



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA  
“LUIZ DE QUEIROZ”  
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA  
LGN0313 – Melhoramento Genético**



## **Manejo de cultivos transgênicos**

**Prof. Roberto Fritsche-Neto**

**[roberto.neto@usp.br](mailto:roberto.neto@usp.br)**

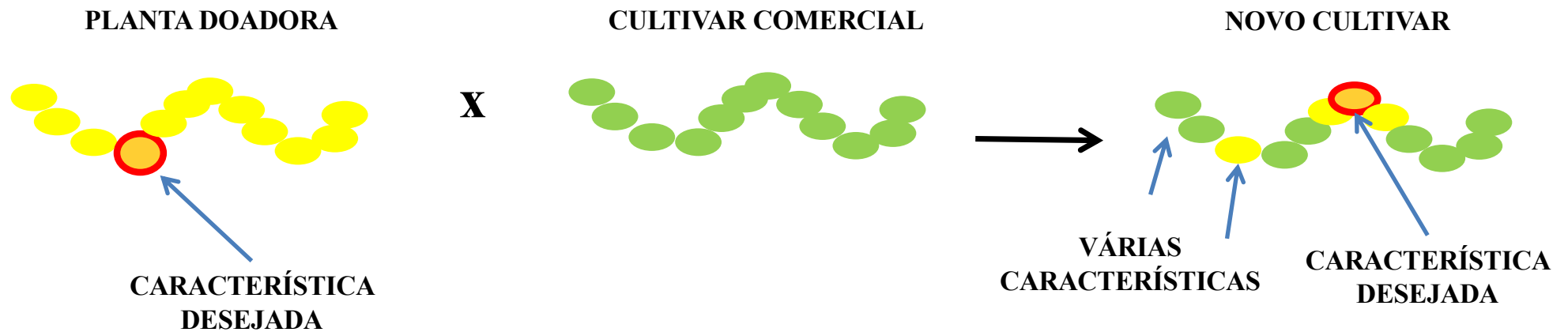
**Piracicaba, 19 e 22 de março de 2019**

# Introdução

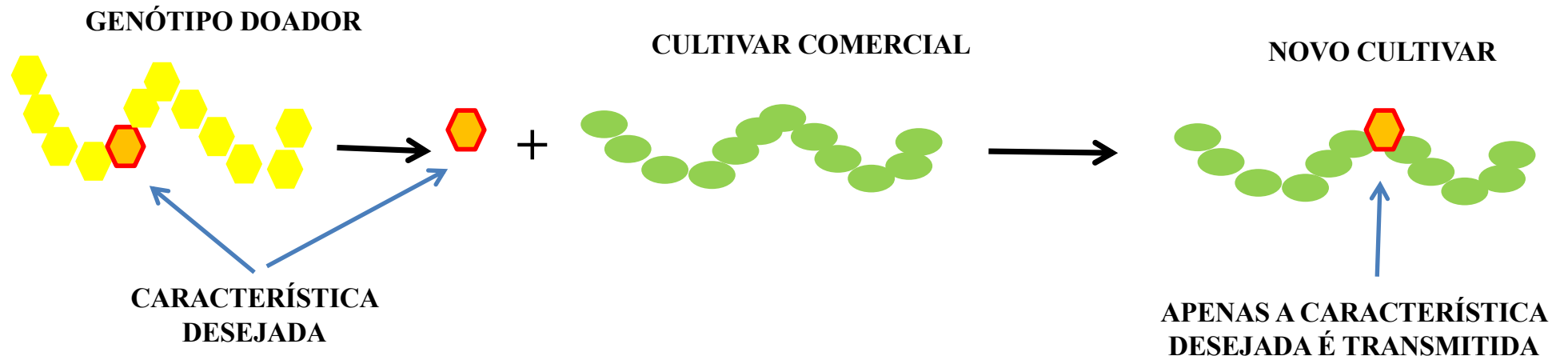
- Os métodos “**convencionais**” de melhoramento apresentam algumas limitações:
  - *barreira sexual entre espécies e filios*
  - *redução do pool gênico trabalhado (**intraespecífico**)*
  - *tempo necessário para transferir caracteres desejáveis*
  - *ligação gênica*
- **A transformação genética de plantas é uma boa alternativa para superar essas dificuldades**
- **É a introdução controlada de segmentos específicos de DNA em um genoma receptor**

# Convencional x Transformação

## CONVENCIONAL



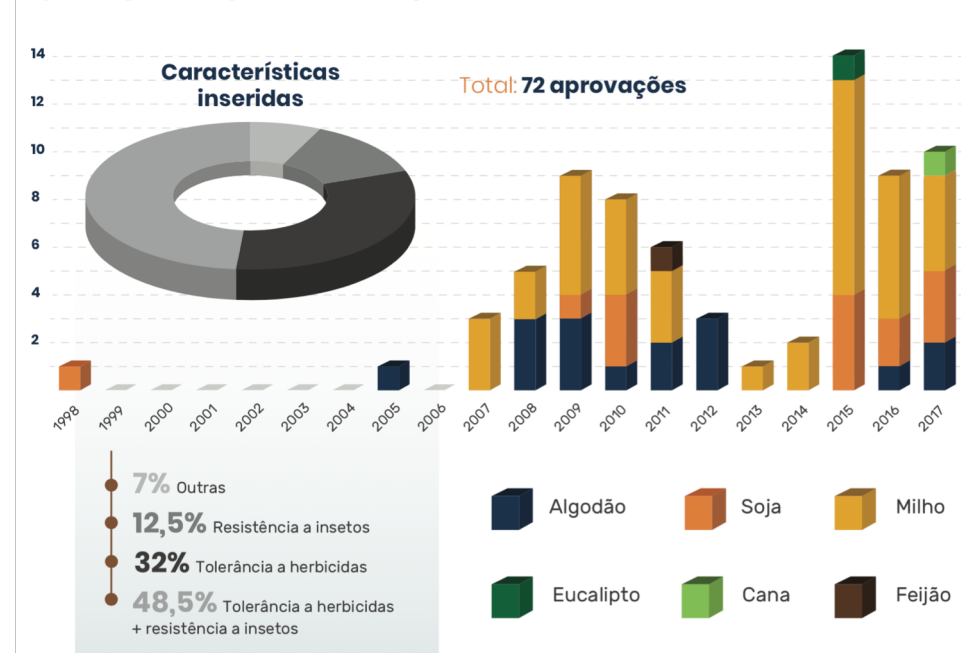
## TRANSFORMAÇÃO



# Transgênicos no Brasil



## Aprovações de plantas transgênicas no Brasil

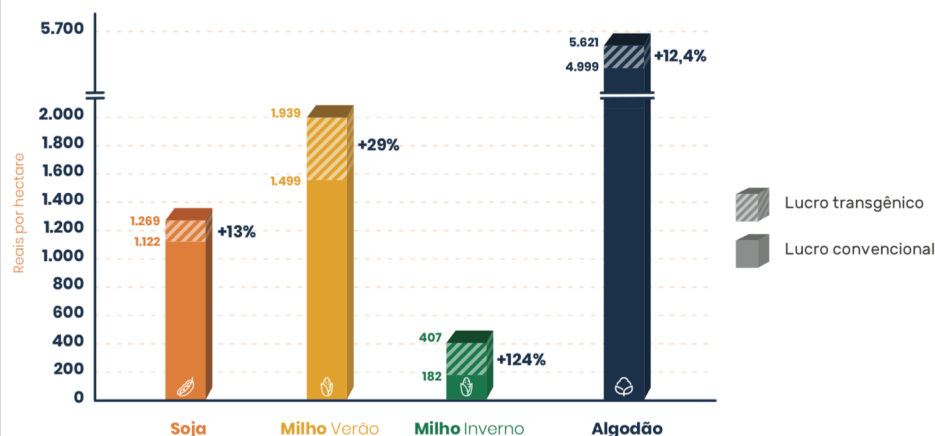


# Por que tem crescido tanto o seu cultivo?

- Considerando apenas os principais eventos disponíveis
  - *Resistencia a insetos e a herbicidas*
- Inúmeros benefícios ambientais, econômicos e sociais

| BENEFÍCIOS AMBIENTAIS (ACUMULADO 20 ANOS)                                 |        |        |       |         |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|---------|
| VARIÁVEIS                                                                 | BRASIL | SOJA   | MILHO | ALGODÃO |
| Redução no uso de defensivos (milhares de toneladas)                      | -839   | -734   | -91   | -13     |
| Economia de combustível (milhões de litros)                               | -377   | -262   | -110  | -5      |
| Economia de área plantada (milhões de hectares)                           | -9.9   | -1.4   | -8.4  | 0.0     |
| Redução no uso de defensivos (milhares de toneladas de ingrediente ativo) | -362.7 | -327.1 | -29.4 | -6.2    |
| Redução de emissões totais (milhões de toneladas de CO2)                  | -26.5  | -13.5  | -11.4 | -1.6    |

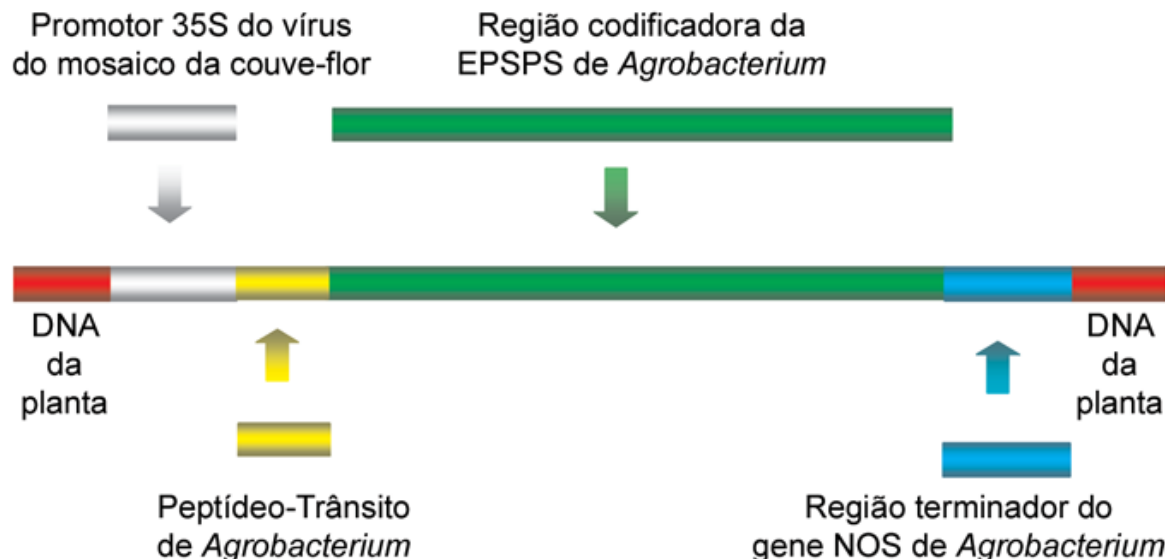
Comparativo de lucro entre transgênicos e convencionais em 2017/18 (%)



| BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E SOCIAIS PARA O PAÍS (ACUMULADO 20 ANOS)  |        |        |        |         |
|------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| VARIÁVEIS                                                        | BRASIL | SOJA   | MILHO  | ALGODÃO |
| Geração de riqueza (bilhões de reais)                            | 45.3   | 9.1    | 35.8   | 0.4     |
| Contribuição adicional para PIB (bilhões de Reais)               | 2.8    | 1.6    | 1.2    | 0.1     |
| Montante adicional de impostos (milhões de Reais)                | 731    | 200    | 526    | 5       |
| Volume adicional para a balança comercial (milhões de toneladas) | 16.7   | 2.6    | 14.1   | 0.03    |
| Geração de empregos adicionais                                   | 49,281 | 27,295 | 21,044 | 943     |
| Salários adicionais pagos (bilhões de Reais)                     | 2.2    | 0.6    | 1.6    | 0.01    |

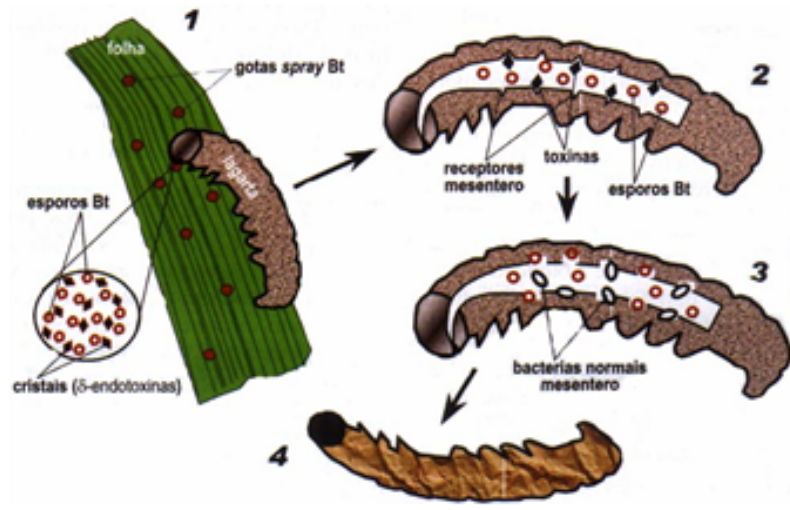
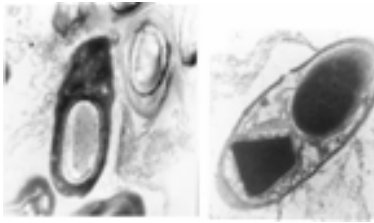
# Evento RR® (*Roundup Ready*)

- Resistência ao herbicida glifosato
- Enzima **EPSPS**
- Síntese se de aminoácidos aromáticos. *Ex. triptofano*



# Evento *Bt*

- *Bacillus thuringiensis* (Cry 1Ab, 1Ac, 1F, 3A, 3Bb1)
- Resistência a lagartas. *Ex. cartucho e da espiga*



Convencional



Milho Bt



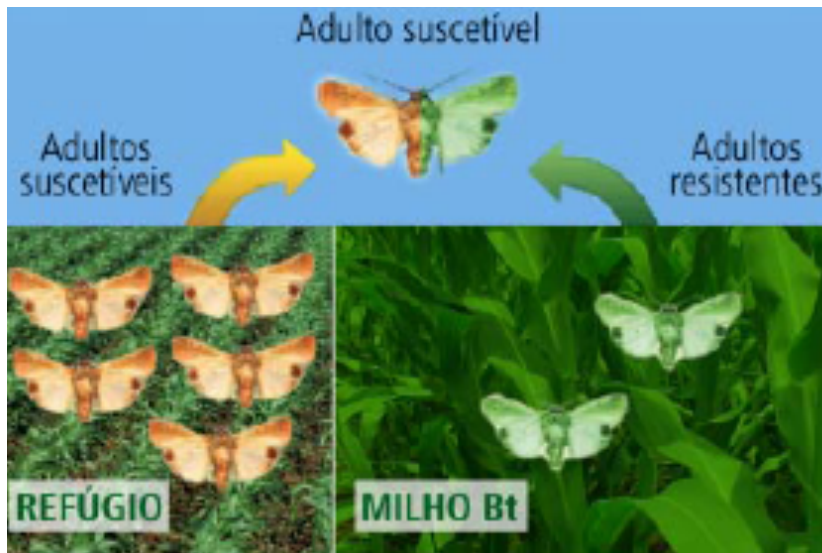
# Efeito nos sistemas de produção

- Mudanças **significativas** nas técnicas de cultivos
- Principalmente devido a mudança nos **tratos culturais**

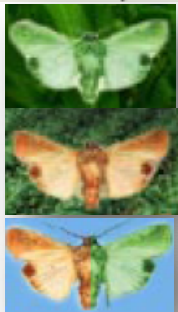
*Ex. Uso de defensivos: **produto, estágio, aplicações, custo, etc.***

- **Visa também:**
  - *a sustentabilidade das tecnologias*
  - *manter a produtividade, qualidade, e rentabilidade do agricultor*
- **Tecnologias isoladas não são a salvação da lavoura!**
- **Parte do manejo integrado de pragas, doenças e daninhas**

# Áreas de refúgio para cultivos com o *Bt*



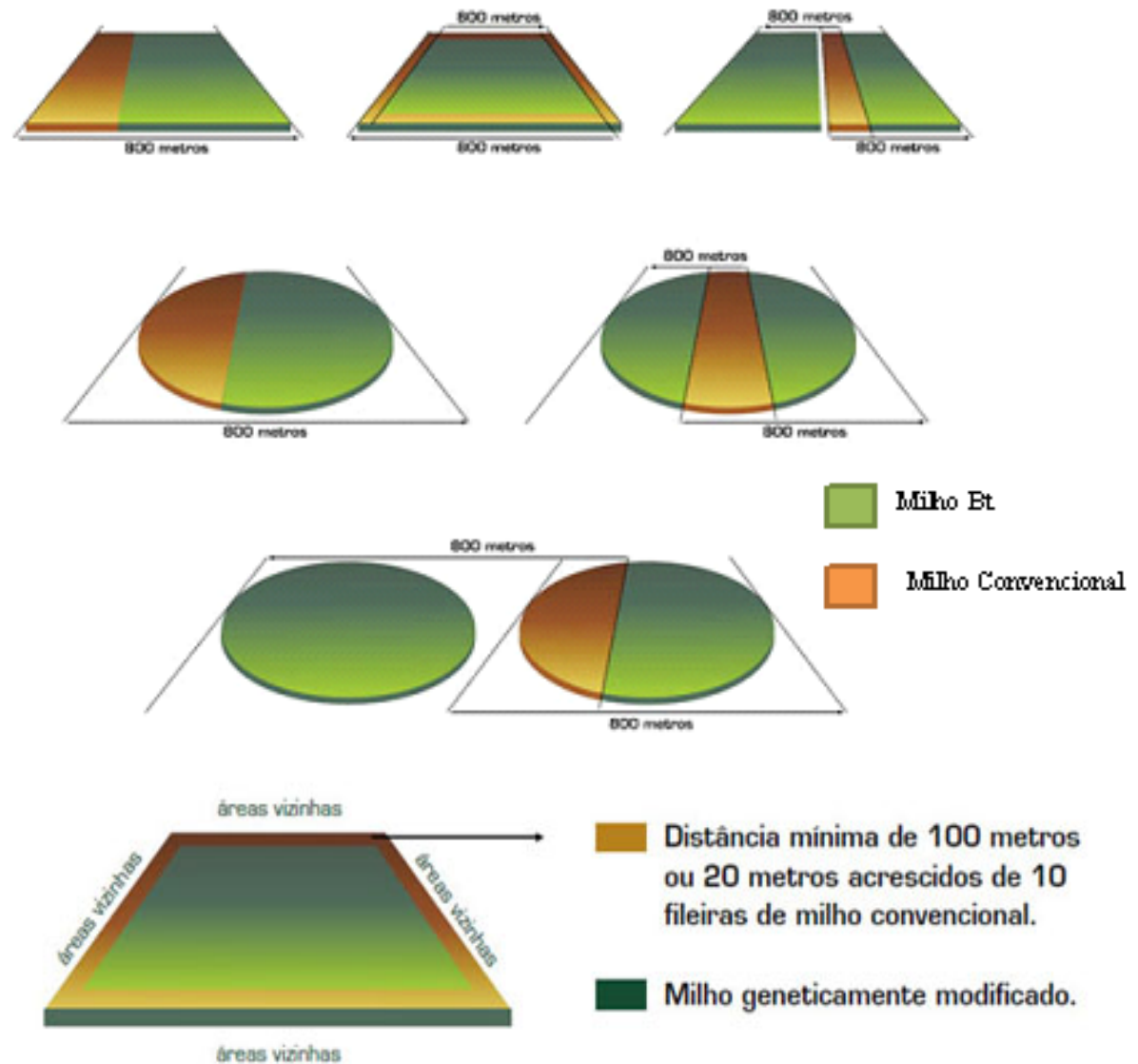
- O refúgio funciona como uma fonte de indivíduos suscetíveis. Com a preservação da característica de suscetibilidade, a proporção inicial de indivíduos suscetíveis e resistentes dentro da população é mantida e se previne o desenvolvimento de resistência, preservando-se assim a tecnologia Bt.



## Não Controlado

# Controlado

## Controlado

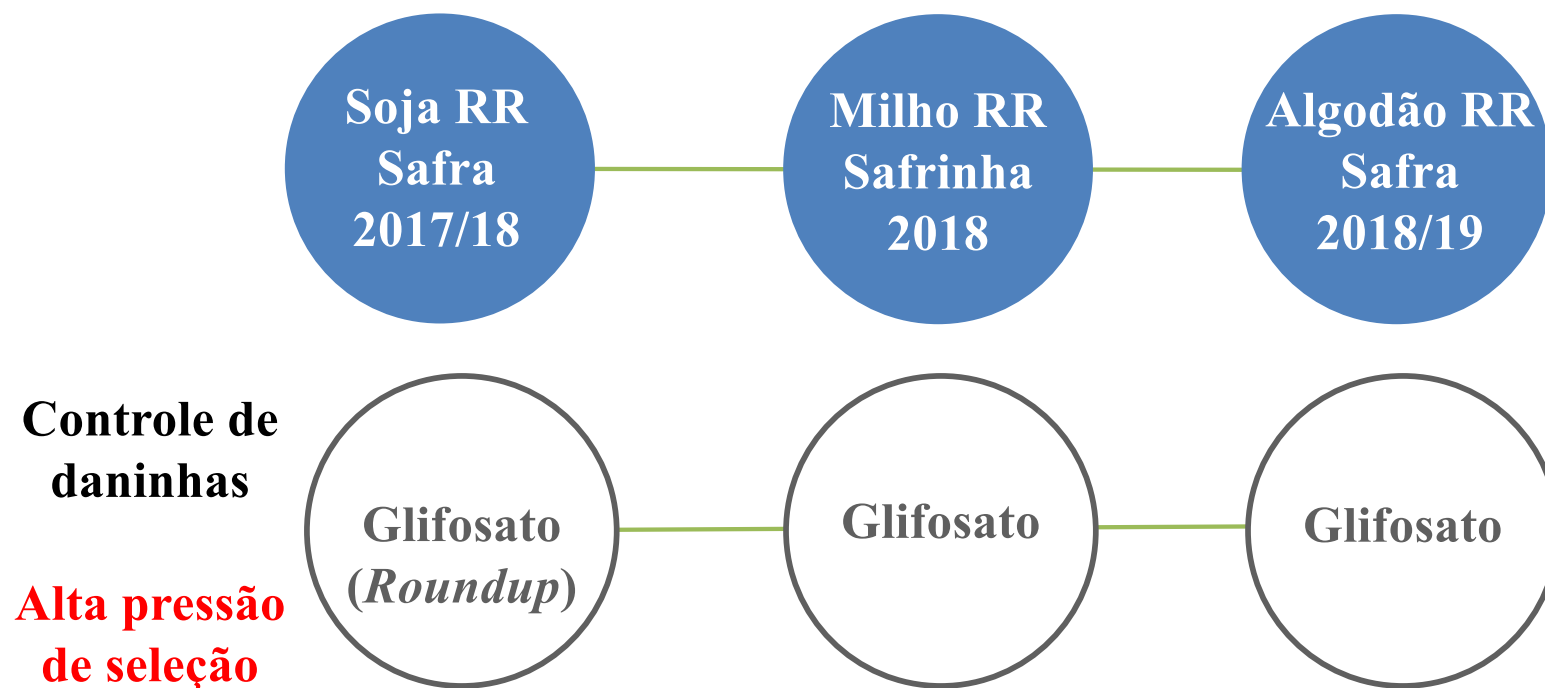


# Recomendações gerais para o refúgio

- Usar um híbrido de ciclo vegetativo **similar**, o mais próximo possível e ao **mesmo tempo** em que o cultivar Bt
- Compor um bloco do cultivar não-Bt que se encontre a menos de **800** metros do Bt
- Deve ser plantado na **mesma propriedade** do cultivo do Bt
- Não misturar sementes do cultivar não-Bt com o Bt
- **ATENÇÃO!**
- Se a população de pragas-alvo atingir o nível de dano econômico no refúgio, usar **inseticidas** que **não a base de Bt**

# Eventos de resistência a herbicidas

**Prática inadequada!**



**Rotação não só de culturas, mas também de eventos e herbicidas**

**Amônio-glufosinato, Imidazolinonas, 2,4D e Roundup**

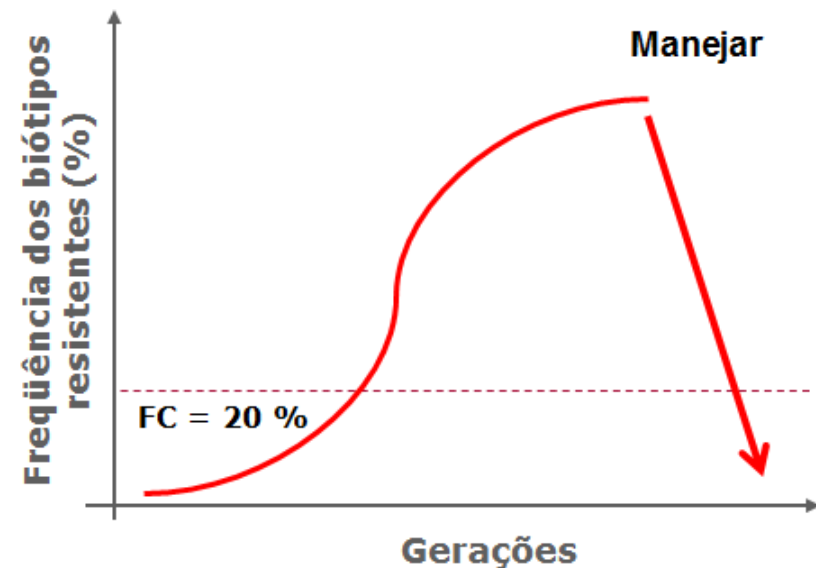
# Por que manejar herbicidas?



Campo Mourão – PR (Soja/Milho safrinha)



*Plantas voluntárias de Milho tolerante a glifosato na Soja tolerante a glifosato*



# Quais as tendências do mercado?

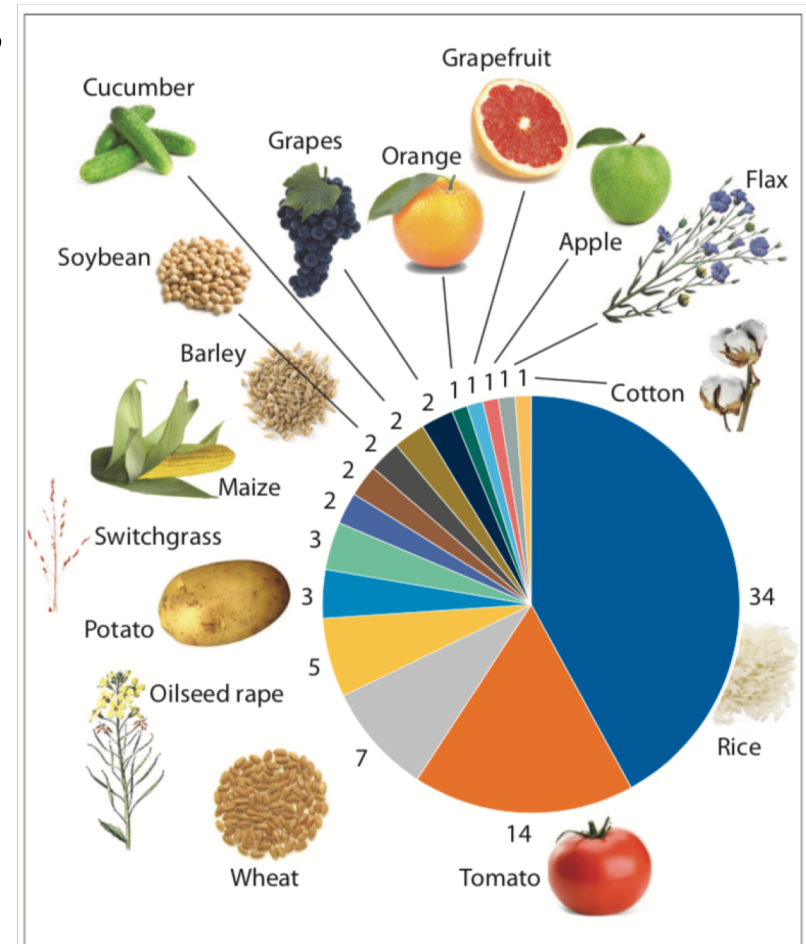
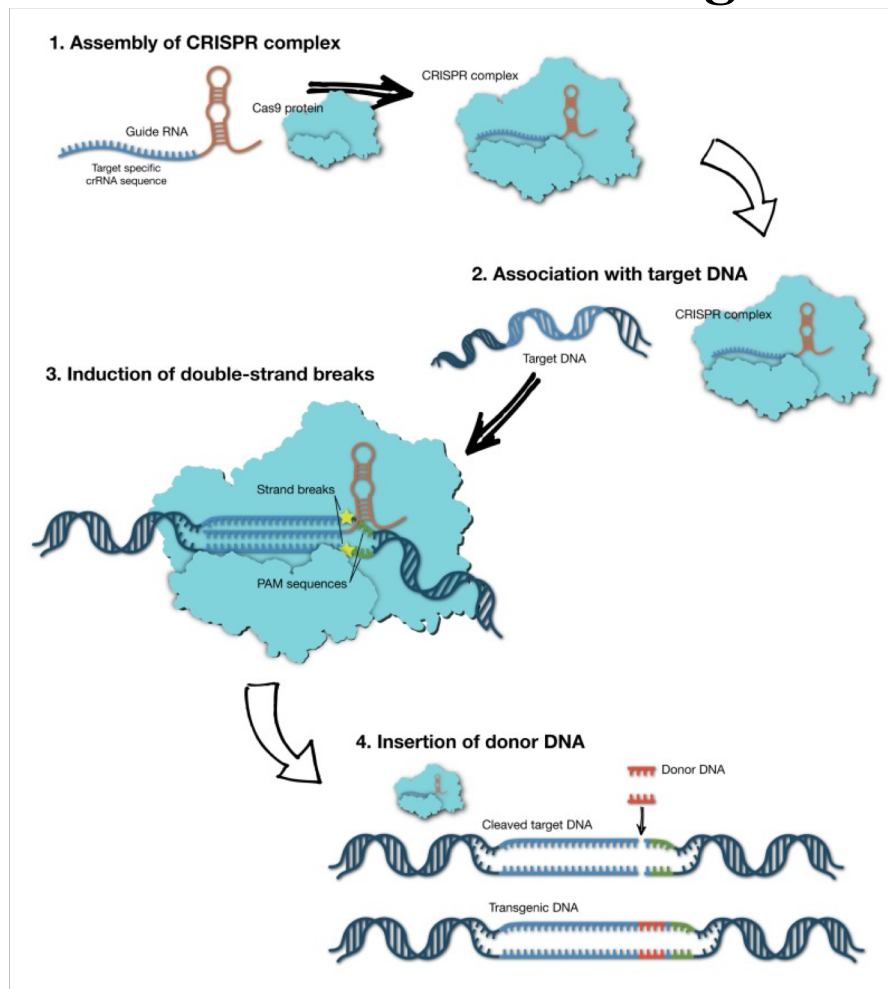
- ✓ **Stackeamento:** cultivares com oito ou mais eventos
- ✓ Refúgio no “saco de sementes” – **1 a 5%**
- ✓ USA: mais de **24** eventos para **milho**
- ***Tolerância à seca, nutricional e bioenergia***



- **Gerações de modificações**
  - **1º Processo produtivo:** características agronômicas - resistência a doenças, a insetos e tolerância a herbicidas
  - **2º Beneficia o consumidor:** características nutricionais e de conservação pós-colheita
  - **3º Plantas como biofábricas:** síntese de vacinas, hormônios, anticorpos, polímeros, etc.

# Edição Gênica – CRISPR/Cas9

- Muito específica, simples e segura
- Não é considerado “*transgenico*”



**Fig. 1.** Number of genes modified using CRISPR/Cas system with the aim of crops improvement, summarized from (Korotkova et al., 2017) and the Table for the period from August 2013 till August 2018.

# Considerações finais

- **Toda tecnologia tem vida útil**
- **Para tudo há recomendações de uso**
- **Para muitos erros não há solução fácil e barata**

# Referências

- Albrecht LP & Missio RF (2013) **Manejo de cultivos transgênicos**. UFPR, Curitiba, 139p.
- Brasileiro ACM & Carneiro VTC (1998) **Manual de transformação genética de plantas**. Embrapa Cenargen, Brasília. 176p.
- CIB (2018) **20 anos de transgênicos: benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil**. 19 pg. <https://cib.org.br/>
- Korotkova et al (2019) Current achievements in modifying crop genes using CRISPR/Cas system. **Vavilov Journal of Genetics and Breeding** 23: 29-37.
- Zerbini FM et al (2013) Plantas transgênicas. In: Borem A & Fritsche-Neto R (Ed.) **Biotecnologia aplicada ao melhoramento de plantas**. Editora Suprema, Visconde do Rio Branco, p. 229-266.