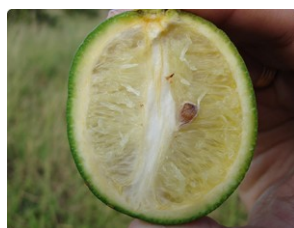


Controle químico de doenças bacterianas

Franklin Behlau, PhD
Pesquisador Fundecitrus



Princípios preferenciais de controle de doenças bacterianas



- Evasão: região, local época
- Exclusão: uso de mudas e sementes saudáveis, barreiras
- Erradicação: eliminação de plantas, tratamento semente e solo
- Imunização: resistência varietal
- Regulação: controle de vetores, modificação ambiente/nutrição
- Terapia: tratamento térmico

▪ **Proteção: pulverização**

Última opção

Produtos químicos mais utilizados

- Cobre
- Antibióticos
- Indutores de resistência (?)



Cobre também é vital

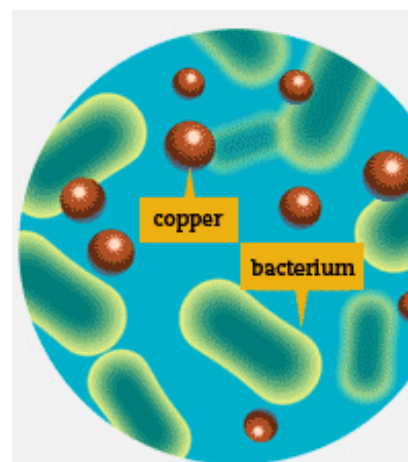
- Essencial à maioria dos organismos
- + 30 proteínas que contém cobre conhecidas
- Formação do colágeno, síntese de melanina, cofator enzimático, transporte de elétrons, etc.

Mecanismo da ação

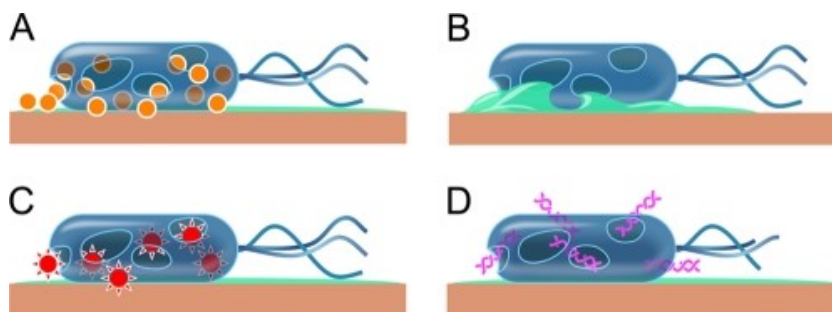
- Íon cobre Cu^{+2} ➡ tóxico p/ bactéria
- Entra na célula e altera a integridade da membrana
- Bloqueio funcionais de enzimas
- Afeta síntese de DNA
- Amplo espectro

<https://www.youtube.com/watch?v=2RZXDOdrAdI>

<https://youtu.be/I2MlvpoiH28>



Mecanismo da ação



(A) Copper dissolves from the copper surface and causes cell damage. (B) The cell membrane ruptures because of copper and other stress phenomena, leading to loss of membrane potential and cytoplasmic content. (C) Copper ions induce the generation of reactive oxygen species, which cause further cell damage. (D) Genomic and plasmid DNA becomes degraded.

Grass et al., 2011, Appl Environ Microbiol.

Cobre fixo X cobre solúvel

- Hidróxido de cobre
- Oxícloreto de cobre
- Óxido cuproso

- Sulfato de cobre
- Nitrato de cobre

Características básicas dos cobres fixos

Cobre metálico (Cu^0) $\neq$ cobre iônico (Cu^{+2})



Mobilização do íon cobre Cu^{+2}

- Baixo pH
- CO_2 da água de chuva
- Exsudados microbianos
- Exsudados da planta

Características e limitações

- Protetor e preventivo
- Necessidade de aplicações frequentes
- Reduz quantidade de doença na planta
- Nível de controle depende da favorabilidade à ocorrência da doença
- Nível de controle limitado
- Fitotoxicidade
- Desenvolvimento de resistência



Exemplos de doenças controladas com aplicação de cobre

Xanthomonas e *Pseudomonas*

- Cancro cítrico (*X. citri* subsp. *citri*)
- Mancha bacteriana tomateiro (*X. vesicatoria*, *euvesicatoria*)
- Podridão negra das crucíferas (*X. campestris* pv. *campestris*)
- Bacteriose da Nogueira (*X. arbuticola* pv. *juglandis*)
- Mancha aureolada do cafeeiro (*Pseudomonas syringae* pv. *garcae*)

Controle de cancro cítrico com cobre

Formulações e doses

Crop Protection 94 (2017) 185–191

Contents lists available at ScienceDirect

Crop Protection

ELSEVIER

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro

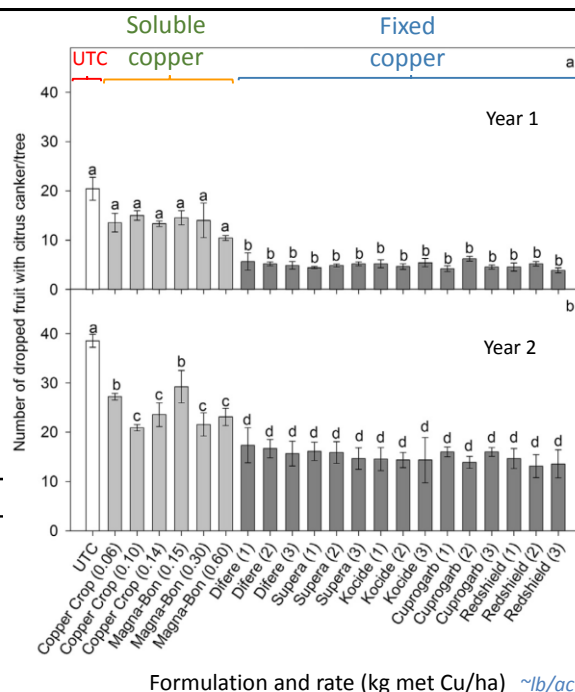
Soluble and insoluble copper formulations and metallic copper rate for control of citrus canker on sweet orange trees

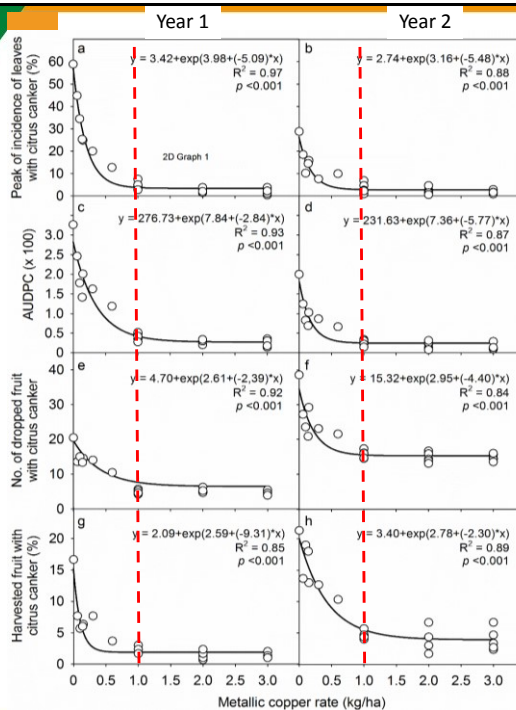
Franklin Behlau*, Luis Henrique Mariano Scandellai, Geraldo José da Silva Junior, Fabrício Eustáquio Lanza

Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), Av. Dr. Adhemar Pereira de Barros, 201, 14.807-040, Araraquara, São Paulo, Brazil



Commercial name	Formulation type	Copper source and concentration (%)
Copper Crop	solution	copper nitrate (35.4)
Magna-Bon CS 2005	solution	copper sulfate pentahydrate (19.8)
Difere	suspension concentrate	copper oxychloride (58.8)
Supera	suspension concentrate	copper hydroxide (53.8)
Kocide WDG	water dispersible granules	copper hydroxide (53.8)
Cuprogarb 350	wettable powder	copper oxychloride (58.8)
Redshield 750	wettable powder	cuprous oxide (86.0)



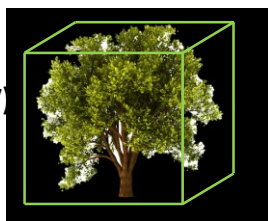


Comentário do revisor

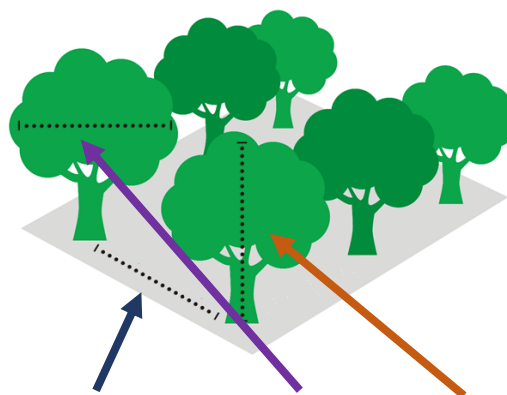
"I have done research testing different coppers for more than 25 years on another tree crop but have not had the resources to conduct such a focused study. However, my individual experiments and the trends observed over the years match well with what the authors report here. Thank you!"

Controle de cancro cítrico com cobre

Volume de calda
 (Tree row volume – TRV)



Volume de copa/ha



$$\text{TRV (m}^3/\text{ha)} = 10.000/\text{esp. ruas} \times \text{profundidade} \times \text{altura}$$

Volume de calda e dose/m³ copa

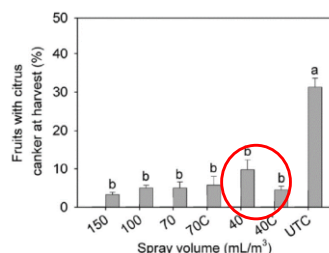
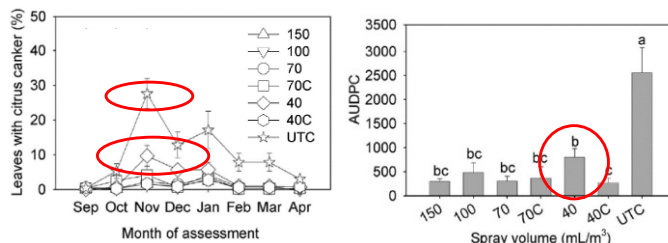
Volume de calda



✓ 'Valência' 6 anos idade, 23.300 m³/ha, 49 m³/pl

Spray volume		Metallic copper	
(mL/m ³) ^a	(L/ha)	(g/L)	(mg/m ³) ^a
150	3056	0.525	78.8
100	2037	0.525	52.5
70	1426	0.525	36.8
70C*	1426	0.735	52.5
40	815	0.525	21.0
40C*	815	1.313	52.5

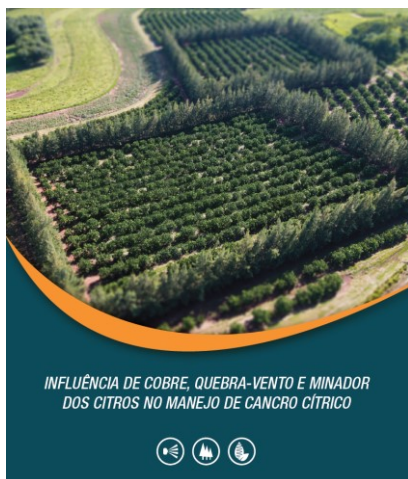
* 70C and 40C = a.i. corrected to 100 mL/m³



✓ Volume ótimo: 40 to 70 mL/m³

✓ 20 mL/m³ reduziu eficiência do controle (não publicado)

Importância relativa do cobre, quebra-vento e controle do minador dos citros no manejo do cancro cítrico



INFLUÊNCIA DE COBRE, QUEBRA-VENTO E MINADOR
DOS CITROS NO MANEJO DE CANCRO CÍTRICO

Variedade: Valência/Cravo
Plantio: 2010
Área: 10 ha
Densidade: 476 pl/ha
Tamanho das plantas: 45 m³

8 TRATAMENTOS, 3 REPETIÇÕES, 112 PLANTAS



QUEBRA-VENTO: *Casuarina cunninghamiana* (plantio dezembro/2011)



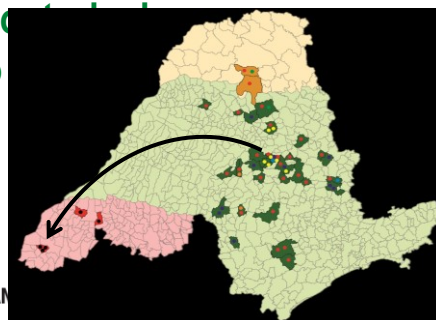
COBRE: 3 kg Kocide WDG/2000 L (35% cobre metálico) - intervalo de 21 dias
 1.500 L/ha - 70 mL/m³ copa - 0,85 kg cobre metálico/ha - 40 mg cobre metálico/m³ de copa



CONTROLE DO MINADOR: Abamectina 300 mL/2000 L - intervalo de 21 dias

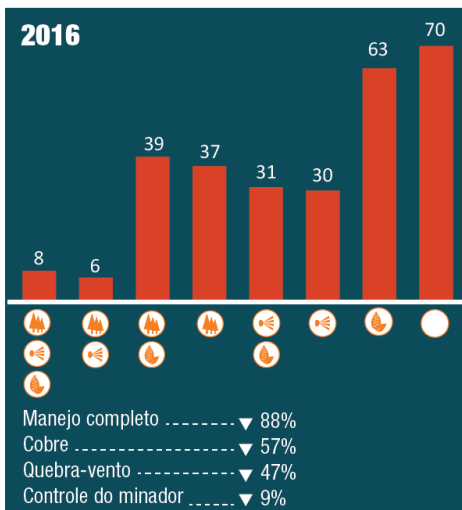
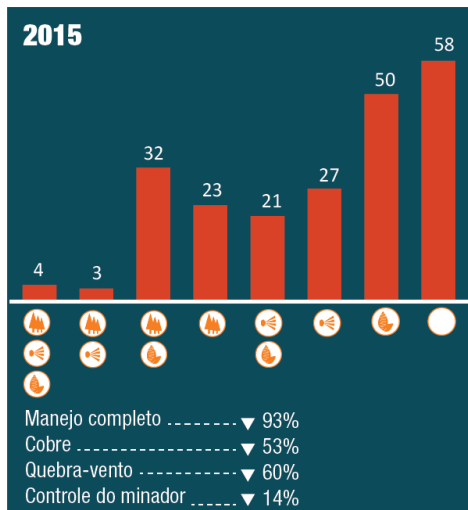


SEM MANEJO



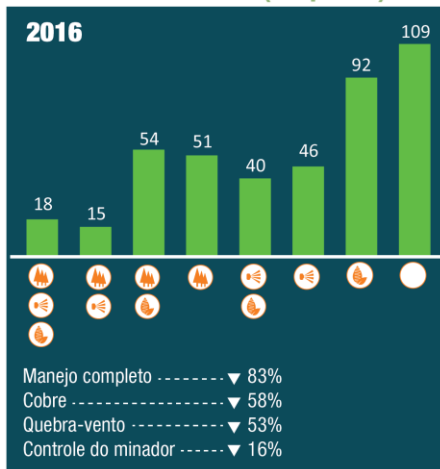
FRUTOS COM CANCRO CÍTRICO (%)

-  QUEBRA-VENTO
-  COBRE
-  CONTROLE DO MINADOR
-  SEM MANEJO

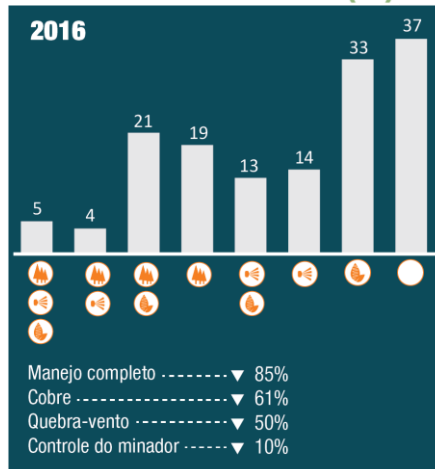


FRUTOS CAÍDOS COM CANCRO CÍTRICO (nº./planta)

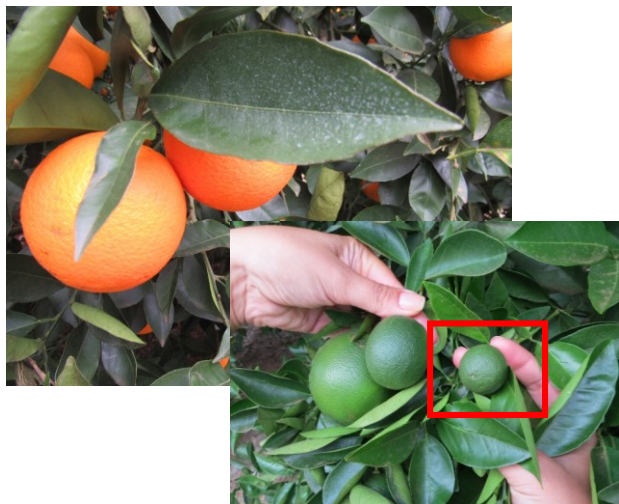
-  QUEBRA-VENTO
-  COBRE
-  CONTROLE DO MINADOR
-  SEM MANEJO



PERDA DE PRODUÇÃO POR CANCRO CÍTRICO (%)



Aplicação de cobre



- Tipo: Cobre fixo (insolúvel)
Hidróxido, oxicleto ou óxido cuproso
- Intervalo: 21 dias
- Dose: 40-50 mg Cu metálico/m³ de copa até 1 kg de metálico/ha
- Volume de calda: 40-70 mL/m³
- Época: primavera-verão, com base no tamanho/idade dos frutos e brotações



Fitotoxicidade



! Cuidado com misturas de tanque e temperaturas elevadas

Resistência ao cobre



- **Cancro cítrico: *X. citri* subsp. *citri***
 - Argentina, Ilha Reunião Ilha Maurício (FRA) (Canteros, 1996; Behlau et al., 2011; Richard et al., 2017)
 - Brasil: tolerância
- **Mancha bacteriana: *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis***
 - Flórida (Behlau et al., 2011)



Resistência ao cobre

- Primeiro relato: 1983 – mancha bacteriana do tomateiro causada por *X. vesicatoria*
- *P. syringae*, *X. perforans*, *X. gardneri*, *X. juglandis*
- Genes de R localizados em grandes plasmídeos (300 kbp)
- Mas também no cromossomo
- Mecanismos de R: efluxo e sequestro de cobre
- Genes: copLAB e copABCD
- Aquisição: transferência horizontal



Resistência ao cobre



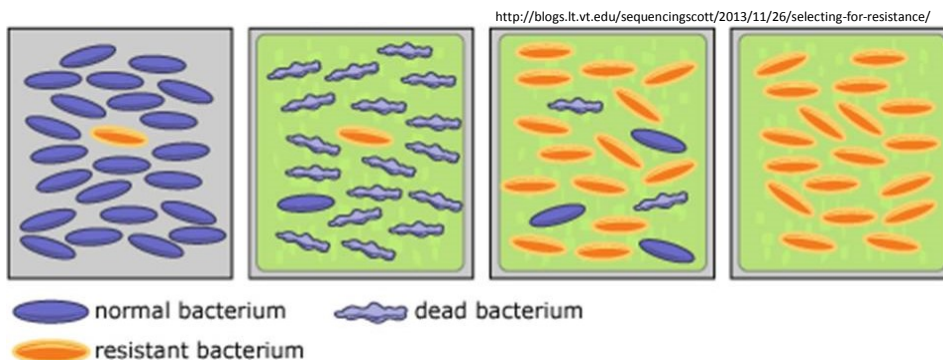
Resistência ao cobre

Conjugação

Transferência de material genético a células bacterianas não descendentes



Resistência ao cobre

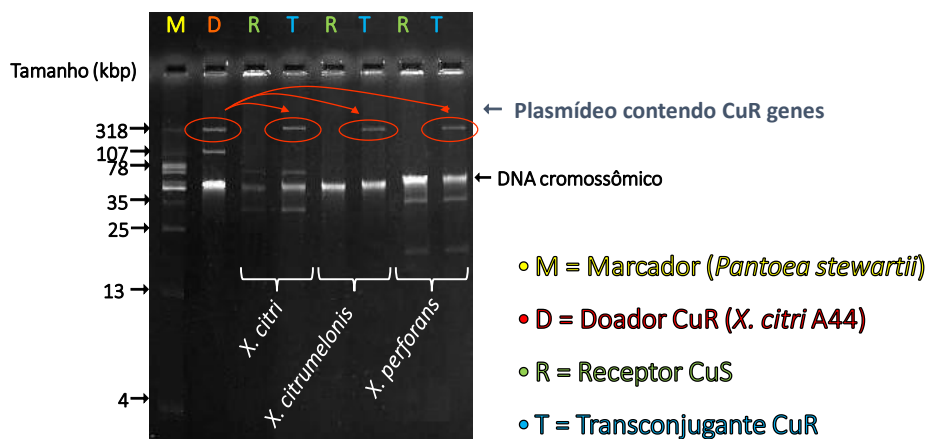


O cobre não causa a resistência

Apenas seleciona

Resistência ao cobre

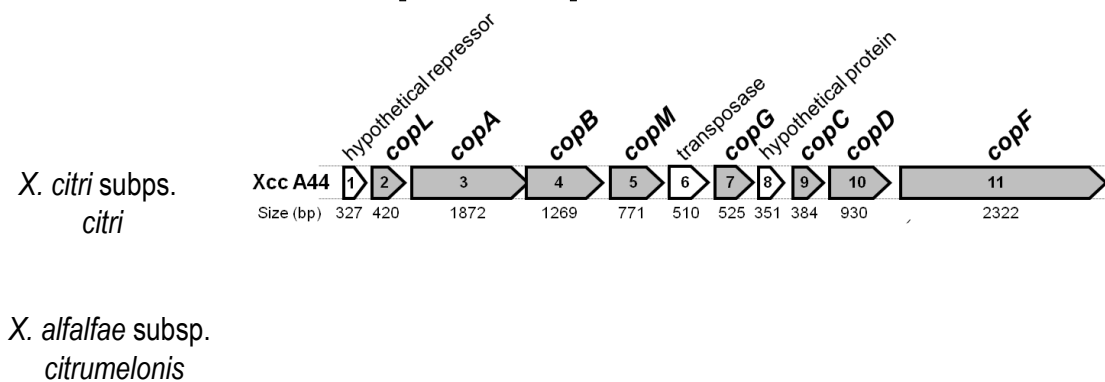
Genes de R presentes em plasmídeos conjugáveis



Behlau et al., 2012

Resistência ao cobre

Genes responsáveis pela resistência

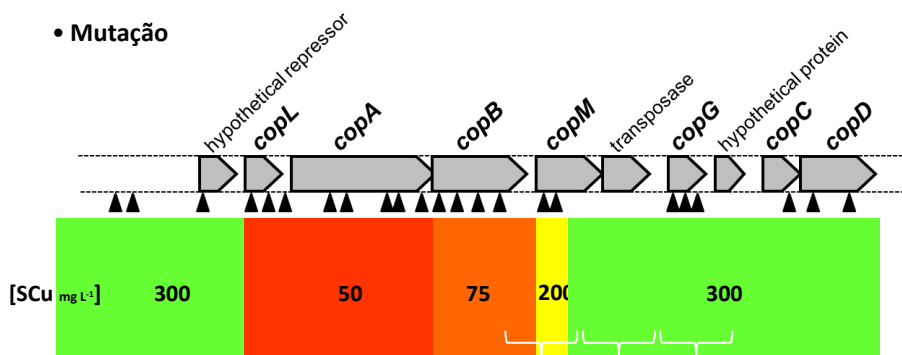


Behlau et al., 2011, Applied & Environm. Microbiology

Resistência ao cobre

Genes responsáveis pela resistência

- Mutação



- Tipo selvagem Resistente: 300-400 mg L⁻¹ (sulfato de cobre)
- Tipo selvagem Sensível: 50-75 mg L⁻¹ (sulfato de cobre)

Resistência ao cobre

Ocorrência de *copL*, *copA* e *copB* em *Xanthomonas*

Evidence for Acquisition of Copper Resistance Genes from Different Sources in Citrus-Associated Xanthomonads

TABLE 1. Bacterial strains tested for the presence of copper resistance genes through polymerase chain reaction (PCR) analysis using primers designed based on *X. citri* subsp. *citri* and *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis* as templates. *X. citri* subsp. *citri* (Adi)

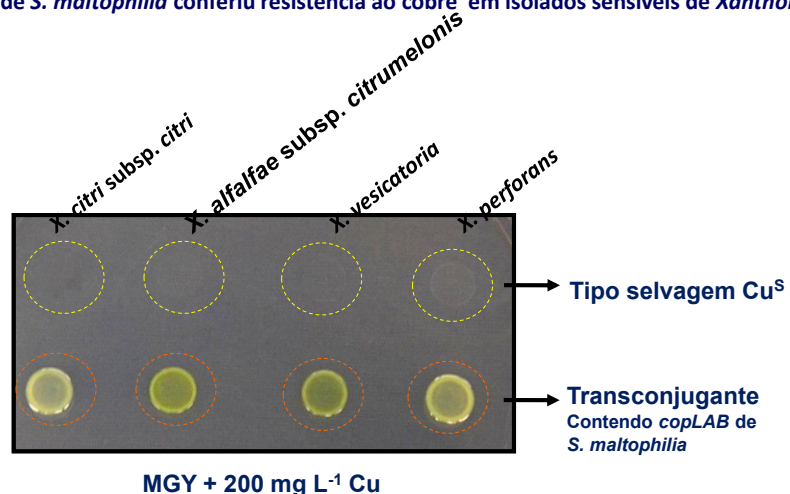
Organism ^a	Strain	Origin	Year ^b	Source ^c	Copper resistance ^d	Level of resistance mM CSP ^e	PCR product size (bp) ^f		
							<i>copL</i>	<i>copA</i>	<i>copB</i>
Xcc	306	Brazil	1997	(20)	–	0.3	n/a	n/a	n/a
Xcc	1069	Florida	2007	Stall, R. E.	+	+1.6	n/a	n/a	n/a
Xcc	AR81	Argentina	2008	Canteros, B. I.	+	+0.2	n/a	n/a	n/a
Xcc	AR83	Argentina	2008	Canteros, B. I.	+	+1.6	356	870	531
Xcc	AR72	Argentina	2008	Canteros, B. I.	+	+1.6	356	870	531
Xcc	1390	Florida	2000	(8)	–	0.3	n/a	n/a	n/a
Xcc	1382	Florida	2000	DPI	+	+1.6	356	870	531
Xcc	1383	Florida	2000	DPI	+	+1.6	356	870	531
Xcc	1384	Florida	2007	DPI	+	+1.2	356	870	384
Xcc	1385	Florida	2007	DPI	+	+1.6	356	870	531
Xcc	1386	Florida	2009	DPI	+	+1.6	356	870	531
Xv	82-8	Florida	1982	Stall, R. E.	–	+0.2	n/a	n/a	n/a
Xv	1111	New Zealand	1955	(30)	+	+1.6	356	870	531
Xv	815-3	Argentina	1987	Canteros, B. I.	+	+1.6	356	870	531
Xv	815-4	Brazil	nd	nd	+	+1.6	356	870	531
Xv	815-5	Costa Rica	1991	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	531
Xv	Xv1288	Michigan	nd	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	531
Xv	81-23	Florida	1981	Stall, R. E.	+	+1.6	356	870	384
Xv	E-3	Florida	1960	Stall, R. E.	+	+1.6	356	870	384
Xv	1321	Florida	1975	Stall, R. E.	+	+1.6	356	870	384
Xv	1322	Florida	1990	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	531
Xv	Xv264	Guadeloupe	1990	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	531
Xv	Xv304	Barbados	1990	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	384
Xv	Xv477	Costa Rica	1991	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	531
Xv	Xv699	Costa Rica	1991	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	384
Xv	Xv787	U.S. Virgin Islands	1991	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	531
Xv	Xv800	U.S. Virgin Islands	1991	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	531
Xp	Xp818	Spain	nd	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	384
Xp	91-125	Florida	1992	Jones, J. B.	+	+1.6	356	870	531
Xp	91-118	Florida	1991	Jones, J. B.	+	+0.2	n/a	n/a	n/a
Xp	1-7	Florida	2006	Stall, R. E.	+	+1.2	356	870	531
Xp	Xp444	Costa Rica	1991	Jones, J. B.	+	+1.2	356	870	531
Xp	Xp500	Costa Rica	1991	Jones, J. B.	+	+1.2	356	870	531
Xp	Xp501	Costa Rica	1991	Jones, J. B.	+	+1.2	356	870	531
Xp	Xp502	Costa Rica	1991	Jones, J. B.	+	+1.2	356	870	684
Xp	INA69	Florida	1984	(8)	+	+1.2	356	870	531

^a Xcc, *X. citri* subsp. *citri*; Xac, *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis*; Xv, *X. vesicatoria*; Xp, *X. perforans*; Xg, *X. gardneri*; Xaj, *X. arboricola* pv. *juglandis*; and Xsp, *Xanthomonas* sp. (1210, pathogenic; INA69, citrus epiphytic).

Resistência ao cobre

Expressão de *copLAB* de *Stenotrophomonas maltophilia* em *Xanthomonas*

- copLAB* de *S. maltophilia* conferiu resistência ao cobre em isolados sensíveis de *Xanthomonas*



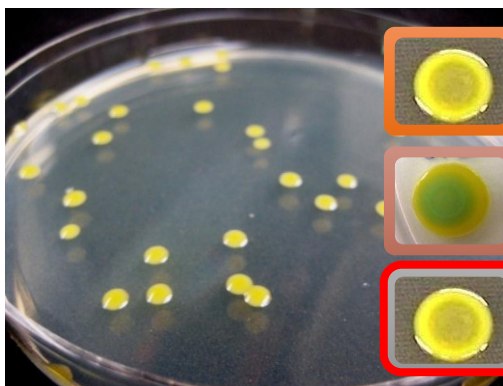
MGY + 200 mg L⁻¹ Cu

Behlau et al., 2012, Eur. J. Pl. Pathology

Resistência ao cobre

Monitoramento no Paraná

- Meio semi-seletivo MGY-KCH + Cu
- Isolados tolerantes foram selecionados



Sensível: 50 ppm S Cu



Resistente: 400 ppm S Cu



Tolerante: 150 ppm S Cu

Resistência ao cobre

- Aplicações de cobre levam ao direcionamento evolutivo da população das bactérias
- Aquisição da R ocorre por transferência horizontal
- Genes de R estão amplamente disseminados
- Possibilidade de troca gênica entre populações de *Xanthomonas* e bactérias afins

Antibióticos



Antibióticos

- Substâncias produzidas por microrganismos que, atuando em baixas concentrações, inibem o crescimento ou a multiplicação de outros microrganismos (Waksman, 1945)
- Produzidos por fungos ou bactérias
- Ação sistêmica na planta
- Uso limitado na agricultura: resistência e fácil degradação
- Principal formulação comercial: Agrinimica – Pfizer

Antibióticos

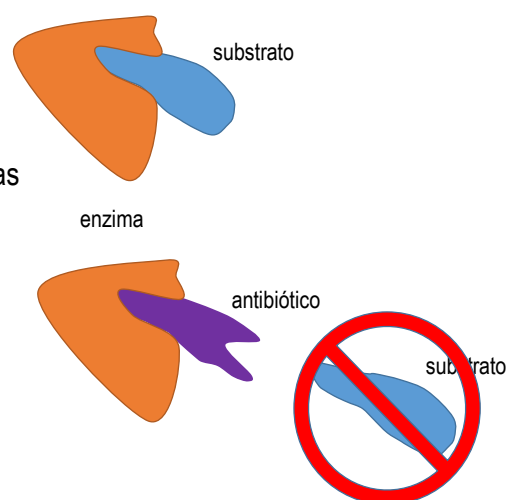
- 50 % dos antibióticos produzidos nos EUA são destinados ao uso humano (150 milhões de prescrições/ano)
- Mais de 40% é destinado aos animais para prevenir infecções
- Apenas 0,1% dos antibióticos produzidos anualmente são usados na agricultura

McManus e Stockwell, 2001

Antibióticos

- **Modo de ação:**
 - ✓ Similaridade estrutural com substratos de enzimas
 - ✓ Interferência estrutural

Ex. inibição da síntese da parede celular
- **Principais:** estreptomicina e oxitetraciclina



Estreptomicina

- Produzida por *Streptomyces griseus* - 1943
- Liga-se ao ribossomo bacteriano, interfere no tRNA, erro de leitura de codons e assim inibe a síntese de proteínas
- Maior uso: controle queima bacteriana das rosáceas - pera e maçã, *Erwinia amylovora* (fire blight)
- Algum uso: controle de cancro cítrico - *X. citri* na FL
- Resistência



Estreptomicina

queima bacteriana

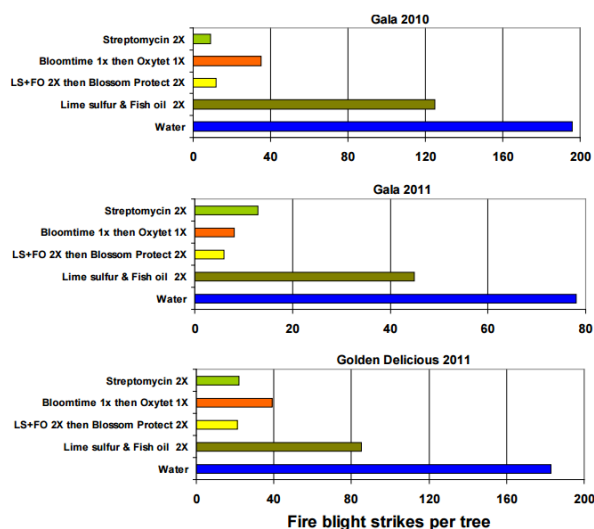


Figure 1. Examples of field trial results with non-antibiotic and integrated control of fire blight, Corvallis, OR (K. Johnson, unpublished data).

<http://www.tfrec.wsu.edu/pdfs/P2397.pdf>

Estreptomicina

queima bacteriana

Summary of Percent Control Relative to Inoculated / Untreated

Bars = Range Red Mark = Mean Numeral* = Number of Trials

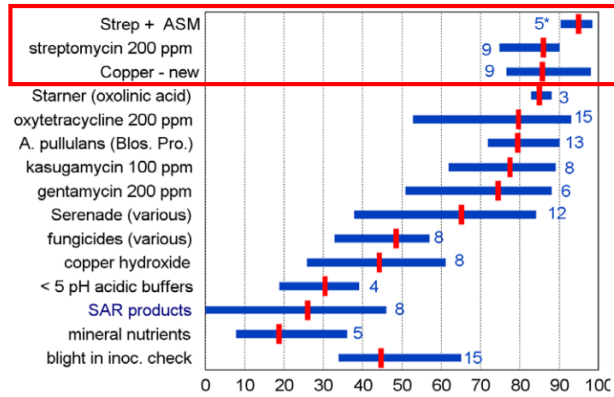
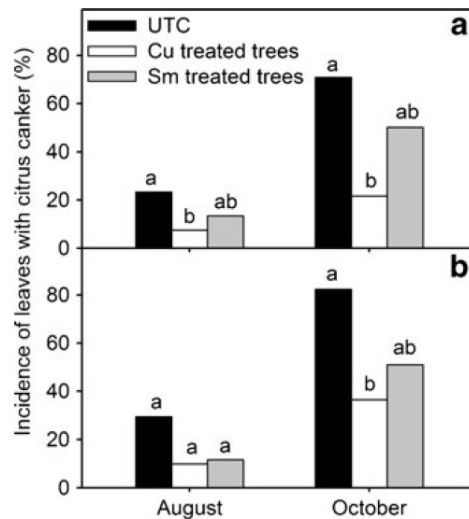


Figure 2. Summary of "percent control" of blossom infection in the past 10 years of similar fire blight control material trials in eastern Washington. Not all are organic-compliant. [Strep=streptomycin; ASM= acibenzolar-*s*-methyl; Blos. Pro.=Blossom Protect; SAR=systemic acquired resistance; inoc.=inoculated]

<http://www.tfrec.wsu.edu/pdfs/P2397.pdf>

Estreptomicina

Cancro cítrico



Behlau et al., 2012

Estreptomicina

Cancro cítrico

Table 2. Spray treatment effects on foliar canker, diseased fruit, yield and percentage fruit drop due to canker for young Valencia orange (Paranavaí) trees in Paraná State Brazil, 2006-2007

Treatment	Product rate (g/L)	AUDC ^z	Diseased fruit (%)	Yield per tree (kg)	Fruit drop due to canker (%)
Untreated control	---	18.9 a*	76.6 a	82.7 a	25.2 a
Copper hydroxide (CH) 0.25x	0.48	9.6 b	45.0 bc	133.6 bc	15.4 ab
CH 0.5x	0.96	5.9 b	56.2 abc	134.4 bc	13.4 b
CH 1.0x	1.9	6.7 b	49.8 bc	147.0 c	10.3 b
Streptomycin suphate (SS) ^y	2.4	10.8 b	66.6 ab	97.4 ab	18.6 ab
CH 0.125x + SS	0.24 + 2.4	9.1 b	59.4 abc	106.5 abc	12.0 b
CH 0.25x + SS	0.48 + 2.4	8.9 b	50.8 bc	127.0 abc	13.4 b
CH 0.5x / SS alternation	0.96 / 2.4	8.3 b	63.0 abc	126.9 abc	13.5 b
CH 1.0x / SS alternation	1.9 / 2.4	8.9 b	56.6 abc	113.9 abc	14.0 b

^zArea under the disease curve on foliage

^y15.0% streptomycin and 1.5% oxytetracycline

*Means labeled with different letters indicate significant differences among treatments at $P < 0.05$ level according to Tukey's test.

Graham et al., 2011

Resistência a estreptomicina

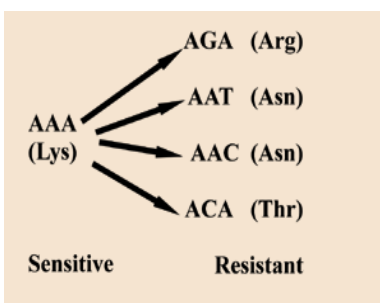
- *X. campestris* pv. *vesicatoria*, *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas syringae*
- Genes de resistência localizados
 - no plasmídeo - genes strA-strB
 - no cromossomo: mutações
- Mechanisms

Resistência a estreptomicina

Mechanisms

Chromosome

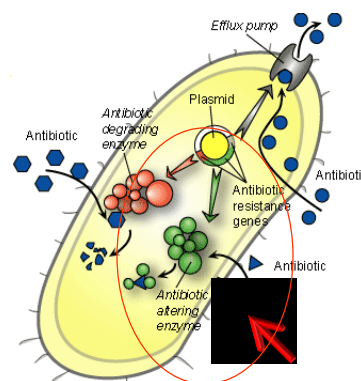
Mutation that results in alteration of the target sites for binding of streptomycin on bacterial ribosomes



Mutation

Plasmid

Production of streptomycin modifying enzymes



Mechanisms of antibiotic plasmid-encoded resistance.

Horizontal transfer

Oxitetraciclina

- Terramicina
- Produzida por *Streptomyces rimosus* - 1949
- Liga-se ao ribossomo e inibe síntese proteica
- Maior uso: controle queima bacteriana das rosáceas pera e maçã, *Erwinia amylovora* (fire blight)
- Algum uso: mancha bacteriana - *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* em nectarina e pêssgo
- Resistência: +30 genes de resistência



Oxitetraciclina

queima bacteriana

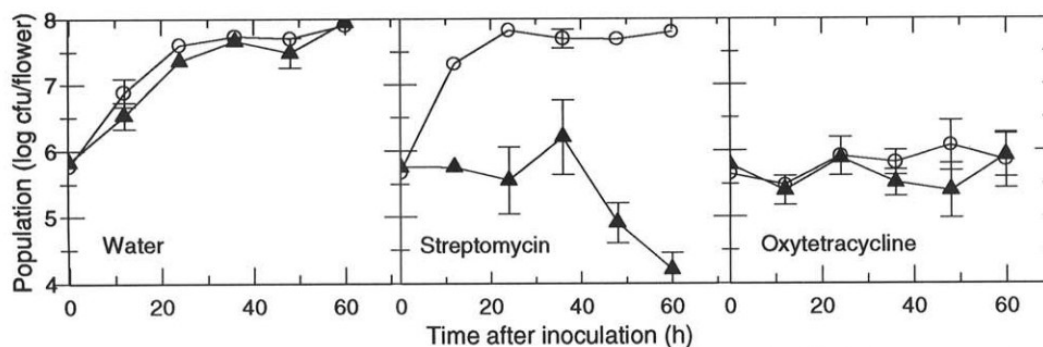


Fig. 2. Colonization of detached flowers of apple by streptomycin-sensitive *Erwinia amylovora* strain G11nal' (▲) or streptomycin-resistant *E. amylovora* strain G11nal'(pEa34) (○), after inoculation of stigmata and spraying with water, streptomycin (100 µg/ml), or oxytetracycline (200 µg/ml). Bars represent two standard errors of the mean.

Oxitetraciclina

Cancro cítrico

Treatment	Product rate (g/L)	AUDC ^z
Untreated control -1	---	10.8 a ^x
Untreated control -2	---	11.1 a
Copper hydroxide (CH) 0.125x	0.24	5.0 b
CH 0.25x	0.48	5.3 b
CH 0.5x	0.96	3.1 b
CH 1.0x	1.9	3.7 b
Streptomycin sulphate (SS) ^y	2.4	2.8 b
Oxytetracycline (OT)	2.0	6.6 a
Untreated control -1		26.0 a
Untreated control -2		25.6 a
Copper hydroxide (CH) 0.125x	0.24	12.5 b
CH 0.25x	0.48	10.7 cb
CH 0.5x	0.96	6.9 c
CH 1.0x	1.9	6.6 c
SS	2.4	10.2 cb
Oxytetracycline (OT)	2.0	25.7 a

^zArea under the disease curve on foliage

Graham et al., 2008

Resistência a antibióticos

Antibiotic Resistance Is Prevalent in an Isolated Cave Microbiome

Kirandeep Bhullar¹, Nicholas Waglechner¹, Andrew Pawlowski¹, Kalinka Koteva¹, Eric D. Banks², Michael D. Johnston², Hazel A. Barton², Gerard D. Wright^{1*}

- Caverna isolada no Novo México, EUA
- Estudo mostra que a resistência a antibióticos é inata nas bactérias
- Das 93 cepas, a maioria era resistente a mais de um dos 26 antibióticos
- Bactérias patogênicas R poderiam adquirir caracteres genéticos já em circulação no ambiente
- A verdadeira fonte de grande parte da resistência são bactérias inofensivas que habitam o ambiente



Indutores de resistência

Imunização

Indutores de resistência

- Indutores resistência sistêmica adquirida (*SAR inducers*)
- Agente biótico ou abiótico
- Neonicotinóides (Imidacloprido, Thiamethoxam): inseticidas contra psíldeo e minador
- Acibenzolar-S-methyl - ASM (Bion): análogo do ácido salicílico
- Amplo espectro, durável
- Acúmulo de *pathogenesis-related proteins* (PR)
- Produção ácido salicílico (este também induz SAR) – sinal
- Produção ROS - *Oxygen Reactive Species* (H_2O_2)

Indutores de resistência

- Aplicação: drench; tronco
- Preventivo, ação sistêmica
- Em citros, pomares jovens (até 2-3 anos)
- Restrições:
 - ✓ Solubilidade
 - ✓ Degradação
 - ✓ Momento de aplicação



Fonte: Graham, J.

Indutores de resistência

Cancro cítrico

Table 4

Incidence of canker infected fruit on 5- and 6-yr-old 'Ruby Red' grapefruit trees treated with different soil applied SAR inducers and 21-day interval sprays of copper hydroxide

Treatment ^a	Total incidence (%)	
	5-yr 2013	6-yr 2014
1. UTC	57.2 a ^c	89 a ^c
2. ASM-L	35.2 b	69 b
3. ASM-H	29.0 bc	61 c
4. ASM-H CH spray	19.4 c	46 d
5. THIA-IMID-CLOTH-CLOTH-IMID	25.4 bc	62 c
6. THIA-ASM-IMID-ASM-IMID	31.2 bc	59 c
7. THIA-ASM-IMID-ASM-IMID CH spray	21.6 c	43 d
8. CH spray	28.4 bc	46 d

Graham e Myers, 2016

Indutores de resistência

Cancro cítrico

Table 4

Incidence of leaves with symptoms of citrus canker and growth of 3-yr-old 'Ray Ruby' grapefruit trees treated with different soil applied SAR inducers and 21 day interval sprays of copper hydroxide and/or streptomycin at Ft. Pierce, St. Lucie County, FL.

No. treatment	No. of applications	Amount (g a.i.) per tree per application	Canker-infected leaves (%)	Change in stem diameter (mm)
1 UTC ^a	—	—	62.6 a ^g	5.7 a ^g
2 ASM drench ^b	4	0.1	13.9 cd	4.9 a
3 ASM drench	4	0.2	8.9 d	6.0 a
4 ASM drench	8	0.1	18.2 c	4.4 a
5 THIA drench ^c	2	0.25	8.3 d	4.9 a
IMID drench ^d		0.75		
6 THIA drench	2	0.25	8.1 d	5.7 a
ASM drench	3	0.1		
IMID drench	2	0.74		
7 THIA drench	2	0.25	8.8 d	5.2 a
IMID drench	2	0.74		
CH spray ^e	5	1.9		
8 IMID drench	2	0.1	5.6 d	4.6 a
9 IMID drench	1	0.74	10.8 d	4.5 a
10 STREP spray ^f	10	0.25	14.8 cd	5.0 a
11 STREP spray	10	0.74	15.0 cd	4.0 a
CH spray	10	1.9		
12 IMID drench	1	1.49	5.6 d	4.8 a
CH spray	10	1.9		
13 CH spray	10	1.9	7.7 d	5.6 a

^a Untreated check.^b Acibenzolar-S-methyl.^c Thiamethoxam.^d Imidacloprid.^e Copper hydroxide.^f Streptomycin.

Graham e Myers, 2013

Indutor de resistência queima bacteriana

Summary of Percent Control Relative to Inoculated / Untreated

Bars = Range Red Mark = Mean Numeral* = Number of Trials

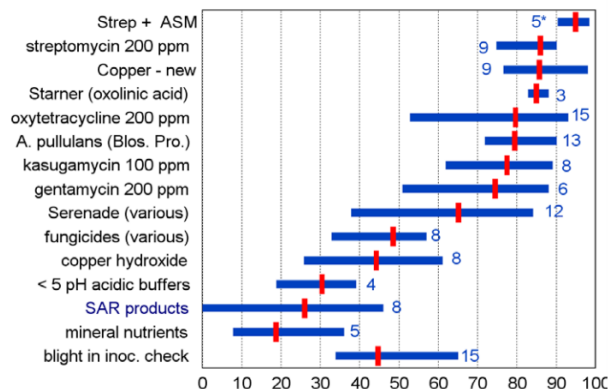


Figure 2. Summary of "percent control" of blossom infection in the past 10 years of similar fire blight control material trials in eastern Washington. Not all are organic-compliant. [Strep=streptomycin; ASM= acibenzolar-*s*-methyl; Blos. Pro.=Blossom Protect; SAR=systemic acquired resistance; inoc.=inoculated]

<http://www.tfrec.wsu.edu/pdfs/P2397.pdf>

Futuro

Óxido de zinco - Zinkicide

Potential of Nano-Formulated Zinc Oxide for Control of Citrus Canker on Grapefruit Trees

J. H. Graham, E. G. Johnson, and M. E. Myers, University of Florida, IFAS, Soil and Water Science and Plant Pathology Departments, Citrus Research and Education Center, Lake Alfred 33850; M. Young, P. Rajasekaran, S. Duc, and S. Sentra, NanoScience Technology Center, Department of Chemistry, Department of Materials Science and Engineering and Burnett School of Biomedical Sciences, University of Central Florida, Orlando, FL 32826

Table 4. Effect of foliar applications at 21-day intervals for cuprous (Cu) oxide, cuprous oxide/zinc (Zn) oxide, and Zinkicide formulations on incidence of citrus canker on fruit of 6- and 7-year-old 'Ray Ruby' grapefruit trees at Vero Beach, FL in October 2014 and 2015²

Trial year Treatment – rate	Incidence of old lesions (%)	Incidence of young lesions (%)	Total incidence (%)
2014			
Untreated check	45 a	18 a	63 a
Cu oxide – 1.12	17 b	4.4 b	21 b
Cu oxide/Zn oxide – 0.56	16 b	8.8 b	25 b
Zinkicide SG4 – 0.56	3.0 c	6.2 b	9.2 c
Zinkicide SG6 – 0.56	4.6 c	2.4 b	7.0 c
2015			
Untreated check	23 a	37 a	60 a
Cu oxide – 1.12	10 bc	20 b	29 b
Cu oxide/Zn oxide – 0.56	8.2 bcd	13 cd	21 cd
Cu oxide/Zn oxide – 0.28	9.0 bd	14 c	23 c
Zinkicide SG4 – 0.56	6.2 bd	11 cd	17 de
Zinkicide SG6 – 0.56	5.6 d	10 cd	16 e
Zinkicide SG4 – 0.28	5.2 d	8.4 c	14 e
Zinkicide SG6 – 0.28	11 b	13 cd	24 c

OBRIGADO!

Franklin Behlau

Pesquisador

franklin.behlau@fundecitrus.com.br

www.fundecitrus.com.br

