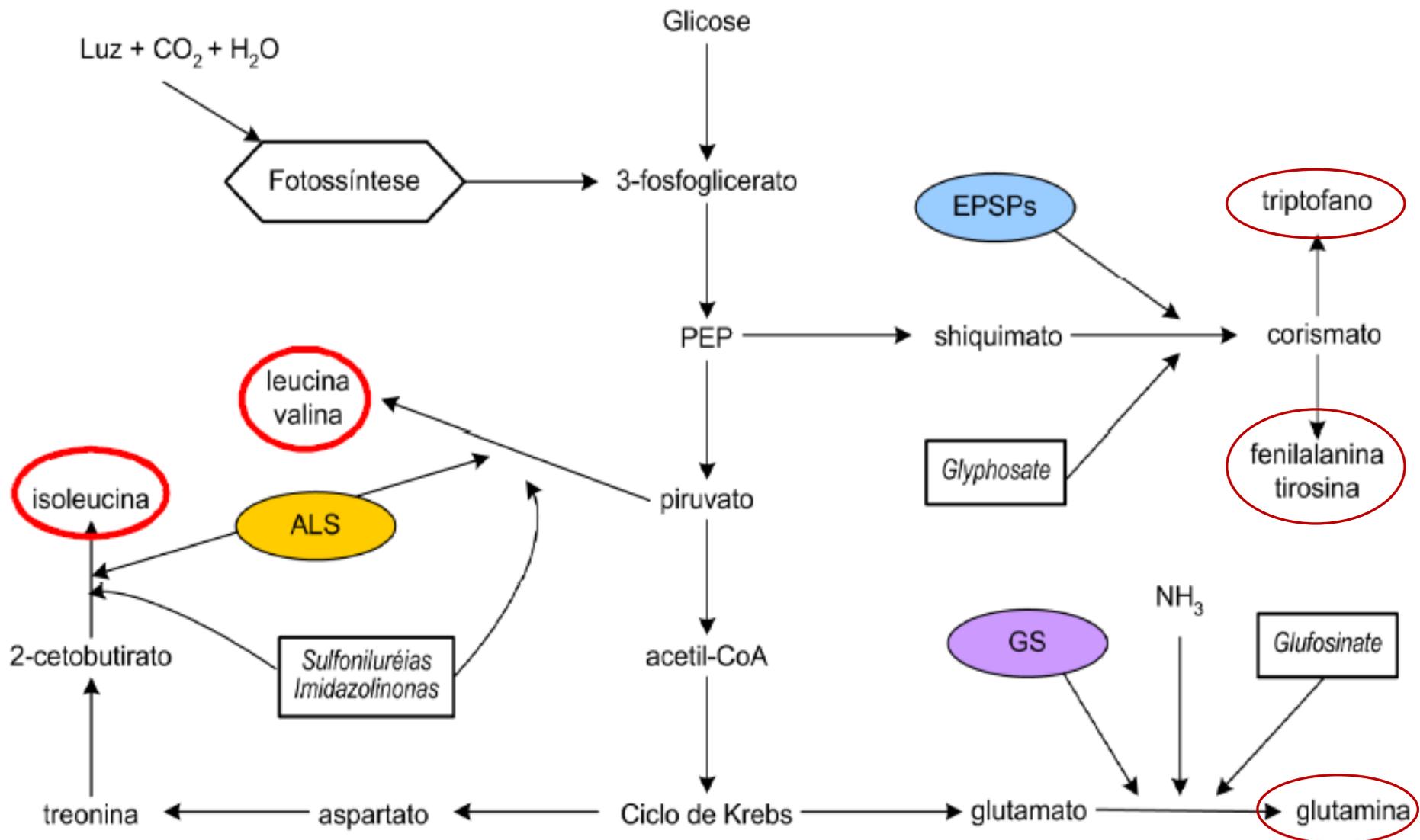


Herbicidas: Conceitos e Mecanismos de Ação Parte 3

Profa. Dra. Naiara Guerra

Inibidores da síntese de aminoácidos





Inibidores de EPSPS

Características Gerais

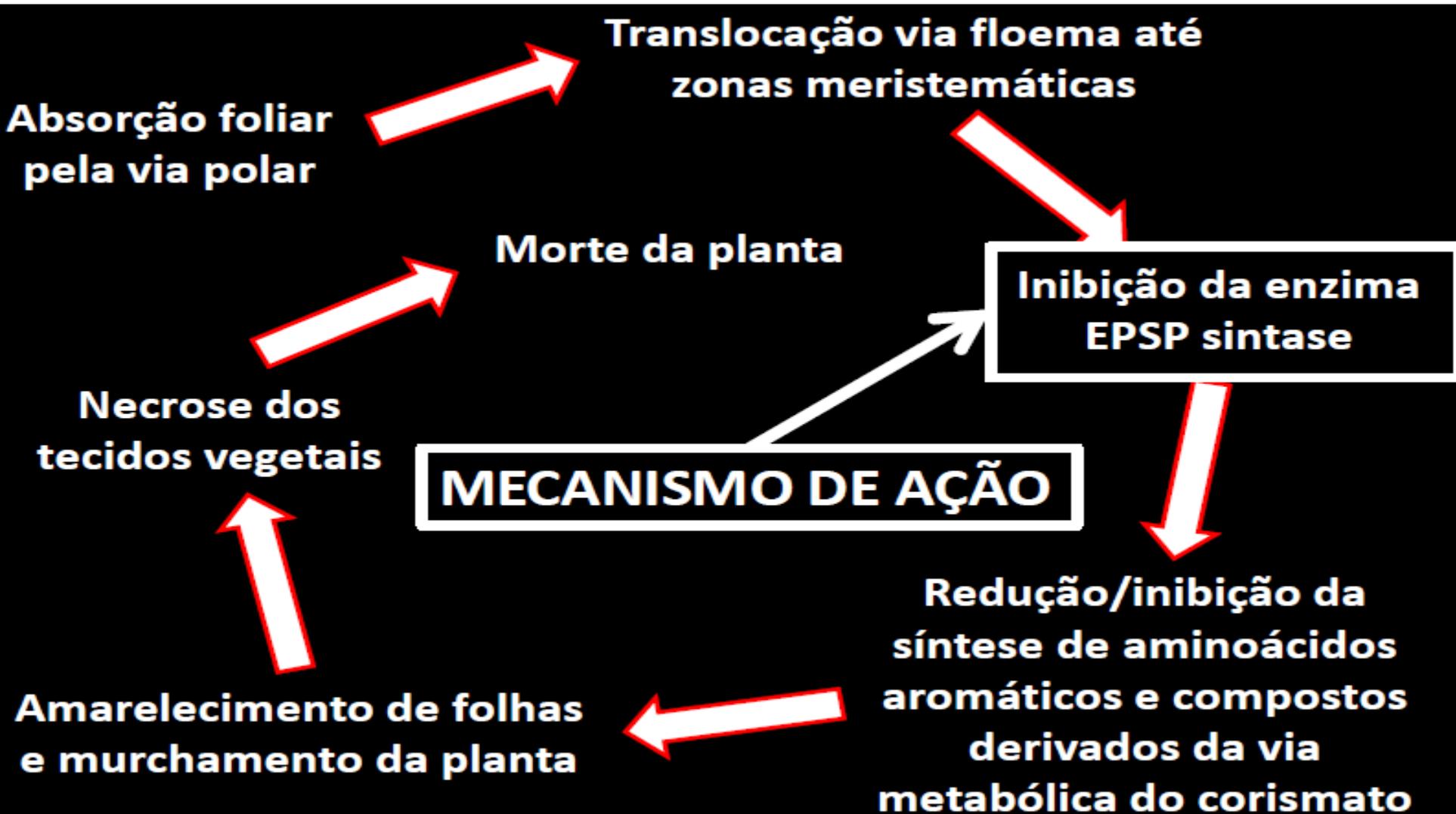
- Glyphosate é o herbicida mais utilizado no mundo - 1970
- Mecanismo de ação: inibe a atuação da enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase)
- Sistêmico, acumulando-se nas zonas de crescimento ativo (meristemas)
- Não seletivo
- Não apresenta atividade no solo (adsorção forte)
- Pouco volátil, mas ocorrem problemas de deriva
- Sintomas são lentos e graduais: clorose e necrose

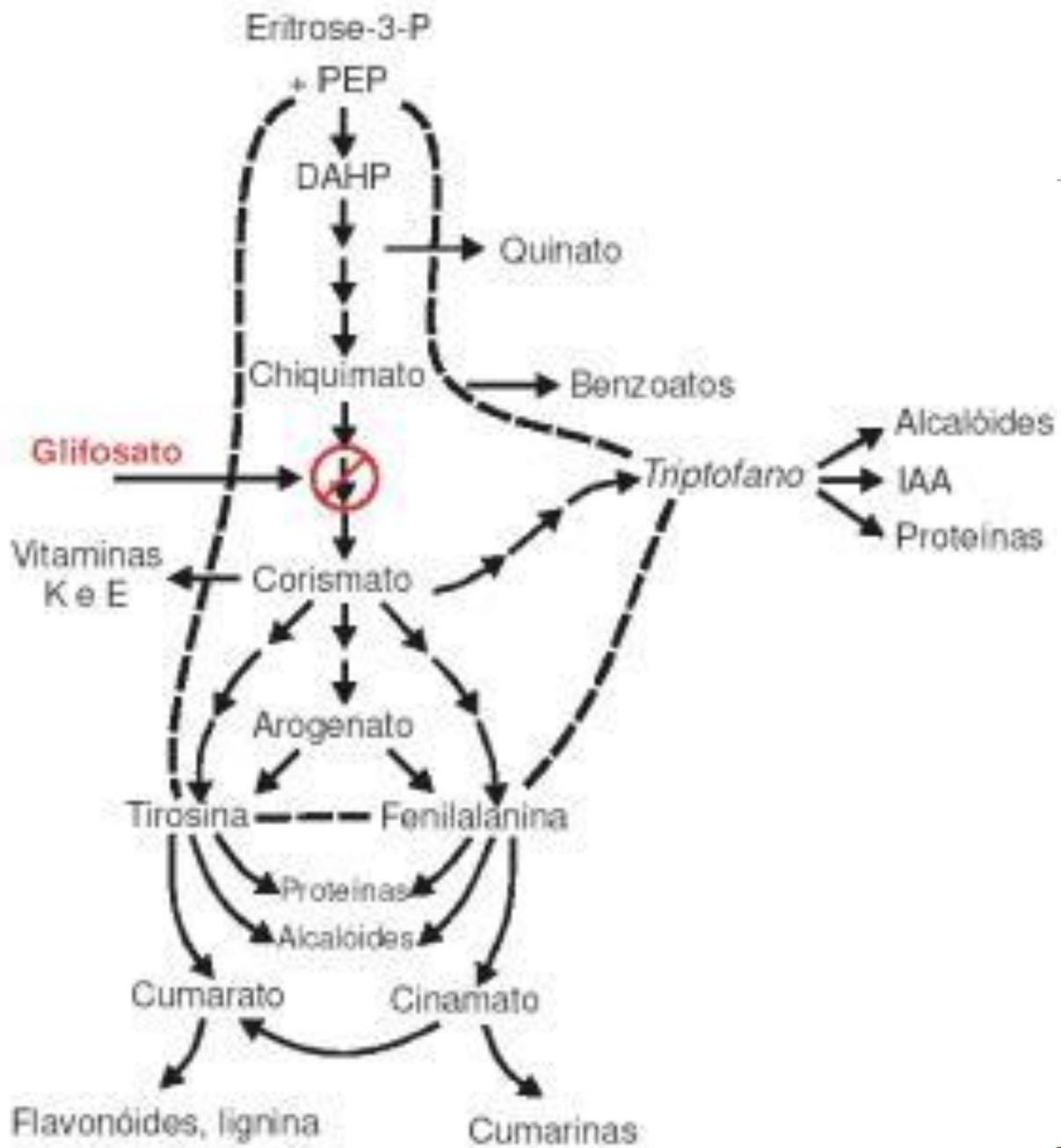
-
- **ABSORÇÃO:** foliar e outras partes da planta - POS-EMERGÊNCIA
 - **TRANSLOCAÇÃO:** floema e xilema (move-se com os açúcares nas plantas em crescimento)
 - Aumento da importância depois do surgimento da tecnologia *Roundup Ready (RR)* (1996)
 - Tecnologia RR: tolerância a aplicações em pós-emergência de glyphosate: soja, algodão, milho, canola, mamão, alfafa e beterraba açucareira. No futuro: cana

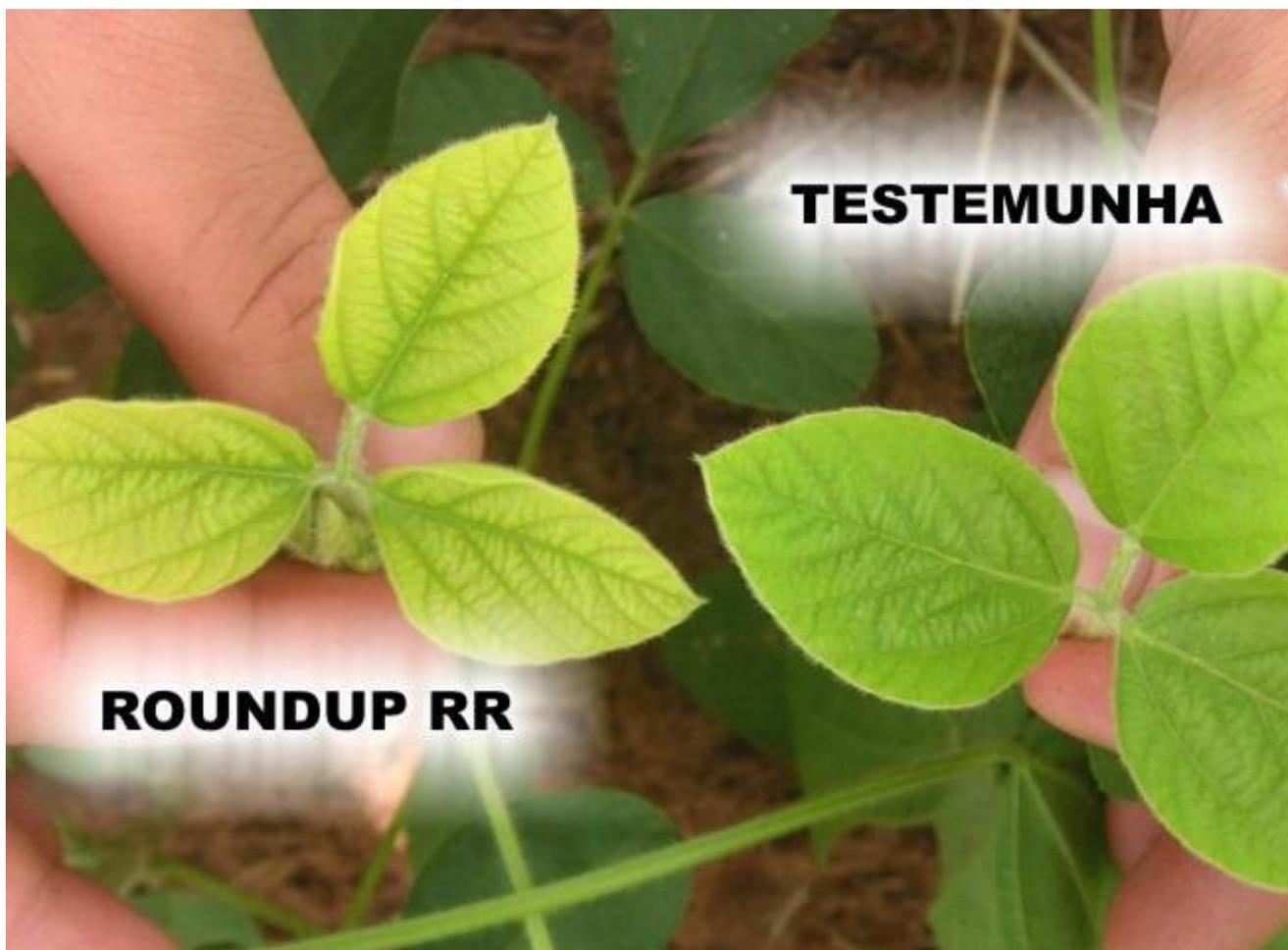
Modo de ação

- Inibem a síntese de aminoácidos fenilalanina, tirosina e triptofano
- Precursores da maioria de compostos aromáticos na planta
- As plantas são controladas pela menor produção de aminoácidos aromáticos, redução da síntese proteica, baixa eficiência fotossintética
- Estima-se que 35% ou mais da massa seca das plantas é composta por derivados do shiquimato e 20% do C fixado pela planta passa por essa via

Modo de ação







Sintoma de intoxicação de soja RR – 3 DAA
Alonso (2009)

Seletividade

- É considerado não seletivo
- Seletividade adquirida (transgenia)
- Pode ser utilizado em pós-emergência em área total em espécies com tolerância
- Nas culturas RR a EPSPs é insensível ao glyphosate

Sintomas

- Levam algum tempo para se tornar evidentes
- Clorose, seguindo para desenvolvimento de coloração amarronzada, necrose e morte das plantas em alguns dias ou semanas

Glyphosate

- Controle de grande número de espécies FL e FE
- Espécies de difícil controle: trapoeraba, corda-de-viola, buva, erva-quente, poaia, etc
- Doses variam de 1 a 6 L p.c. ha⁻¹
- Principais misturas:
 - Visando Manejo outonal ou melhor dessecação de manejo: 2,4-D, diclosulam, flumioxazin, metsulfuron, carfentrazone, amonio-glufosinate
 - Visando residual no plantio: chlorimuron, imazethapyr

Aplicações

- Manejo de áreas não agrícolas
- Dessecante antes da semeadura
- Renovação de pastagens
- Aplicações dirigidas a entrelinhas de culturas perenes
- Controle em POS em culturas geneticamente modificadas
- Controle de plantas daninha aquáticas
- Regulador do florescimento em cana-de-açúcar ($0,5 \text{ L ha}^{-1}$)

Herbicidas e Misturas Formuladas

Herbicidas

Glyphosate

38 produtos comerciais (Guia de herbicida 2011)

Misturas formuladas

Atrazina +glyphosate (Gillanex)

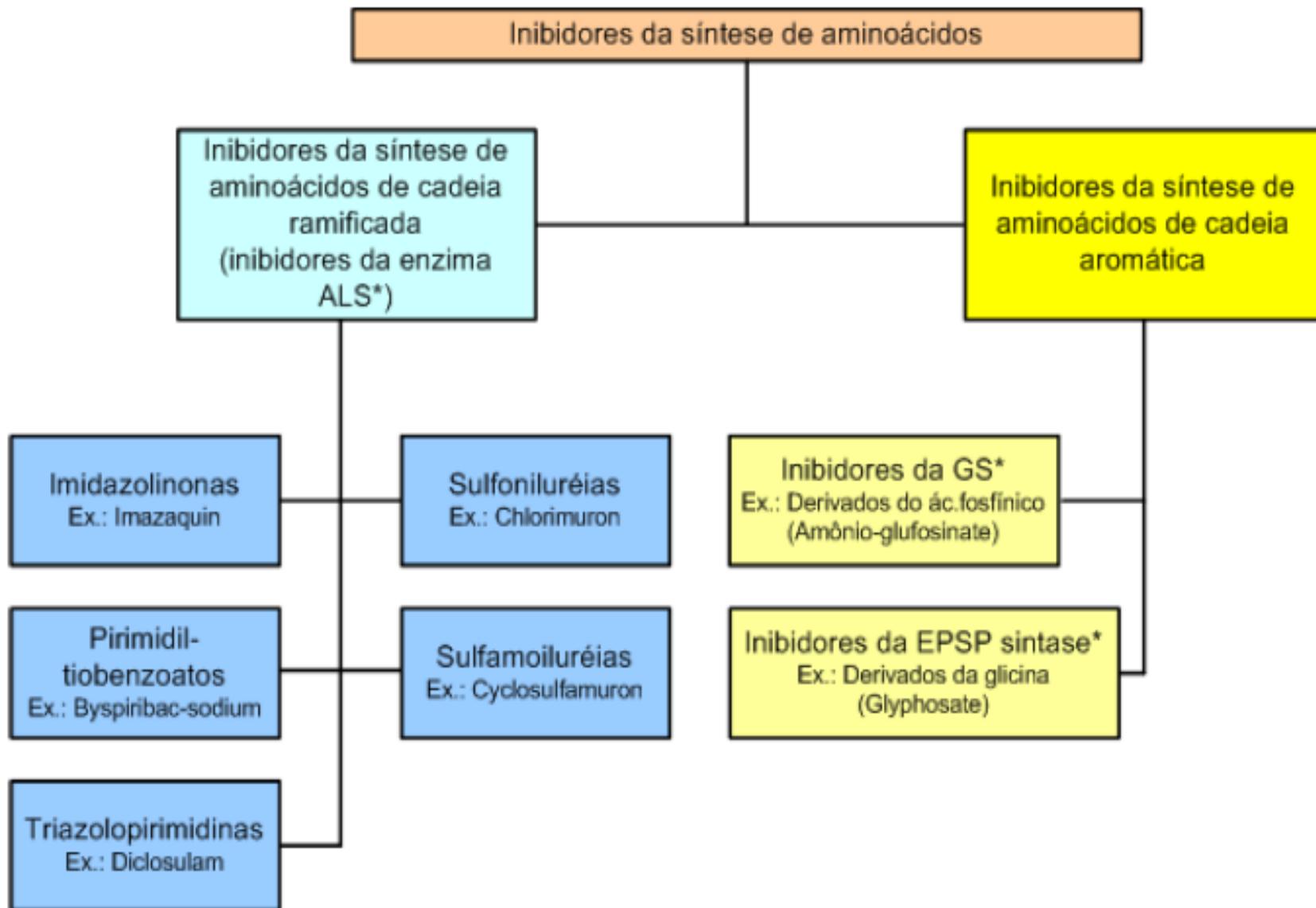
Diuron + glyphosate (Glydur)

Glyphosate + imazethapyr (Alteza)

Glyposate + imazaquin (Oneshot)

Glyphosate +simazine (Tropazin)

Inibidores da Acetolactato Sintase (ALS)



Inibidores de ALS

- **Imidazolinonas:** Imazapic – Plateau; imazaquin – Scepter; imazethapyr – Pivot, Vezir; Imazapyr – Contain; Imazamox - Raptor (começam com IMA)
- **Sulfoniluréias:** Chlorimuron-ethyl – Classic; nicosulfuron – Sanson; flazasulfuron – Katana; iodosulfuron-methyl – Hussar; etc (Terminam com URON)
- **Triazolopirimidinas:** Cloransulan-methyl – Pacto; diclosulan – Spider; flumetsulan – Scorpion; pexosulam – Ricer (Terminam com SULAM)
- **Pirimidinil (tio)benzoatos:** Bispyribac-sodium – Nominee e pyriithiobac-sodium – Staple (Terminam com BAC)

-
- Mecanismo de ação mais importante em virtude do elevado número de ingredientes ativos disponíveis e da sua ampla utilização
 - Produtos modernos, devido as baixas doses, baixa toxicidade, amplo espectro de controle e elevada seletividade
 - Alta frequência de utilização tem resultado em evolução de plantas daninhas resistentes

Modo de ação

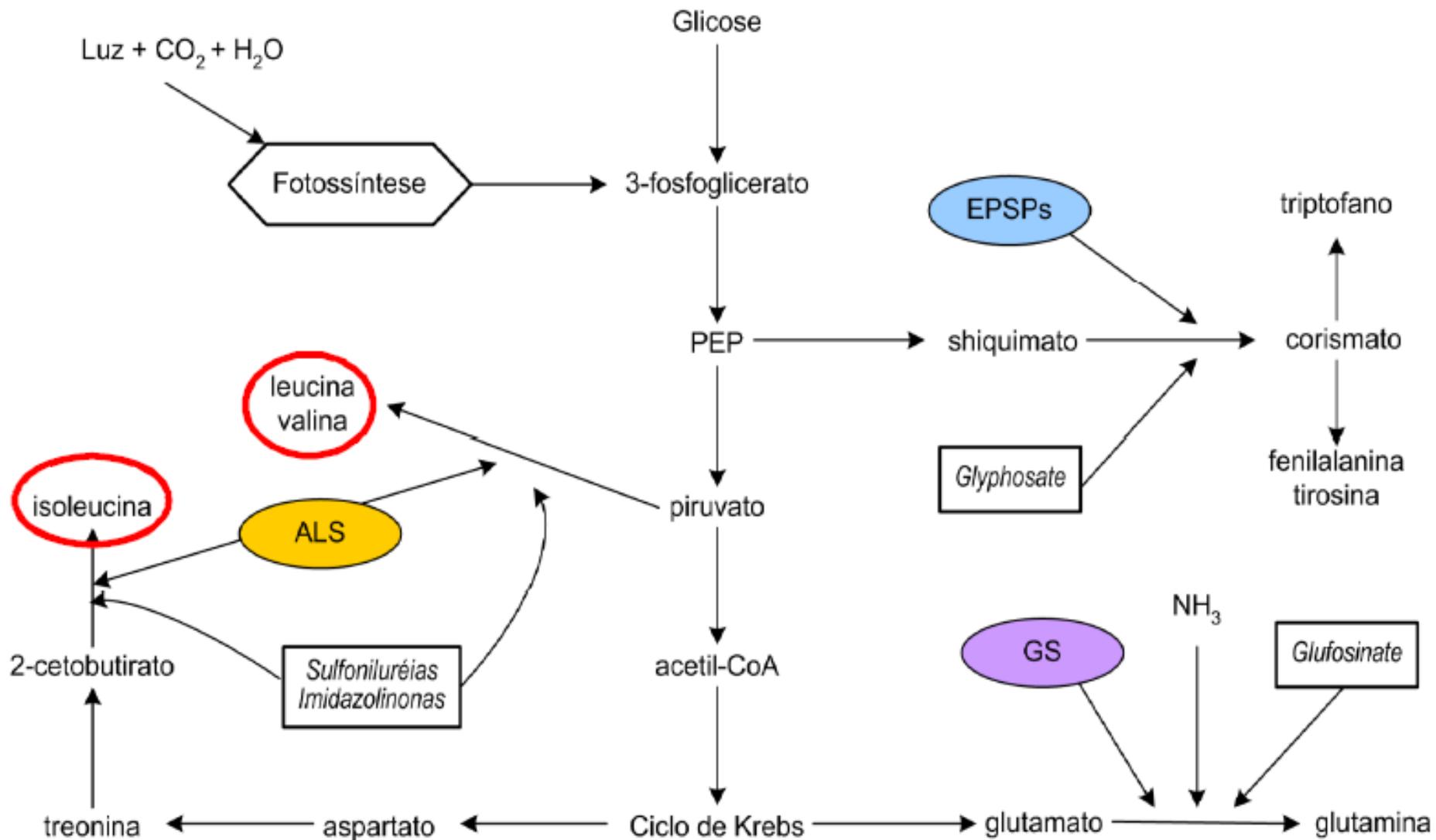
- Todos os grupos químicos pertencentes a este mecanismo de ação inibem a acetolactato sintase (ALS)
- ALS atua na síntese dos aminoácidos ramificados: valina, leucina e isoleucina
- **Sintomas:** **PÓS:** Paralisação do crescimento, clorose e arroxejamento foliar. Morte lenta 7 – 14 DAA
- **PRÉ:** Morte logo após a emergência ou até duas folhas

Sintomas



Arroxamento das nervuras
(imidazolinonas e sulfoniluréias)





Modo de ação

Inibição dos aminoácidos
(VAL, LEU e ISOLEU)



Inibição da síntese protéica



Interferência na síntese de
DNA e crescimento celular

Acúmulo de cetobutirato
Efeitos na fotossíntese

Características Gerais

- Mesmo quando aplicados nas folhas POS, podem ter atividade no solo, podendo persistir e afetar as sementes em germinação ao longo do tempo
- **ABSORÇÃO:** Raízes e folhas
- **TRANSLOCAÇÃO:** Sistêmica: xilema e floema

Imidazolinonas

Características Gerais

- Efeito em doses baixas $< 150 \text{ g ha}^{-1}$
- A maioria é altamente seletiva para várias culturas importantes, controlando grande espectro de plantas daninhas **folhas largas anuais**
- Aplicação em PRE ou POS
- Apresentam incompatibilidade de mistura com 2,4-D
- Inibem processo presente apenas nas plantas (baixa toxicidade a mamíferos)

Comportamento no solo

- Alta persistência. Imazaquin (Scepter) precisa de intervalo de segurança de 300 dias para a semeadura do milho
- Herbicidas ácidos fracos
- Maior mobilidade a partir do momento que o pH se aproxima do neutro
- Degradação mais lenta em solos compactados e mais perto do pH neutro
- Limitação pela degradação microbiana (principal forma de degradação dos herbicidas) – problemas de *carryover*

Resíduos de imazethapyr em girassol



Sulfoniluréias

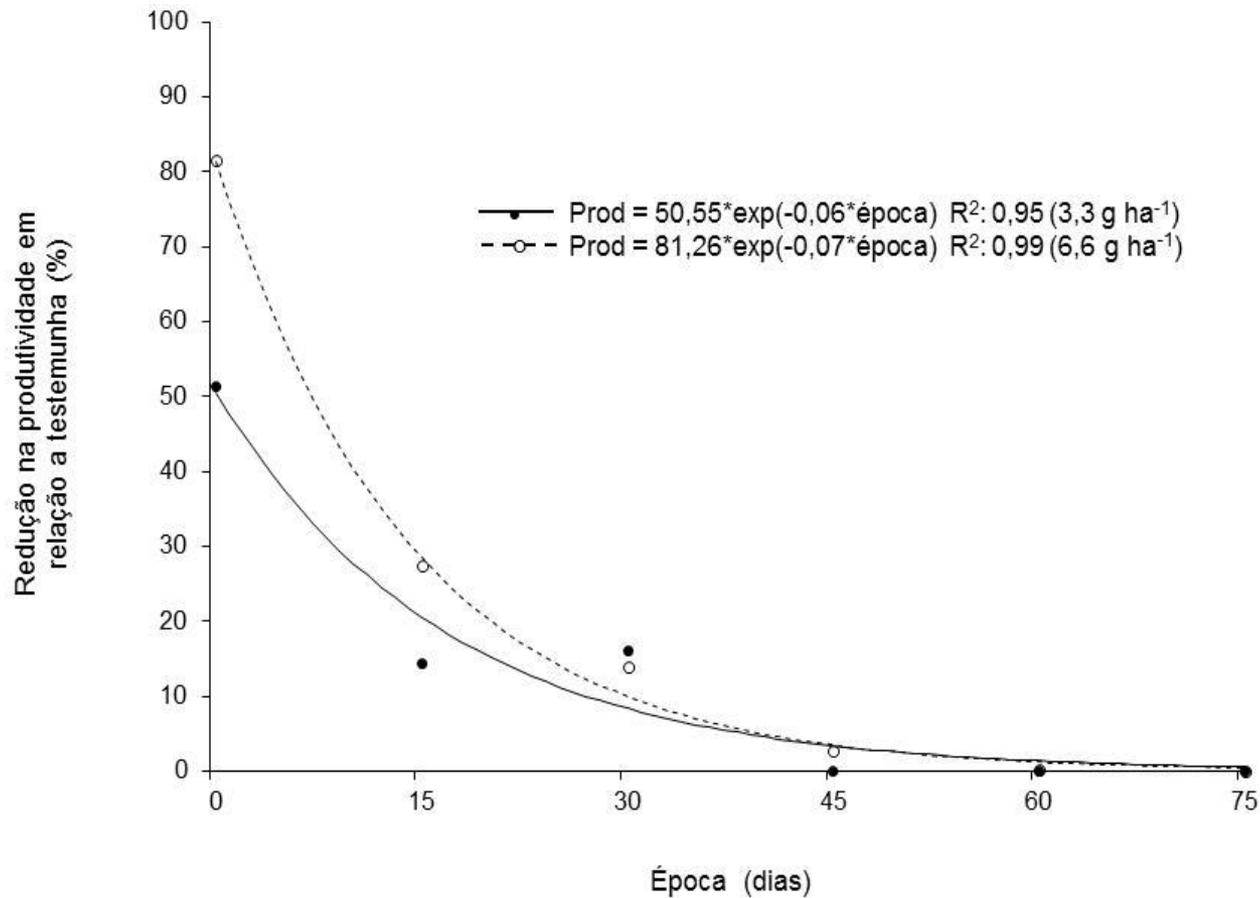
Características Gerais

- Herbicidas com alta atividade mesmo em baixas doses
- Ex. metsulfuron-methyl (2 g ha^{-1}) – Ally ($3,35 \text{ g p.c. ha}^{-1}$)
- Grande diversidade de características:
 - PRE e POS
 - Controle de folhas largas e estreitas
 - Seletividade para as culturas

Comportamento no solo

- Grande variabilidade em termos de persistência
- Ácidos fracos
- Podem ser móveis no solo dependendo do pH do solo e estrutura química (mais móveis em pH mais alto)
- Baixa pressão de vapor – Não há volatilização
- *Carryover*:
 - Sorgo, arroz e algodão são sensíveis ao chlorimuron (Classic)
 - Soja sensível a metsulfuron (Ally)

Porcentagem de redução da produtividade de soja após a semeadura



Injúria de sulfoniluréia em milho



Oliveira Jr, 2012

Nicosulfuron em milho sensível

Híbridos apresentam diferentes níveis de tolerância



Dose: 1,25 a 1,5 L ha⁻¹

Milho: 2 e 6 folhas (10 – 25 cm)

Gramíneas até 2 perfilhos e dicotiledoneas de 2 – 6 folhas

Oliveira Jr, 2012



**Nicosulfuron -
híbrido sensível**

**Nicosulfuron
híbrido tolerante**

Seletividade (Imidazolinonas e sulfoniluréias)

- Metabolização do herbicida pela planta a metabólitos não tóxicos antes que estes causem danos nas plantas
- As plantas daninhas não possuem essa capacidade de metabolizar esses herbicidas
- Soja Cultivance – tolerante a herbicidas do grupo das imidazolinonas

Triazolopirimidas

Características Gerais

- No Brasil a maioria dos produtos são recomendados para o controle de folhas largas na soja
- **Flumetsulam** (Scorpion): PPI ou PRE
- **Cloransulam** (Pacto): POS, com algum efeito residual
- **Diclosulam** (Spider): PPI ou PRE (imediatamente após a semeadura da soja), controle de FL, as gramíneas de maneira geral são tolerantes devido ao metabolismo mais rápido
- Apresentam absorção radicular
- Sistêmicos – translocação via floema e xilema

Comportamento no solo

- Áreas tratadas com flumetsulam não devem receber algodão, canola, beterraba e tomate
- Em Goiás o girassol é afetada pelo diclosulam aplicado em culturas antecessoras
- Fora do Brasil: algodão, milho e sorgo só devem ser semeados 9 meses após a aplicação de cloransulam
- Em aplicações no solo a maioria das espécies morrem antes da emergência

Seletividade

- Tempo de absorção, translocação e metabolismo
- No caso da soja a tolerância é maior em PRE que em POS

Imidazolinonas

Herbicida	Cultura recomendada
Imazamox (Sweeper)	Soja e feijão
Imazapic (Plateau)	Amendoim (PRE e POS) e cana-de-açúcar (PRE)
Imazapyr (Arsenal, Contain)	Cana planta e áreas não agrícolas
Imazaquin (Scepter)	Soja (PRE)
Imazethapyr (Pivot, Vezir)	Soja (POS)

Misturas formuladas	Cultura recomendada
Bentazon + imazamox (Amplo)	Feijão (POSp)
Glyp. + Imazethapyr (Alteza)	Soja (PRE)
Imazapic + imazapyr (Kifix, Onduty)	Onduty – Milho Kifix - Arroz CL
Imazapic + Imazethapy (Only)	Arroz CL (capim arroz, arroz vermelho e junquinho)

Sulfonilureias

Herbicida	Cultura recomendada
Chlorimuron (Classic, Conquest)	Soja (40 – 80 g ha ⁻¹) (POS)
Ethoxysulfuron (Gladium)	Arroz e cana (POS)
Flazasulfuron (Katana)	Cana
Halosulfuron (Sempra)	Cana (tiririca) – (150 g ha ⁻¹) (POS)
Iodosulfuron (Hussar)	Trigo (POS)
Metsulfuron (Ally)	Trigo, arroz, pastagem (POS) cana (PRE)
Nicosulfuron (Sanson, Accent)	Milho (POS)
Oxasulfuron (Chart)	Soja (80 g ha ⁻¹) (POS)
Pyrazosulfuron (Sirius)	Arroz irrigado (60 -80 g ha ⁻¹) (POS)
Trifloxysulfuron (Envoke)	Algodão, cana (POS)

Misturas formuladas

Ametryn +trifloxysulfuron (Krismat)

Foramsulfuron+iodosulfuron (Equip Plus)

Cultura recomendada

Cana (1,75 – 2,0 kg ha⁻¹) (POS)

Milho (120 a 150 g ha⁻¹) (POS)

Triazolopirimidinas

Herbicida	Cultura recomendada
Cloransulam (Pacto)	Soja
Diclosulam (Spider)	Soja
Flumetsulam (Scorpion)	Soja
Penoxulam (Ricer)	Arroz

Pirimidinil-(tios)-benzoates

Herbicidas	Cultura recomendada
Bispyribac-sodium (Nominee)	Arroz
Pyrithiobac'-sodium (Staple)	Algodão

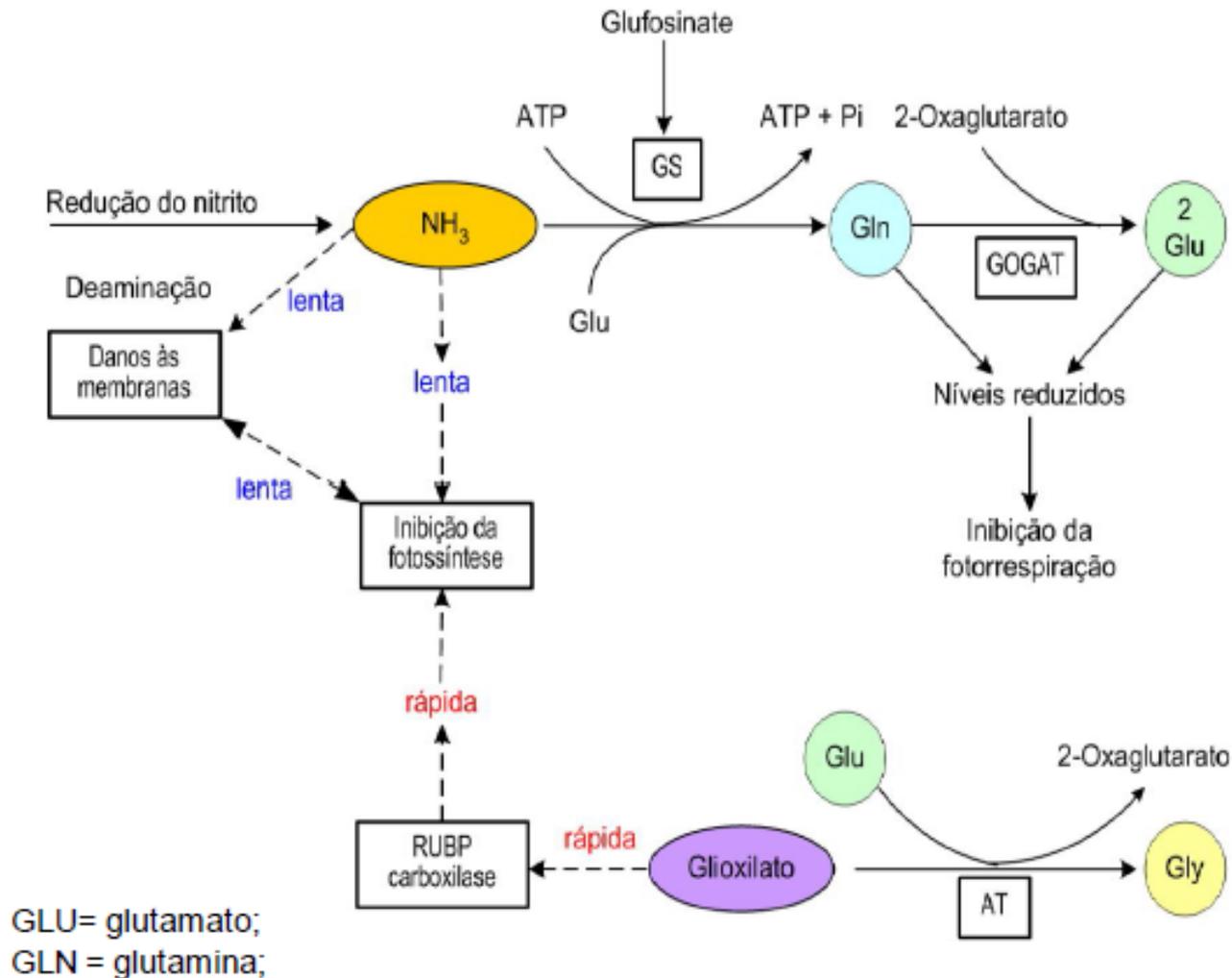
Inibidores da glutamina sintase (GS)

Características Gerais

- Herbicida de contato (pouca translocação, morte rápida após exposição à luz), para uso em PÓS: FL e FE
- Não seletivo
- **ABSORÇÃO:** foliar
- **TRANSLOCAÇÃO:** limitada, devido a rápida inibição da fotossíntese e formação de compostos tóxicos
- Sintomas: semelhantes aos Inib. FS I e aos Inib. PROTOX, há clorose rápida, mas o aparecimento de necrose é um pouco mais lenta (3-5 dias após o tratamento); são + rápidos sob alta umidade

-
- Voltou a ser importante após surgimento da tecnologia *Liberty Link (LL)*
 - Tecnologia LL: tolerância a aplicações em pós-emergência do amonio glufosinate: soja (2009 EUA), algodão, canola, beterraba açucareira e milho, em desenvolvimento para o arroz
 - Alternativa a tecnologia RR (ex. buva)

Modo de ação



Sintomas



Seletividade

- Não seletivo, sendo recomendado em jato dirigido
- Pode ser utilizado em POS em área total em espécies com tolerância (LL)
- Nas culturas LL a tolerância ocorre pela destoxificação do herbicida: gene isolado de duas espécies de bactérias (*Streptomyces*) que codifica para a produção da enzima fosfinotricina acetiltransferase (PAT)
- Quando esta enzima é produzida pelas plantas, ela transfere o grupo acetil da acetil Co-A para o grupo amino do glufosinate, tornando-o não tóxico

Herbicidas

Herbicidas	Recomendação
Amonio glufosinate (Finale, Liberty)	<ul style="list-style-type: none">- Dessecação manejo: controle de pd anuais em cultivos perenes- Jato dirigido em culturas perenes- POS em culturas LL- Dessecação pré colheita

Inibidores do Crescimento inicial

Dois grandes grupos que afetam a divisão celular

- K1: Inibidores da formação de microtúbulos
 - Dinitroanilinas (Trifluralin)
 - Piridinas (Thiazopyr)

- K3: Inibidores da divisão celular ou do crescimento da parte aérea
 - Cloroacetaminas (Alachlor, S-metolachlor)

Inibidores da formação de microtúbulos

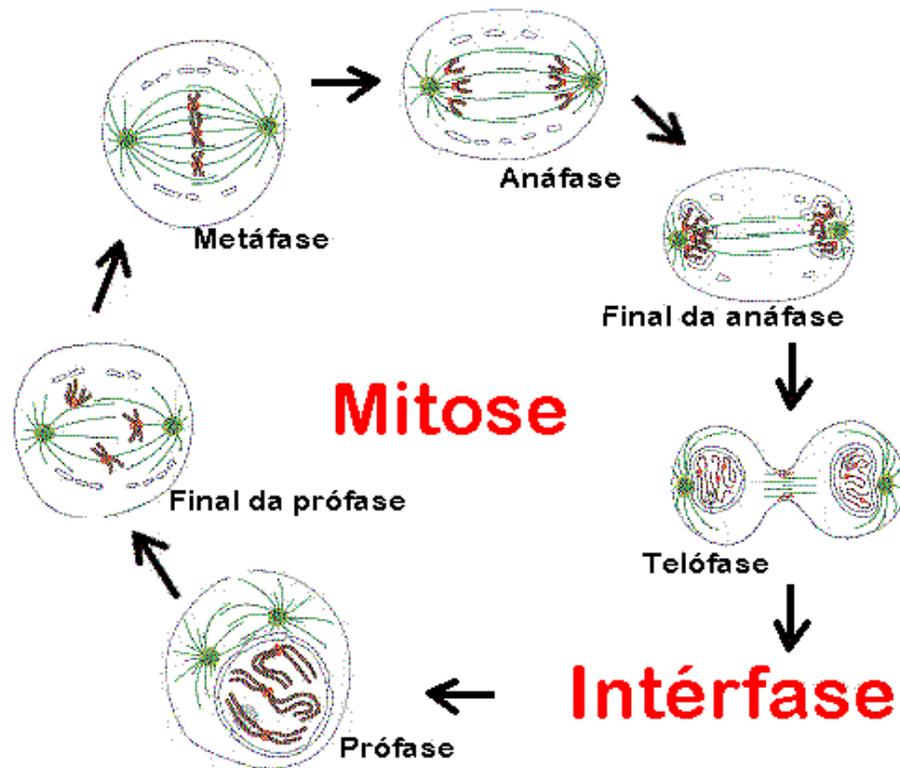
Características Gerais

- Agem sobre as plântulas paralisando o crescimento das raízes e parte aérea
- Resistência a lixiviação no solo vai de moderada a alta
- Características que favorecem o rápido desaparecimento do solo (alta pressão de vapor, fotólise e decomposição microbiana)
- Baixa toxicidade à mamíferos
- Eficientes no controle de gramíneas e algumas dicotiledôneas
- Usados em PRE ou PPI
- Trifluralin e pedimenthalin (Herbadox)

-
- Controle de gramíneas e algumas folhas largas em cereais, leguminosas e canola
 - **ABSORÇÃO:** durante a germinação e emergência
 - **TRANSLOCAÇÃO:** limitada, mas necessitam atingir a região meristemática e chegar ao núcleo da célula
 - Pequeno efeito quando aplicados sobre as folhas

Modo de ação

- Inibem a mitose na prófase e metáfase (interferem na polimerização da tubulina e formação de microtúbulos)



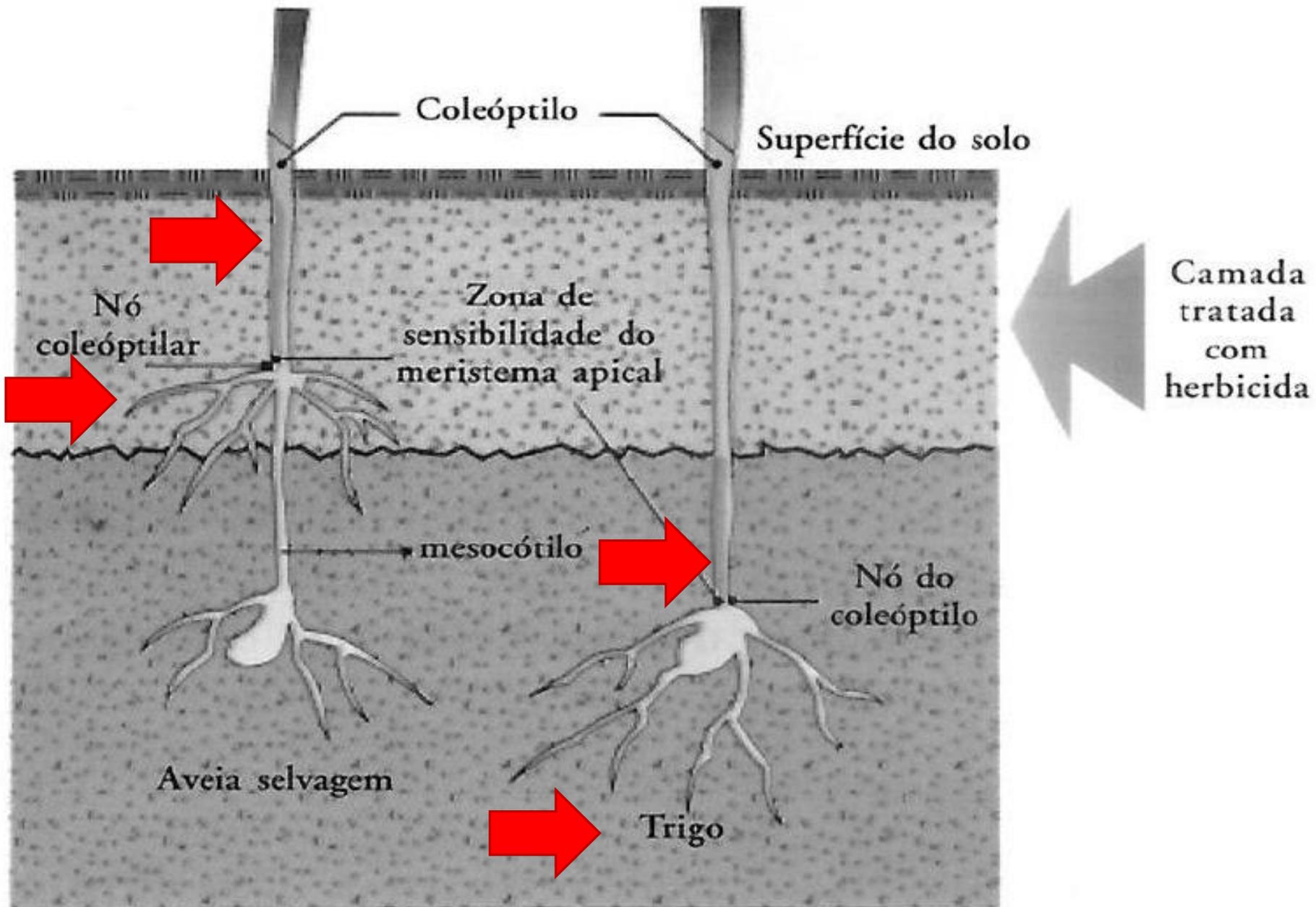
Sintomas



- Raízes com a ponta engrossada, como consequência da falta de raiz a parte aérea fica atrofiada

Seletividade

- A localização espacial do produto no solo é o principal modo do qual algumas espécies são sensíveis e outras tolerantes (seletividade por posição)
- Cenoura: apresenta diferença estrutural na tubulina o que a torna altamente tolerante a dinitrianilinas



**Inibidores da divisão celular
ou
Inibidores do crescimento da parte
aérea**

Características Gerais

- Alachlor, metolachlor e acetochlor
- Aplicados em PRE
- Controlam sementes em germinação e plântulas bem pequenas já emergidas de **gramíneas anuais e algumas poucas folhas largas (caruru)**
- Absorvidos pelas raízes em dicotiledôneas e epicótilo das gramíneas
- Translocação é limitada

-
- Baixa toxicidade para aves e mamíferos
 - Não precisa ser incorporado ao solo, mas leve incorporação aumenta a eficiência
 - Alto potencial de lixiviação
 - Culturas: Algodão, amendoim, cana, café, feijão, girassol, milho e soja

Modo de ação

- Inibição da síntese de proteínas nos meristemas apicais (mecanismo bioquímico primário ainda é desconhecido)
- Afetam também a síntese de lipídeos, ácidos graxos e ceras



Seletividade

- Por posição (toponômica)
- Uso de protetores (safeners) tem sido desenvolvido para uso de alachlor e metolachlor em sorgo

Grupos químicos e Herbicidas

Grupo	Herbicida	Cultura recomendada
Dinitronitrilas (K1)	Pedimenthalin (Herbadox)	Soja, cana, arroz, algodão, feijão, batata, etc
	Trifluralin (Trifluralina, Premerlin)	Diversas
Cloroacetamidas (K3)	Acetochlor (Fist, Kadett)	Milho
	Alachlor (Alachlor Nortox)	Soja, milho, algodão, amendoim, café e cana
	S-metolachlor (Dual Gold)	Milho, soja, algodão, feijão, cana

Inibidores da síntese de parede celular

- Herbicidas: indaziflam

34. Motivo da Solicitação: Registro (03/05/2010)

Requerente: Bayer S.A.

Marca Comercial: Alion

Nome Comum: Indaziflam (proposto ISO)

Nome Químico: N-[(1R,2S)-2,3-dihydro-2,6-dimethyl-1H-inden-1-yl]-6-[(1RS)-1-fluoroethyl]-1,3,5-triazine-2,4-diamine

Classe de Uso: Herbicida

Indicação de Uso Pretendido: Para as culturas de cana-deaçúcar, café, citros, eucalipto e pinheiro

Processo nº: 21000.003961/2010-26

Quadro 1- Descrição dos tratamentos e avaliações de plantas daninhas presentes em 6 ensaios em cafezais . Araguari-MG e Franca-SP, 2012.



Numero de ensaios presente				3	6	2	5	4	3	6	2	5	4	3	2	6	5	4	3	2	6	2	3
Periodo das avaliações				Dezembro e Janeiro					Fevereiro e Março					Abril e Maio					Junho e Julho				
Planta Daninha				Capim Col- chão	Pê de Galinha	Brach. decum- bens	Caruru	Picâp Prelo	Capim Col- chão	Pê de Galinha	Brach. decum- bens	Caruru	Picâp Prelo	Trapoe- raba	Corde de Viola	Pê de Galinha	Caruru	Picâp Prelo	Trapoe- raba	Corde de Viola	Pê de Galinha	Picâp Prelo	Trapoe- raba
Tratamento		Dose L/ha	Época aplic.	(15)	(22)	(14)	(22)	(14)	(20)	(27)	(12)	(29)	(17)	(11)	(10)	(20)	(8)	(12)	(22)	(13)	(10)	(15)	(28)
1	Testemunha																						
2	Glif.	2	ACE	70	53	35	27	0	82	79	90	82	77	34	42	63	72	68	37	20	12	0	0
3	Glif. Glif. ALION	2 1,5 0,05	A B B	88	82	76	79	67	79	46	57	33	46	15	0	51	33	26	0	0	42	39	0
4	Glif. Glif. ALION	2 1,5 0,1	A B B	99	93	97	90	89	90	78	92	88	84	32	0	73	74	70	25	0	77	60	0
5	Glif. Glif. ALION	2 1,5 0,15	A B B	99	99	100	97	98	95	93	92	90	89	51	23	92	89	91	48	34	93	92	45
6	Glif. Glif. ALION Glif.	2 1,5 0,15 1,5	A B B D	97	98	96	99	99	99	99	99	100	100	67	45	97	97	95	62	44	97	97	51
7	Glif. Glif. ALION Glif. ALION	2 1,5 0,15 1,5 0,05	A B B D D	99	99	98	97	99	99	99	100	100	100	73	62	99	100	99	78	53	100	100	73

0 a 39% 40 a 50% 51 a 69% 70 a 79% 80 a 89% 90 a 100%

Época de aplic. A-18 a 28/10/11 B-15 a 25/11/11 C-2 a 6/1/12 D-2 a 9/3/12 e E-19 a 23/3/12

Trat. 7 Maio/12

75 DAD (6 meses após 1ª de Alion)



Out - Glifosato

Nov - Alion 150 ml/ha

Mar - Glifosato +Alion 50 ml/ha

Testemunha



Mecanismo de ação desconhecido (grupo Z)

MSMA (Volcane)

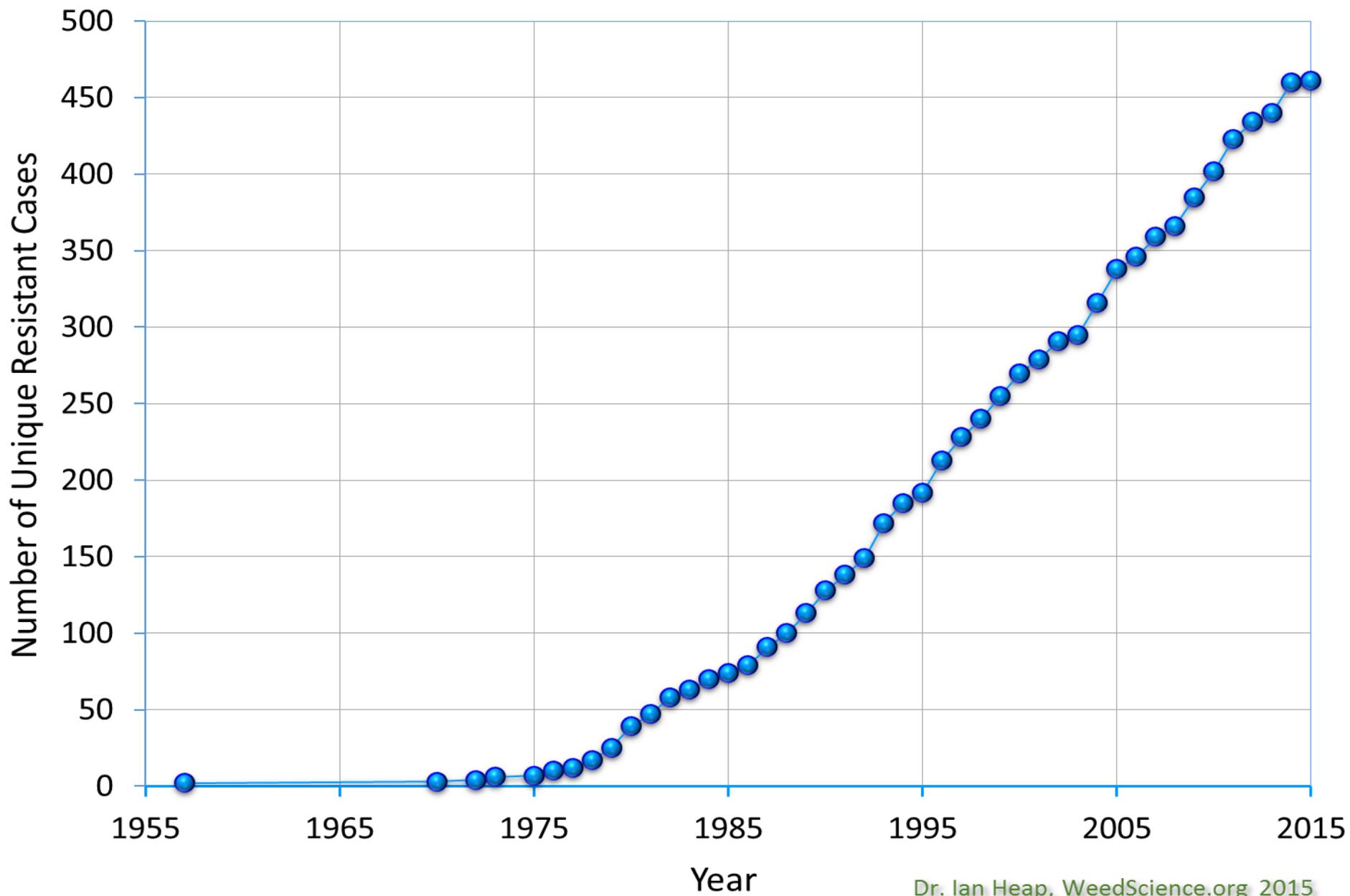
- Pertence ao grupo químico dos organoarsenicais ou arsenicais orgânicos
- Algodão, café, cana, citros, áreas NA
- FE e FL
- POS , absorção somente foliar

Resistência de Plantas Daninhas

- 1957- *Commelina difusa* e *Daurus carota* resistentes a auxinas sintéticas - EUA e Canadá
- 1970 - *Senecio vulgaris* a simazine – EUA
- Após 30 anos mais de 100 biótipos resistente em 40 países
- **09/03/2016** - 467 biótipos e 247 espécies resistentes (144 dico e 105 mono) – 160 diferentes herbicidas em 86 culturas e 66 países

Fonte: <http://www.weedscience.org/in.asp>

Global Increase in Unique Resistant Cases



Dr. Ian Heap, WeedScience.org 2015

Number Resistant Species for Several Herbicide Sites of Action (WSSA Codes)

ACCase Inhibitors (1)

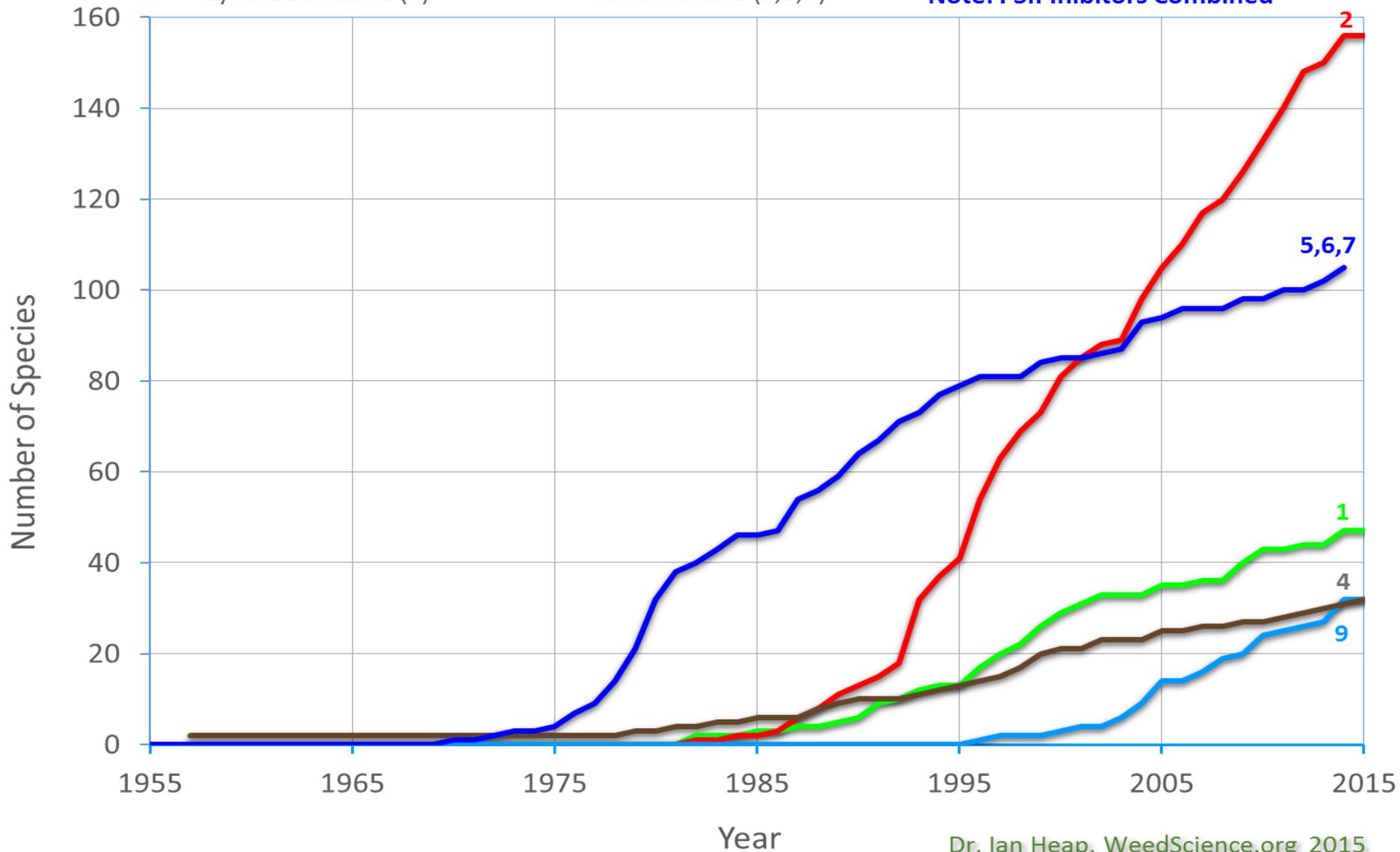
ALS Inhibitors (2)

EPSP Synthase Inhibitors (9)

Synthetic Auxins (4)

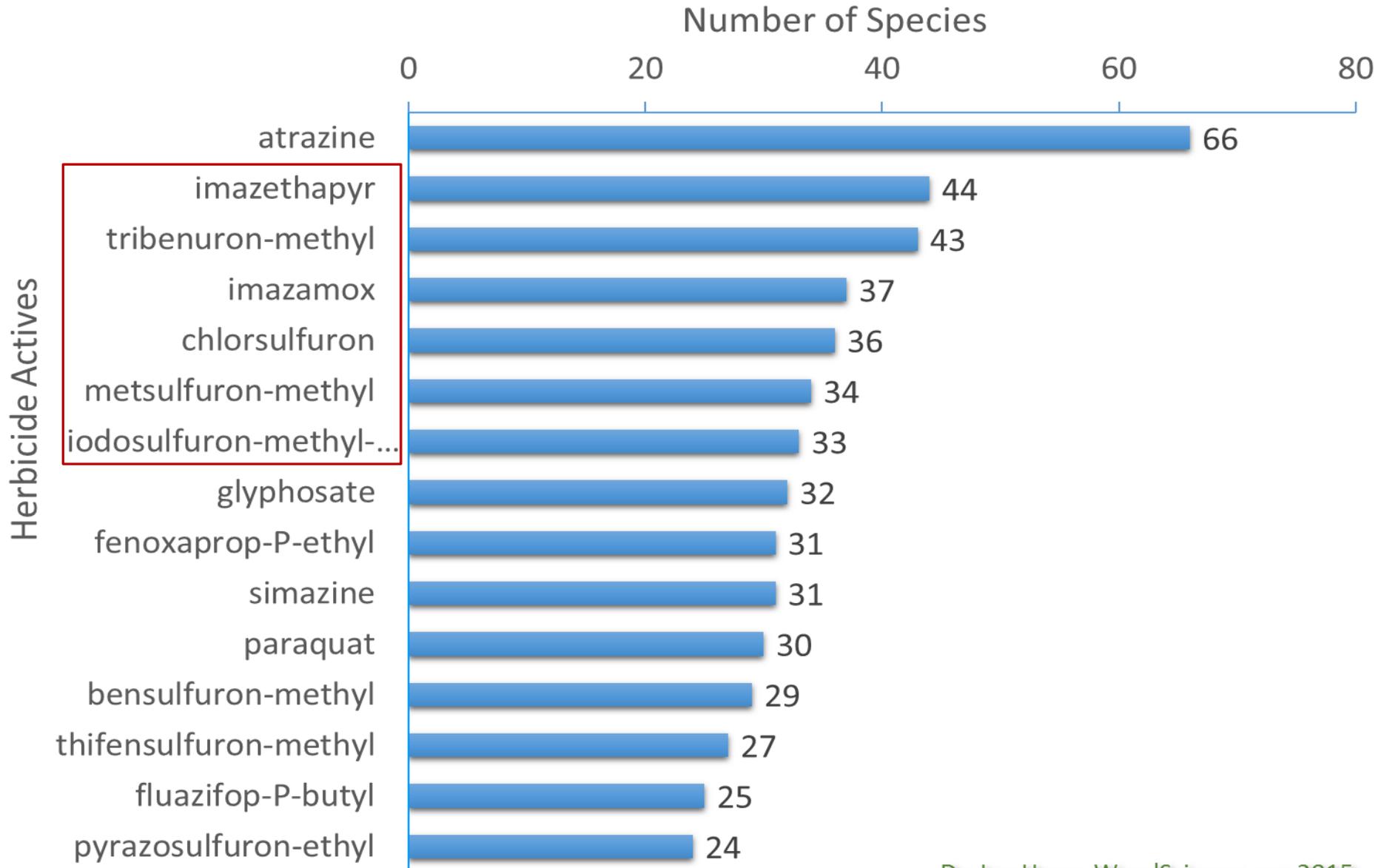
PSII Inhibitors (5,6,7)

Note: PSII Inhibitors Combined



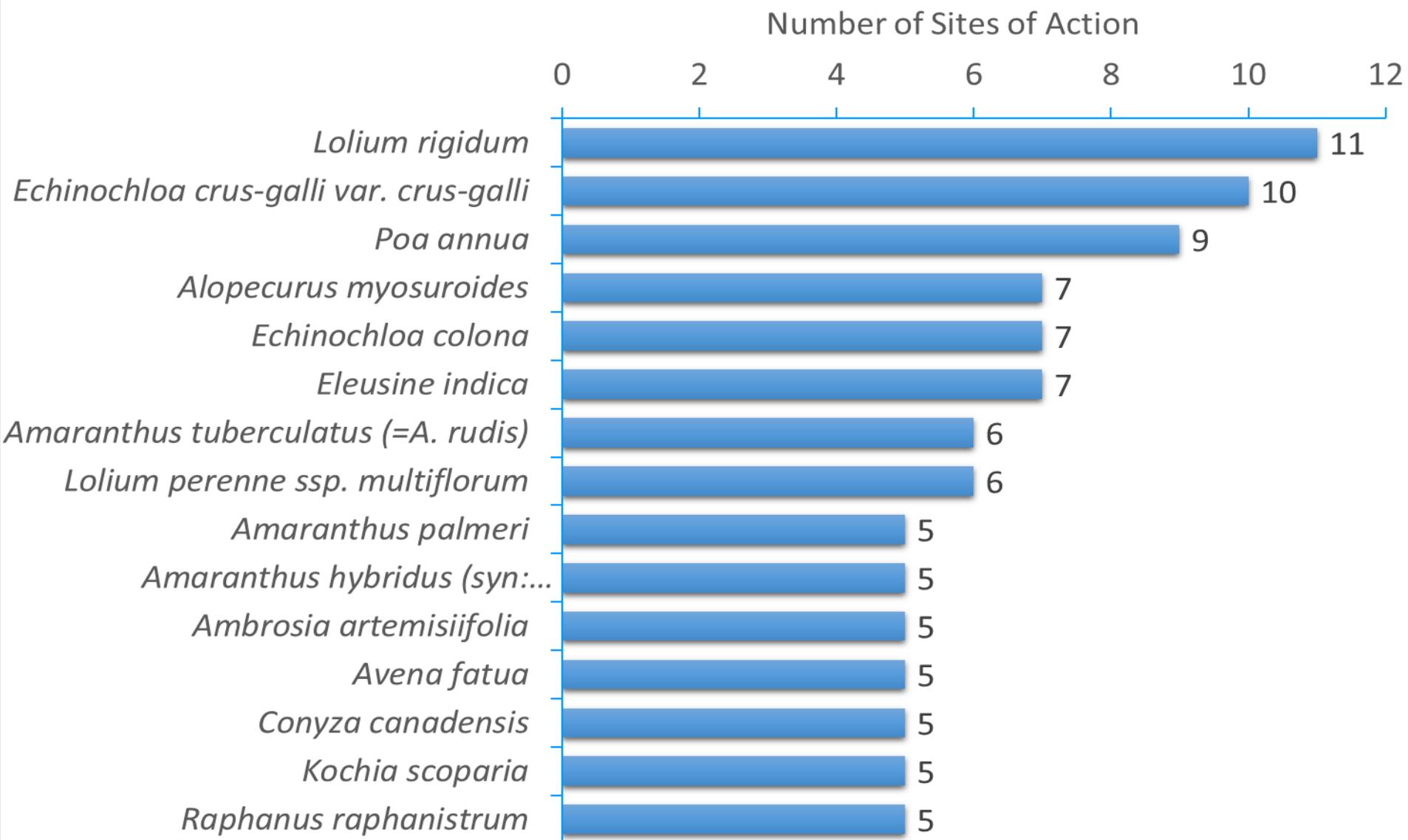
Dr. Ian Heap, WeedScience.org 2015

Number of Resistant Species to Individual Active Herbicides (Top 15)



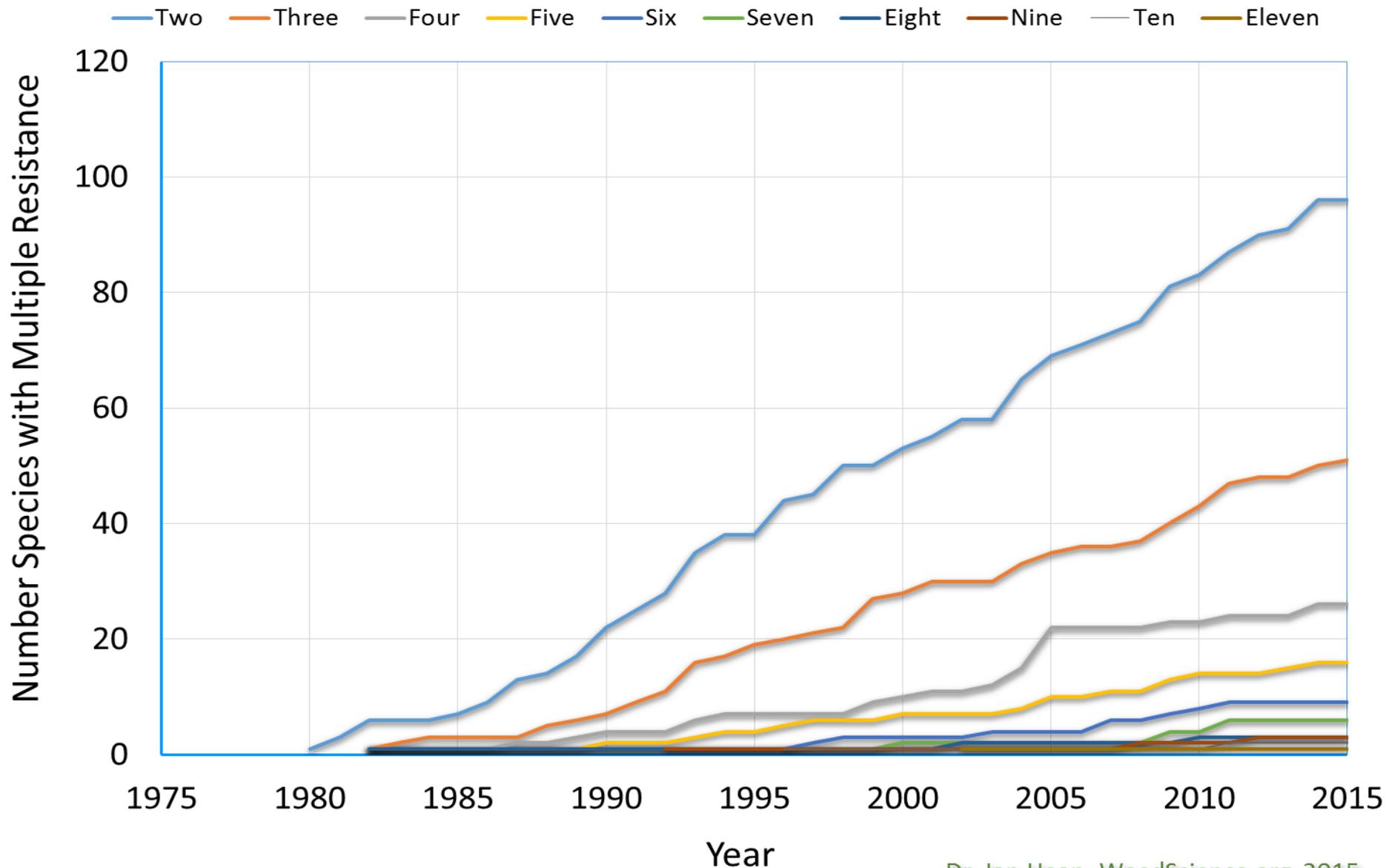
Dr. Ian Heap, WeedScience.org 2015

Weed Species Resistance to Multiple Herbicide Sites of Action



Dr. Ian Heap, WeedScience.org 2015

Weed Species with Resistance to More than One Site of Action



Dr. Ian Heap, WeedScience.org 2015

Resistência de plantas daninhas no Brasil

1	<i>Bidens pilosa</i>	Hairy Beggarticks	1993	ALS inhibitors (B/2)
2	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Wild Poinsettia	1993	ALS inhibitors (B/2)
3	<i>Bidens subalternans</i>	Greater Beggarticks	1996	ALS inhibitors (B/2)
4	<i>Urochloa plantaginea (=Brachiaria plantaginea)</i>	Alexandergrass	1997	ACCCase inhibitors (A/1)
5	<i>Sagittaria montevidensis</i>	California Arrowhead	1999	ALS inhibitors (B/2)
6	<i>Echinochloa crus-pavonis</i>	Gulf Cockspur	1999	Synthetic Auxins (O/4)
7	<i>Echinochloa crus-galli var. crus-galli</i>	Barnyardgrass	1999	Synthetic Auxins (O/4)
8	<i>Cyperus difformis</i>	Smallflower Umbrella Sedge	2000	ALS inhibitors (B/2)
9	<i>Fimbristylis miliacea</i>	Globe Fringerush	2001	ALS inhibitors (B/2)
10	<i>Raphanus sativus</i>	Radish	2001	ALS inhibitors (B/2)
11	<i>Digitaria ciliaris</i>	Southern Crabgrass	2002	ACCCase inhibitors (A/1)
12	<i>Lolium perenne ssp. multiflorum</i>	Italian Ryegrass	2003	EPSP synthase inhibitors (G/9)
13	<i>Eleusine indica</i>	Goosegrass	2003	ACCCase inhibitors (A/1)
14	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Wild Poinsettia	2004	Multiple Resistance: 2 Sites of Action ALS inhibitors (B/2) PPO inhibitors (E/14)
15	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Ragweed Parthenium	2004	ALS inhibitors (B/2)
16	<i>Conyza bonariensis</i>	Hairy Fleabane	2005	EPSP synthase inhibitors (G/9)
17	<i>Conyza canadensis</i>	Horseweed	2005	EPSP synthase inhibitors (G/9)
18	<i>Oryza sativa var. sylvatica</i>	Red Rice	2006	ALS inhibitors (B/2)
19	<i>Bidens subalternans</i>	Greater Beggarticks	2006	Multiple Resistance: 2 Sites of Action ALS inhibitors (B/2) Photosystem II inhibitors (C1/5)

20	<i>Digitaria insularis</i>	Sourgrass	2008	EPSP synthase inhibitors (G/9)
21	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>crus-galli</i>	Barnyardgrass	2009	Multiple Resistance: 2 Sites of Action ALS inhibitors (B/2) Synthetic Auxins (O/4)
22	<i>Sagittaria montevidensis</i>	California Arrowhead	2009	Multiple Resistance: 2 Sites of Action ALS inhibitors (B/2) PSII inhibitors (Nitriles) (C3/6)
23	<i>Lolium perenne</i> ssp. <i>multiflorum</i>	Italian Ryegrass	2010	ALS inhibitors (B/2)
24	<i>Lolium perenne</i> ssp. <i>multiflorum</i>	Italian Ryegrass	2010	Multiple Resistance: 2 Sites of Action ACCase inhibitors (A/1) EPSP synthase inhibitors (G/9)
25	<i>Conyza sumatrensis</i>	Sumatran Fleabane	2010	EPSP synthase inhibitors (G/9)
26	<i>Avena fatua</i>	Wild Oat	2010	ACCase inhibitors (A/1)
27	<i>Conyza sumatrensis</i>	Sumatran Fleabane	2011	ALS inhibitors (B/2)
28	<i>Conyza sumatrensis</i>	Sumatran Fleabane	2011	Multiple Resistance: 2 Sites of Action ALS inhibitors (B/2) EPSP synthase inhibitors (G/9)
29	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Redroot Pigweed	2011	Multiple Resistance: 2 Sites of Action ALS inhibitors (B/2) Photosystem II inhibitors (C1/5)
30	<i>Amaranthus viridis</i>	Slender Amaranth	2011	Multiple Resistance: 2 Sites of Action ALS inhibitors (B/2) Photosystem II inhibitors (C1/5)
31	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Redroot Pigweed	2012	ALS inhibitors (B/2)
32	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Wild Radish	2013	ALS inhibitors (B/2)
33	<i>Ageratum conyzoides</i>	Tropical Whiteweed	2013	ALS inhibitors (B/2)
34	<i>Chloris elata</i>	Tall Windmill Grass	2014	EPSP synthase inhibitors (G/9)
35	<i>Amaranthus palmeri</i>	Palmer Amaranth	2015	EPSP synthase inhibitors (G/9)

Características dos herbicidas que contribuem para o aumento da pressão de seleção

- Herbicidas altamente eficientes (amplo espectro)
- Um único local de ação
- Herbicidas com maior ação residual

Risco da Resistência

Opção de manejo	Risco de resistência		
	Baixo	Médio	Alto
Mecanismo de ação usado	+ que dois	Dois	Um
Mecanismos de ação na mistura de herbicidas	+ que dois	Dois	Um
Método de Controle	Cultural, mecânico e químico	Cultural e químico	Químico
Rotação de culturas	Completo	Limitado	Nenhum
Infestação	Baixa	Média	Alta
Controle nos últimos 3 anos	Bom	Médio	Ruim

Considerações finais

Leitura Recomendada

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, p.141-192, cap.7. Disponível em: http://omnipax.com.br/site/?page_id=108