

Perdas totais máximas de pesticidas, sob condições agrícolas normais

Processos	Perdas totais máximas (%)
Volatilização	90
Lixiviação	4
Escoamento superficial	10
Absorção	10

Fontes: Oliveira Júnior (2002), Plimmer (1992)

FATORES QUE INFLUENCIAM NA DINÂMICA E, PORTANTO, EFICÁCIA

- Herbicidas – características físico químicas
- Solo - química, textura, umidade
- Clima – temperatura e Umidade relativa, precipitação, vento, radiação.
- Planta - espécie, estádio fenológico, metabolismo, fisiologia.
- Sistema de produção, microrganismo

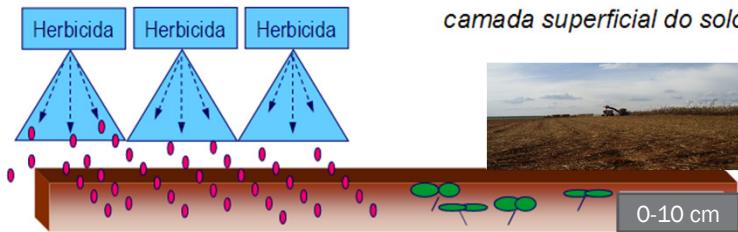
No momento do preparo da calda: qualidade da agua (T, pH, presença de colóides), adjuvantes etc...



Sintomas de mesotrione+atrazina aos 22 DAA em *R. communis* com 0, 2, 5, 8 e 10 de solo (g/L) na água de pulverização. B) Testemunha.

HERBICIDAS APLICADOS AO SOLO

Eficácia depende de uma concentração relativamente alta do herbicida na camada superficial do solo



Cerca de 90% ou mais das sementes encontram-se nos primeiros 10 cm, com densidade populacional decrescente a medida em que aumenta-se a profundidade

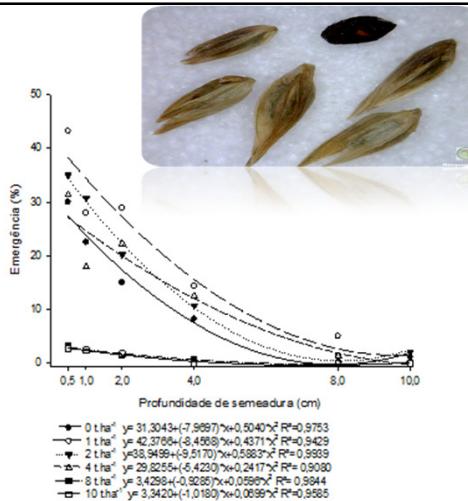
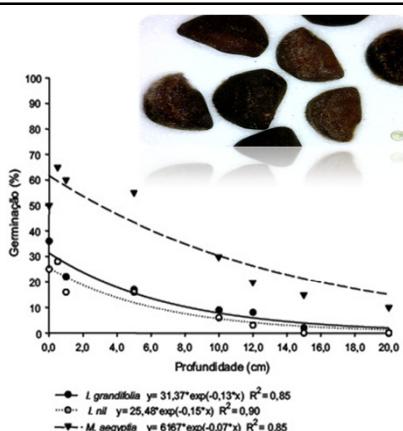
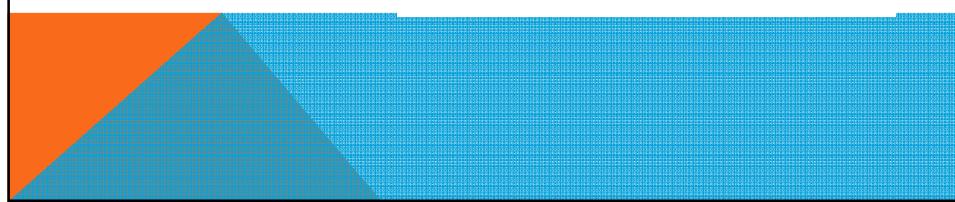


Figura 4 - Porcentagem de germinação de *I. grandifolia*, *I. nil* e *M. aegyptia* em diferentes profundidades, em solo de textura argilosa.

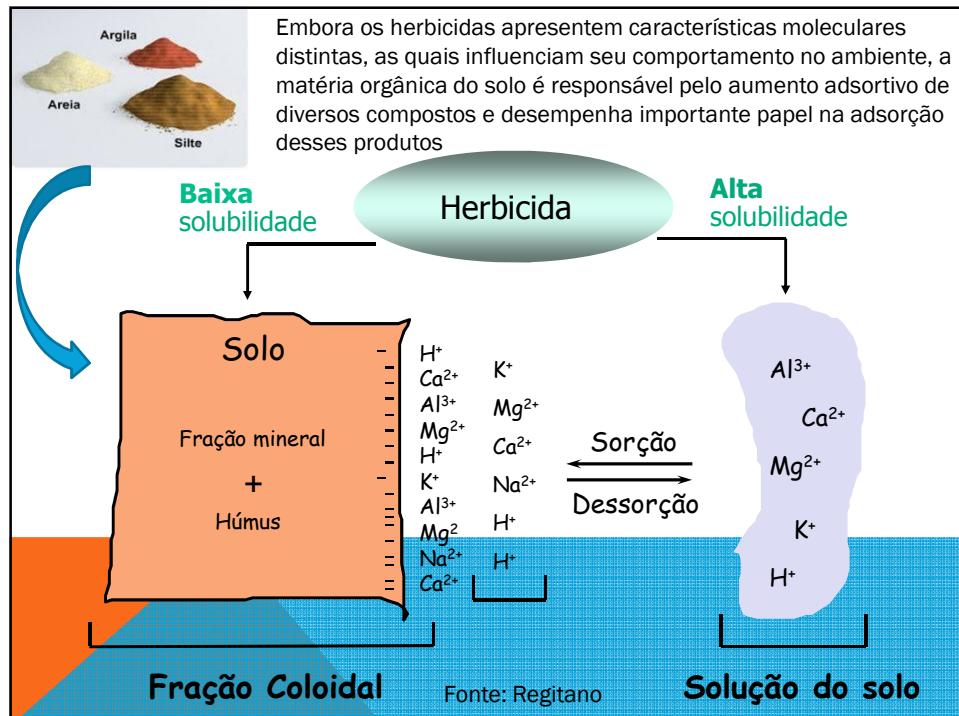
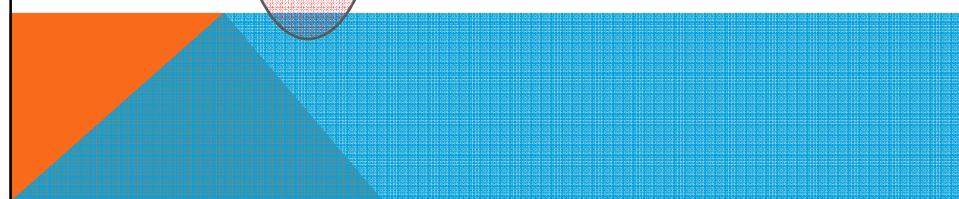
Eleusine indica

Trabalhos de Izabela Orzari e Marcelo Malardo

ALMIM et al (2015)

Tabela 1. Número de sementes viáveis por metro quadrado das espécies identificadas pelo método de número de plantas emergidas em casa de vegetação, na camada de 0,00–0,10 m de solo submetido a tratamento com herbicidas pré-emergentes, durante quatro safras de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)¹⁰.

Classe / Família / Espécie	Testemunha	IND (75 g i.a ha ⁻¹)	IND (100 g i.a. ha ⁻¹)	IND (150 g i.a. ha ⁻¹)	IND+MET	DIU+HEX	CV (%)
Liliopsida							
Poaceae							
<i>Cenchrus echinatus</i>	44,1a	0,0a	0,0a	11,0a	0,0a	0,0a	25,4
<i>Digitaria sanguinalis</i>	495,6a	33,0b	11,0b	22,0b	33,0b	132,2b	49,6
<i>Eragrostis pilosa</i>	881,1a	77,1b	44,1b	11,0b	77,1b	44,1b	53,9
<i>Pennisetum setosum</i>	440,5a	187,2a	44,1a	33,0a	187,2a	143,2a	70,7
<i>Eleusine indica</i>	22,0a	0,0a	0,0a	0,0a	22,0a	22,0a	44,6
<i>Panicum maximum</i>	11,0a	0,0a	0,0a	11,0a	0,0a	0,0a	17,1
Cyperaceae							
<i>Cyperus rotundus</i>	0,0a	11,0a	0,0a	11,0a	22,0a	231,3a	53,9



Tipo de argila

Capacidade de troca catiônica (CTC) e superfície específica (SE) dos constituintes do solo.

Constituinte do solo	CTC (cmol kg ⁻¹)	SE (m ² g ⁻¹)
Matéria orgânica	200-400	500-800
Vermiculita	100-150	600-800
Montmorilonita	80-150	600-800
Ilita	10-40	65-100
Clorita	10-40	25-40
Caulinita	3-15	7-30
Óxidos de Fe e Al	2-6	1-8

- Além da quantidade, a constituição da fração argila é determinante nos processos de sorção.
- CTC e a CTA medem a capacidade de retenção da fração argila.

Solos argilosos: a m.o é responsável por 30-40% da CTC
 Solos arenosos: a m.o representa 50-60% da CTC

SORÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS POR ARGILAS

Compostos orgânicos carregados positivamente
 – podem substituir os cátions trocáveis

Compostos orgânicos aniônicos podem ser adsorvidos quando ocorre protonação dos grupos anfólitos Si-OH e Al-OH

Compostos neutros podem penetrar entre as lâminas de silicatos em argilas expandidas

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Solubilidade em água (S)

Quantidade máxima de pesticida que se dissolve em água pura normalmente a 25°C

Classes	Solubilidade (mg L ⁻¹ ou ppm)
Praticamente nula	<1
Muito baixa	1 - 10
Baixa	10,01 - 50,0
Média	50,01 - 150
Alta	150,01 - 500
Muito alta	500,01 - 5000
Extremamente alta	>5000

SOLUBILIDADE DE ALGUNS HERBICIDAS

Estes valores influenciam:
a necessidade de umidade para ativar o herbicida

Herbicidas	S mg/L	
Trifluralina	0,3	Nula
Pendimethalin	0,3	Muito baixa
Indaziflan	2,2	Baixa
Saflufenacil	30	
Diuron	42	
DKN	326	Alta
sulfentrazone	490	
Clomazone	1100	
Imazapic	2200	
Thebutiuron	2500	Muito alta
Amicarbazone	4600	
Imazapyr	11272	
Hexazinone	32000	Extremamente alta

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Coeficiente octanol-água (Kow)

Relacionado a bioconcentração e bioacumulação

De modo geral, os valores de Kow apresentam correlação inversa com a solubilidade em água e direta com a sorção e persistência do produto no ambiente

Coeficiente de distribuição entre octanol-água (kow)

$$K_{ow} = \frac{\text{Concentração na fase } n\text{-octanol (apolar)}}{\text{Concentração na fase aquosa (polar)}}$$

É uma medida da lipofilicidade pode predizer a bioacumulação

Normalmente
expresso em
 $\log K_{ow}$

$\log K_{ow}$	Lipofilicidade
< 0,1	Hidrofílico
0,1 a 1	Medianamente hidrofílico
1 a 2	Lipofílico
2 a 3	Muito lipofílico
> 3	Extremamente lipofílico

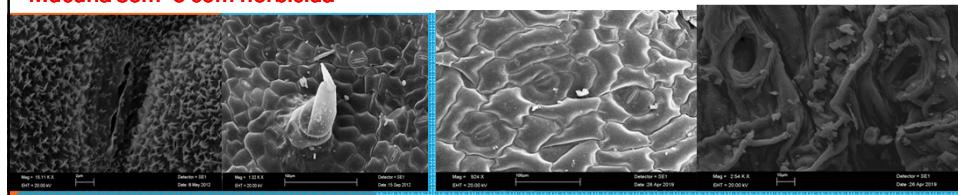
($> K_{ow} >$ sorção $>$ persistência)

($< K_{ow} <$ sorção $>$ lixiviação)

Solo: Matéria orgânica, raízes de plantas, microrganismos

Plantas – camada cerosa sobre as folhas
 - rota de entrada lipoidal para herbicidas com alto Kow e baixa S

Mucuna sem e com herbicida Bertalha sem e com herbicida



Herbicidas utilizados no sistema de cana crua		
Herbicidas	Solubilidade (mg/L)	K _{ow}
Imazapic	2150	0,01
Imazapyr	11272	1,3
Amicarbazone	4600	17,0
Clomazone	1100	350
S- Metolachlor	480	794
Alachlor	200	794
Ametryn	200	427
Diuron	42	589
Trifuralin	0,3	118,000
Pendimethalin	0,275	152,000
2,4 D	600	-
MSMA	1,040,000	< 1
Paraquat	-	4,5
Isoxaflutole (IFT)	6	208,9
Isoxaflutole (DKN)	326	2,5
Tebuthiuron	2500	676,1
Hexazinone	33000	11,2
Sulfentrazone	490	30,2
Mesotrione	2200	Sem informação
Metribuzin	1100	44,7

SILVA E MONQUERO (2013)

Umidade do solo

A ação da umidade é fundamental para ativação do herbicida através da incorporação e distribuição do produto no perfil do solo, de modo a assegurar o pleno funcionamento, proporcionando uma melhor atividade sobre espécies com hábito de germinar nas diferentes profundidades no solo (0 - 10 cm)

A ocorrência de chuvas excessivas e contínuas após a aplicação, entretanto, poderá causar rápida lixiviação abaixo do banco de sementes acarretando redução no período de controle e reinfestação precoce da área tratada.

UMIDADE X HERBICIDAS

- Retenção: adsorção/dessorção; absorção
- Transporte: lixiviação e escoamento superficial
- Transformação: biótica e abiótica

As chuvas podem ter efeito positivo ou negativo na eficácia do produto, depende do momento em que ocorrem, da intensidade e duração

Lixiviação X Escoamento superficial



- ◆ **Lixiviação:** refere-se ao movimento vertical
- ◆ **Escoa/o superficial:** refere-se ao movimento horizontal

ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Cursos d'água sem proteção da mata ciliar localizados em área agrícola estão suscetíveis à contaminação por pesticidas. As maiores concentrações são encontradas no período de maior precipitação e época de aplicação.



Silva Junior et al, 2015

Tabela 4. Porcentagem de fitotoxicidade em plantas de pepino (*Cucumis sativus*) após a aplicação do herbicida metribuzin em solo de textura argilosa em diferentes precipitações acumuladas

Perfil solo (cm)	Precipitação acumulada					
	31 mm	62 mm	114 mm	31 mm	62 mm	114 mm
0-3	86,7 (1,21) Aa	91,0 (1,27) Aa	65,0 (0,94) Ab	100,0 (1,57) Aa	100,0 (1,57) Aa	90,7 (1,31) Aa
3-6	80,0 (1,11) Aa	82,5 (1,14) Aa	77,5 (1,08) Aa	100,0 (1,57) Aa	100,0 (1,57) Aa	90,5 (1,31) Aa
6-9	32,9 (0,60) Bb	74,0 (1,03) Aa	81,2 (1,13) Aa	98,7 (1,51) Aab	90,7 (1,21) Ab	99,7 (1,54) Aa
9-12	6,2 (0,21) Cb	45,0 (0,73) Ba	63,7 (0,93) Aa	73,2 (1,06) Bb	69,5 (1,00) Bb	94,2 (1,41) Aa
12-15	0,0 (0,00) Cb	8,7 (0,15) Cb	40,0 (0,67) Ba	7,5 (0,24) Cb	13,7 (0,21) Cb	60,7 (0,89) Ba
15-20	0,0 (0,00) Cb	0,0 (0,00) Cb	15,0 (0,28) Ca	0,0 (0,00) Cb	0,0 (0,00) Cb	22,5 (0,43) Ca
20-25	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Da
25-30	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Da
F Precipitação (C)	25,605**					8,811**
F Profundidade (P)	160,223**					228,438**
F (C) X (P)	8,915**					6,223**
C.V. (%)	25,7					20,4
d.m.s. (C)	0,22					0,26
d.m.s. (P)	0,29					0,34

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Dados foram transformados em "y = arco seno (raiz $x / 100$)".

Tabela 6. Porcentagem de fitotoxicidade em plantas de pepino (*Cucumis sativus*) após a aplicação do herbicida metribuzin em solo de textura média arenosa, em diferentes precipitações acumuladas

Perfil solo (cm)	Precipitação acumulada					
	36 mm	65 mm	116 mm	36 mm	65 mm	116 mm
0-3	83,7 (1,21) Aa	83,7 (1,16) Aa	0,0 (0,00) Ab	100,0 (1,57) Aa	95,2 (1,38) Aa	0,0 (0,00) Ab
3-6	75,0 (1,05) Aa	77,5 (1,08) Aa	0,0 (0,00) Ab	97,2 (1,46) Aa	89,7 (1,26) Aa	0,0 (0,00) Ab
6-9	54,5 (0,83) Ba	67,0 (0,96) Ba	0,0 (0,00) Ab	75,0 (1,08) Ba	90,0 (1,26) Aa	0,0 (0,00) Ab
9-12	16,2 (0,40) Cb	58,7 (0,87) Ba	0,0 (0,00) Ac	41,2 (0,69) Ca	62,5 (0,91) Ba	0,0 (0,00) Ab
12-15	0,0 (0,00) Da	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Aa	7,5 (0,19) Da	5,0 (0,16) Cab	0,0 (0,00) Ab
15-20	0,0 (0,00) Da	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Aa	0,0 (0,00) Da	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Aa
20-25	0,0 (0,00) Da	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Aa	0,0 (0,00) Da	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Aa
25-30	0,0 (0,00) Da	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Aa	0,0 (0,00) Da	0,0 (0,00) Ca	0,0 (0,00) Aa
F Precipitação (C)	390,479**					353,317**
F Profundidade (P)	239,730**					192,606**
F (C) X (P)	64,458**					50,114**
C.V. (%)	25,0					26,0
d.m.s. (C)	0,13					0,18
d.m.s. (P)	0,17					0,23

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Dados foram transformados em "y = arco seno (raiz $x / 100$)".

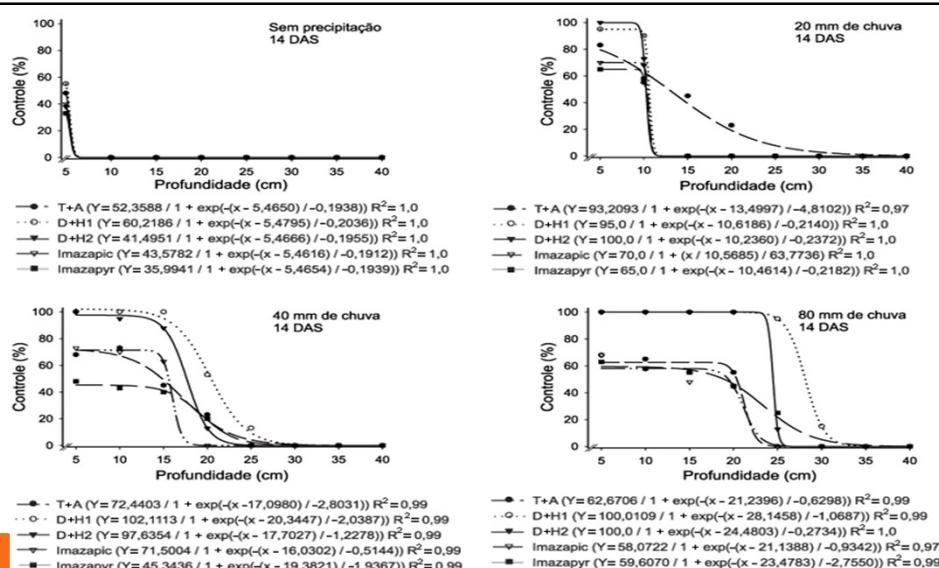


Figura 1 - Lixiviação dos herbicidas trifloxysulfuron-sódium + ametryn (T+A), diuron + hexazinone (D+H) ($1 - 1.170 + 330 \text{ g ha}^{-2} - 2 - 1.330 + 160 \text{ g ha}^{-2}$), imazapic e imazapyr, aplicados em colunas de solo e submetidos a diferentes precipitações (0, 20, 40 e 80 mm), aos 14 dias após a semeadura da planta indicadora (*Cucumis sativus*).

Monquero et al., 2008

Dao (1995) e Reddy et al. (1995): Os resíduos vegetais possuem grande capacidade de sorção, às vezes superior à do solo; por conseguinte, o produto retido fica mais exposto às perdas por fotodecomposição, volatilização e/ou hidrólise provocada pela água da chuva.

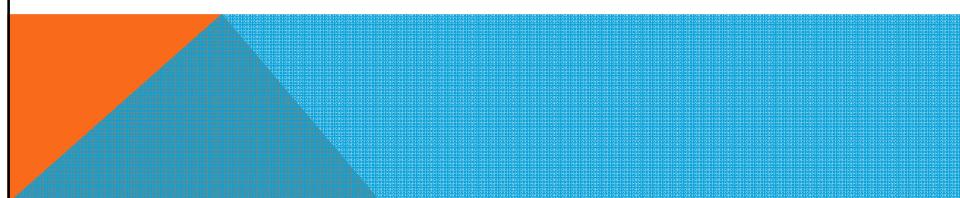


INFLUENCIA DA QUANTIDADE DE PALHA X HERBICIDA

Monquero et al. (2007)

*Tabela 2 - Controle de *E. heterophylla* em função de diferentes herbicidas e níveis de palha, avaliado aos 28 dias após a aplicação*

Herbicida	Palha de cana-de-açúcar ($t\ ha^{-1}$)				
	0	5	10	15	20
imazapyr	85,00 aA	87,50 aA	87,50 aA	80,0 aA	30,0 bcB
imazapic	91,25 aA	91,25 aA	83,75 aA	55,0 bB	27,5 cC
trifloxsulfuron-sodium + ametryn	100,00 aA	100,00 aA	92,50 aA	90,0 aA	60,0 aB
¹ diuron + hexazinone	100,00 aA	100,00 aA	95,00 aA	90,0 aA	45,0 abB
² diuron + hexazinone	100,00 aA	97,50 aA	91,25 aA	30,0 cB	37,5 bcB



TEBUTHIURON X PALHADA X CHUVA

TOFOLI, GR. et al.

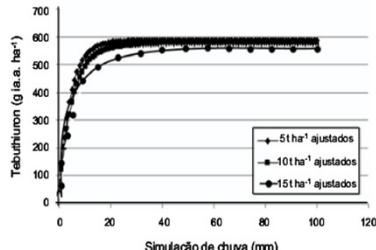


Figura 2 - Lixiviação do tebuthiuron em função de diferentes volumes de chuva simulada e em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar sobre o solo (dados ajustados pelo modelo de Mitscherlich).

Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 27, n. 4, p. 815-821, 2009

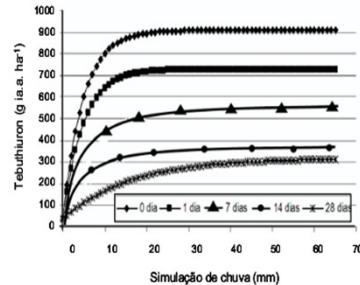


Figura 3 - Lixiviação do tebuthiuron com diferentes intervalos de tempo entre a aplicação e a simulação de chuva (dados ajustados pelo modelo de Mitscherlich).

A manutenção de palha sobre o solo pode tanto interceptar quanto reter os herbicidas aplicados em pré-emergência, diminuindo a sua transposição da camada de palha e acarretando redução no controle das plantas daninhas. Quanto maior o intervalo entre a aplicação e a ocorrência de chuva ou irrigação menor será a quantidade de herbicida lixiviada para o solo

FOTODEGRADAÇÃO

faixas de radiação solar que são absorvidas pelo herbicida, gerando energia que desfazem as ligações da molécula

-é problema maior para herbicidas com picos de absorção > 295 nm

-(ex. trifluralina absorve luz 360 nm)

-herbicida na superfície do solo ou palhada sofre maior fotodegradação, agravada em solo seco



Potencial de sorção

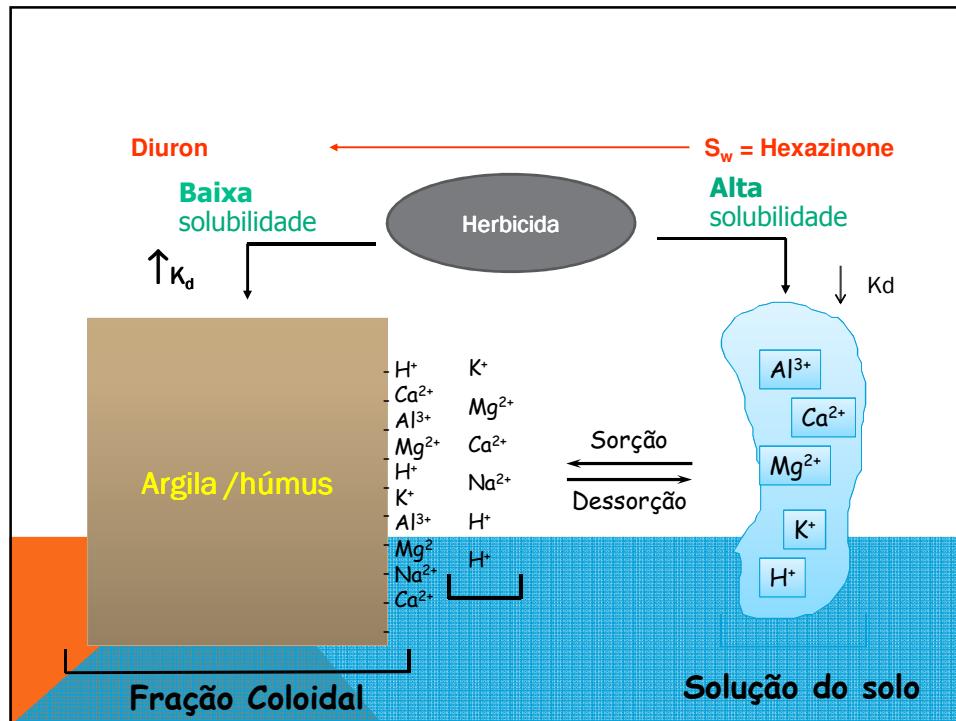
Refere-se ao potencial de retenção do herbicida junto à superfície do solo

$$K_d = \frac{\text{concentração do herbicida sorvido ao solo}}{\text{concentração do herbicida na sol. solo}}$$

Fase sólida ↑↑
Fase aquosa

$\uparrow K_d \rightarrow \uparrow \text{sorção}$

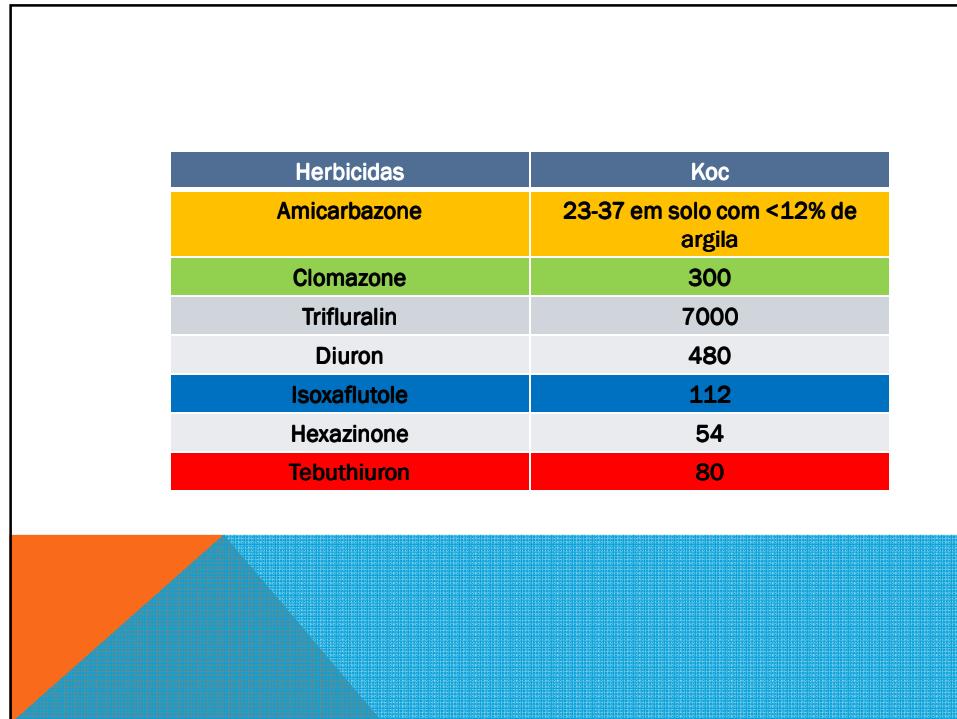
$$K_{oc} = \frac{K_d \times 100}{\text{Teor de CO do solo (\%)}}$$



Quanto maior à temperatura, umidade e pH do solo, maior a quantidade de herbicida sorvido que sofre o processo de dessorção.

Uma vez na solução do solo ele esta disponível para absorção, degradação biológica, lixiviação etc...

Ao mesmo tempo com o aumento da umidade inicia-se o fluxo de emergência das plantas daninhas.



APLICAÇÃO EM FUNÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA

Teores de matéria orgânica (%)

2,118 - 2,250
2,250 - 2,382
2,382 - 2,514
2,514 - 2,646
2,646 - 2,778
2,778 - 2,909
2,909 - 3,041
3,041 - 3,173
3,173 - 3,305
3,305 (média)
3,305 - 3,437
3,437 - 3,569
3,569 - 3,701
3,701 - 3,832
3,832 - 3,964
3,964 - 4,096
4,096 - 4,228
4,228 - 4,360
4,360 - 4,492
4,492 - 4,623
4,623 - 4,755
4,755 - 4,887

Figura 2. Teores de matéria orgânica do solo (%) das amostras coletadas na área do pivô central.

Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.8, p.787-793, ago. 2004

K_d ($L \ kg^{-1}$)

0,9 - 1,3
1,3 - 1,7
1,7 - 2,0
2,0 - 2,3
2,3 - 2,8
2,8 - 3,4
3,4 - 3,9
3,9 - 4,4

Figura 6. Valores de K_d obtidos para a população de amostras coletadas na área do Pivô Central.

Oliveira, M.F. et al., 2014

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Constante de equilíbrio de ionização-ácido (pka)

Herbicidas ácidos : são aqueles cuja formas moleculares são capazes de doar um próton e formar íons carregados negativamente.

Herbicidas básicos: são aqueles cujas formas moleculares são capazes de receber um próton e formas íons carregados positivamente

Herbicidas não iônicos: que não doam e nem recebem prótons

RELAÇÕES ENTRE O PH DA SOLUÇÃO DO SOLO E O PKA DO HERBICIDA

Pesticidas ácidos

pH da solução do solo = pka [M] = [A]

pH da solução do solo < pka [M] > [A]

pH da solução do solo > pka [M] < [A]

Pesticidas básicos

pH da solução do solo = pka [M] = [P]

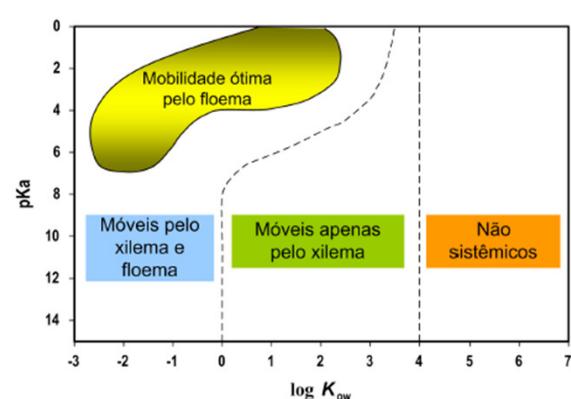
pH da solução do solo < pka [M] < [P]

pH da solução do solo > pka [M] > [P]

Disponibilidade

Categoria química	Grupo químico	Sorção
Não-iônicos	Dinitroanilinas (trifluralina, pendimethalin)	Moderada a Alta
	Tiocarbamatos (MSMA)	Baixa a moderada
	Cloroacetamidas (alachlor, S-metolachlor)	Baixa
	Uréias substituídas (diuron, tebuthiuron)	Baixa a Alta
Ácidos (aniônicos)	Isoxazolidinona (isoxaflutole, clomazone)	Baixa
	Fenoxis/benzóicos/picolínicos (2,4-D)	Muito Baixa
	Imidazolinonas (imazapic, imazapyr)	Muito Baixa
	Sulfoniluréias (trifloxsulfuron)	Muito Baixa
	Glyphosate	Muito Alta
Básicos (catiônicos)	Aril triazolinonas (sulfentrazone)	Baixa
	Triazinas (ametrina, hexazinona)	Baixa a Alta
Fortemente básicos	Dipiridiluns (paraquat)	Muito Alta

Fonte: Adaptado de Weber (1991).

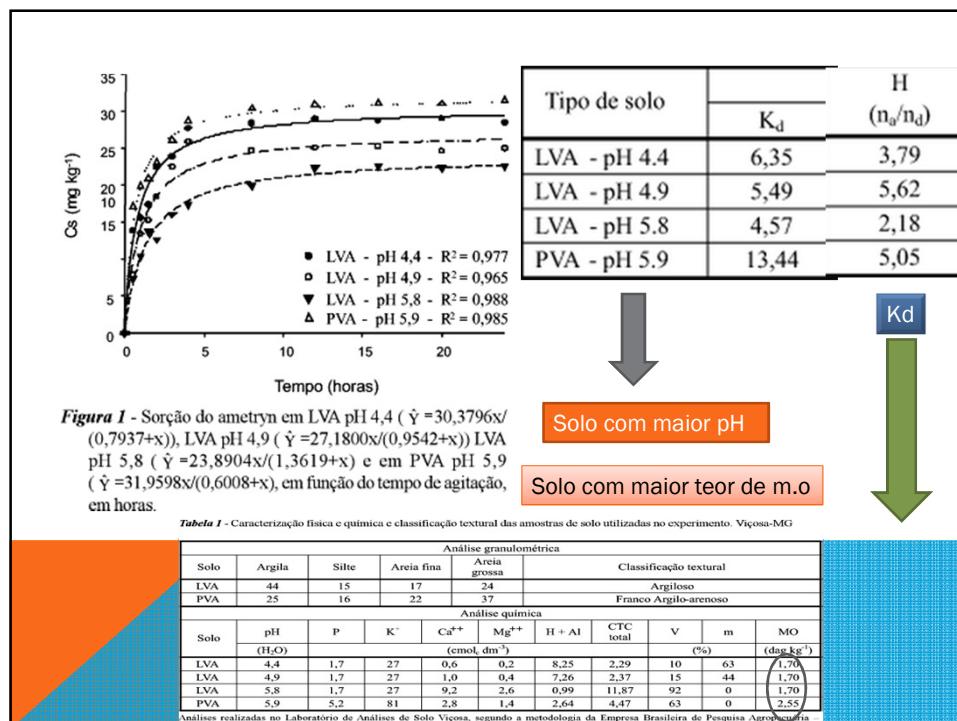


BROMILOV ET AL 1990

Sorção E Dessorção Do Ametryn Em Argissolo Vermelho-amarelo E Latossolo Vermelho-amarelo Com Diferentes Valores De pH

Determinar os coeficientes de sorção e dessorção do ametryn num Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) e num Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) com diferentes valores de pH

Andrade et al (2010)



VOLATILIZAÇÃO

Podem significar perdas de até 90% do produto aplicado.

Produtos orgânicos e inorgânicos encontrados na atm livres ou adsorvidos a partículas de poeira



Pressão de vapor (P)

Mede a tendência de volatilização do pesticida no seu estado normal (sólido ou líquido)

A volatilidade dos herbicidas aumenta em condições de alta temperatura e em baixa umidade relativa do ar

Classificação	Categoria	Pressão de vapor	
		(mm Hg)	(Pa) Pascal
1	Não volátil	< 10 ⁻⁸	< 10 ⁻⁶
2	Pouco volátil	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ – 10 ⁻³
3	Mediamente volátil	10 ⁻⁴ – 10 ⁻³	10 ⁻² – 10 ⁻¹
4	Muito volátil	> 10 ⁻²	>1

EFEITO DA TEMPERATURA

Distribuição	14C recuperado (% do total de 14C-clomazone aplicado)				
	Temperatura de incubação (°C)				
	5	15	25	35	DMS _{5%}
Volatilizado	1,4	2,1	3,3	7,2	0,8
Mineralizado	2,8	9,8	15,4	15,0	0,5
Total extraído do solo	92,8	78,4	68,4	60,0	4,4
Não extraído (resíduos ligados)	1,1	5,5	9,7	10,8	4,5
Total recuperado	98,1	95,7	96,8	93,0	NS

EFEITO UMIDADE DO SOLO

Temperatura do ar (°C)	Perda de EPTC em 24 h, (% do total aplicado)	
	Solo úmido (14% de umidade)	Solo seco (1% de umidade)
0	62,4	12,0
4,4	67,0	12,2
15,5	81,0	9,2
26,6	80,8	12,2
37,7	75,3	15,7

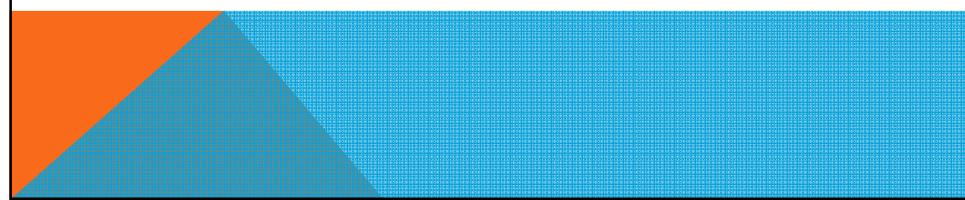
REDUÇÃO DE VOLATILIZAÇÃO

Aplicação em condições de temperatura mais baixa e solo mais seco

Incorporação

Novas formulações

Aditivos na calda para reduzir a volatilização



DERIVA SIMULADA DE CLOMAZONE EM EUCALIPTUS

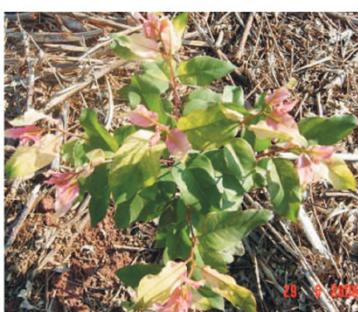


Figura 1 – Sintomas da deriva simulada de clomazone em clone VCP1 de *E. grandis* x *E. urophylla*, após sete dias.
Figure 1 – Symptoms of simulated drift of clomazone on VCP1 clone of *E. grandis* x *E. urophylla* after seven days.

TAKAHASHI, E.N. et al.

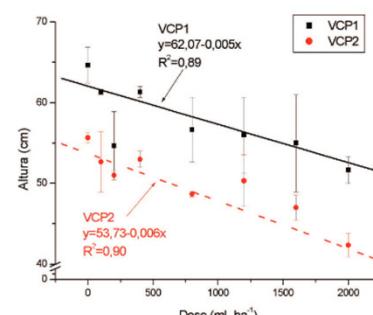
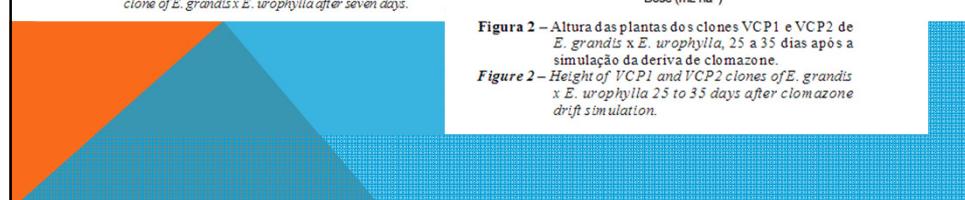


Figura 2 – Altura das plantas dos clones VCP1 e VCP2 de *E. grandis* x *E. urophylla*, 25 a 35 dias após a simulação da deriva de clomazone.
Figure 2 – Height of VCP1 and VCP2 clones of *E. grandis* x *E. urophylla* 25 to 35 days after clomazone drift simulation.





DERIVA DE HERBICIDAS

Tabela 4: Fitotoxicidade de diferentes doses de 2,4-D aplicadas em plantas jovens de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill, var. Santa Clara) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação deste herbicida.
Araras 2019.

Tratamentos	% Fitotoxicidade - 2,4-D				Biomassa seca (g)
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	
1D	68,00 a	70,00 a	80,00 a	90,00 a	0,00 c
1/2D	68,00 a	66,00 a	76,00 a	87,00 a	0,45 c
1/8D	64,00 a	65,00 a	66,00 a	62,00 b	1,05 bc
1/32D	24,00 b	22,00 b	24,00 b	26,00 c	3,56 a
1/128D	10,00 c	5,00 c	4,00 c	8,00 d	3,24 ab
1/512D	6,00 c	2,00 c	4,00 c	8,00 d	4,39 a
Testemunha	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 d	4,81 a
CV (%)	19,15	18,87	20,70	21,80	41,99
DMS (5%)	13,33	12,59	15,26	17,77	2,34

Tratamentos	% Fitotoxicidade - Dicamba				Biomassa seca (g)
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	
1D	95,00 a	99,00 a	100,00 a	100,00 a	0,00 b
1/2D	70,00 b	78,00 b	82,00 a	95,00 a	0,64 b
1/8D	77,00 b	82,00 b	89,00 a	100,00 a	0,00 b
1/32D	69,00 b	58,00 c	46,00 b	54,00 b	0,74 b
1/128D	22,00 c	18,00 d	7,00 c	5,00 c	2,22 a
1/512D	2,00 d	3,00 e	4,00 c	6,00 c	2,73 a
Testemunha	0,00 d	0,00 e	0,00 c	0,00 c	2,81 a

Roesler - IC

Degradação

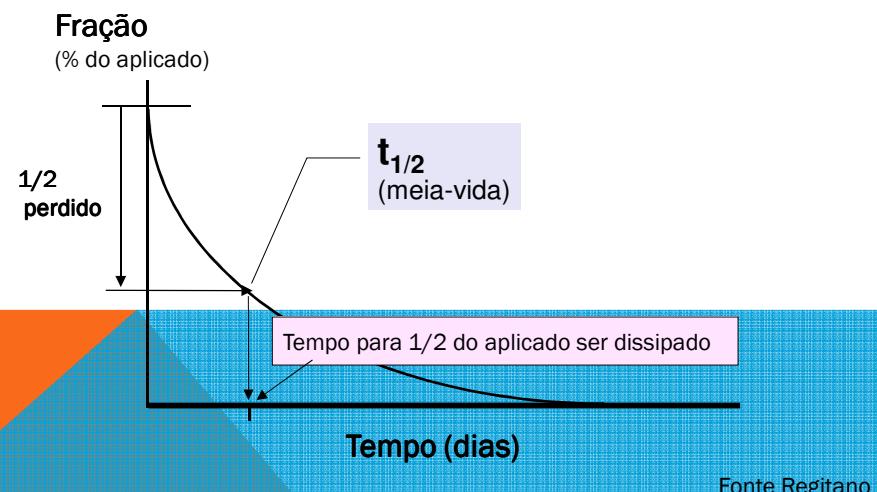
Transformação na **estrutura química** da molécula do herbicida, resultando:

- Subprodutos (metabólitos) e/ou
- CO₂ + água (mineralização)

Abiótica (química): fotólise, hidrólise, oxi-redução etc.

Biótica: metabolizado por **microrganismos**, plantas etc.

Meia-vida ($t_{1/2}$) de dissipação



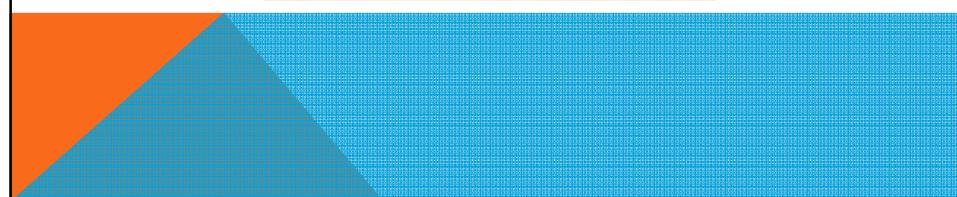
Fonte Regitano

DECOMPOSIÇÃO MICROBIANA/CONDIÇÕES IDEIAS

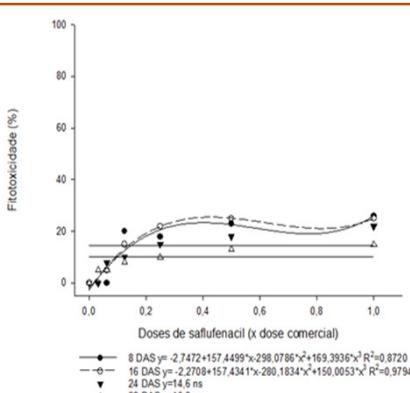
- umidade do solo entre 50 e 100% da capacidade de campo,
- aeração,
- temperatura entre 27 e 32°C,
- índice de pH de 6,5 a 8,0
- altos teores de matéria orgânica.

Diagnose de sintomas de fitotoxicidade devidos ao herbicida tebuthiuron em folhas de amendoim, em áreas de renovação de canaviais.

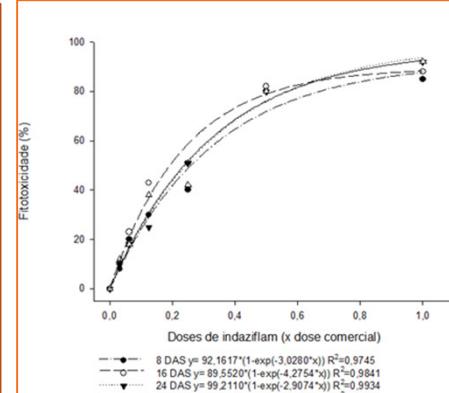
Sergio Veraguas Sanchez



Saflufenacil



Indaziflan



Crotalaria juncea semeada 60 DAA após a aplicação de saflufenacil e de indaziflan

O indaziflan apresenta maior $t_{1/2}$ no solo (> 150 dias),

Torres et al 2017

