



Agriculture Division of DowDuPont™

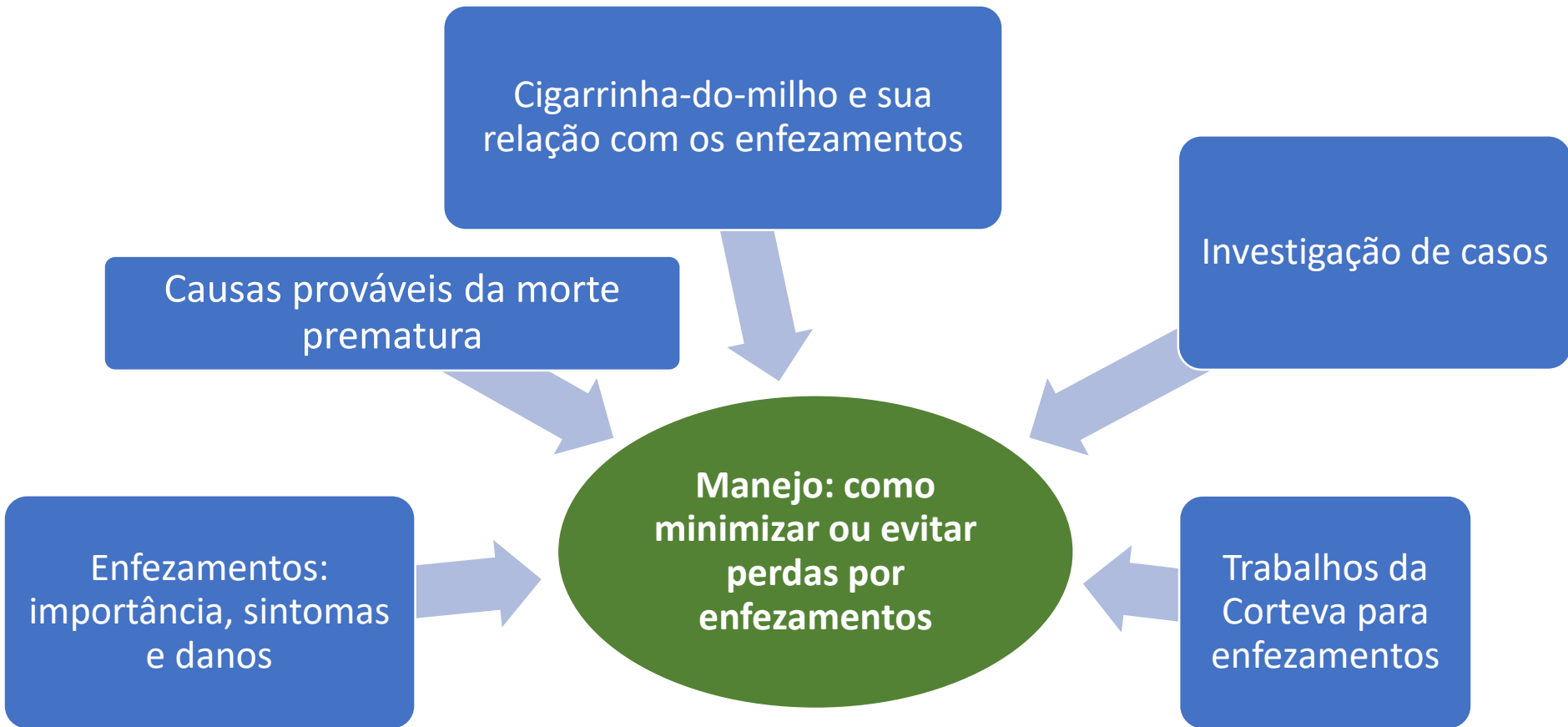
# Enfezamento Vermelho e Pálido em Milho: Patossistema e Manejo

IIIº Congreso Paraguayo de Semillas

Felipe Manfron

25 DE JULHO DE 2019 – CIUDAD DEL ESTE - PARAGUAY

# Agenda



# Fatores que favorecem o aumento do enfezamento e prejuízos

- Aumento da área atacada nos últimos anos
  - Expansão de fronteira agrícola
  - Tecnificação e intensificação de cultivo
  - Redução das aplicações inseticidas nas áreas de milho *Bt*
  - Aumento do milho “tiguera”
  - Janela de plantio, semeaduras sucessivas, presença contínua numa região
- Prejuízos na cultura do milho: +- 5 a 90% na produção

-Plantas secam prematuramente



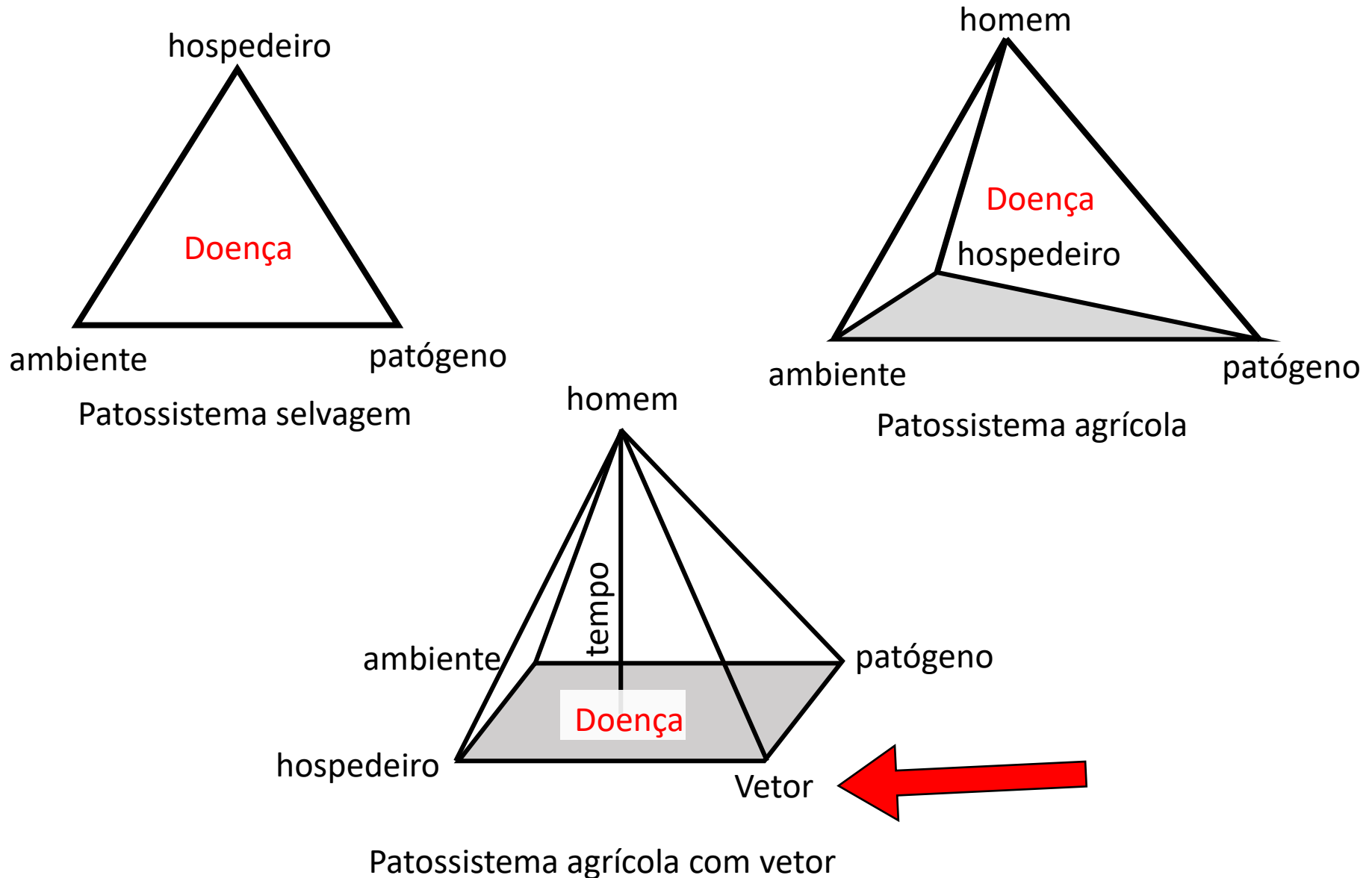
-Porta de entrada para outros patógenos: *Phytium*, *Diplodia*, *Fusarium*, etc.



-Grãos pequenos, chochos, com falhas nas espigas



# Ocorrência da doença





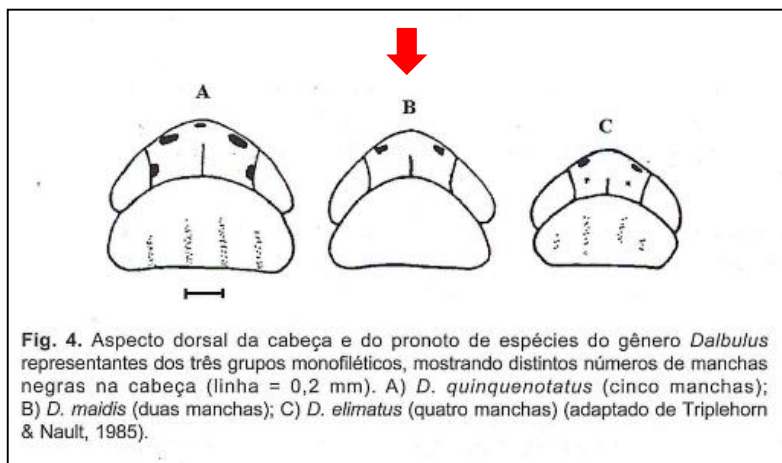
# Cigarrinha-do-milho: *Dalbulus maidis*



Lavoura de milho em Luis Eduardo Magalhães - BA. Dezembro, 2017



Cigarrinha-do-milho adulta

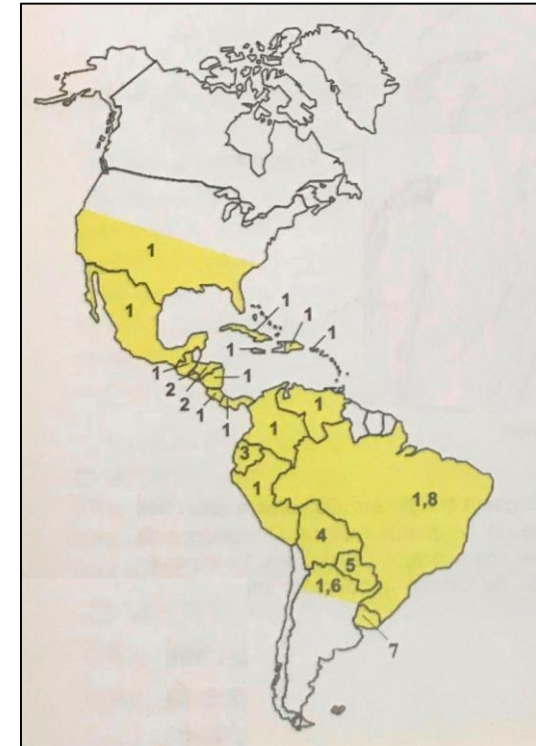


Identificação

# Cigarrinha-do-milho e sua distribuição geográfica



- Adquirem os mollicutes em plantas infectadas e transmitem para plantas saudáveis
  - Se multiplicam em quase todos os órgãos do vetor, principalmente nas glândulas salivares (OZBEK et al., 2003)
- Danos
  - ✓ Alimentação (pouco significante)
  - ✓ Transmissão de doenças
    - ENFEZAMENTO-VERMELHO
    - ENFEZAMENTO-PÁLIDO
    - RISCA (*Maize rayado fino virus*)
- Ocorrência e dispersão:
  - ✓ Ocorre do nível do mar até elevadas altitudes
  - ✓ Migração: raio de voo estimado em mais de 30 km, podendo chegar a centenas (Oliveira, 2004)



Distribuição de *D. maidis* (Lopes, 2004)

# Patógenos relacionados com os tipos de enfezamentos

- Enfezamentos são doenças causadas por mollicutes (organismos procariontes – unicelulares sem parede celular)

→ Mollicutes: Parasitas intracelulares, se multiplicam na seiva e somente nos vasos do floema (Oliveira, 1996)

- ✓ Espiroplasma  
(Enfezamento-pálido - CSS)

Espiroplasma  
(*Spiroplasma kunkelii*) -  
morfologia  
helicoidal

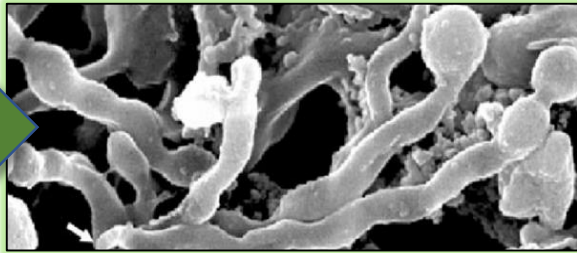


Foto: Ammar et al., 2003.

- ✓ Fitoplasma  
(Enfezamento-vermelho - MBSP)

Fitoplasma (*Maize bushy stunt phytoplasma*) –  
morfologia ovóide  
esferica

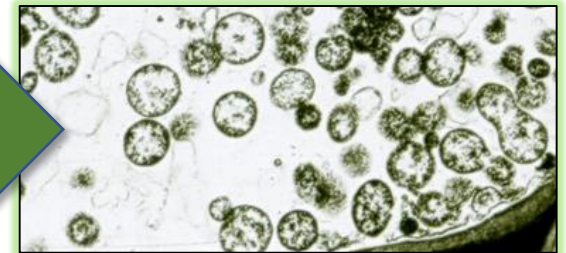


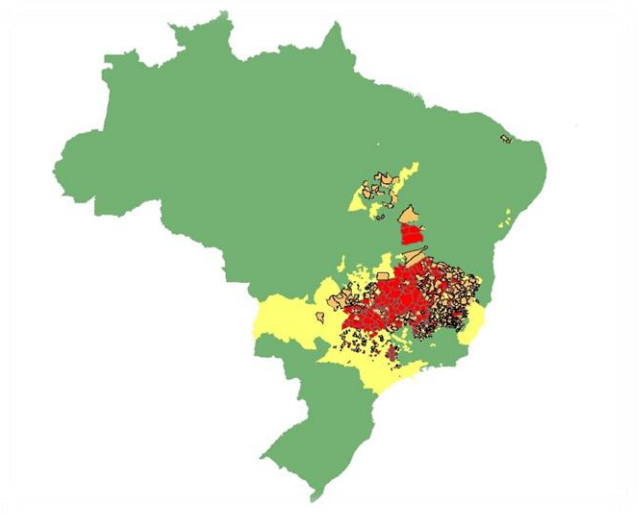
Foto: Nault, 1980.

- ✓ Parasitas obrigatórios (sobrevive somente em hospedeiro ou vetor);
- ✓ Ocorrência individual ou simultânea;

# Cigarrinha-do-milho e sua distribuição geográfica

Fonte: Departamento de Agronomia Corteva

Doença

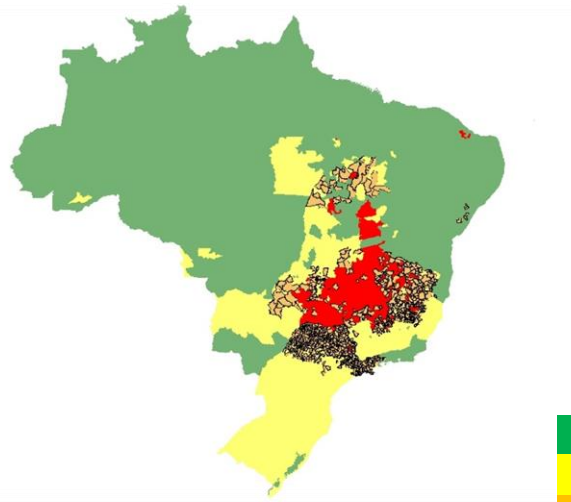


Enfezamento – verão 2016/17

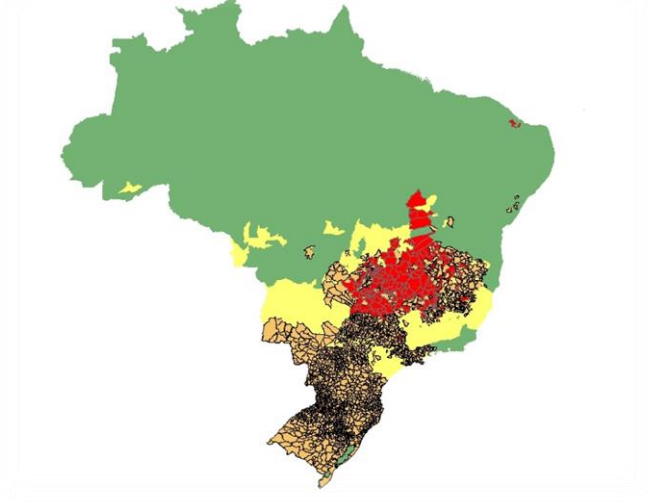
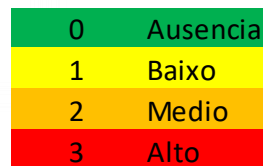


Enfezamento – safrinha 2017

Inseto



Cigarrinha-do-milho – verão 2016/17



Cigarrinha-do-milho – safrinha 2017



# Ciclo de vida do vetor

## Cigarrinha-do-milho

*Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923)  
(Hemiptera: Cicadellidae)



- **Adultos - 60 a 80 dias**
- ✓ 4 mm de comprimento x 2 mm de largura
- ✓ Hábito de se alimentar no cartucho da planta
- ✓ Ovipositam 400 a 600 ovos



- **Postura – 8 a 10 dias**
- ✓ Endofítica e ovos oblongos (1 x 0,2 mm)
- ✓ Projetam um tufo de microfilamentos
- ✓ Próximos a nervura central



## Ciclo biológico:

✓ **23 a 27 dias**

26°C



- **Ninfas - 14 a 16 dias**
- ✓ Coloração amarelo-leitosa
- ✓ Possuem o hábito de se alimentar em folha e colmo da planta

- 5 instares;
- Tanto ninfas como adultos são sugadores;

# Características do vetor vs mollicutes

- Transmissão de doenças

Nome comum da doença	Patógeno causador da doença	Nome comum do patógeno	<b>Vetor: <i>Dalbulus maidis</i></b>			
			Tempo aquisição	Latência	Inoculação	Retenção
Enfezamento-pálido	<i>Spiroplasma kunkelii</i>	Espiroplasma	1 hora	17 a 23 dias	1 hora	42 dias
Enfezamento-vermelho	<i>Maize brushy stunt phytoplasma</i>	Fitoplasma	2 horas	22 a 28 dias	30 min	29 a 48 dias
Risca	<i>Maize raiado fino virus</i>	MRFV	6 horas	8 a 22 dias	8 horas	20 dias

- Temperatura

- ✓ Afeta a transmissão do patógeno e biologia da cigarrinha-do-milho
- ✓ Não há eclosão de ovos em temperaturas abaixo de 20°C
- ✓ Temperaturas baixas (27°C dia e 18°C noite) dificultam surgimento de sintomas
- ✓ Temperaturas elevadas (30°C dia e 25°C noite) favorecem a transmissão dos patógenos

# Modo de transmissão dos mollicutes



Transmissão transovariana **Não**



Transmissão pelo vetor infectado **Sim**



Transmissão via planta infectada para a semente **Não**



# Sintomas característicos de cada enfezamento

## Enfezamento-pálido:

manchas cloróticas na base da folha com posterior banda larga, redução de porte



## Enfezamento-vermelho:

cor avermelhada nas folhas (ponta e margem) e colmo, perfilhamento, multiespigamento



- Afetam o metabolismo celular, a fisiologia e a nutrição das plantas
- Plantas com menos raízes, nanismo, redução de porte ou altura aparentemente normal
- Redução na absorção de Mg, constituinte da clorofila, é possível que os sintomas nas folhas sejam decorrente disso (Oliveira et al., 2005)



# Sintomas em condições de campo



Aspecto visual do experimento em V8



Aspecto visual em 04/03/2019



Aspecto visual do experimento em R2



Aspecto visual em 04/04/2019



# Sintomas em condições de campo



**Sintomas de enfezamentos na safrinha 2019 – Marechal C. Rondon - PR**



# Identificação dos sintomas no campo

- Como saber se a lavoura possui enfezamentos:
  - Sintomas surgem no florescimento em diante, na fase de enchimento de grãos (R2 a R4)
  - Algumas plantas com os sintomas de cada enfezamento
  - Plantas secam precocemente, grãos chochos
  - Temperaturas elevadas (maior que 30°C dia e 25°C noite) ideal para o desenvolvimento dos patógenos e do sintoma
  - Presença da cigarrinha-do-milho na área
  - Identificação: PCR (Reação Cadeia de Polimerase) e teste de ELISA



Área com sintoma – Palotina – PR (04/03/19)



Coleta de inseto e planta para análise de PCR





# Pontos em comum nas áreas suspeitas com enfezamento

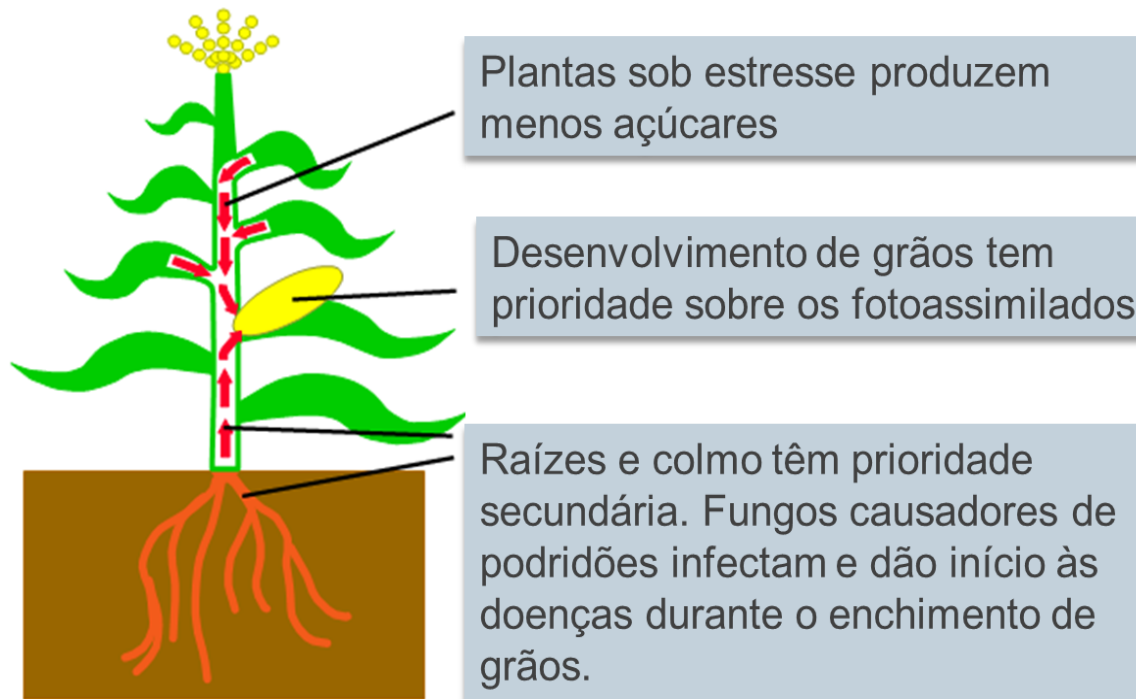


Área em Palotina - PR

Área em Vila Nova, Toledo - PR

Área em Matelândia - PR

# Morte prematura de plantas



**Observação:** Embora os patógenos tenham papel fundamental nas podridões de colmo, é a deficiência de produção de fotossintatos que desencadeia o processo



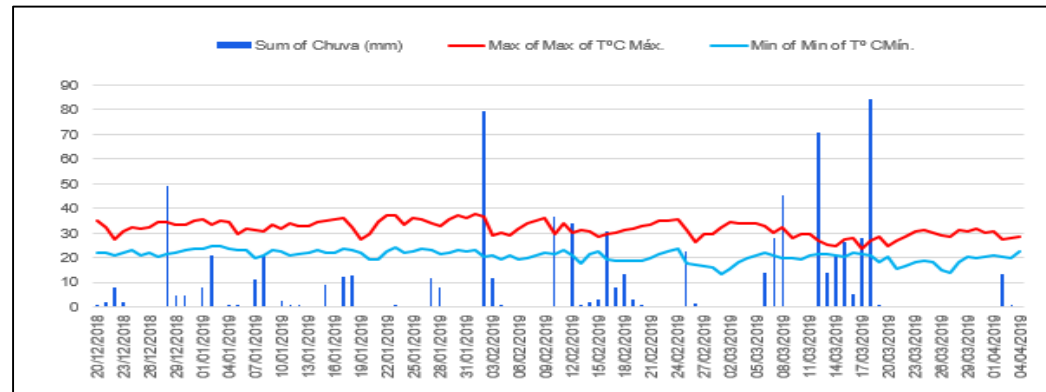
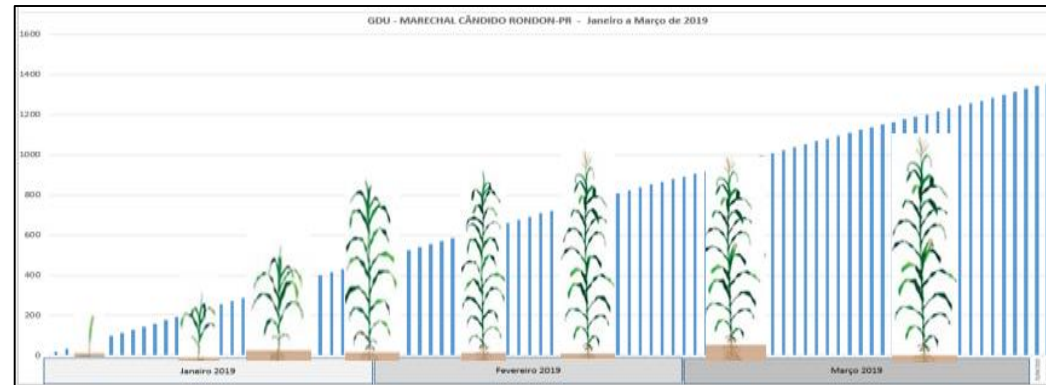
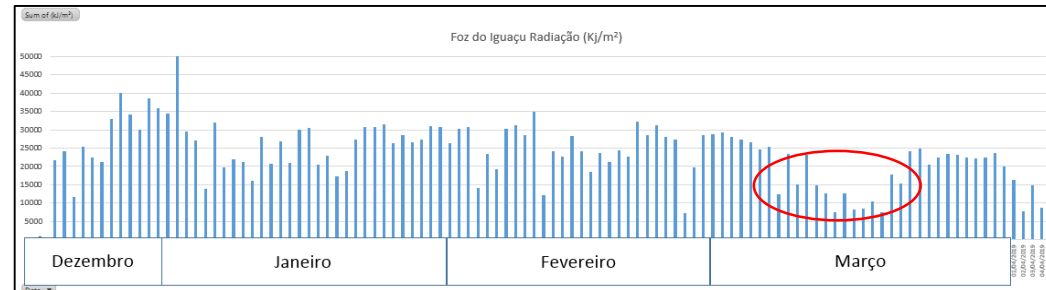
# Interação: enfezamentos vs morte prematura



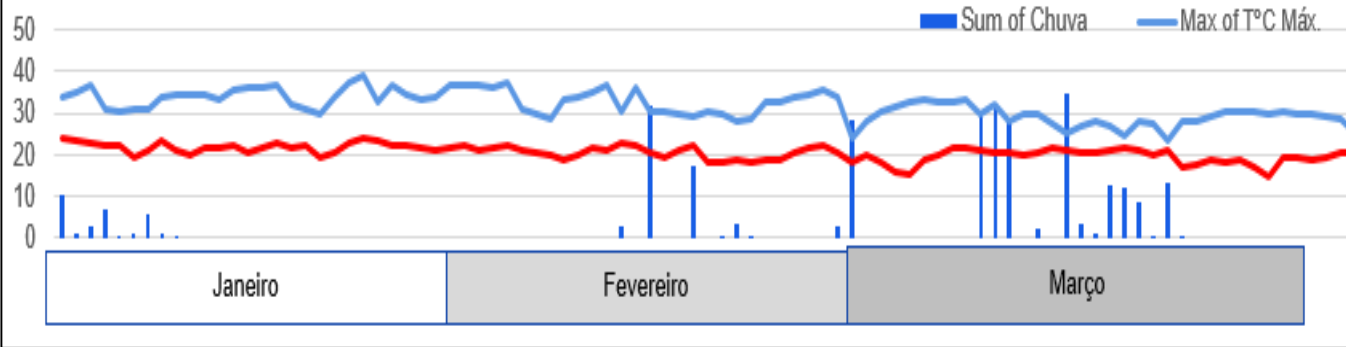
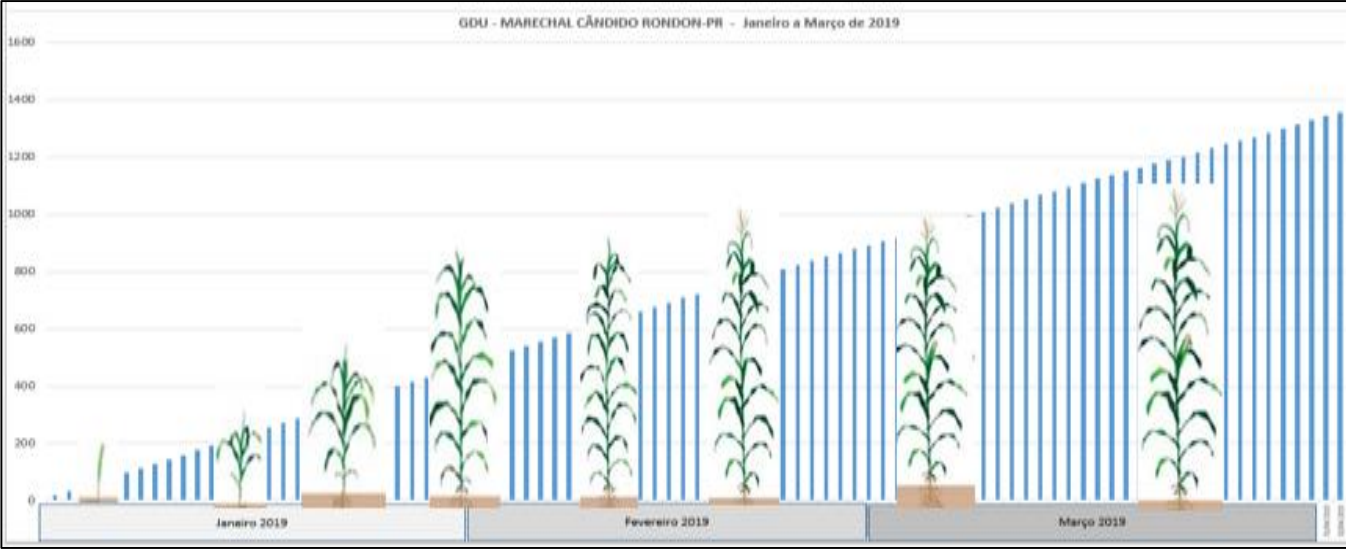
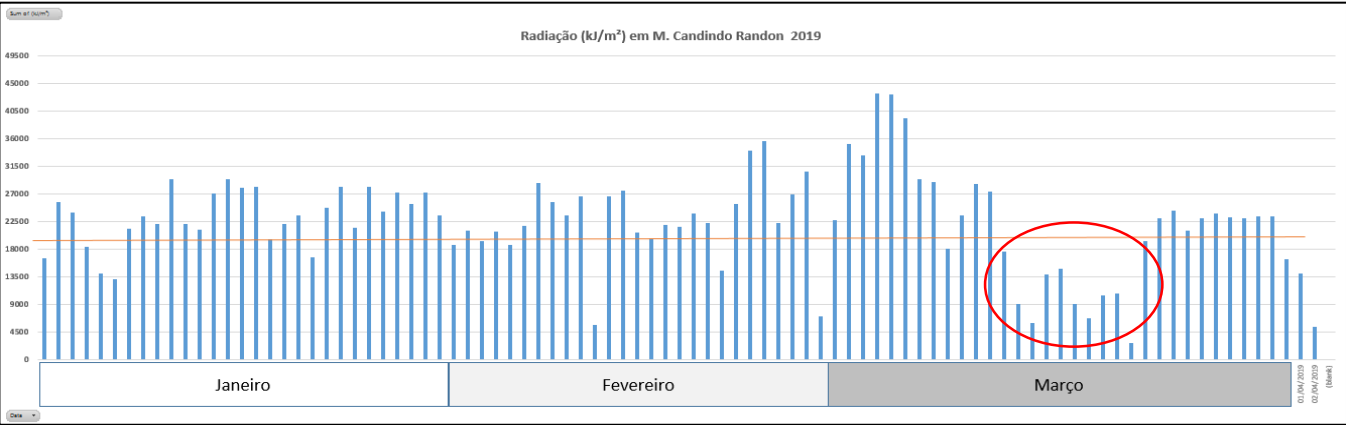
Fotos: José Madaloz

# Condição climática safrinha 2019 - Foz do Iguaçu - PR

- Excelentes condições climáticas no período vegetativo – insolação e distribuição de chuvas
- Componentes de rendimento foram definidos para alto potencial (n. de grãos/espiga)
- Baixa radiação no início do enchimento de grãos – alta demanda de energia pela planta
- Dreno das reservas de colmo



# M. C. Rondon - PR 2019





# Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA)

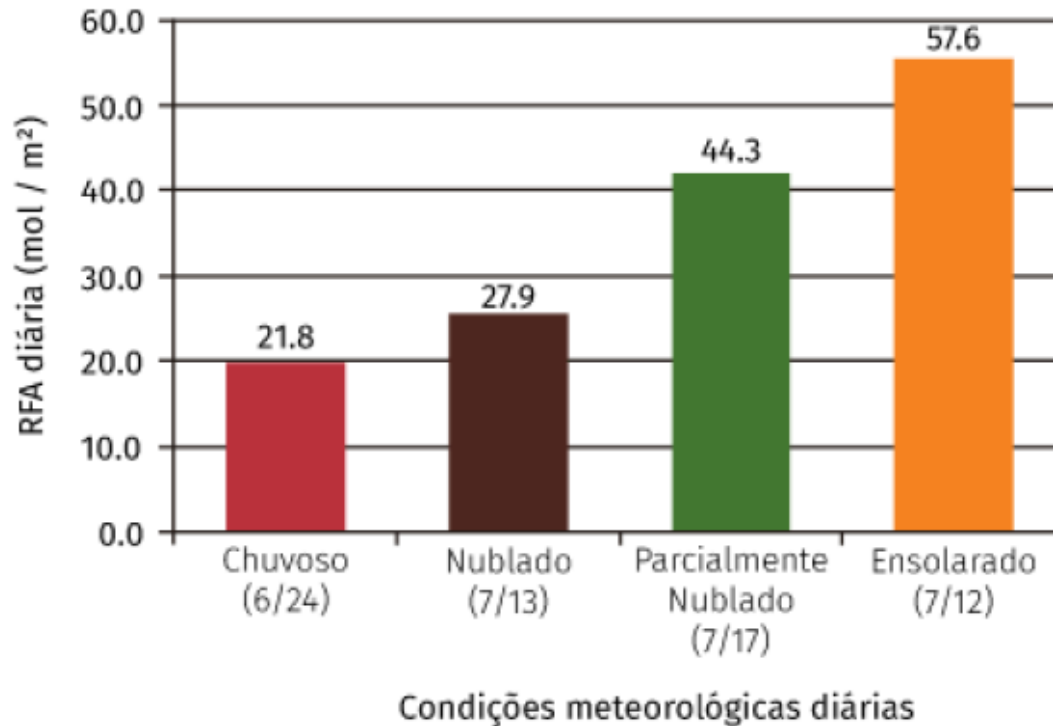


Gráfico 1: Redução da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) de acordo com as condições do tempo. Fonte: DuPont Pioneer Agronomy Sciences Solar Radiation on Corn Production

Sob condição de um dia chuvoso, a planta precisa de quase 3 dias para produzir a mesma energia produzida em 1 dia ensolarado → exaustão de colmo!!!



# Aspecto visual da lavoura





## Padrão de lavoura afetada por complexo de enfezamentos

- ✓ Sintomas surgem no florescimento em diante, na fase de enchimento de grãos (R2 a R4).
- ✓ Encurtamento dos entrenós, definhamento da planta, estrias de coloração amarelada nas folhas (**Corn Stunt**).
- ✓ Caracteriza-se pelo avermelhamento das folhas a partir das margens e do ápice, seguido por folha seca (Maize Bush Stunt).



## Padrão de lavoura afetada por morte prematura de plantas

- ✓ Plantas secam no início enchimento de grão, intervalo curto de tempo
- ✓ Distribuição uniforme
- ✓ Sem plantas dominadas, entrenós curtos ou estrias



# Projetos ligados aos enfezamentos

- ✓ Monitoramento da cigarrinha-do-milho em regiões estratégicas
- ✓ Metodologia para caracterização dos híbridos em relação aos enfezamentos
- ✓ Avaliação de potenciais plantas hospedeiras para a cigarrinha-do-milho
- ✓ Estádio susceptível do milho e efeito do tratamento de semente no controle da cigarrinha-do-milho
- ✓ Efeito do número de insetos vetores (*Dalbulus maidis*) e período de transmissão dos enfezamentos

# Monitoramento da cigarrinha-do-milho em regiões estratégicas



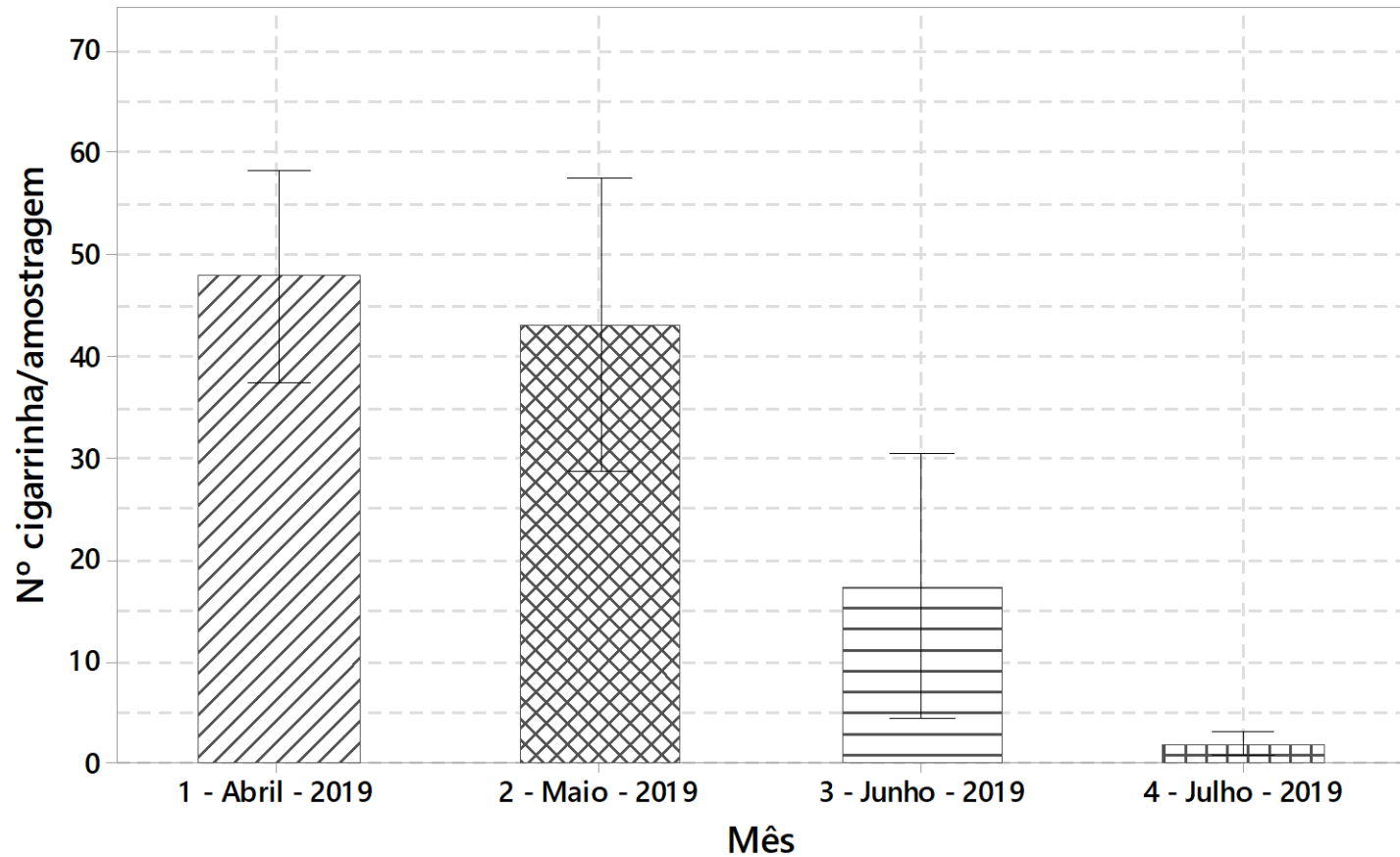
Armadilha luminosa



Cola adesiva com cigarrinha-do-milho

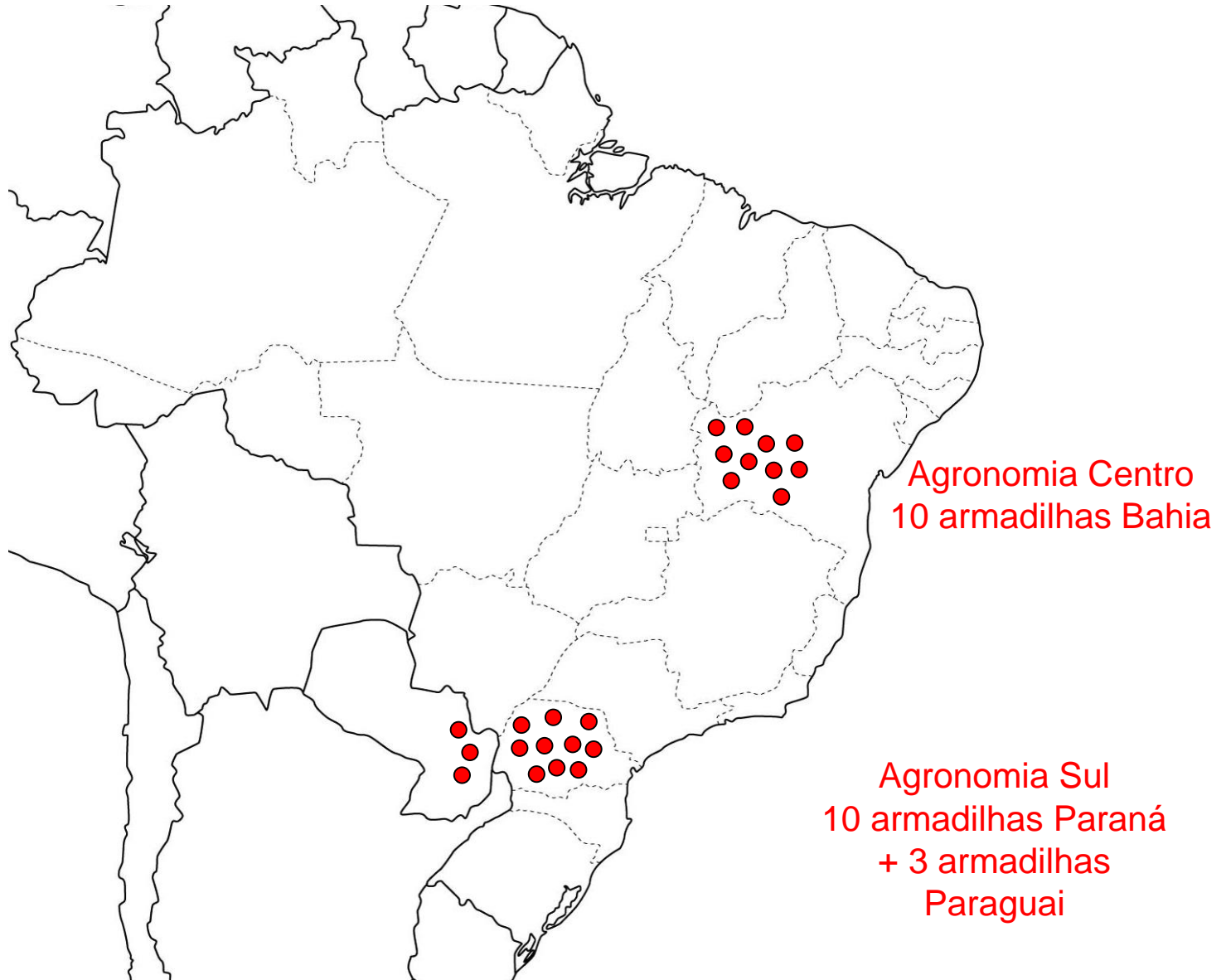


# Monitoramento da cigarrinha-do-milho em regiões estratégicas



Média de 4 coletas por mês - Localidade: Toledo - PR

# Regiões no Brasil e do Paraguai para monitorar





# Metodologia para caracterização dos híbridos vs sintomas característicos do enfezamento



Plantio



Desbaste



Inoculação das cigarrinhas



Tempo de infestação: 5 dias



# Metodologia para caracterização dos híbridos vs sintomas característicos do enfezamento



Aspecto visual no estágio de V8



Aspecto visual em VT



Sintomas dos enfezamentos



Aspecto visual do experimento



# Avaliação de potenciais plantas hospedeiras para a cigarrinha-do-milho

(Josemar et al., 2018) – 8 reps



Capim Braquiária (*Urochloa brizantha*)



Milheto (*Pennisetum glaucum*)



Milho pipoca (*Zea mays*)



Milho híbrido (*Zea mays*)



Soja (*Glycine max*)



Cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.)



Sorgo (*Sorghum bicolor*)



Sorgo halepense (*Sorghum halepense*)

**Após 45 dias somente milho e pipoca permitiram a reprodução da cigarrinha-do-milho.**

*Tanto o vetor como os enfezamentos são dependentes do hospedeiro obrigatório (milho).*

# Período susceptível e efeito do TSI no controle da cigarrinha-do-milho

Josemar et al., 2018



Criação de inseto



Ninfas de *Dalbulus maidis*



Plantas com enfezamento para infecção de *D. maidis*



Infestação das plantas de milho



Parcelas protegidas com gaiolas



Adultos de *Dalbulus maidis*



Parcela com 4 plantas infectadas com **20** insetos adultos



Aspecto visual do experimento

# Período susceptível e efeito do TSI no controle da cigarrinha-do-milho

Josemar et al., 2018

Tratamento semente	Intervalo infestação	Dias após infestação																																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Clotianidina	Não infestado	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Imidacloprido	Não infestado	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Sem inseticida	Não infestado	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Clotianidina	VE - V4	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Imidacloprido	VE - V4	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Sem inseticida	VE - V4	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Clotianidina	VE - V8	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Imidacloprido	VE - V8	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Sem inseticida	VE - V8	VE	VE	VE	V1	V1	V1	V2	V2	V2	V3	V3	V3	V4	V4	V4	V4	V5	V5	V5	V5	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V8	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12
Clotianidina	Não infestado	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12																												
Imidacloprido	Não infestado	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12																												
Sem inseticida	Não infestado	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12																												
Clotianidina	V8 - V12	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12																												
Imidacloprido	V8 - V12	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12																												
Sem inseticida	V8 - V12	V8	V8	V9	V9	V9	V10	V10	V10	V11	V11	V11	V12	V12	V12																												

### Legenda:













- Período COM infestação artificial
- Período SEM infestação artificial

Produto	Concentração (i.a.)	Aplicação	Dose	Fabricante
Dersal Plus	150 g.L <sup>-1</sup> + 350 g.L <sup>-1</sup>	Tratamento de semente	2 ml kg <sup>-1</sup>	Bayer
Poncho	600 g.L <sup>-1</sup>	Tratamento de semente	4 ml kg <sup>-1</sup>	Bayer
Saluzi 600 FS	600 g.L <sup>-1</sup>	Tratamento de semente	8 ml kg <sup>-1</sup>	Rotam



# Período susceptível e efeito do TSI no controle da cigarrinha-do-milho

Josemar et al., 2018









	Sem infestação	Sem TS e infestado	Imidacloprido e infestado	Clotianidina e infestado
Período infestado	VE a V4 	Sem espiga 		
	V4 a V8 			
	V8 a V12 			

Observação: Híbrido suscetível



# TS e infestação de *Dalbulus maidis* em diferentes estádios do milho

Até quando controlar

	VE	V2	V4	V6	V8	V10	V12
<b>Sem infestação</b>		✓ TS efetivo somente nos estádios VE e V2					
<b>Sem TS e infestado</b>		✓ Sem efeito do TS de V4 a V12					
<b>Clotianidina e infestado</b>		✓ Perda de rendimento de V2 a V10					
<b>Imidacloprido e infestado</b>		✓ Controlar pelo menos até V10 (até 40 dias após emergência)					



Observação: Híbrido suscetível

Dano potencial  
V10 – V12

# Efeito do número de insetos vetores (*Dalbulus maidis*) e período de transmissão do molicute no sintoma do enfezamento

Entrada	Híbrido	Número de insetos por planta	Período de infestação (dias)
1	Suscetível	0	1
2			2
3			4
4			8
5		2	1
6			2
7			4
8			8
9		4	1
10			2
11			4
12			8
13		6	1
14			2
15			4
16			8
17		8	1
18			2
19			4
20			8

Entrada	Híbrido	Número de insetos por planta	Período de infestação (dias)
21	Tolerante	0	1
22			2
23			4
24			8
25		2	1
26			2
27			4
28			8
29		4	1
30			2
31			4
32			8
33		6	1
34			2
35			4
36			8
37		8	1
38			2
39			4
40			8

- Data de plantio: 2 de Agosto
- Infestação: V3
- Local: Planaltina - DF



# Efeito do número de insetos vetores (*Dalbulus maidis*) e período de transmissão do molicute no sintoma do enfezamento

→ CNSTSP - Corn Stunt Spiroplasma score (9 a 1) avaliado pelo Elcio Alves (PBRD Research Scientist)

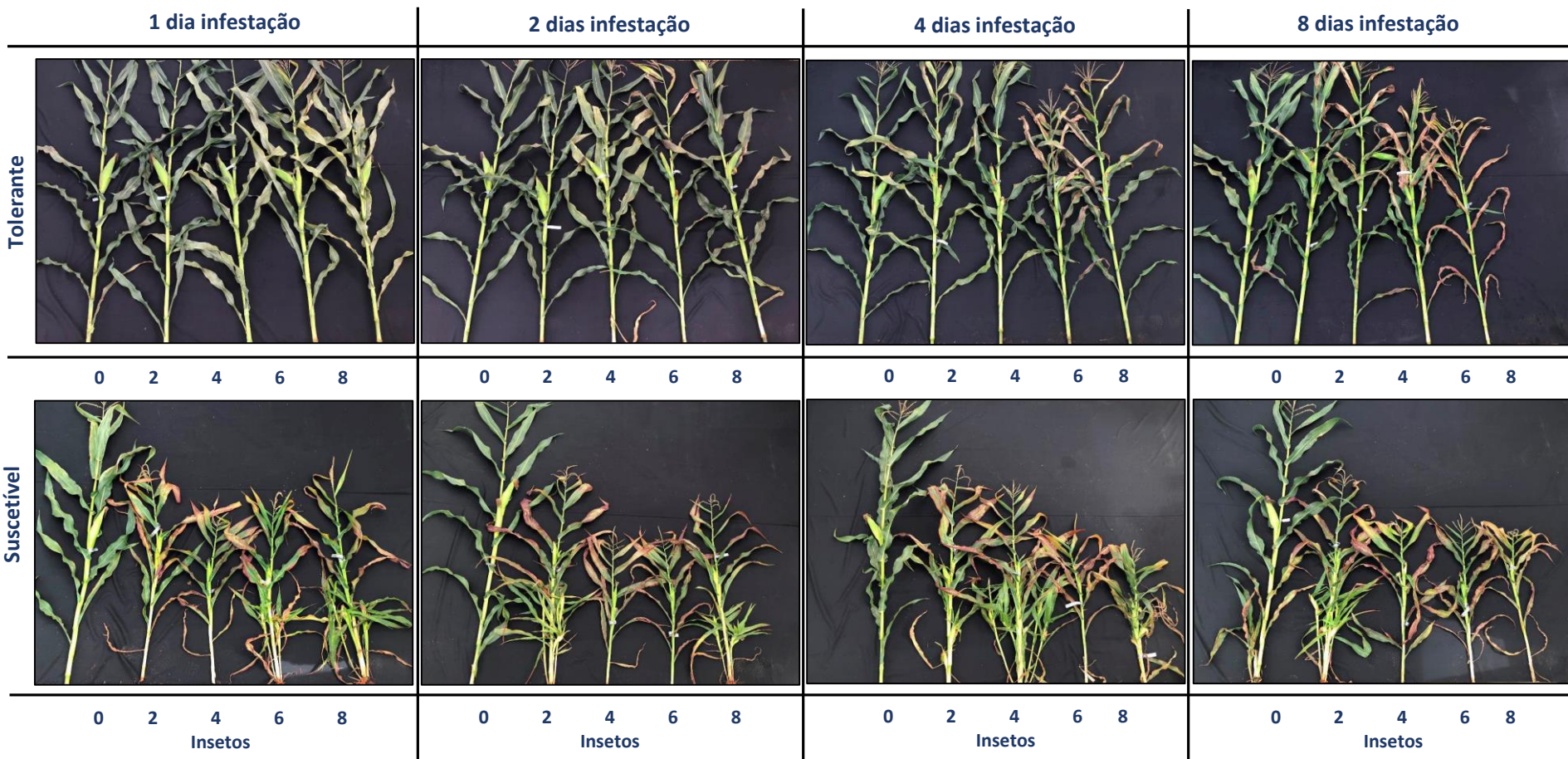
→ Escore 9, 8 ou 7 - categoria resistente

→ Escore 6, 5 ou 4 - categoria intermediária

→ Score 3, 2 ou 1 - categoria suscetível



# Efeito do número de insetos vetores (*Dalbulus maidis*) e período de transmissão do molicute no sintoma do enfezamento





# Efeito do número de insetos vetores (*Dalbulus maidis*) e período de transmissão do molicute no sintoma do enfezamento

Período infestado (duração) 8 dias



0 inseto por planta



2 insetos por planta



4 insetos por planta



6 insetos por planta



8 insetos por planta

**Tolerante**



# Efeito do número de insetos vetores (*Dalbulus maidis*) e período de transmissão do molicute no sintoma do enfezamento

Período infestado (duração) 1 dia



0 inseto por planta



2 insetos por planta



4 insetos por planta

**Suscetível**



6 insetos por planta



8 insetos por planta

# Prática de manejo #1

✓ Reduzir a janela de plantio

- Pontes verdes (áreas irrigadas)

✓ Ciclo biológico:

23 a 27 dias (26°C)



✓ Sincronização x plantios sucessivos x época de plantio = enfezamento



# Prática de manejo #2

✓ Eliminar plantas voluntárias (“tigueras”)



“Milho tiguera” na área remanescente de trigo



“Milho tiguera” na área de soja



Espiga de “milho tiguera” que germinou



Plantio seqüências de milho



# Prática de manejo #3

## ✓ Tratamento de semente



Parcela não infestada (testemunha)



Sem inseticida e infestação entre VE e V4



Imidacloprido e infestação entre VE e V4



Clotianidina e infestação entre VE e V4

# Prática de manejo #4

✓ Aplicação de inseticida para o controle do inseto adulto de: VE - V10



Parcela não infestada (testemunha)



Sem inseticida e infestação entre V8 e V12





# Prática de manejo #5

## ✓ Escolha do híbrido



Suscetível



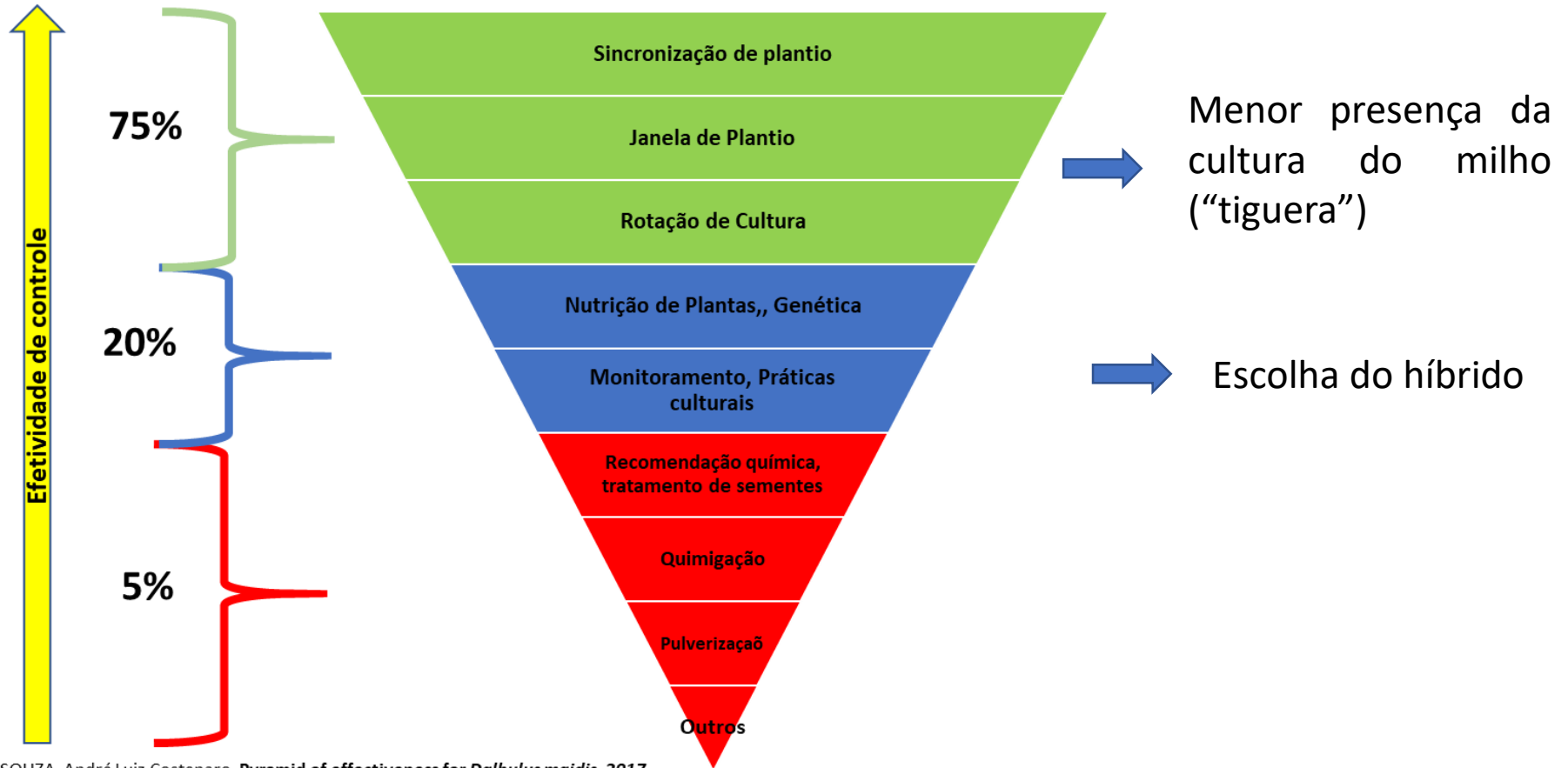
Tolerante

Plantio no mesmo talhão  
29 de novembro de 2018 – Arapoti - PR



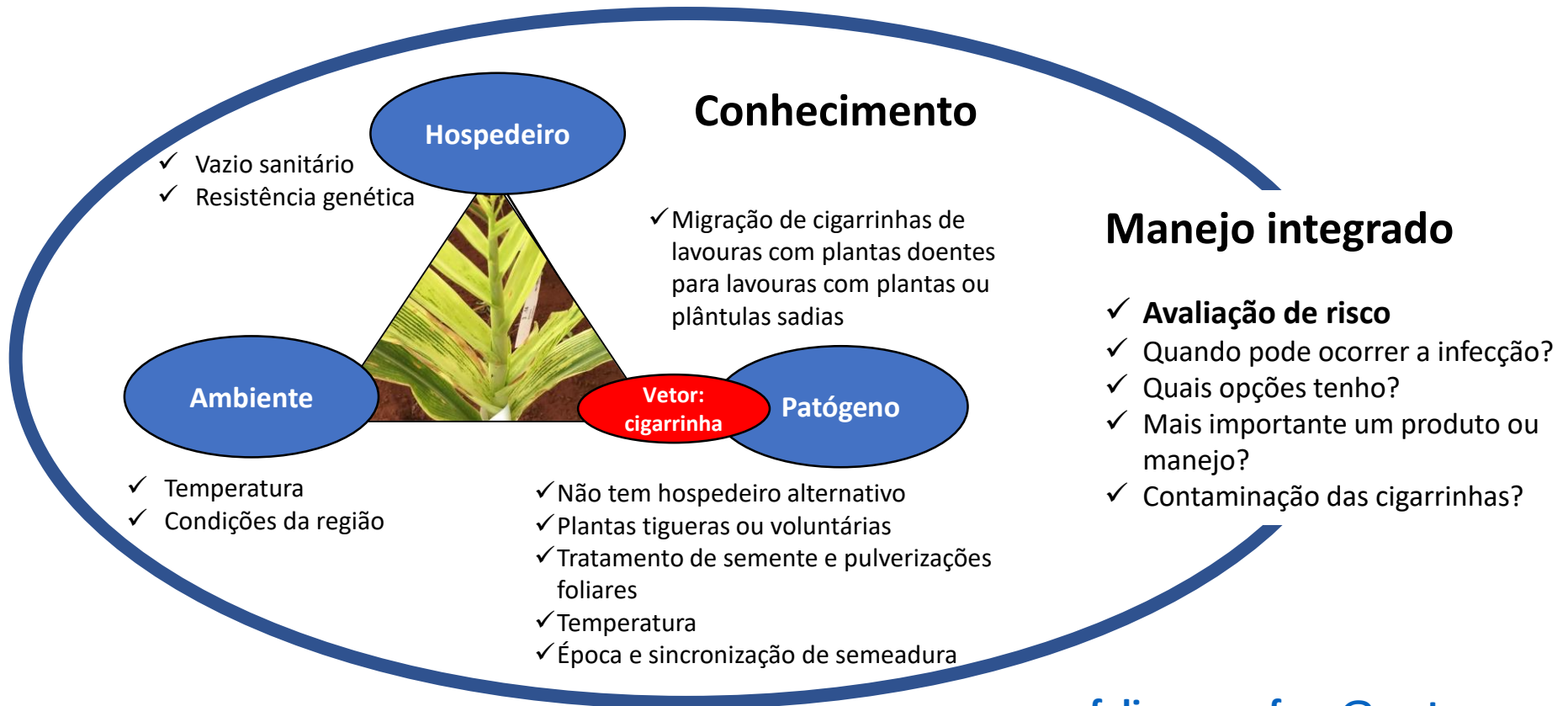
# Prática de manejo #5

## Protocol - Pyramid of effectiveness for *Dalbulus maidis*.



SOUZA, André Luiz Costenaro. Pyramid of effectiveness for *Dalbulus maidis*, 2017.

# Prática de manejo #6



[felipe.manfron@corveva.com](mailto:felipe.manfron@corveva.com)

**Gracias!**

54 98149-7232

54 3779-2600