

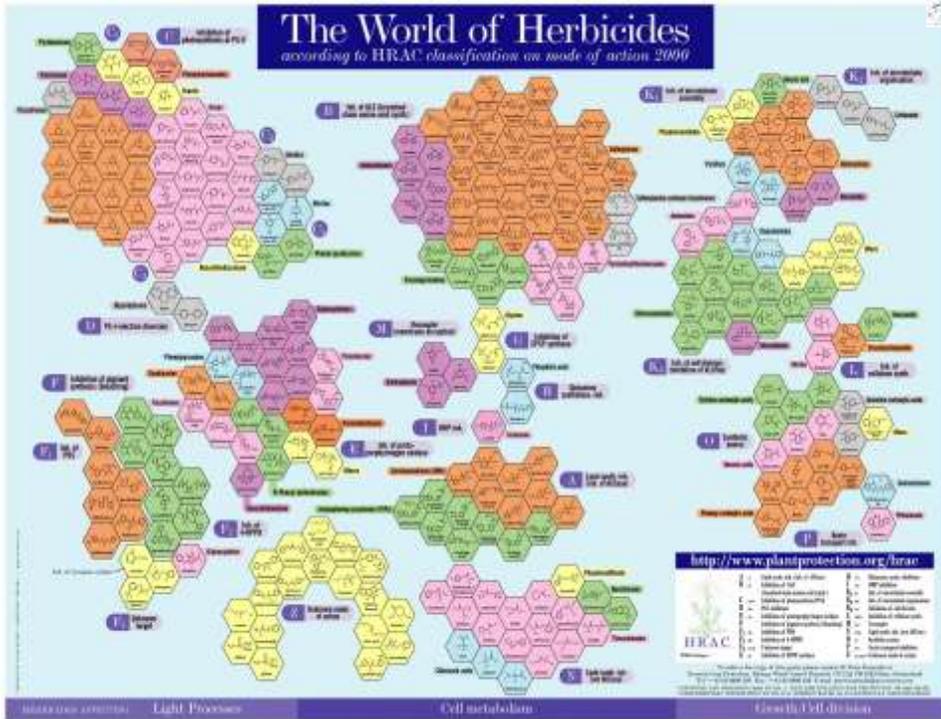
Metodologia de curvas de dose-resposta

Marcel Sereguin Cabral de Melo

Doutorando em Fitotecnia – ESALQ/USP
melomsc@yahoo.com.br/ 019 8148 3737

“DEFINIÇÃO”

- ✓ Metodologia que representa a relação entre a dose de um determinado composto e a proporção da população que responde com um efeito positivo ou negativo.
- ✓ Curvas sigmóides.



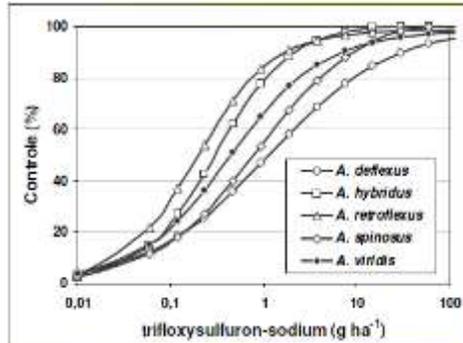
Princípios fundamentais

Objetivo

- Claro e conciso
- Específico (1 ou 2 perguntas)

- Quais os objetivos de uma curva de dose-resposta?
- Há diferenças de suscetibilidade interespecífica?
- Há diferenças de suscetibilidade entre biótipos?
- Há diferenças entre condições?
- Qual a melhor dose?

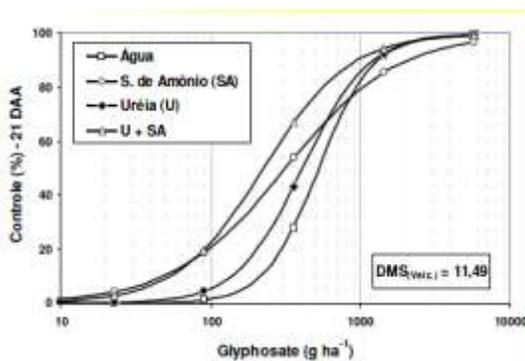
Usos para metodologia de curva de dose-resposta



Controle percentual de 5 espécies do gênero *Amaranthus* quando submetidas a diferentes doses do herbicida trifloxysulfuron-sodium, 20 DAA

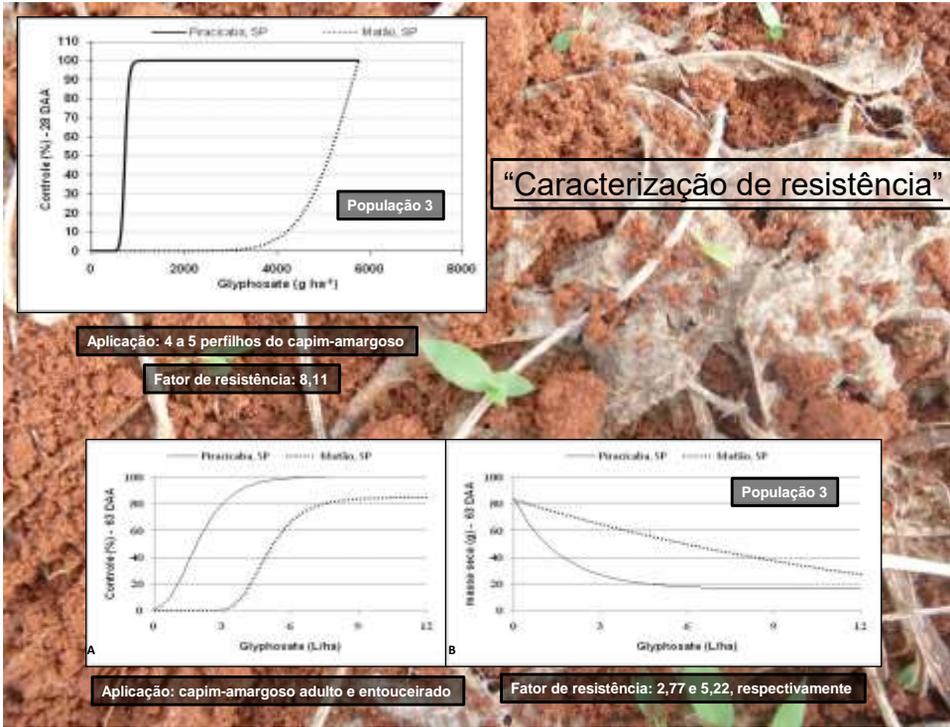
Carvalho et. al. 2006

Usos para metodologia de curva de dose-resposta

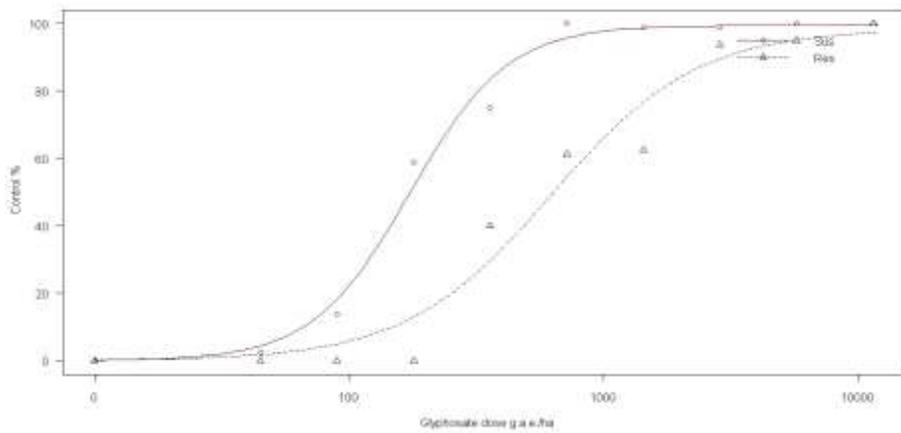


Controle percentual do capim-amargoso aos 21 DAA, utilizando como veículo água pura, solução de sulfato de amônio (SA - 15 g L^{-1}), Uréia (U - 5 g L^{-1}) e solução de U + SA ($2,5 + 7,5 \text{ g L}^{-1}$)

Carvalho et. al. 2009



Digitaria insularis aplicada na fase de seedling



Sus:50 173.88

Res:50 626.13

Sus/Res:50/50 0.277702 0.036947 -19.549448 0 RES/SUS = 3,60 X

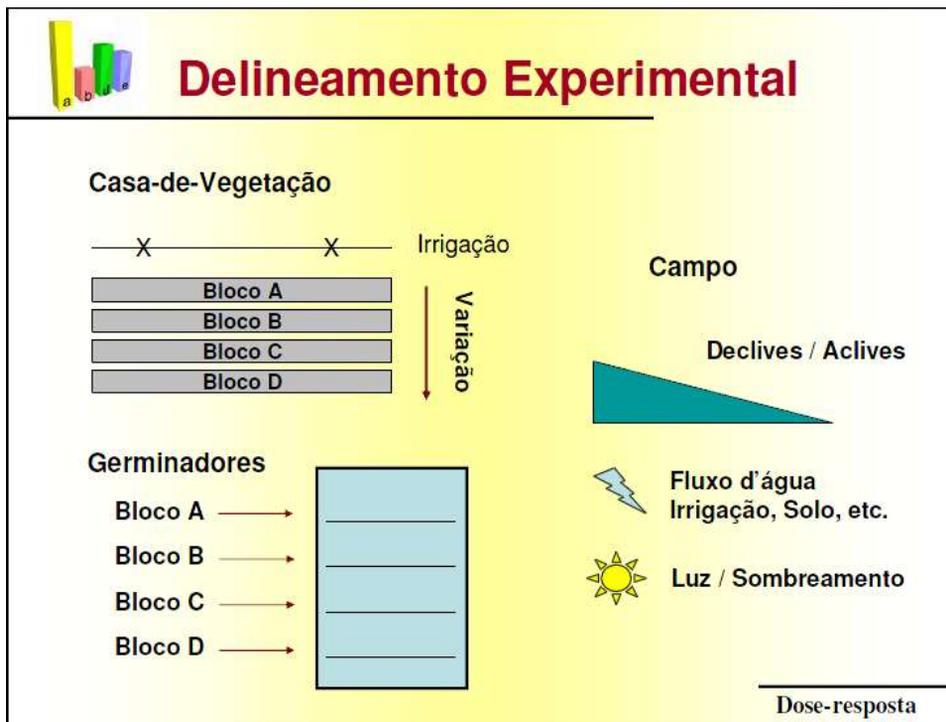
Princípios fundamentais

Casualização (Que tipo?)

Repetições (Há variabilidade?)

Controle local

- Experimentos inteiramente casualizados
- Blocos ao acaso
- Quadrado latino





Delineamento Experimental

Considerações Gerais:

- Homogeneidade da área experimental
- Infestação das plantas daninhas
- Características físico-químicas dos herbicidas
- Histórico da área
- Condições Edáficas e Culturais
- Épocas de Aplicação
 - Pré-emergência
 - Pós-emergência, fenologia (Hess et al., 1997)

Dose-resposta



Delineamento Convencional

3	6	T	5
5	4	2	4
2	T	6	3
6	2	3	2
T	5	4	T
4	3	5	6

3	T	6	T	T	T	5	T
5	T	4	T	2	T	4	T
2	T	T	T	6	T	3	T
6	T	2	T	3	T	2	T
T	T	5	T	4	T	T	T
4	T	3	T	5	T	6	T

Testemunha Lateral

T	6	T	5
3	T	2	T
T	4	T	4
5	T	6	T
T	3	T	3
2	T	3	T
T	2	T	2
6	T	4	T
T	5	T	6
4	T	5	T

Testemunha adjacente ou dupla

Dose-resposta

Dose-resposta

Quantas doses?

6 – Mínimo

8 – Bom

10 – Excelente

Amplitude das doses

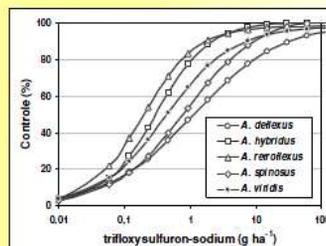
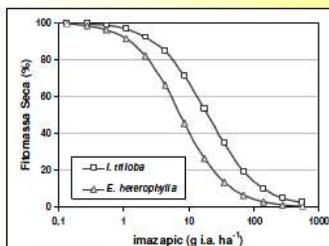
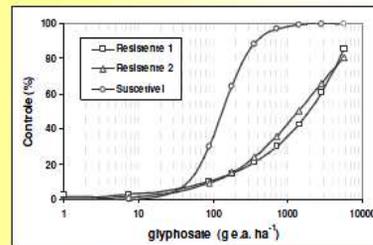
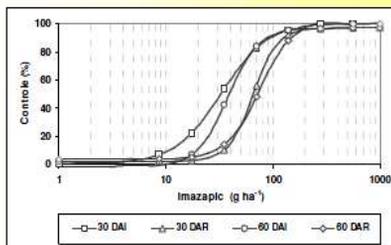
-Equidistância no eixo X

-Múltiplas de 2, 4 ou 10

-Depende da eficácia do herbicida (Controles extremos superiores e inferiores)



Dose-Resposta



Dose-resposta



Avaliação e Análise

1. Quais variáveis?
 - 1.1. Controle Percentual ou Escala ALAM (1974)
 - 1.2. Massa de Matéria Seca
 - 1.3. Massa Fresca???
 - 1.4. Rendimento*

2. Quanto tempo?
 - 2.1. Pré-emergentes: 30, 60, 90 até 120 dias
 - 2.2. Pós-emergentes: 7, 14, 21, 28 DAA

Dose-resposta

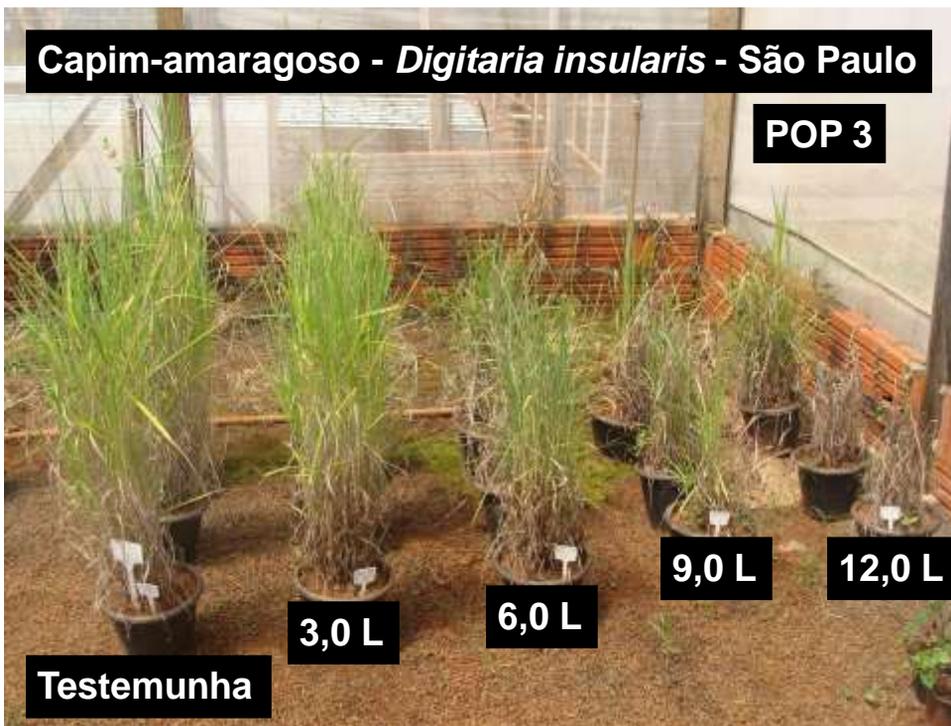
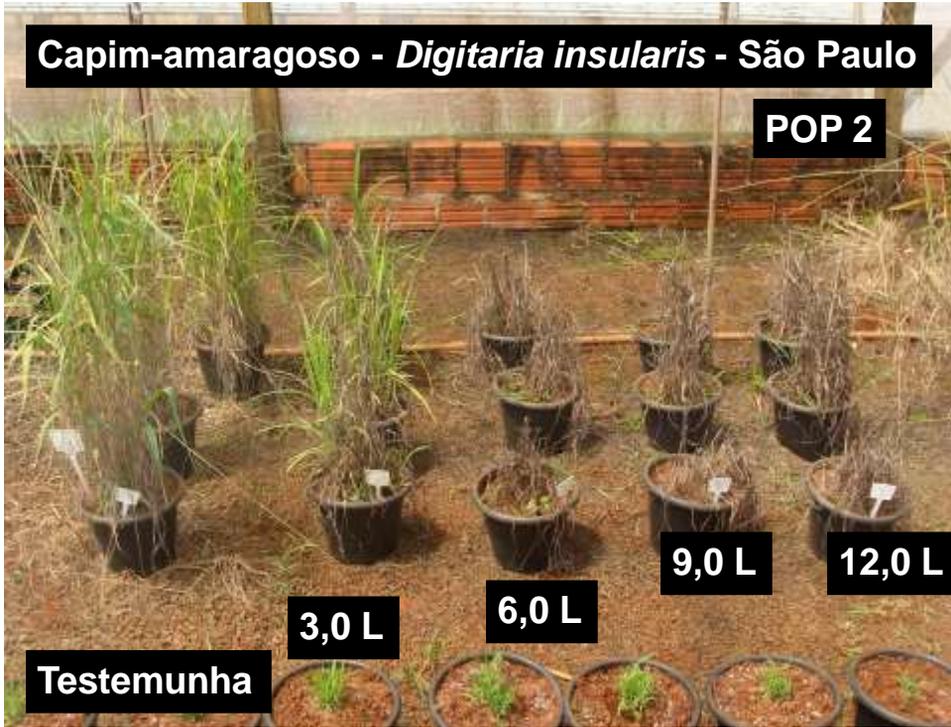


Avaliação e Análise

Escala de avaliação visual de controle das plantas daninhas por meio de herbicidas proposta pela ALAM (1974).

Índices	% de controle	Descrições dos níveis de controle
1	91-100	Controle considerado excelente
2	81-90	Controle considerado muito bom
3	71-80	Controle considerado bom
4	61-70	Controle considerado suficiente
5	41-60	Controle considerado regular
6	0-40	Nenhum ou pobre

Dose-resposta



***D. Insularis* aplicada na fase
de seedling, 21 DAT
180 g.e.a./ha**



Análise dos Dados

1. Análise da Variância

1.1. Aplicação do Teste 'F'

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espécie	1	17.257813	17.257813	0.243	0.6233
Dose	7	155074.742188	22153.534598	311.489	0.0000
Espécie*Dose	7	194.929688	27.847098	0.392	0.9055
Bloco	7	8080.367188	1154.338170	16.231	0.0000
erro	105	7467.757813	71.121503		
Total corrigido	127	170835.054688			
CV (%) =	13.92				
Média geral:	60.5859375		Número de observações:	128	

Dose-resposta



Análise dos Dados

1. Análise da Variância

1.1. Aplicação do Teste 'F'

Efeito Significativo?

Não – Fim da Análise!

Sim...

2. Qual a natureza dos dados?

2.1. Qualitativos

Comparações: Contrastes, Tukey, Duncan, etc.

2.2. Quantitativos

Regressões (Log-logística)

Dose-resposta



Regressões

1. Mais utilizadas:

1.1. Log-Logística

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

Streibig, 1988

$$y = P_{\text{mín}} + \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

Seefeld et al., 1995

y = variável resposta;

x = dose do herbicida (g i.a. ha⁻¹)

$P_{\text{mín}}$ = ponto mínimo da curva

a = $P_{\text{max}} - P_{\text{min}}$ (amplitude)

b = dose p/ 50% de resposta

c = declividade da curva

Dose-resposta



Regressões

1. Mais utilizadas:

1.1. Log-Logística

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

Versão que intercepta x
Dados de Controle e Massa

Streibig, 1988

$$y = P_{\text{mín}} + \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

Versão que não intercepta x
Dados de Massa (Fresca ou Seca)

Seefeldt et al., 1995

Dose-resposta



Regressões

1. Mais utilizadas:

1.1. Log-Logística

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

$$y = P_{\text{mín}} + \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

Vantagens:

- Parâmetros com boa interpretação biológica
- Estimativa de C_{50} ou GR_{50}

Equações Inversas para cálculo matemático:

$$x = b * \sqrt[c]{\frac{a}{y} - 1}$$

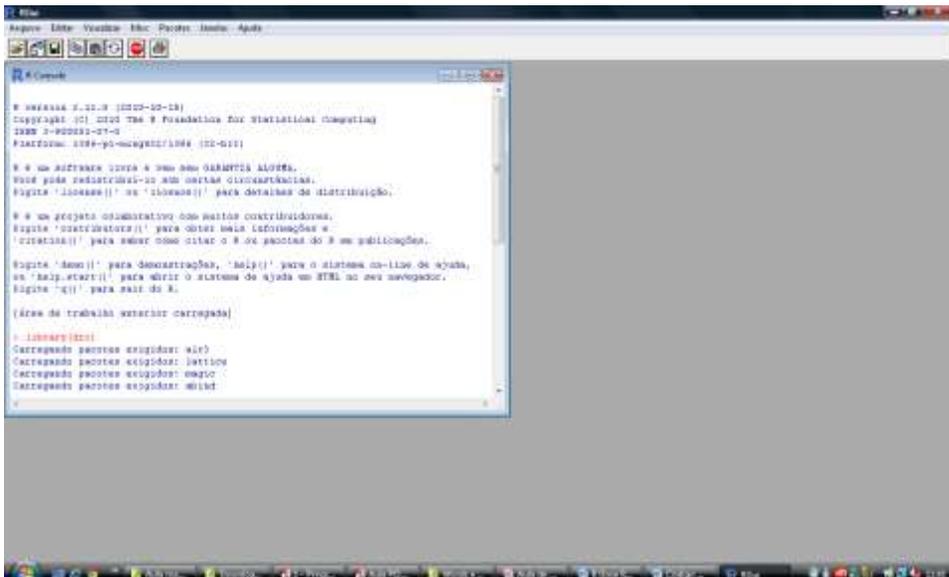
$$x = b * \sqrt[c]{\frac{a}{(y - P_{\text{mín}})} - 1}$$

Dose-resposta

Programas Estatísticos

R
SAS
Sigmaplot
Tablecurve 2D
Labfit
Curve expert
Excel

Programa estatístico R



```

R Console
Arquivo Editar Visualizar Ferramentas Ajuda

R versão 3.2.2 (2015-10-13)
Copyright (C) 2015 The R Foundation for Statistical Computing
ISBN 3-900051-27-0
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R é um software livre e tem uma licença aberta.
Você pode redistribuí-lo em certas circunstâncias.
Digite 'license()' ou 'licence()' para detalhes de distribuição.

R é um projeto colaborativo com muitos contribuidores.
Digite 'contributors()' para obter mais informações e
'credits()' para saber como citar o R em publicações.

Digite 'demo()' para demonstrações, 'help()' para o sistema on-line de ajuda,
ou 'help.start()' para abrir o sistema de ajuda em HTML no seu navegador.
Digite 'q()' para sair do R.

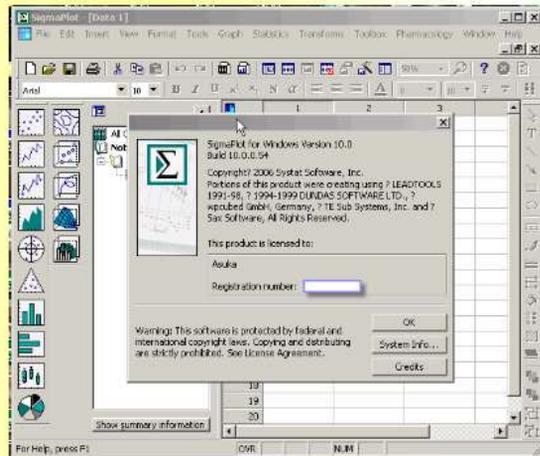
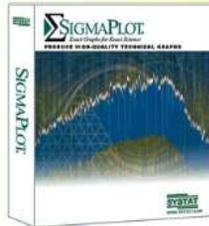
[Área de trabalho exterior carregada]

> library(lme4)
Carregando pacotes exigidos: nlv3
Carregando pacotes exigidos: lattice
Carregando pacotes exigidos: magiC
Carregando pacotes exigidos: mcmc
  
```



Programas Estatísticos

Sigma Plot



Dose-resposta

Apresentação dos dados

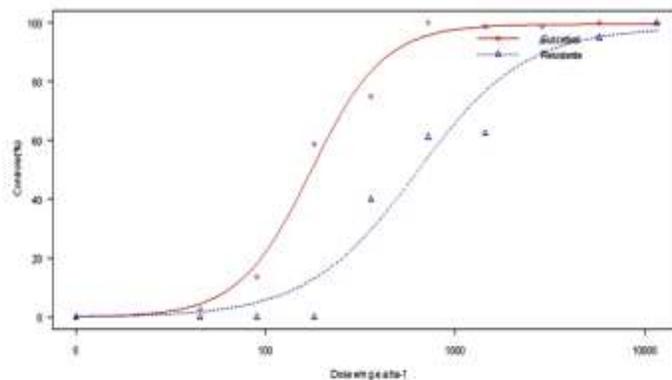


Figura 1.1 – Curva de dose-resposta para a avaliação visual da porcentagem de controle (C) dos biótipos suscetível e resistente, 28 dias após a aplicação (DAA) de glyphosate no estágio de seedling

Apresentação dos dados

Tabela 1.1 - Doses de glyphosate(g e.a. ha⁻¹) necessárias para controlar (C) ou reduzir a massa seca (GR) de 50 e 90% de ambos biótipos, baseando-se nas testemunhas, determinando o fator de resistência (FR) no estágio de seedling

Biótipo	C ¹		GR ¹	
	Controle visual		Massa seca	
	50	90	50	90
Resistente (R)	626,13	2677,08	289,470	365,65
Suscetível (S)	173,88	458,16	37,906	147,82
FR(R:S) ²	3,60	5,84	7,63	2,60

¹ - Dose para controlar (C) ou reduzir a massa seca (GR) de 50 ou 90 %, baseando-se na testemunha, ² - Fator de Resistência (FR) para o C ou GR₅₀% e C ou GR₉₀%. R = biótipo resistente proveniente do município de Matão - SP, e S biótipo susceptível proveniente do município de Piracicaba - SP.

Tabela 1.2 - Parâmetros estimados para as curvas dos biótipos resistente e susceptível aplicados no estágio de seedling (SE = desvio padrão)

Parâmetros estimados baseados na regressão não linear				
		b ± SE	d ± SE	e ± SE
Controle (C)	Suscetível	-2,267 ± 0,286	98,564 ± 2,120	173,878 ± 11,571
	Resistente	-1,512 ± 0,179	98,514 ± 3,841	626,134 ± 72,134
Massa seca (GR)	Piracicaba - SP	1,614 ± 0,928	0,5156 ± 0,0496	37,9060 ± 12,6741
	Matão - SP	7,659 ± 6,787	0,4610 ± 0,0278	289,4704 ± 58,877

¹ "b" é a declividade da curva, "d" é o limite superior da curva e "e" a dose que proporciona 50% de resposta da variável



Obrigado!