

Fitopatologia Básica

Epidemiologia

Modesto Barreto

FCAV/ UNESP - Jaboticabal

Depto de Fitossanidade

 (0xx16) 3209-2640 R - 25

 modesto@fcav.unesp.br

EPIDEMIOLOGIA

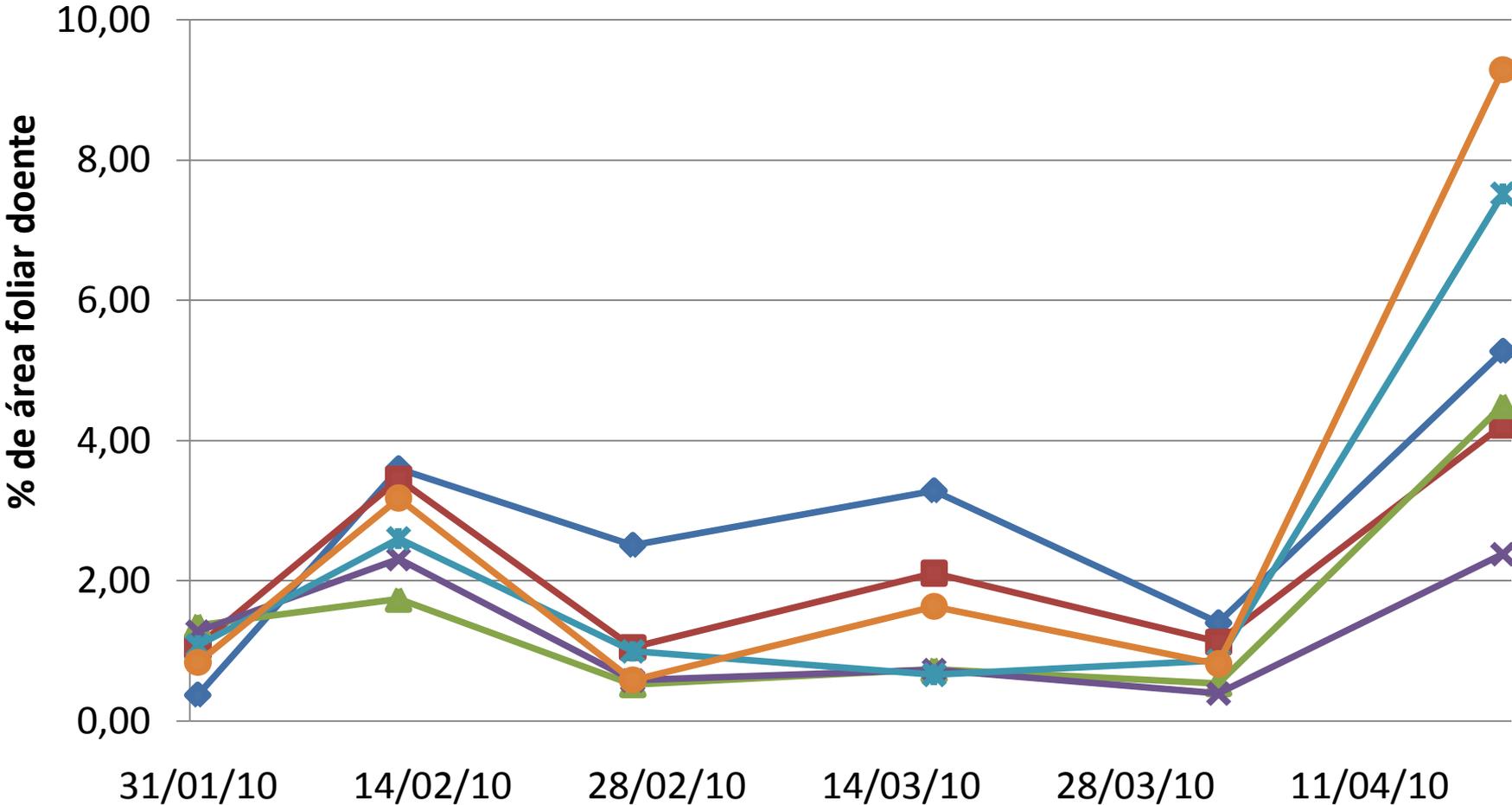
- Estudo de doenças em populações
- Essência – Ciclo da Doença – Contínuo



CURVAS DE PROGRESSO DA DOENÇA

- Plotagem da proporção de doença x tempo
- É a melhor representação da epidemia - Podemos
 - Caracterizar Iterações Patógeno – Hosp. – Ambiente
 - Avaliar Estratégias de Controle
 - Prever Níveis Futuros de Doença

Severidade da Mancha Preta



◆ 1. Tatu

■ 2. IAC 886

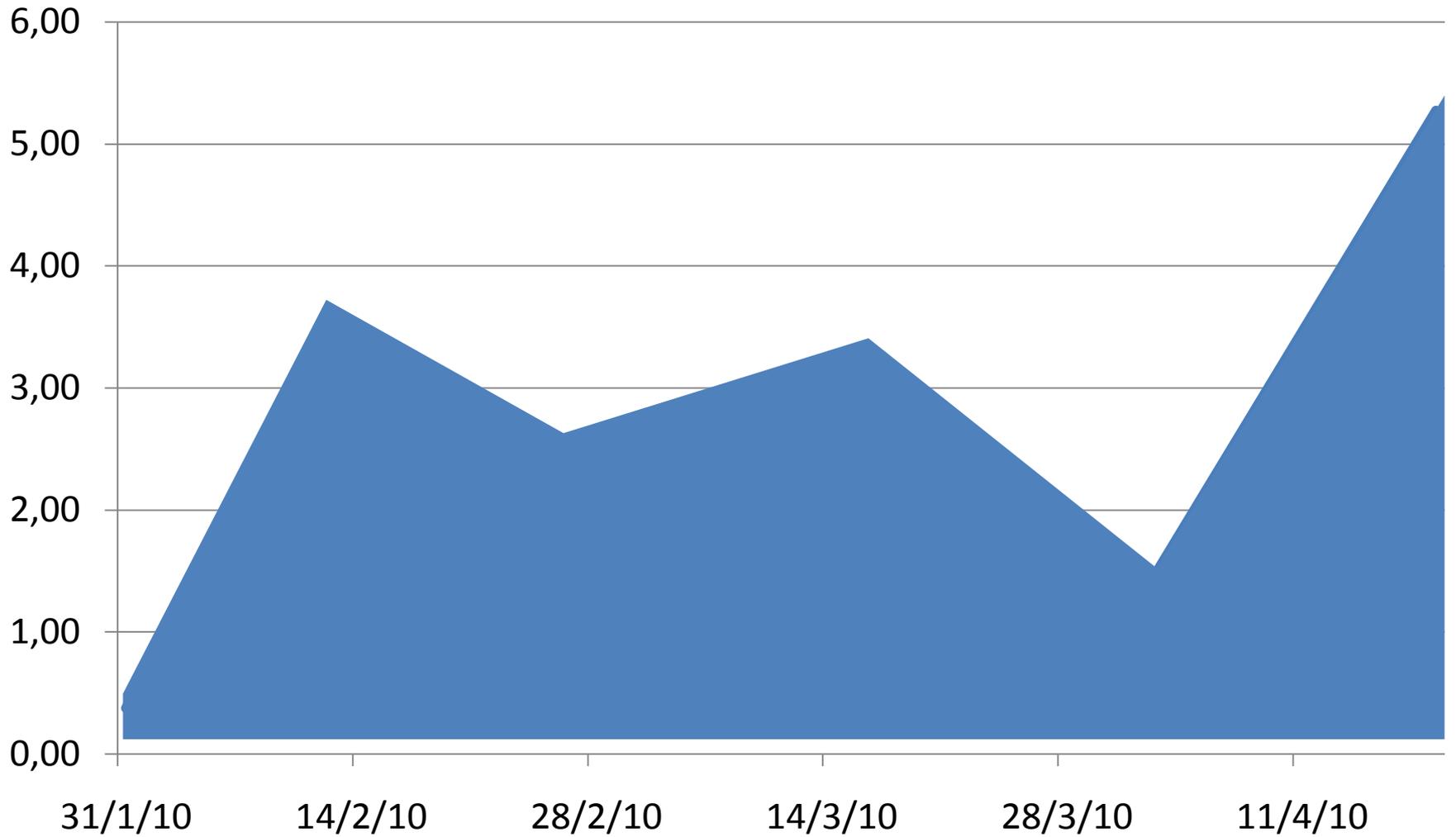
▲ 3. IAC 213

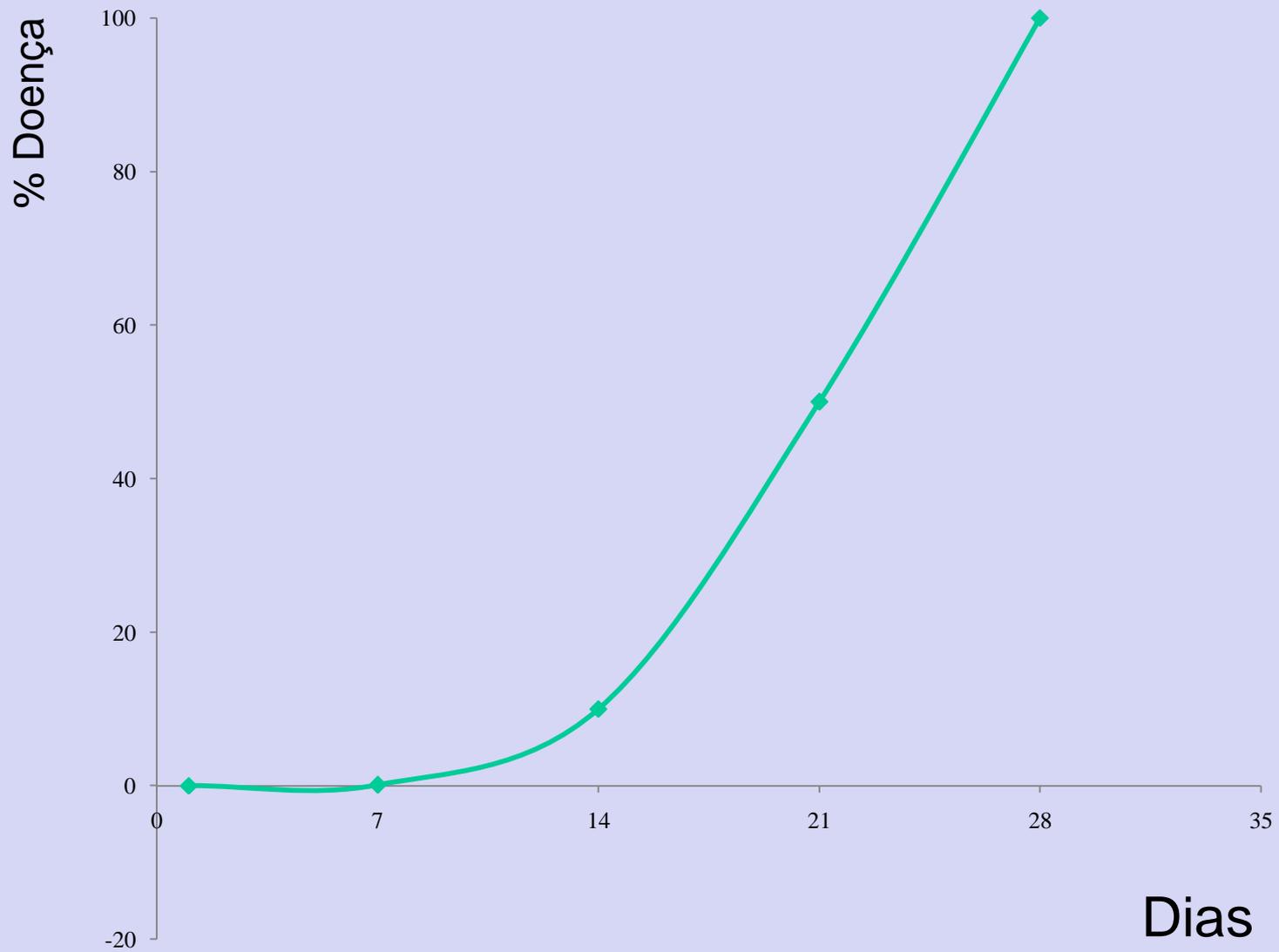
✖ 4. IAC 503 (AO)

✖ 5. IAC 505 (AO)

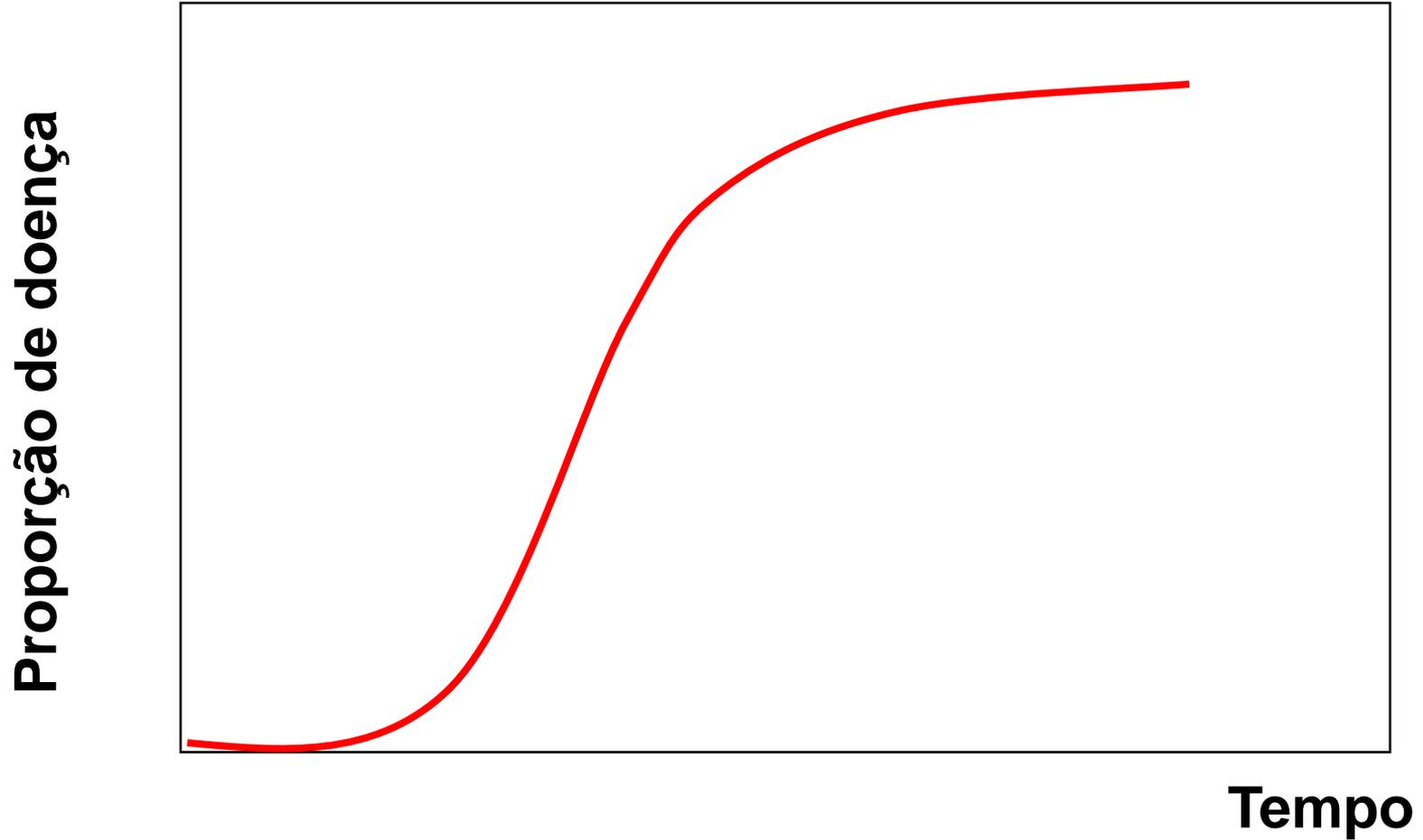
● 6. Granoleico

AACPD





Curvas de Progresso da Doença e Controle



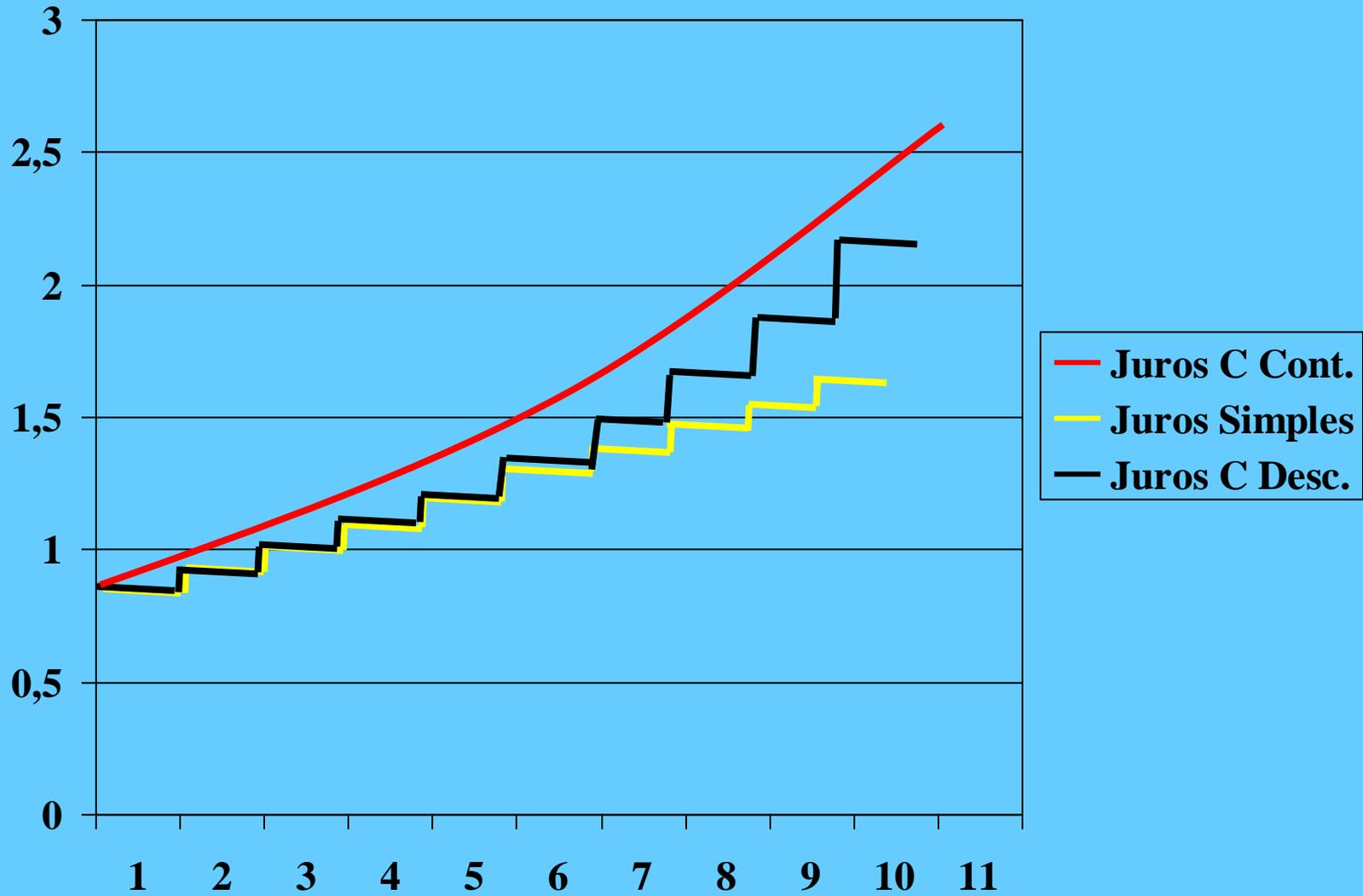
CLASSIFICAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DE DOENÇA

- VANDERPLANK (1963)
- Analogia
 - Crescimento de Capital (\$) e Crescimento de Doença
 - Juros Simples e Juros Compostos
 - Juros simples
 - $C_t = C_0 (1 + rt)$
 - Juros Compostos
 - $C_t = C_0 (1 + r)^t$
 - Para unidade de tempo infinitesimalmente pequena
 - $C_t = C_0 * \exp(rt)$ ou $C_t = C_0 * e^{(rt)}$

- Ex:
- Capital Inicial (C_0) = 100
- Tempo = 10 (meses, anos, etc.)
- Taxa = 10% (0,1)
- Juros Simples $\rightarrow C_t = C_0 (1 + rt)$
- $C_t = 100 (1 + 0,1*10) = 100 * 2 = 200$
- Juros Compostos Descont. $\rightarrow C_t = C_0 (1 + r)^t$
- $C_t = 100 (1+0,1)^{10} = 100 * 2,6 = 260$
- Juros Compostos Cont. $\rightarrow C_t = C_0 * e^{(rt)}$
- $C_t = 100 (2,72)^{(0,1*10)} = 100(2,72)^1 = 272$

Demonstração de rendimentos por juros simples e compostos, considerando um capital (C_0) de R\$ 100,00 e uma taxa de rendimento mensal de 10% ($r = 0,1$)

Tempo (Mês)	Juros Simples $C=C_0(1+rt)$		Juros Compostos $C=C_0*exp^{rt}$	
	Capital (R\$)	R\$/mês	Capital(R\$)	R\$/mês
1	110	10	110	10
2	120	10	122	12
3	130	10	135	13
...
58	680	10	33.029	3.142
59	690	10	36.503	3.474
60	700	10	40.343	3.840



CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA

- **WALKER (1959) – Jubileu de ouro da APS**

“a obtenção de variedades resistentes deve ser um programa contínuo. A variabilidade potencial dos patógenos não permitirá que se obtenha uma variedade resistente, que permaneça como tal, por um período indefinido”

- **VANDERPLANK (1963)**

“Não há razão para pessimismo”

TEORIA DE FLOR

- **TEORIA de FLOR**

“Para cada gene de resistência no hospedeiro existe um gene complementar de virulência no patógeno e vice – versa”

- **Ex. Batata x *Phytophthora infestans***

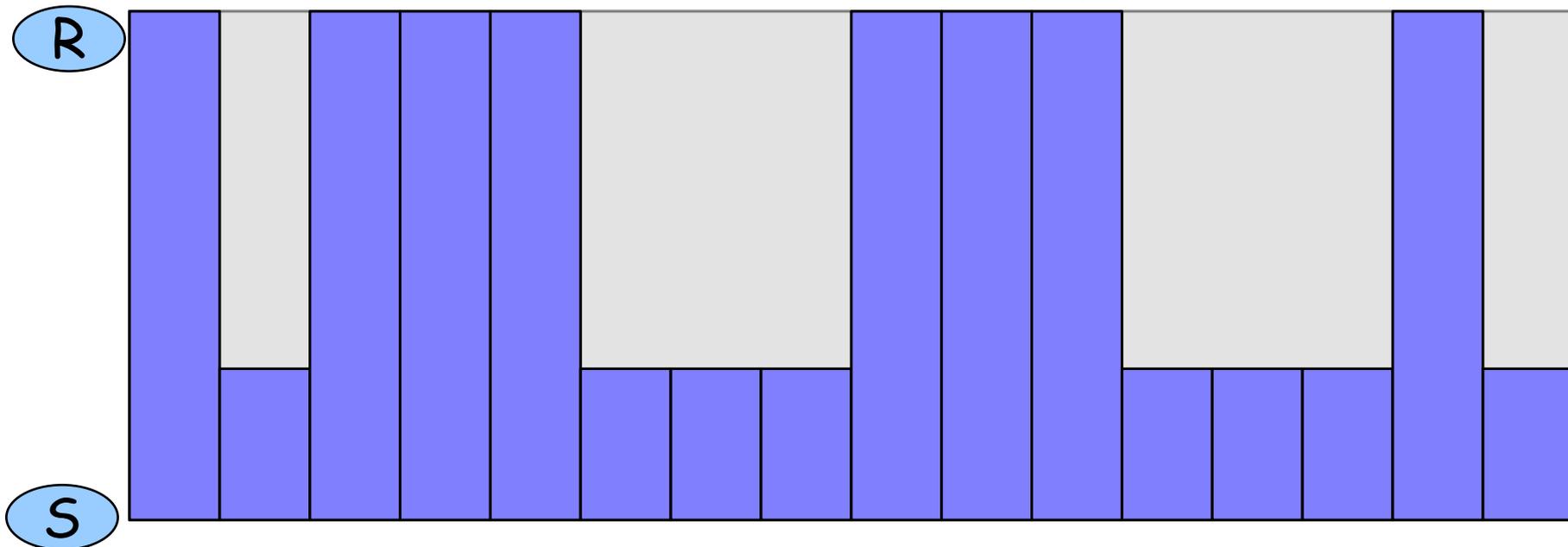
- Variedade Resistente = Letra R

- Gene de Resistência = Número

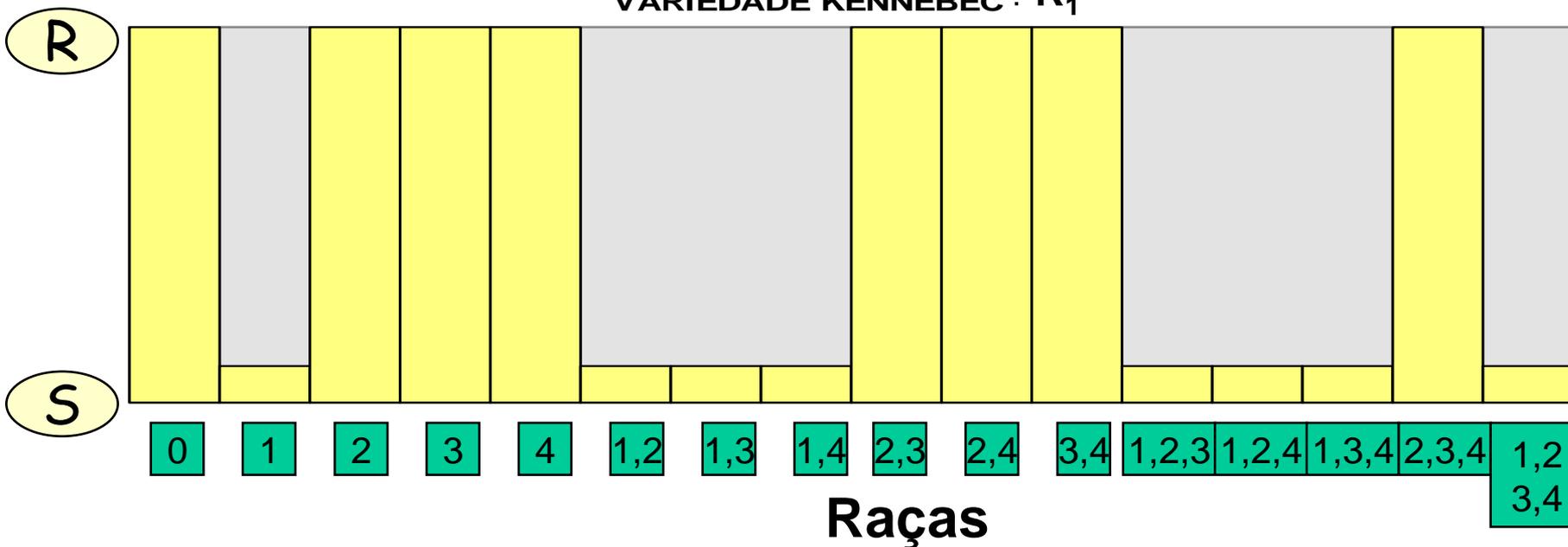
R_1 = Variedade com gene 1 de Resistência

- Gene que Vence R_1 = (1)

VARIEDADE MARITTA R₁



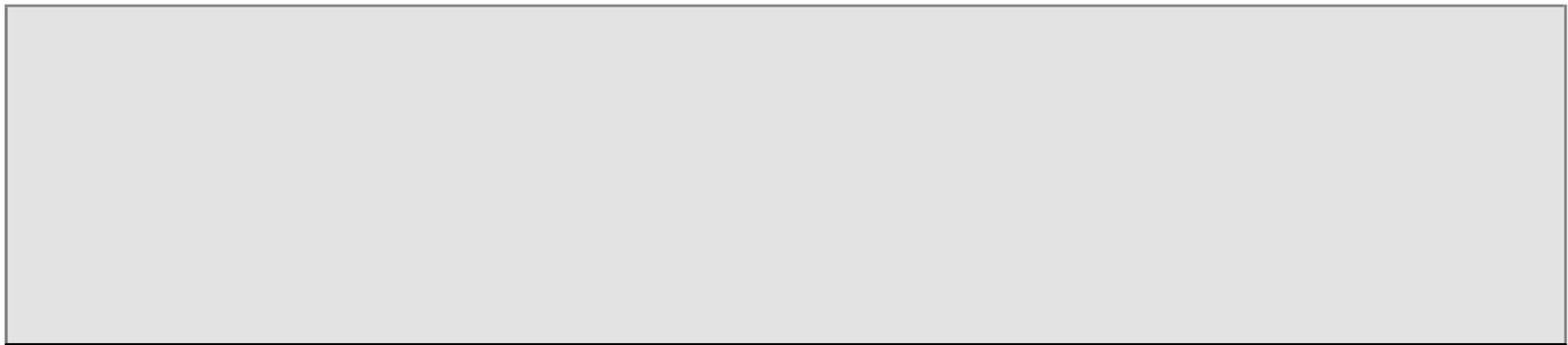
VARIEDADE KENNEBEC · R₁



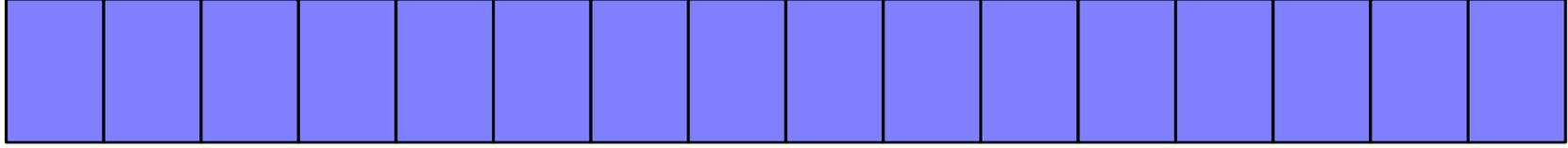
Raças

VARIEDADE CAPELLA

R



S



VARIEDADE KATAHDIN

R



S



0 1 2 3 4 1,2 1,3 1,4 2,3 2,4 3,4 1,2,3 1,2,4 1,3,4 2,3,4 1,2
3,4

Raças

Ex. Ensaio com:

5 Variedades

5 Raças

4 Repetições e esquema **FATORIAL**

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
Variedades (V)	4	→		??
Raças (R)	4	→		??
Interação V x R	16	→		ns
Resíduo	75			
Total	99			

Resistência é Chamada **HORIZONTAL**

Patogenicidade é Chamada **AGRESSIVIDADE**

Ex. Ensaio com:

5 Variedades

5 Raças

4 Repetições e esquema **FATORIAL**

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
Variedades (V)	4	→		??
Raças (R)	4	→		??
Interação V x R	16	→		**
Resíduo	75			
Total	99			

Resistência é Chamada **VERTICAL**

Patogenicidade é Chamada **VIRULÊNCIA**

Variedades \ Raças	A	B	C
1	5	1	1
2	1	5	1
3	1	1	5

Variedades \ Raças	D	E	F
4	3	4	5
5	2	3	4
6	1	2	3

Tem Interação Diferencial

Resistência é Vertical

Raças são Virulentas

Sem Interação Diferencial

Resistência é Horizontal

Raças são Agressivas

Variedades \ Raças	G	H	I
7	4	3	2
8	4	3	2
9	4	3	2

Sem Interação Diferencial
Resistência é Horizontal
Raças são Agressivas

Variedades \ Raças	J	K	L
10	4	4	4
11	3	3	3
12	2	2	2

Sem Interação Diferencial
Resistência é Horizontal
Raças são Agressivas

Raças \ Variedades	M	N	O
13	5	3	3
14	2	5	2
15	1	1	5

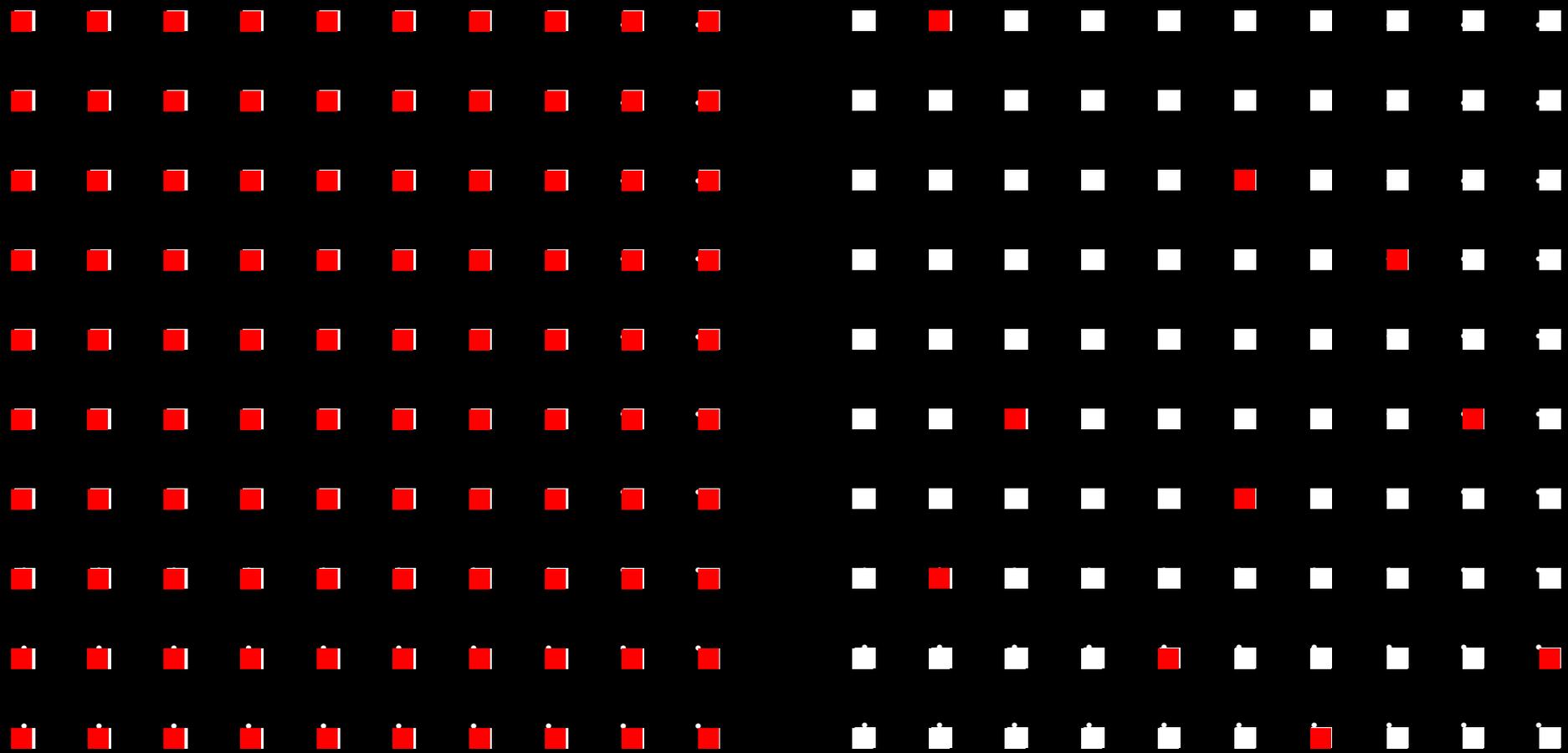
Tem Interação Diferencial

Variedades têm Resistência Vertical e Horizontal

Raças têm Virulência e Agressividade

CONSEQÜÊNCIAS EPIDEMIOLÓGICAS DA RESISTÊNCIA VERTICAL E DA HORIZONTAL

(0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)



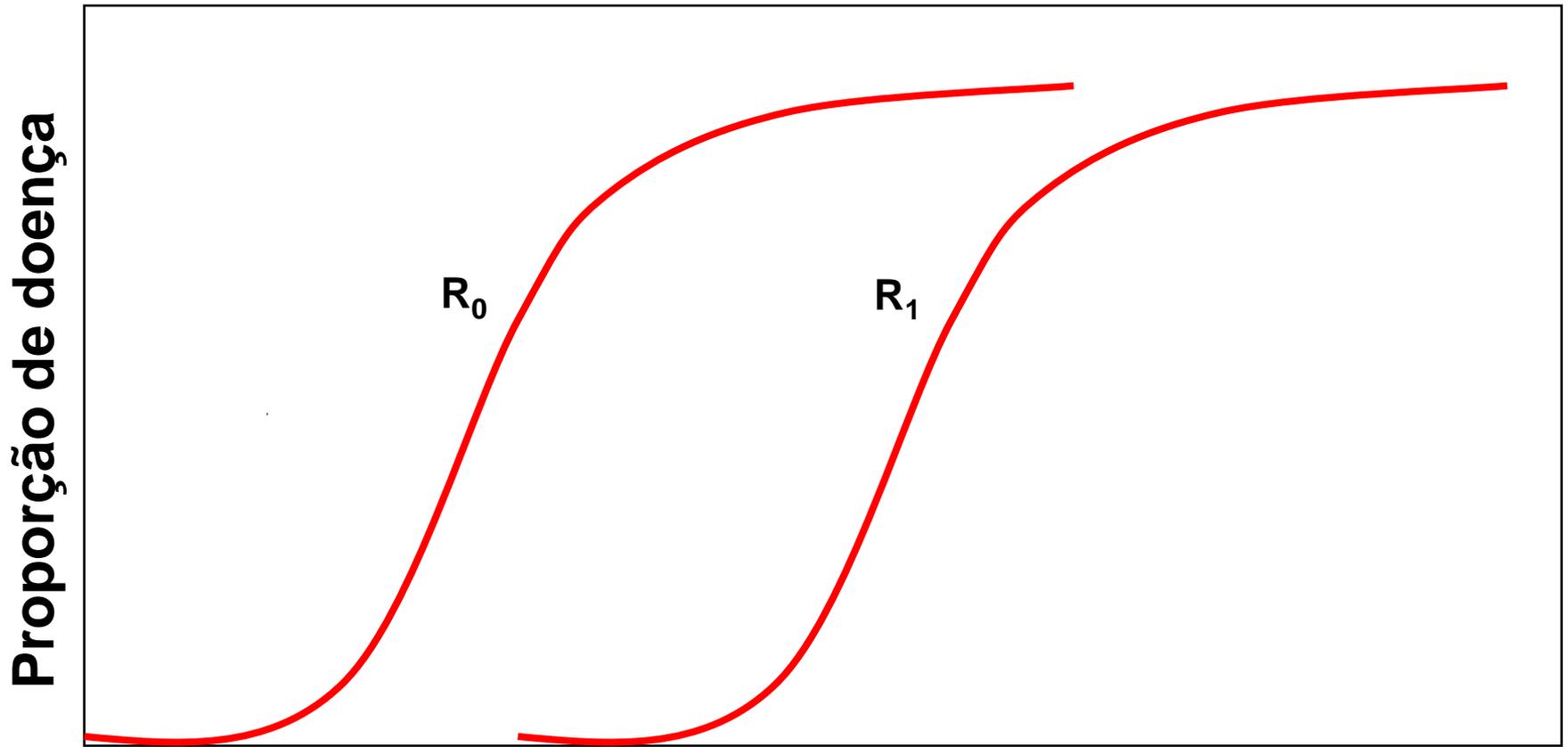
R₀

■ Doente
 ■ Sadio

R₁

Reduz Inóculo Inicial (x₀)

Curvas de Progresso da Doença e Controle



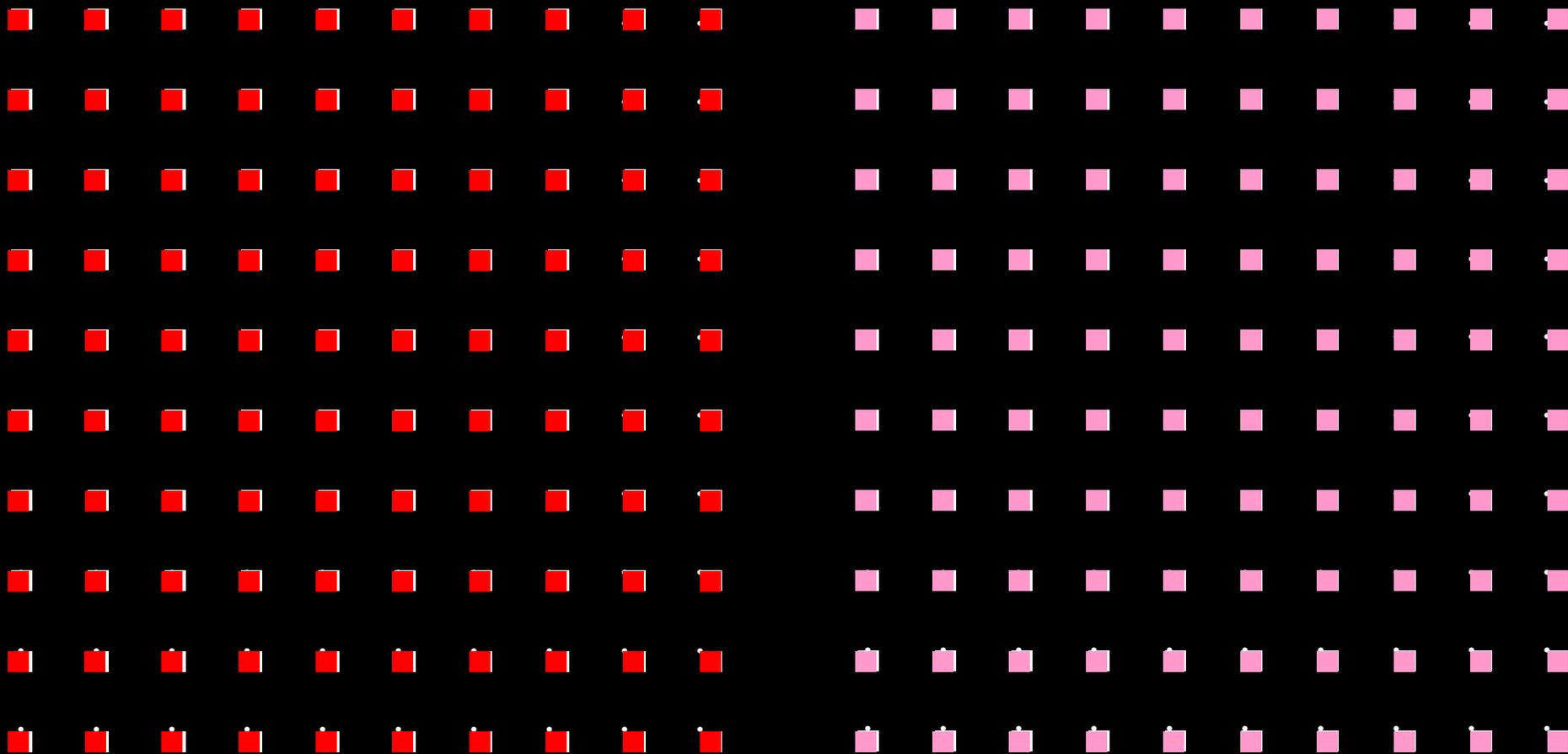
$$X = x_0 * e^{rt}$$

Reduz Inóculo Inicial (x_0)

Tempo

CONSEQÜÊNCIAS EPIDEMIOLÓGICAS DA RESISTÊNCIA VERTICAL E DA HORIZONTAL

(0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)



S

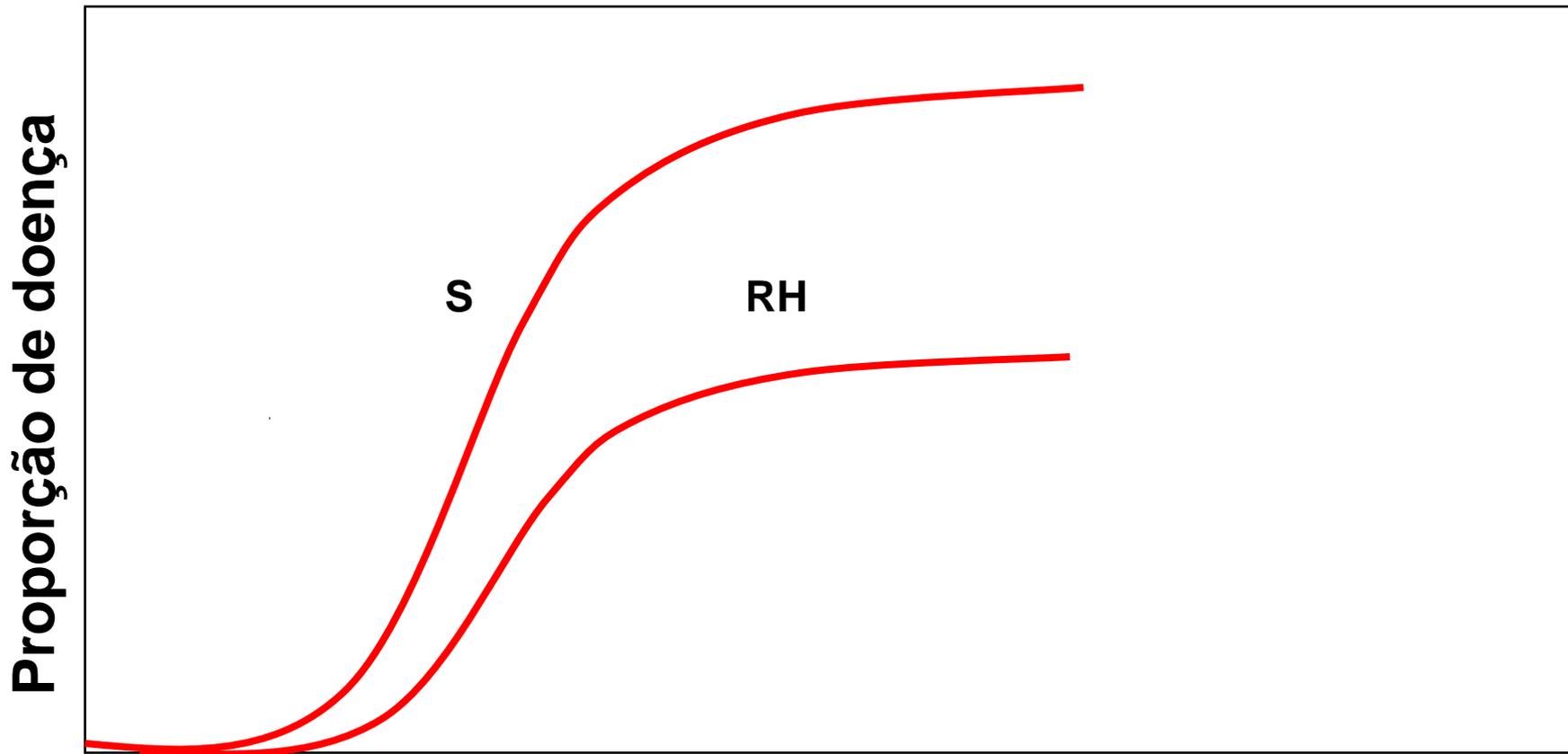
■ Doente

Resistência Horizontal

■ Sadio

Reduz Taxa de Aumento (r)

Curvas de Progresso da Doença e Controle

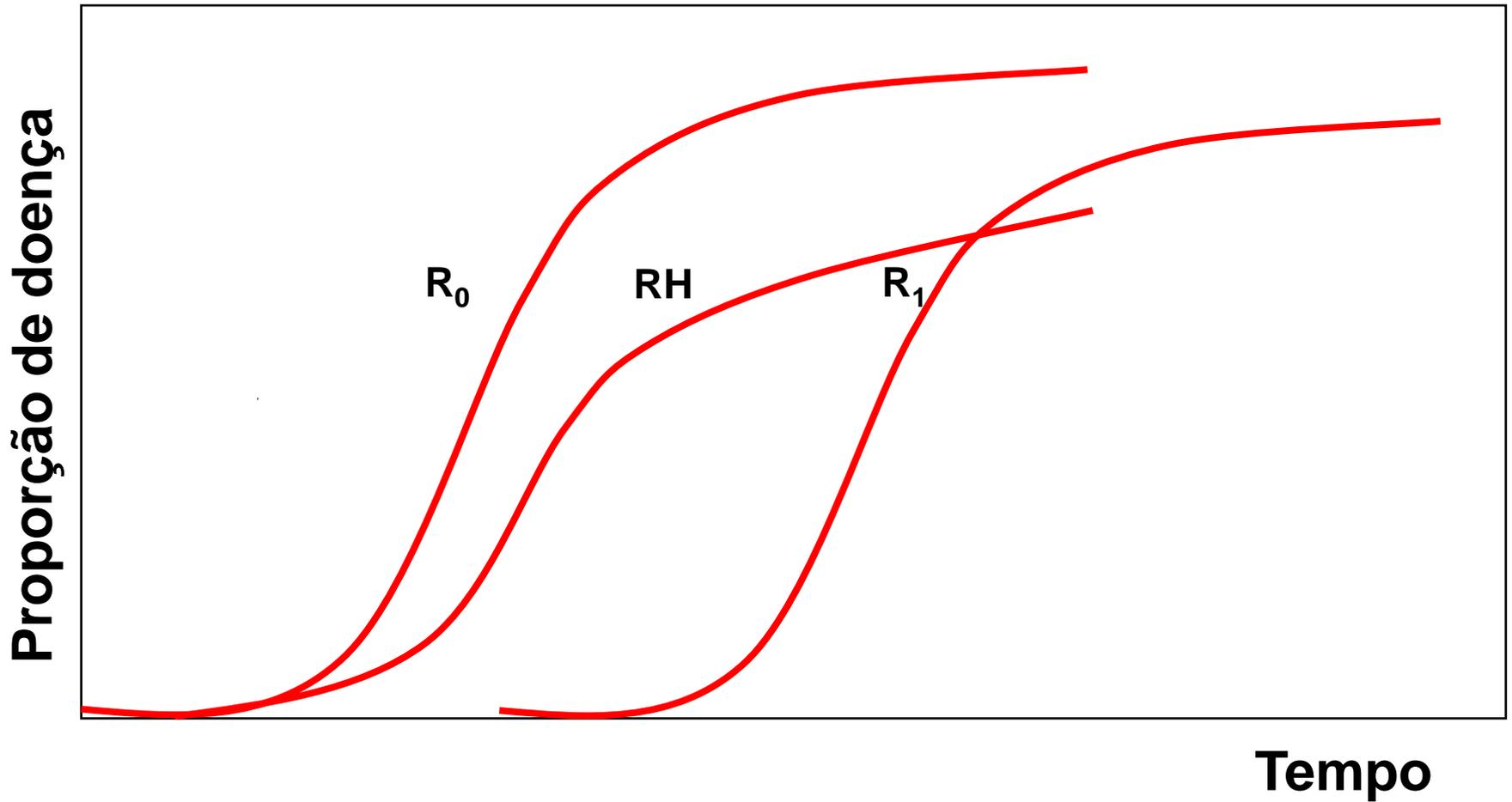


$$X = x_0 * e^{rt}$$

Reduz Taxa de Aumento (r)

Tempo

Curvas de Progresso da Doença e Controle



VARIETADES RESISTENTES PARA SEMPRE

“Raças com genes desnecessários de virulência são menos aptas em sobreviver”

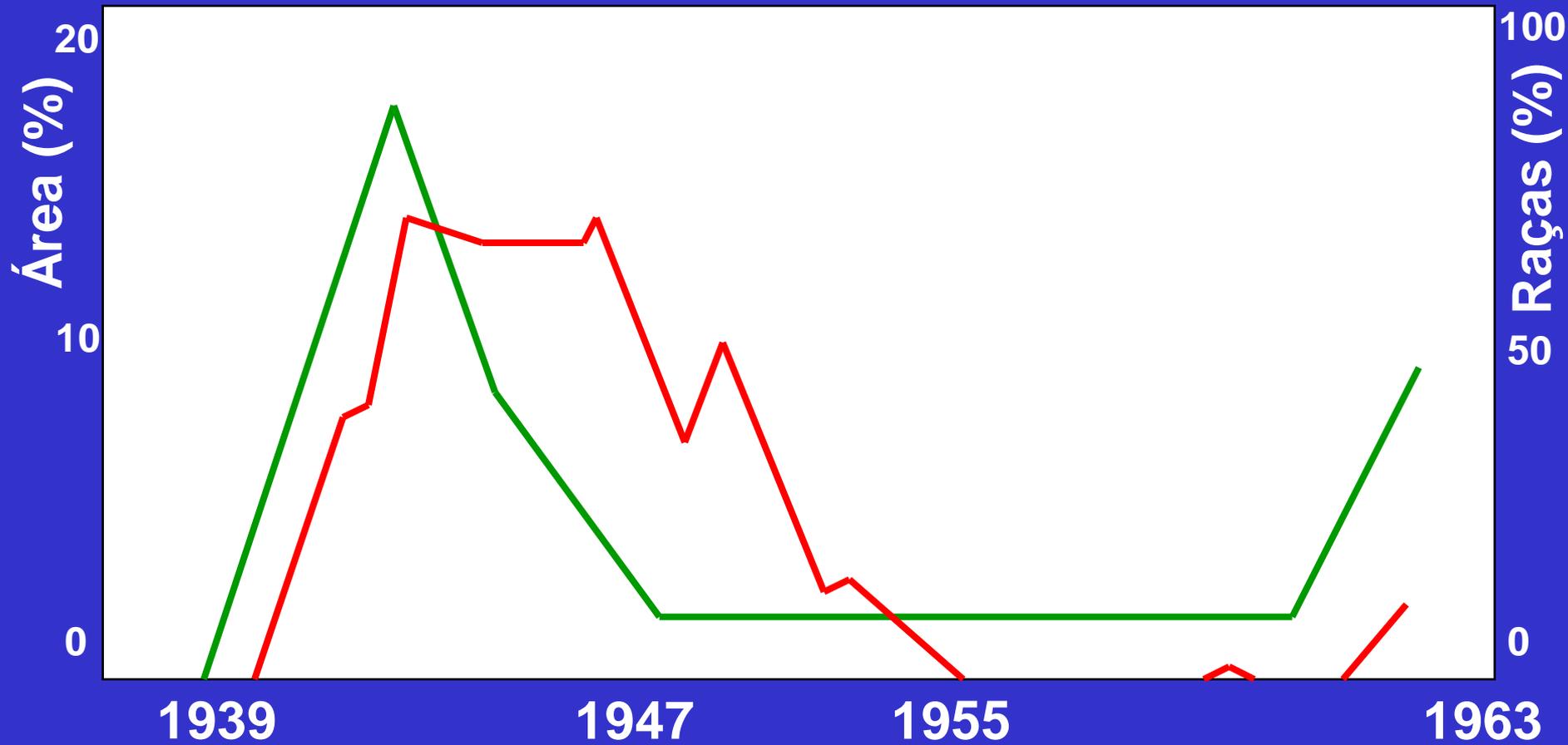
- Raças (1) (1,2) (1,2,3) (1,2,3,4)  R₁
- Mas, só (1) não tem genes desnecessários
- Portanto é mais apta em sobreviver em R₁

• Homeostase Genética

- Resistência a mudanças nos sistemas biológicos

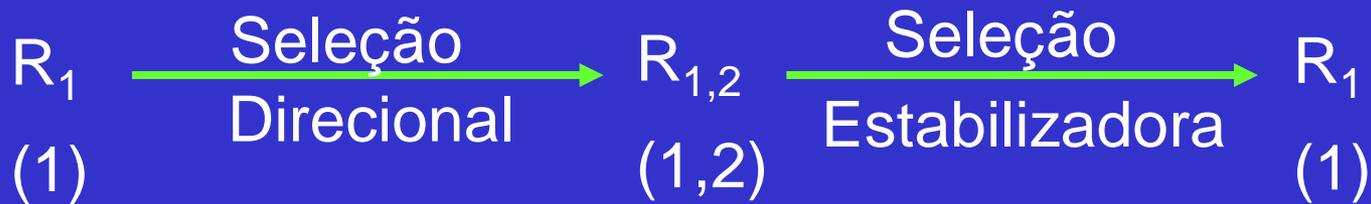


Área de trigo cultivada com a variedade Eureka na Austrália e freqüência das raças de Ferrugem do Colmo capazes de atacar a mesma



A QUALIDADE DO GENE DE RESISTÊNCIA

- Não basta identificar o gene
- Precisamos saber sua utilidade



- A intensidade da volta diz a qualidade do gene de Resistência
 - **Forte** – Raça que tem o complementar é menos apta em sobreviver na sua ausência
 - **Fraco** – Sobrevivência da Raça que tem o complementar é pouco ou nada comprometida



Cromossomo da Raça (1)



Cromossomo da Raça (0)

Gene importante
para o patógeno

Gene sem importância
para o patógeno

Gene de resistência
forte no hospedeiro

Gene de resistência
fraco no hospedeiro

AS ESTRATÉGIAS

- Disponibilidade de Gene Fortes é **FUNDAMENTAL**
- Base – Uso Correto da seleção Estabilizadora
- Inóculo de uma planta infecta outra quando???

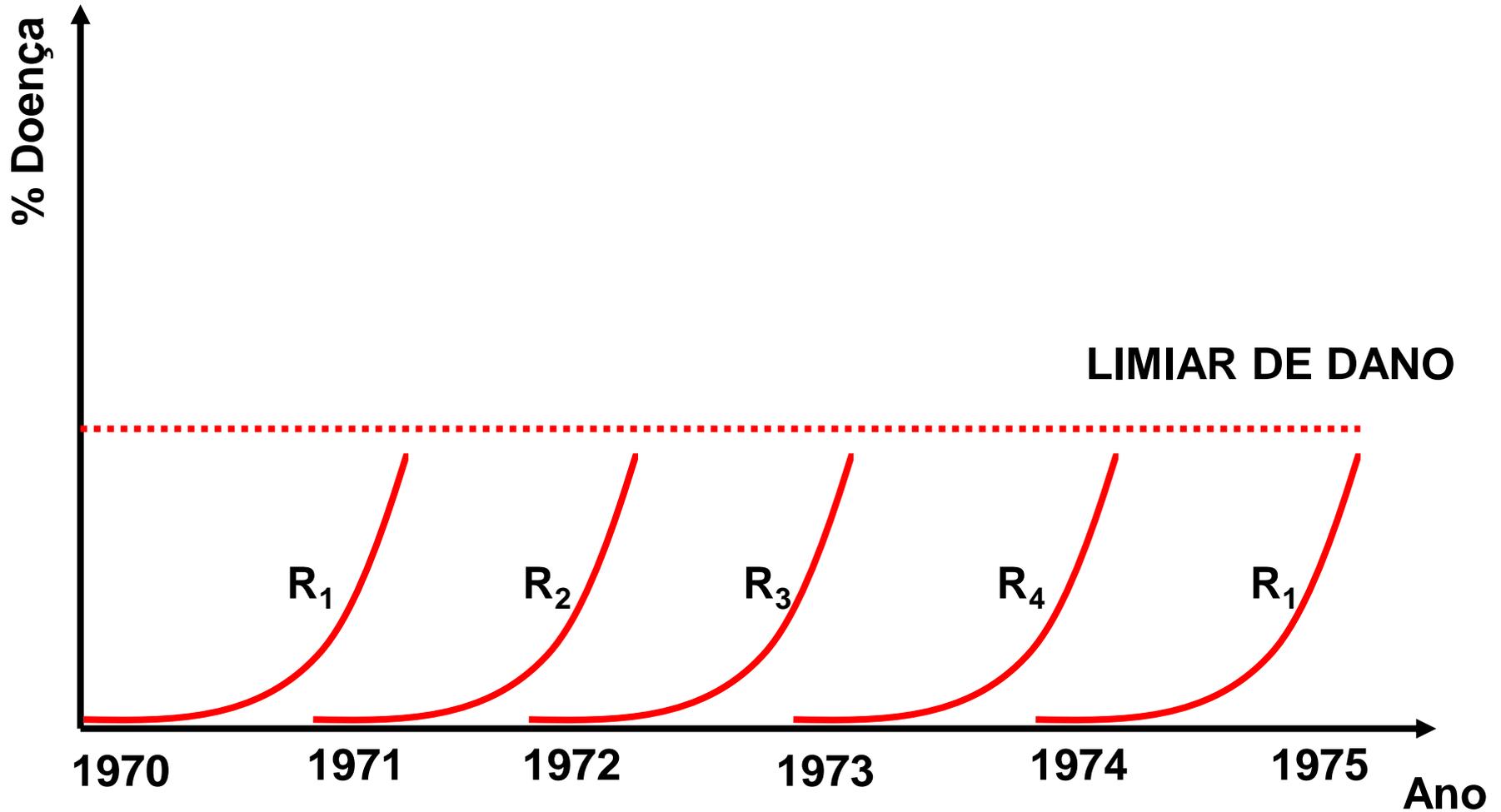
Mesmo Genótipo

- Então.....
 - Vamos fazer o patógeno passar por outros genótipos (genes fortes)
 - Sistema Hospedeiro – Hospedeiro – Patógeno**
 - Ou por uma fase saprofítica
 - Sistema Hospedeiro – Fase Saprofítica – Patógeno**

❖ ROTAÇÃO DE GENÓTIPOS

- Cultiva-se uma variedade com um gene forte
- EX. R_1
- Na estação de cultivo seguinte muda-se o gene
- Ex. R_2
- Na próxima volta-se para R_1
- E assim sucessivamente
- Note-se que dependendo da disponibilidade de genes
- Podemos fazer “Rotação” por 2,3,4, etc. anos
- Risco – Inóculo que vem de fora
- DOENÇAS DE JUROS SIMPLES

JUROS SIMPLES



Fusarium oxysporum f *lycopersici* x Tomateiro

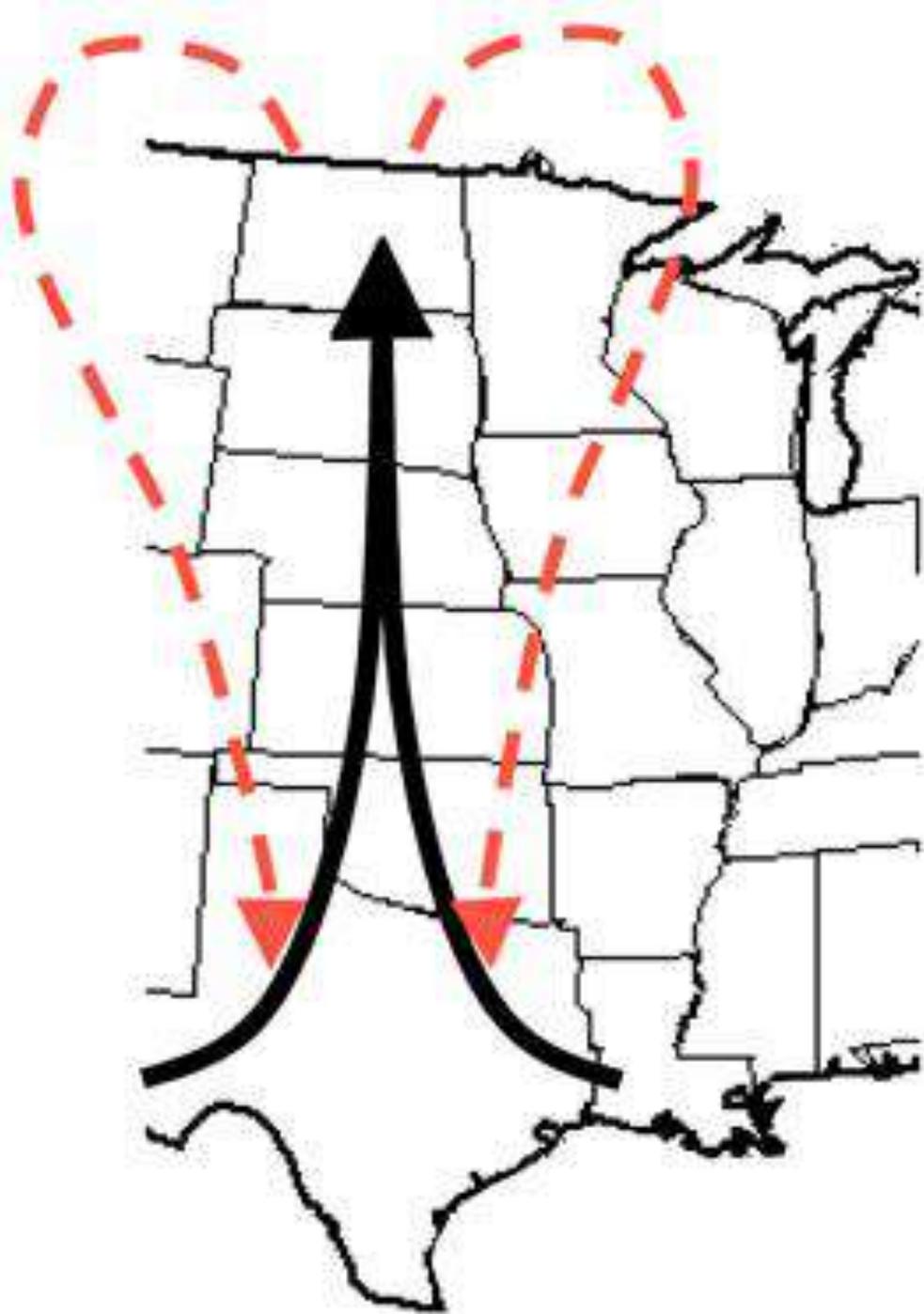
❖ PIRÂMIDE DE GENES FORTES

- Introduzimos todos os genes **fortes** numa só variedade
- EX. $R_{1,2,3,4}$
- Raças como:
- **(1) (2) (3) (4) (1,2) (1,3) (1,4) (2,3) (2,4) (3,4) (1,2,3) e (2,3,4)**
- Não atacam nossa variedade
- Mas haverá intensa **seleção direcional**
- Mais cedo ou mais tarde teremos a super-raça **(1,2,3,4)**
- Inóculo de uma planta infecta qualquer outra
- **Seleção estabilizadora?? Não tem genes desnecessários**

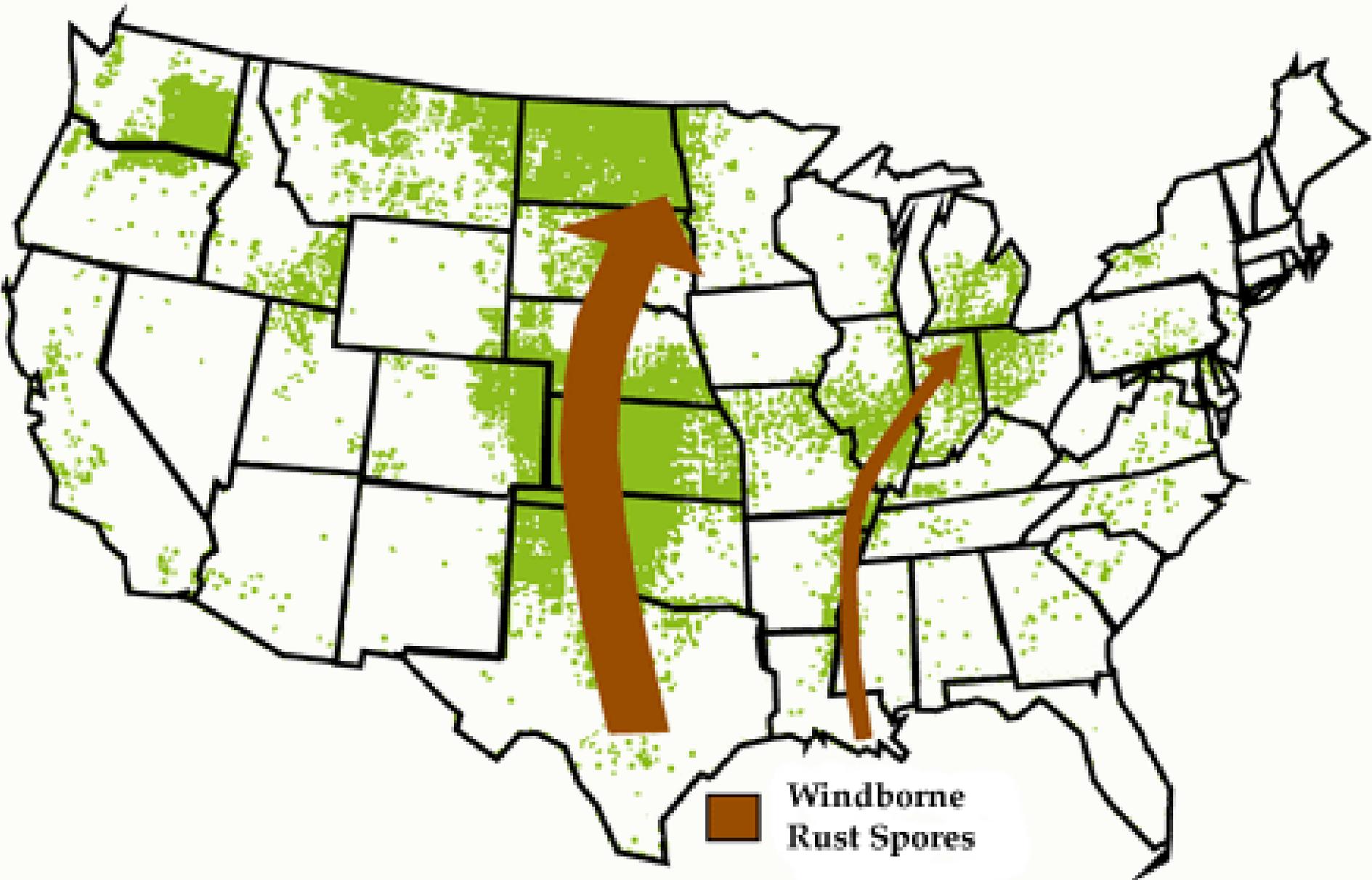
❖ LOCAÇÃO DE GENÓTIPOS

- Se conhecermos as vias de disseminação e
- As épocas de semeadura
- Locamos variedades com diferentes genes **fortes**
ao longo dessas vias
- **Ex. Via da *Puccinia* na América do Norte**

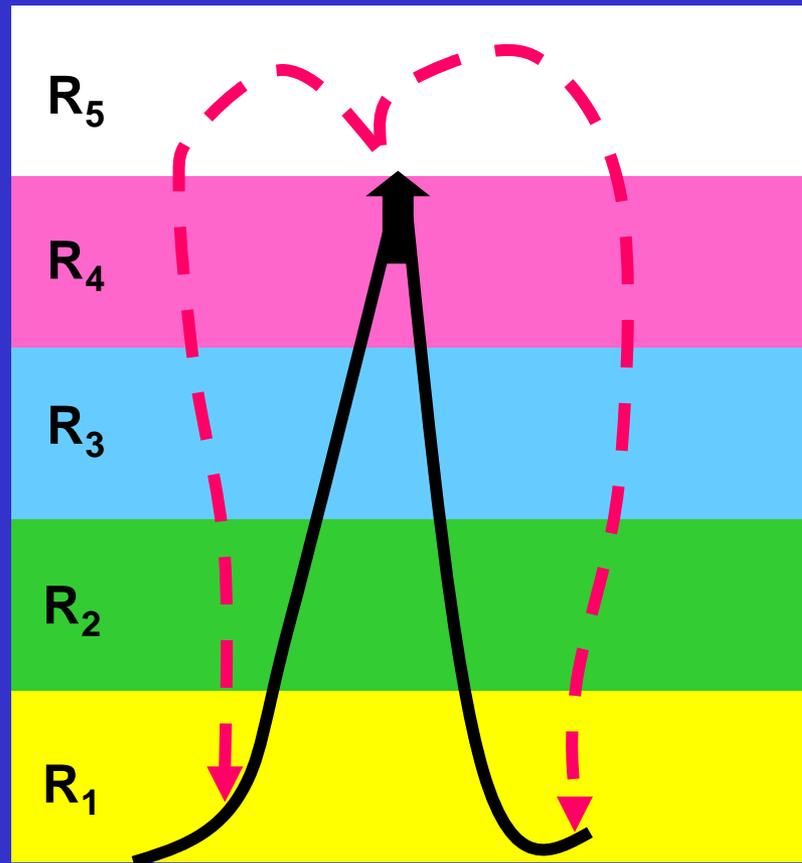
- A disseminação de Puccinia se dá por correntes aéreas do México ao Canadá
E vice – versa



Wheat Production (green) and the Annual Spread of Rust Epidemics



- As estações de cultivo são em seqüência
- Iniciam-se no norte do México e seguem até o Canadá
- Então são semeadas variedades com diferentes genes
- Como na seqüência HIPOTÉTICA abaixo

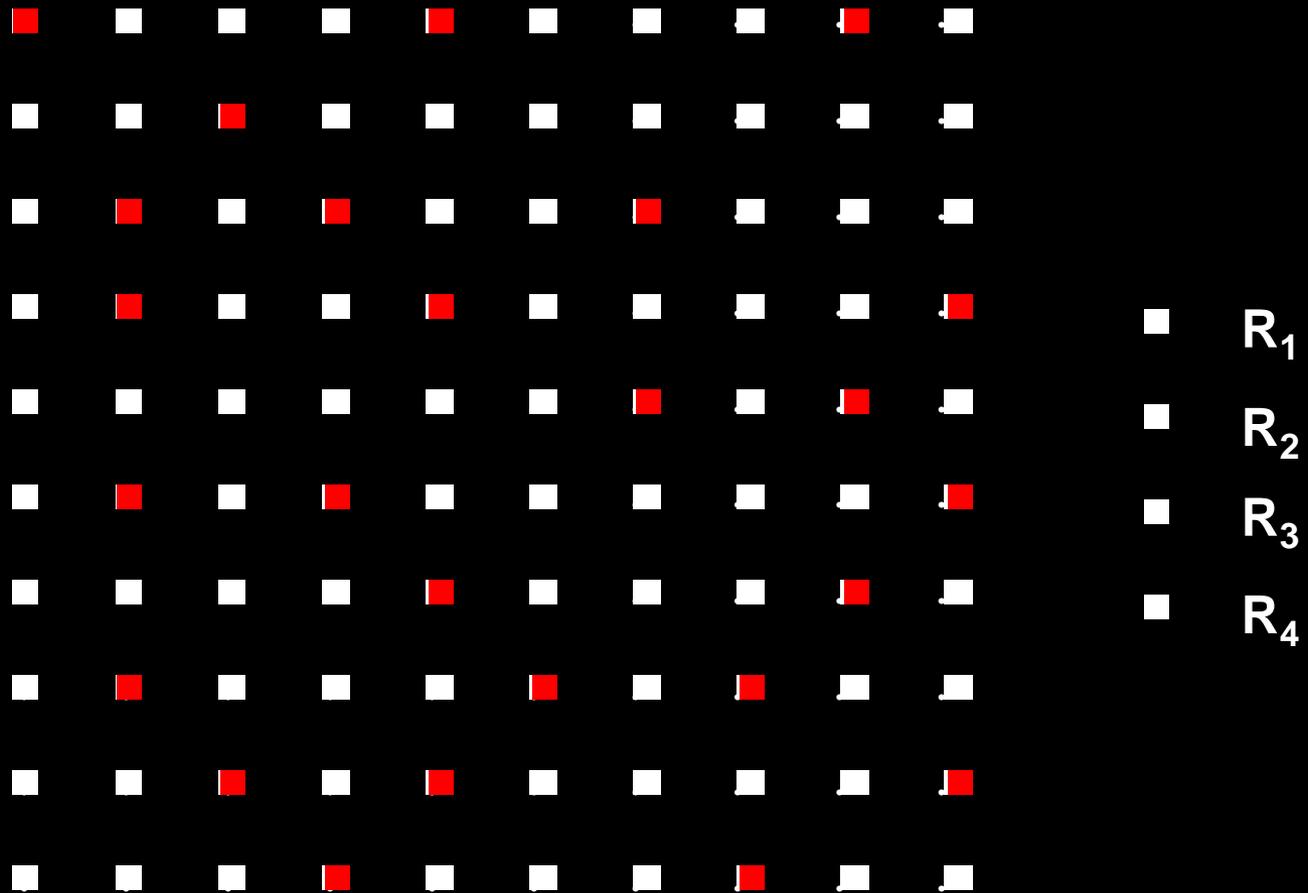


- O inóculo produzido em uma região não infecta a outra

Sistema Hospedeiro – Hospedeiro – Patógeno

- Variedades Multilinhas
- Mistura de linhagens que só diferem pelo gene R
- Apresenta todas as vantagens da RV e RH
- Como???
- Vimos que RV reduz x_0 e RH reduz r
- Imaginemos um campo com 4 linhagens
- Cada uma com um gene de RV: R_1, R_2, R_3 e R_4

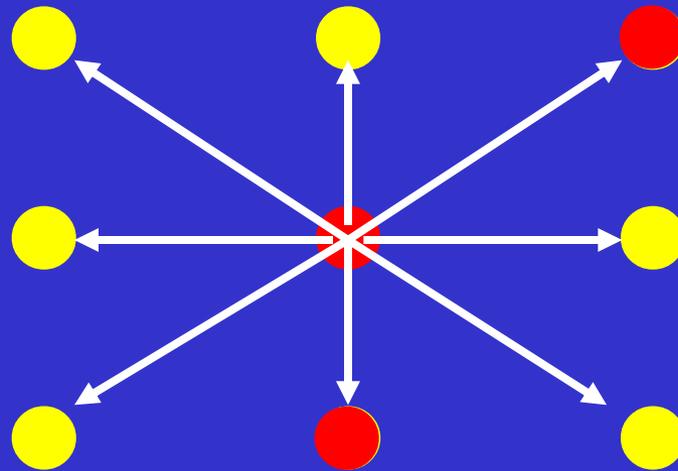
■ Doente
■ Sadio



Uma “chuva” de 100 esporos das raças (1), (2), (3) e (4) tem 25% de chance de atingir a variedade suscetível.

Isto é Resistência Vertical (reduziu x_0)

O inóculo produzido em cada variedade tem 75% de chance de atingir uma variedade resistente.



Isto é Resistência Horizontal (reduziu r)

Sistema Hospedeiro – Fase Saprofítica – Patógeno

- Semelhante a Variedades Multilinhas
- Para Parasitas Facultativos
- Seleção estabilizadora atua durante a fase saprofítica
- Cuidados:
 - Cultivo intensivo da mesma variedade
 - Tem que dar tempo para seleção estabilizadora agir
 - Plantas tiguieras ou voluntárias
 - Atenção para a região (se for de fácil disseminação)

JUROS SIMPLES

❖ USO DE RESISTÊNCIA HORIZONTAL

- Já é estável por longo período
 - Não necessita estratégias
- Mesmo nas variedades com RV incorporar o máximo possível de RH

Prof. Dr. Modesto Barreto

UNESP – Jaboticabal

 (0xx16) 3209-2640 R-25

 modesto@fcav.unesp.br

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