



REUNIÓN DE INVESTIGADORES EN CAÑA DE AZÚCAR DE LATINOAMÉRICA

Evaluaciones de enfermedades en el Programa de Mejoramiento de caña de azúcar RIDESA/UFSCar

Roberto Giacomini Chapola
chapola@ufscar.br

04 de Dezembro de 2020

INTRODUÇÃO

As doenças e os Programas de Melhoramento

Suscetibilidade às doenças: Principal fator para a substituição de uma variedade

Variedades que ocuparam áreas significativas de cultivo no Brasil e que foram substituídas por problemas fitossanitários

Década	Variedade	Doença
1960	Co419	Carvão
1980	NA56-79	Carvão
1990	SP70-1143 SP71-1406 SP71-6163	Ferrugem Marrom Ferrugem Marrom “Amarelinho”
2000	RB72454 SP84-2025 SP89-1115	Ferrugem Alaranjada
2010	SP81-3250	Ferrugem Alaranjada

Variedades com mais tempo entre as mais cultivadas no Brasil

- ✓ RB867515
- ✓ RB855453
- ✓ RB855156
- ✓ SP83-2847
- ✓ RB855536
- ✓ RB835054
- ✓ SP80-3280

O que elas têm em comum?

Bons níveis de resistência às principais doenças

Objetivos do Melhoramento



- ✓ Produtividade
- ✓ Riqueza em açúcar



- ✓ Resistência às principais doenças



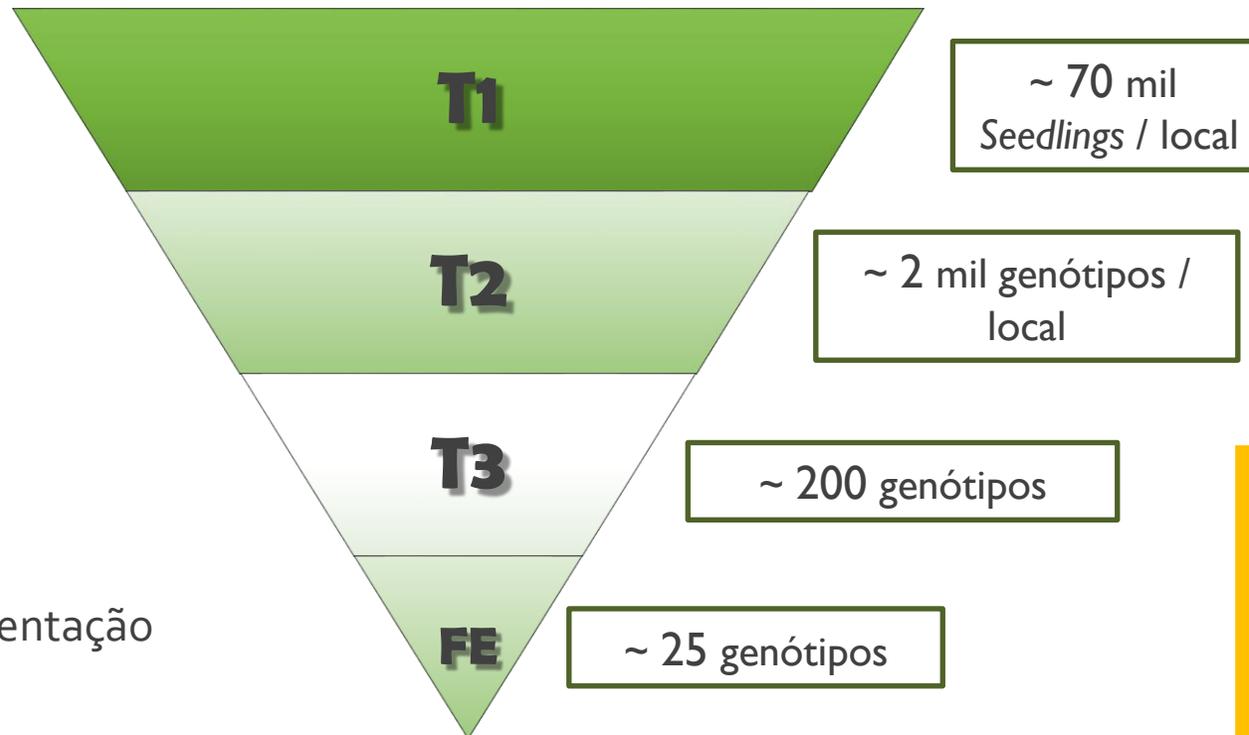
- ✓ Boa brotação de soqueiras e longevidade de cortes
- ✓ > tolerância às pragas e estresses
- ✓ Ausência de florescimento e isoporização
- ✓ Desenvolvimento rápido e fechamento de entrelinhas
- ✓ Porte ereto (mecanização), etc...

FLUXOGRAMA DE SELEÇÃO

Avaliações de doenças durante as etapas de
seleção do Programa RIDESA/UFSCar

Principais fases de seleção do Programa RIDESA/UFSCar

CRUZAMENTOS E PRODUÇÃO DE SEEDLINGS

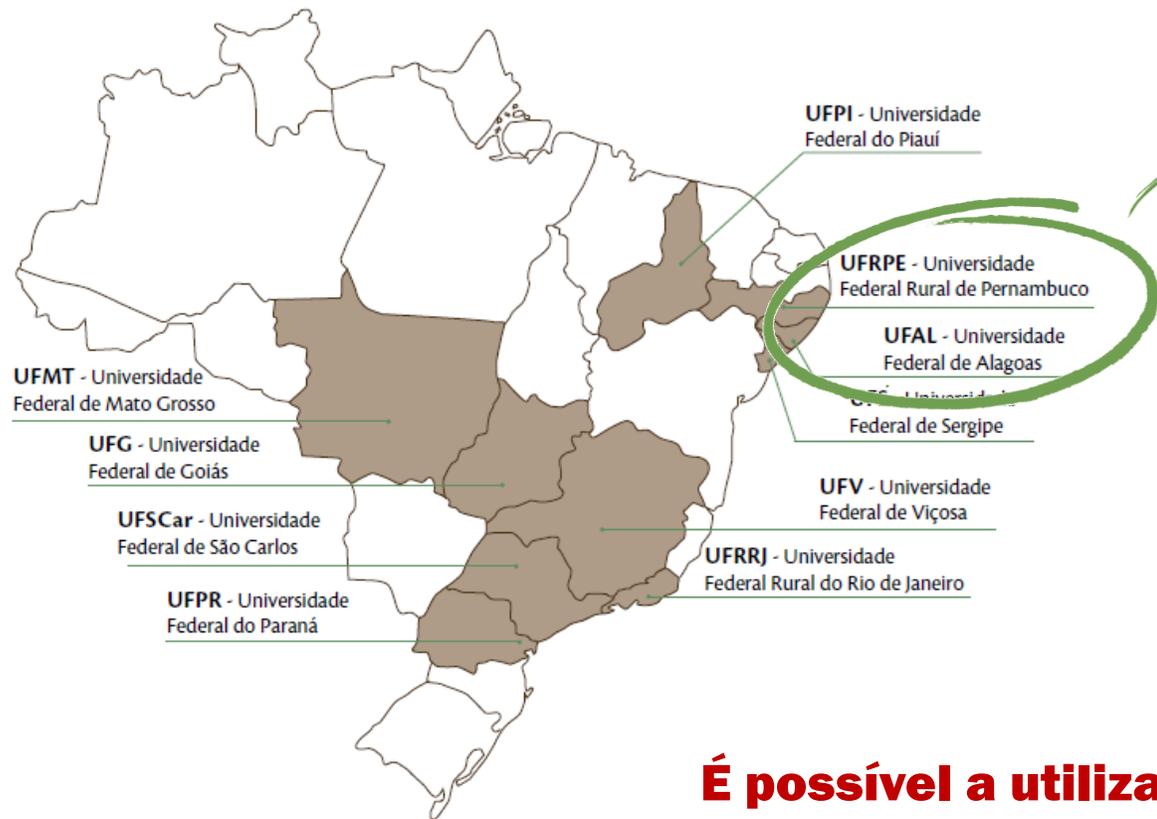


- ✦ T1: Fase de Teste 1
- ✦ T2: Fase de Teste 2
- ✦ T3: Fase de Teste 3
- ✦ FE: Fase Final de Experimentação

As doenças devem ser consideradas em **TODAS** as fases, desde os cruzamentos até a validação

VALIDAÇÃO E LIBERAÇÃO COMERCIAL

Seleção para resistência começa com a escolha de cruzamentos



ESTAÇÕES DE CRUZAMENTOS

- ✓ Serra do Ouro – Murici, AL (~ 3 mil acessos)
- ✓ Devaneio – Amaraji, PE (~ 1 mil acessos)

CARACTERIZAÇÃO

DOS GENÓTIPOS ENVIADOS PARA
OS BANCOS DE GERMOPLASMA

É possível a utilização de genótipos suscetíveis em cruzamentos?

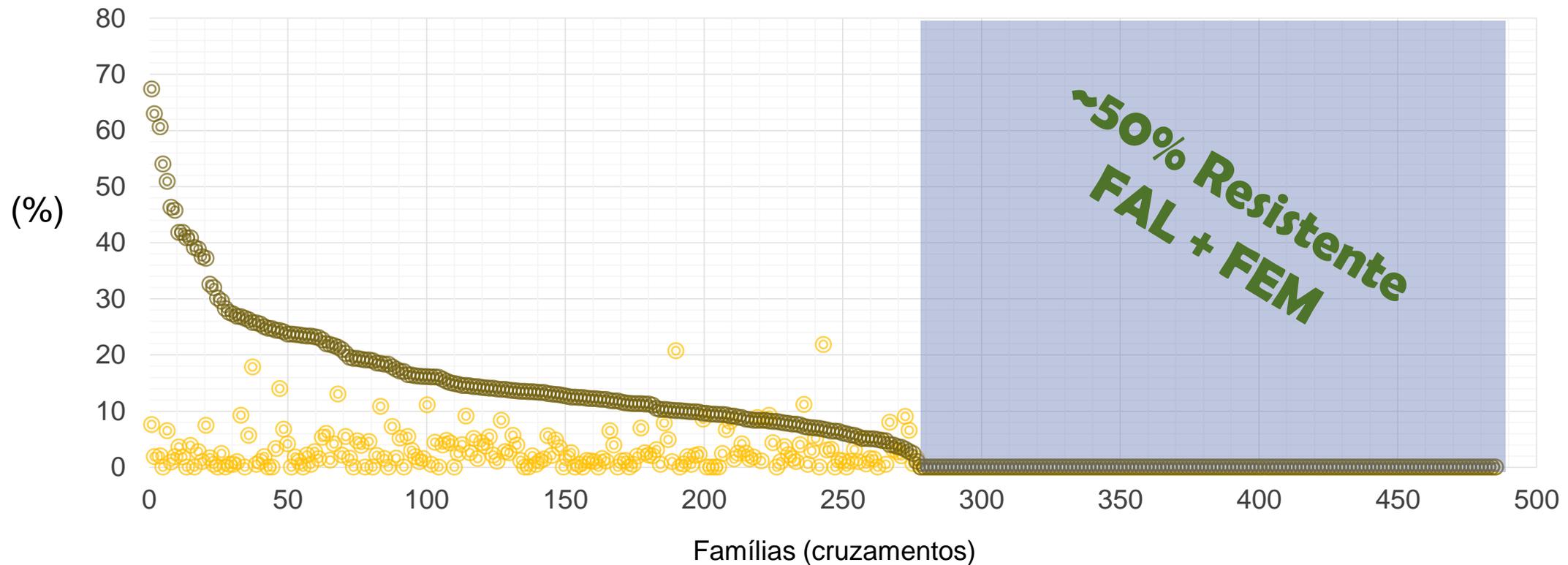
- Poucos genótipos são resistentes a todas as doenças
- Considerar a reação do outro genitor (complementariedade)

Primeira fase de seleção (T1): Identificar famílias com $< n^{\circ}$ de indivíduos suscetíveis

Incidência de doenças - T1

○ %FAL ○ %FEM

Informação importante para os bancos de germoplasma



Fases seguintes: Doenças encontradas em cada fase devem ser registradas

- ✓ Analisar criteriosamente os registros de doenças para a seleção/descarte dos clones
- ✓ Padronização para a graduação de cada doença

Graduações utilizadas pela RIDESA/UFSCar para avaliação de doenças em clones de cana-de-açúcar durante as fases de seleção

Doença	Graduação
Ferrugens (FAL / FEM)	Notas de 1 a 9 (escala de Amorim et al., 1987)
Carvão / Mosaico / Escaldadura	1 touceira (CAR / MOS / ESC) 2 touceiras (CAR+ / MOS+ / ESC+) > 2 touceiras (CAR++ / MOS++ / ESC++)
Estria Vermelha	Sem podridão de topo (EV) Com podridão de topo (EVP)
Outras doenças	Anotar incidência e indicar a severidade com sinais (- / +)



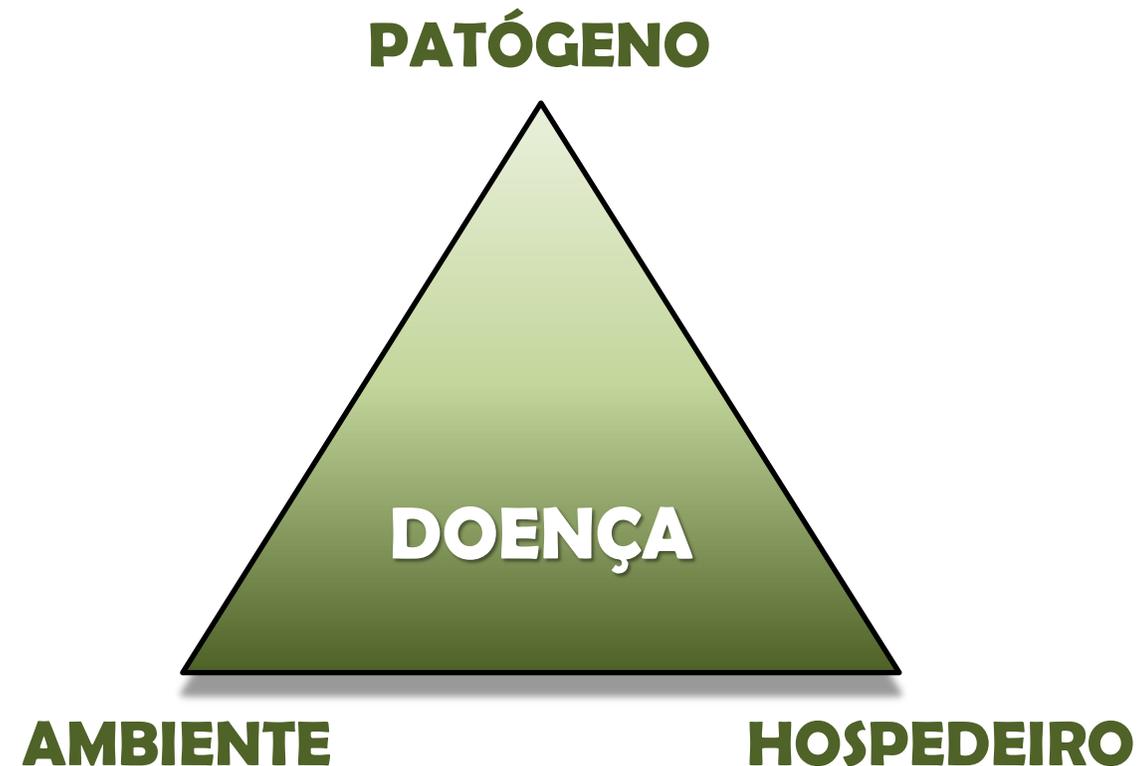
TESTES DE DOENÇAS

Considerações importantes

Testes conduzidos na RIDESA/UFSCar

Por que são importantes?

- ✓ Certificação do contato entre o patógeno e a planta
- ✓ Maior controle das condições ambientais
- ✓ Devem simular o que ocorre no campo
- ✓ Comparação com variedades padrões, cujas reações às doenças em questão são conhecidas
- ✓ Outros aspectos: variabilidade do patógeno, padronização dos critérios de avaliação, análise dos resultados e objetivos (descarte x classificação)



Testes conduzidos na RIDESA/UFSCar: Pré-teste de Carvão e de Mosaico

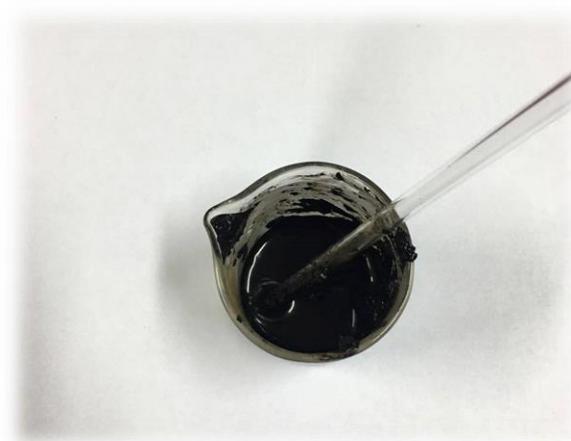
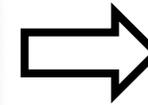
- ✓ Realizado desde o Planalsucar
 - Continuidade
 - Adoção de melhorias
- ✓ Objetivo:
 - Avaliar grande quantidade de clones
 - Descartar rapidamente os mais suscetíveis
- ✓ São avaliados de 90 a 100 clones da terceira fase de seleção (T3) e alguns clones de fases mais avançadas
- ✓ Variedades padrões (resistentes, intermediárias e suscetíveis)



Sintomas/sinais de Carvão (esquerda) e de Mosaico (direita)

Inoculação de Carvão

- ✓ Coleta de esporos em variedades suscetíveis
 - Estação Experimental de Valparaíso
 - Cuidados com o transporte
- ✓ Beneficiamento e armazenamento dos esporos
 - Retirada do excesso de umidade
 - Manter em baixas temperaturas e baixa umidade
- ✓ Teste de germinação em ágar-água
- ✓ Inoculação: método de punção das gemas
- ✓ Plantio das gemas em caixas com substrato



Inoculação de Mosaico

- ✓ Dois meses após o plantio das gemas
- ✓ Folhas infectadas coletadas no campo + solução tampão
 - Fosfato de sódio dibásico
 - Fosfato de potássio monobásico
 - Sulfito de sódio

Inóculo deve permanecer o tempo todo gelado
- ✓ Carborundum (Carbureto de silício) – microferimentos
- ✓ Inoculação com pistola de pressão



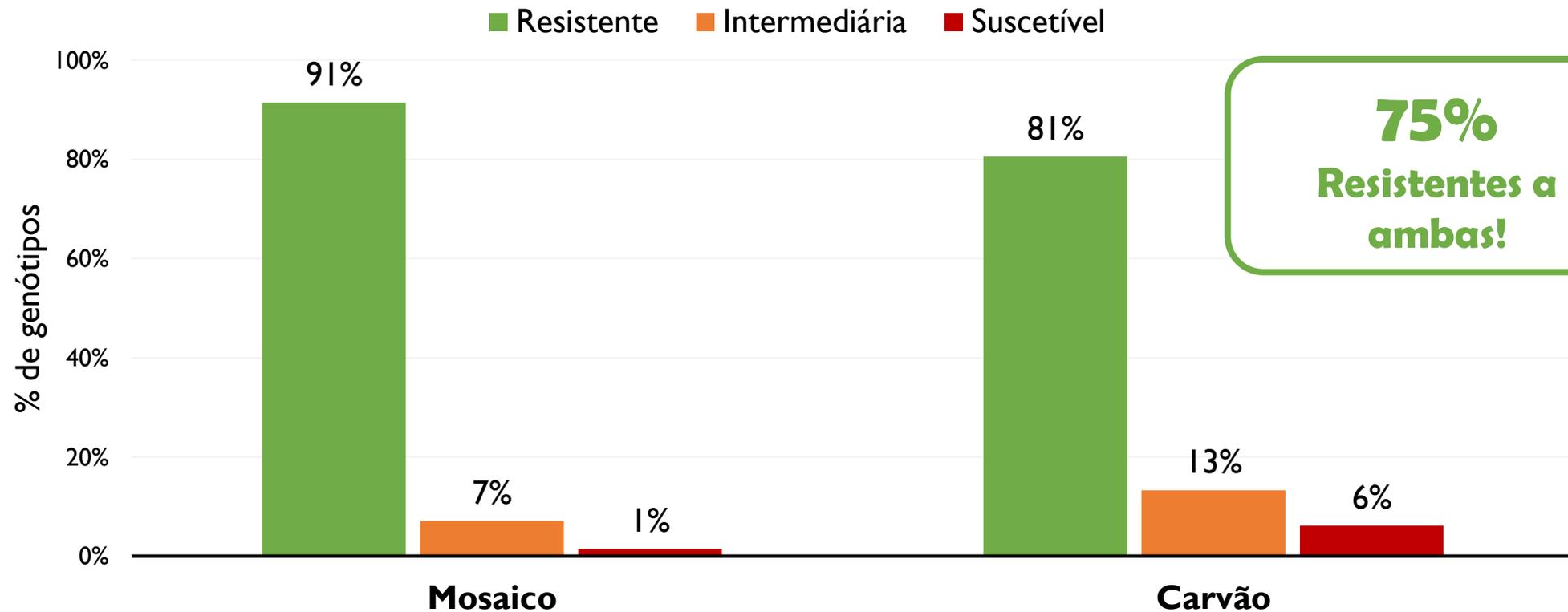
Avaliações

- ✓ Plantas doentes são quantificadas durante 6 a 8 meses
- ✓ Calcula-se a % de infecção de cada doença em cada genótipo
- ✓ Análise de regressão entre a % de infecção e a nota das variedades padrões (reações já conhecidas)
- ✓ Fórmula obtida a partir da análise de regressão é usada para calcular as notas dos genótipos

Intervalo de notas	Reação
1 a 3	Resistente
4 a 6	Intermediária
7 a 9	Suscetível

Exemplo de resultados obtidos

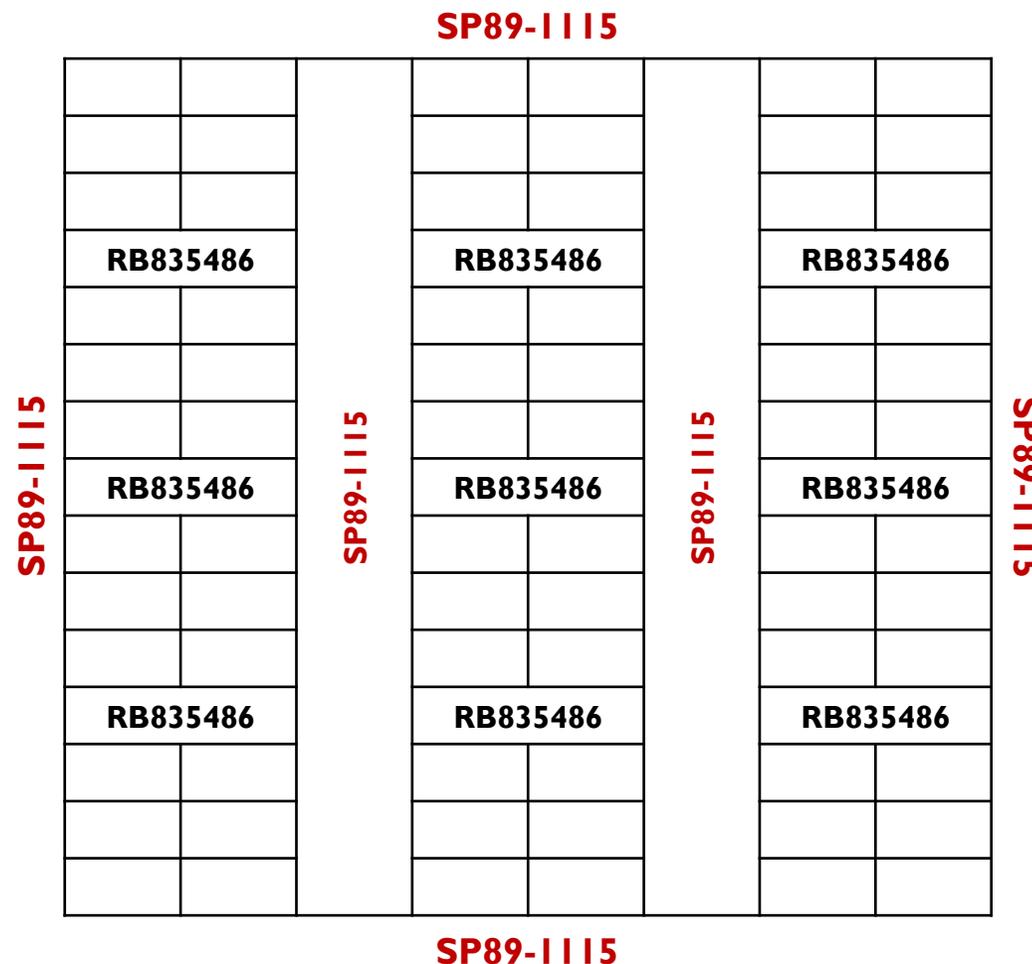
% de genótipos por classe de reação ao Mosaico e ao Carvão



Testes conduzidos na RIDESA/UFSCar: Experimento de Ferrugens

- ✓ Realizado desde 2011
 - Primeiro relato da FAL no Brasil no final de 2009
- ✓ Objetivo:
 - Determinar a reação dos clones para cada Ferrugem
- ✓ Infecção natural: condições favoráveis
 - Variedades suscetíveis nas bordaduras, em faixas entre os blocos e em linhas infectoras
 - RB835486 – suscetível à FEM
 - SP89-1115 – suscetível à FAL
- ✓ Variedades padrões (resistentes, intermediárias e suscetíveis)

Croqui da área



Local de condução

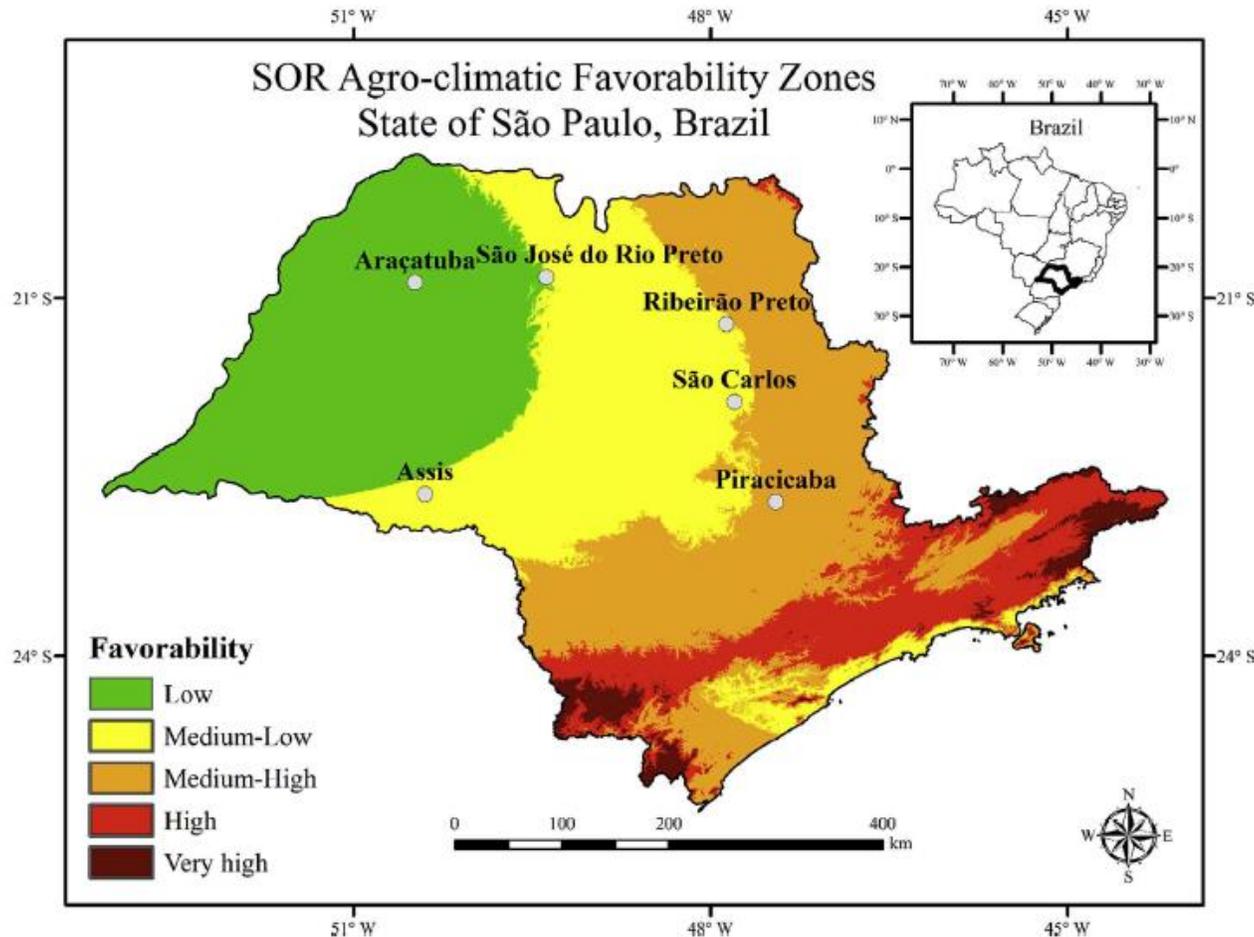


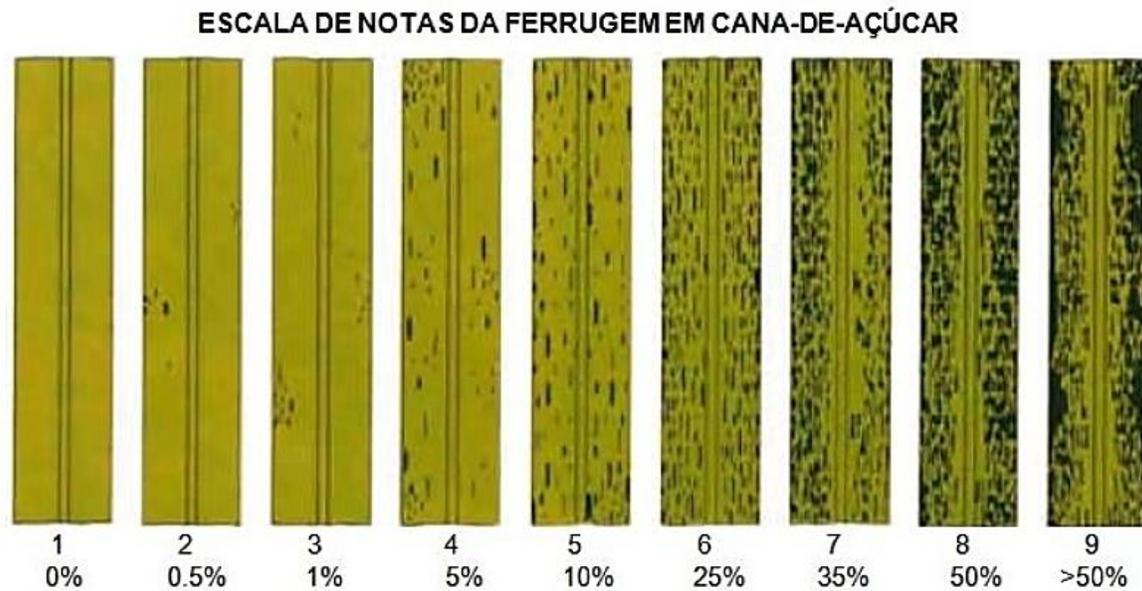
Fig. 4. Agro-climatic favorability zones for sugarcane orange rust occurrence in the state of São Paulo, Brazil.

Zonas de favorabilidade à FAL no estado de SP

Sentelhas, P. C. et al. (2016). Agro-climatic favorability zones for sugarcane orange rust as a tool for cultivar choice and disease management. *Crop Protection* 84: 88-97

Como avaliar?

- ✓ Utilização de escalas de notas
- ✓ Avaliar a folha +3



Escala diagramática para avaliação de ferrugem em cana-de-açúcar (Amorim et al., 1987)

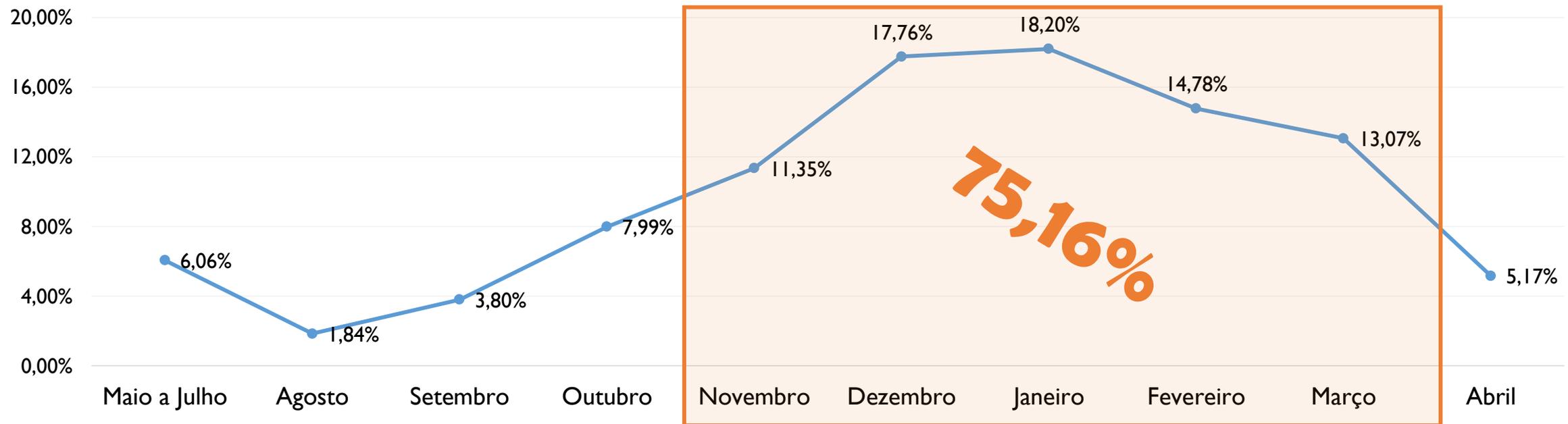


Localização da folha +3

Quando avaliar?

- ✓ Avaliações periódicas dentro do período de desenvolvimento vegetativo das plantas

% média mensal de ganhos de matéria verde – Centro-Sul



* Média de 10 anos [Adaptado de Miocque (1999), citado em Dinardo-Miranda et al. (2010)]

Determinação da reação

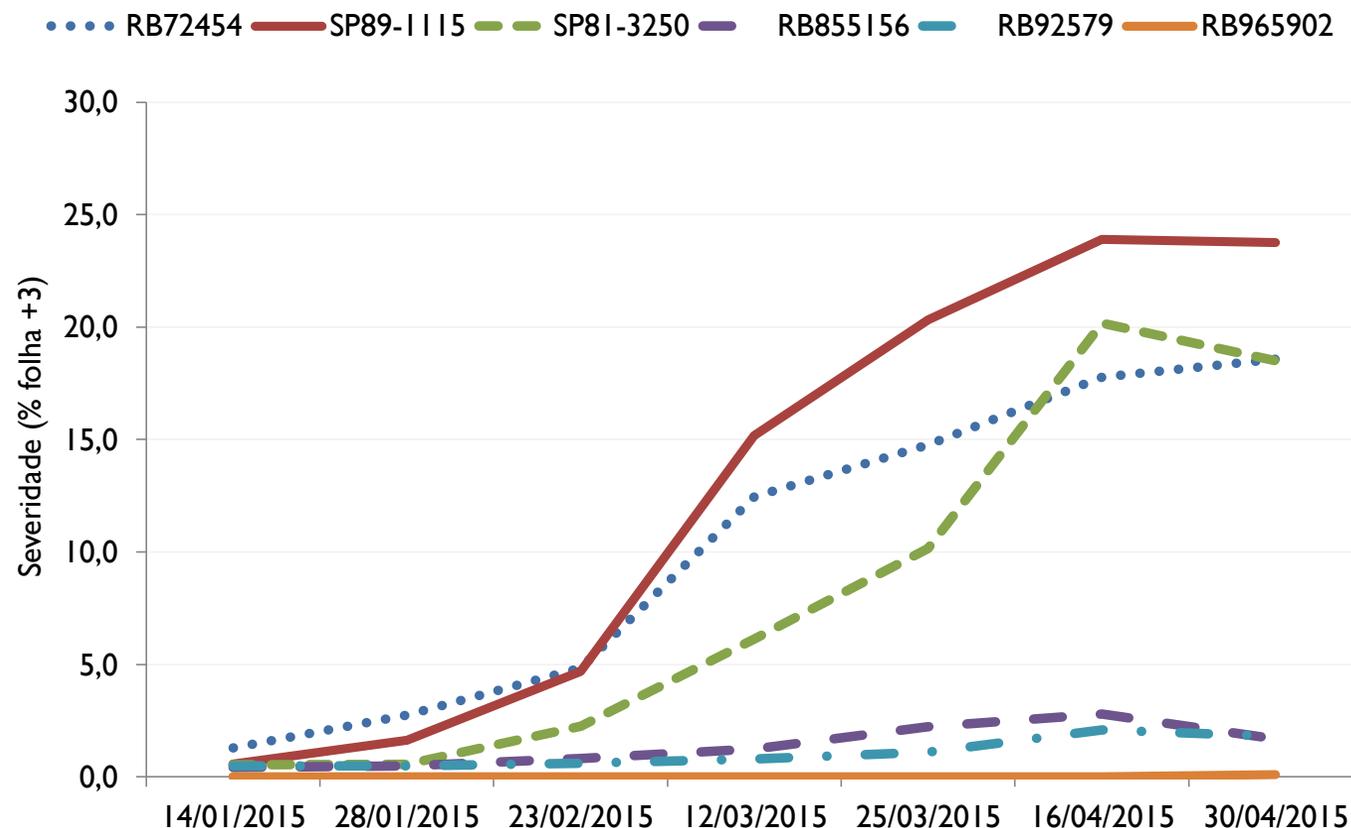
- ✓ Cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença – AACPD (Campbell & Madden, 1990)

$$\checkmark \text{ AACDP} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) \times (t_{i+1} - t_i)$$

Onde: y_i – proporção da doença na i -ésima observação; t_i – tempo na i -ésima observação (em dias); e n = número total de observações

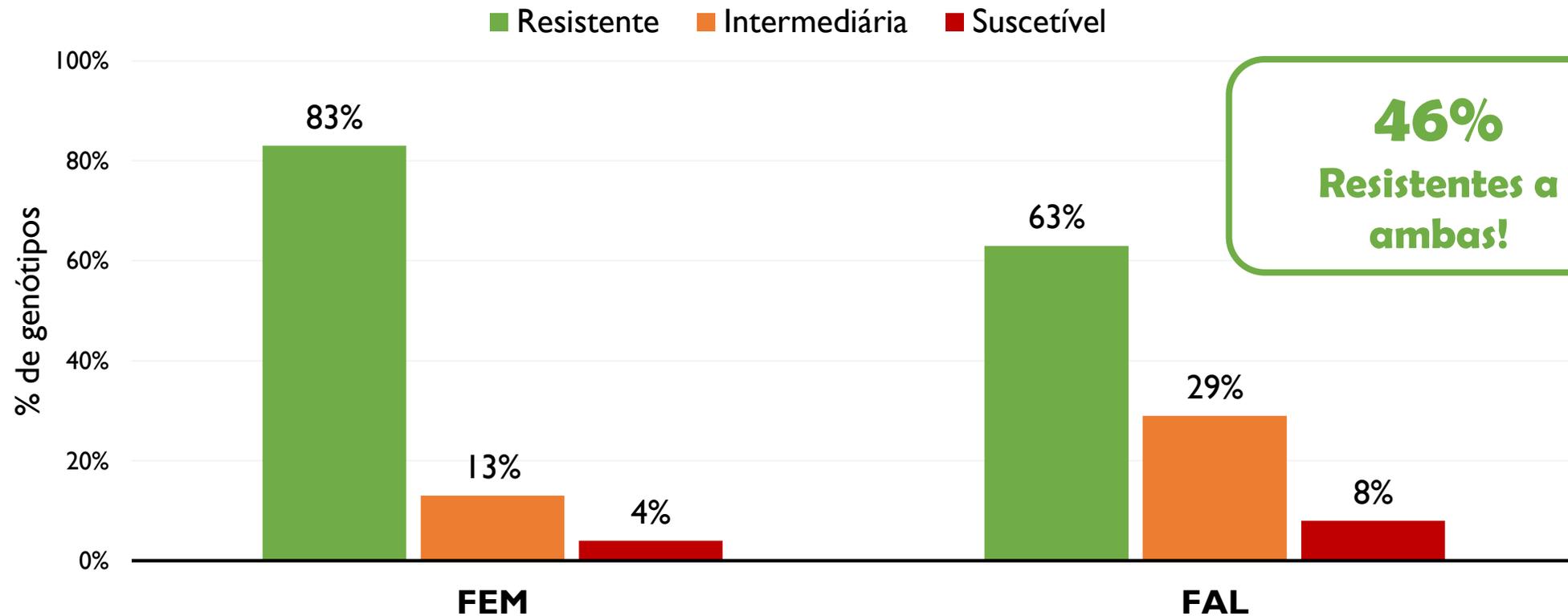
- ✓ Comparação com as variedades padrões (Resistentes, Intermediárias e Suscetíveis)

Severidade FAL x Avaliações



Exemplo de resultados obtidos

% de genótipos por classe de reação à FEM e à FAL



CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ **Outros testes em fase de desenvolvimento**
- ✓ **Suscetibilidade às doenças é o principal fator para substituição de uma variedade**
- ✓ **Melhoramento genético é o método mais eficaz para o controle de doenças**
 - Mesmo com a introdução de duas Ferrugens em um período de 25 anos, setor sucroenergético não sofreu quedas significativas de produtividade
 - Investimento em estratégias para seleção de variedades resistentes
- ✓ **Maior disponibilidade de variedades = Segurança para o setor**
 - Com programas em plena atividade, dificilmente teremos variedades ocupando áreas extensas como no passado, o que representaria um risco do ponto de vista fitossanitário



MUCHAS GRACIAS!

PMGCA/UFSCar/RIDESA

Centro de Ciências Agrárias
pmgca@ufscar.br
+55 19 3543 2926 / 2645

Estação Experimental de Valparaíso
valparaiso.ufscar@hotmail.com
+55 19 3401 1024 / 3359

www.ridesaufscar.com.br
www.ridesa.com.br