

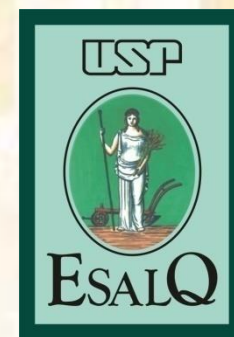


UNIDOS
contra o
GREENING

Tamarixia radiata como componente do manejo do HLB



José Roberto Postalí Parra
Departamento de Entomologia e Acarologia, ESALQ/USP



São

13 anos de estudos e pesquisas e que chegaram
ao Agricultor.



GUIA ILUSTRADO DE PRAGAS E INSETOS BENÉFICOS DOS CITROS



José Roberto Postali Parra
Heraldo Negri de Oliveira
Alexandre de Sene Pinto

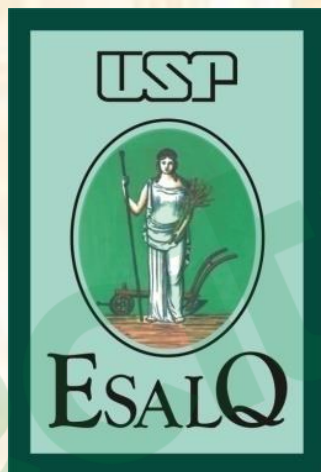


Como criar *Tamarixia radiata*
para auxiliar no combate ao Greening



Utilização
do parasitoide
Tamarixia radiata
como componente do
manejo integrado do
huanglongbing

Prof^o Dr^o José Roberto Postali Parra | Dr^o Alexandre José Ferreira Diniz
Dr^o Jaci Mendes Vieira | Dr^o Gustavo Rodrigues Alves

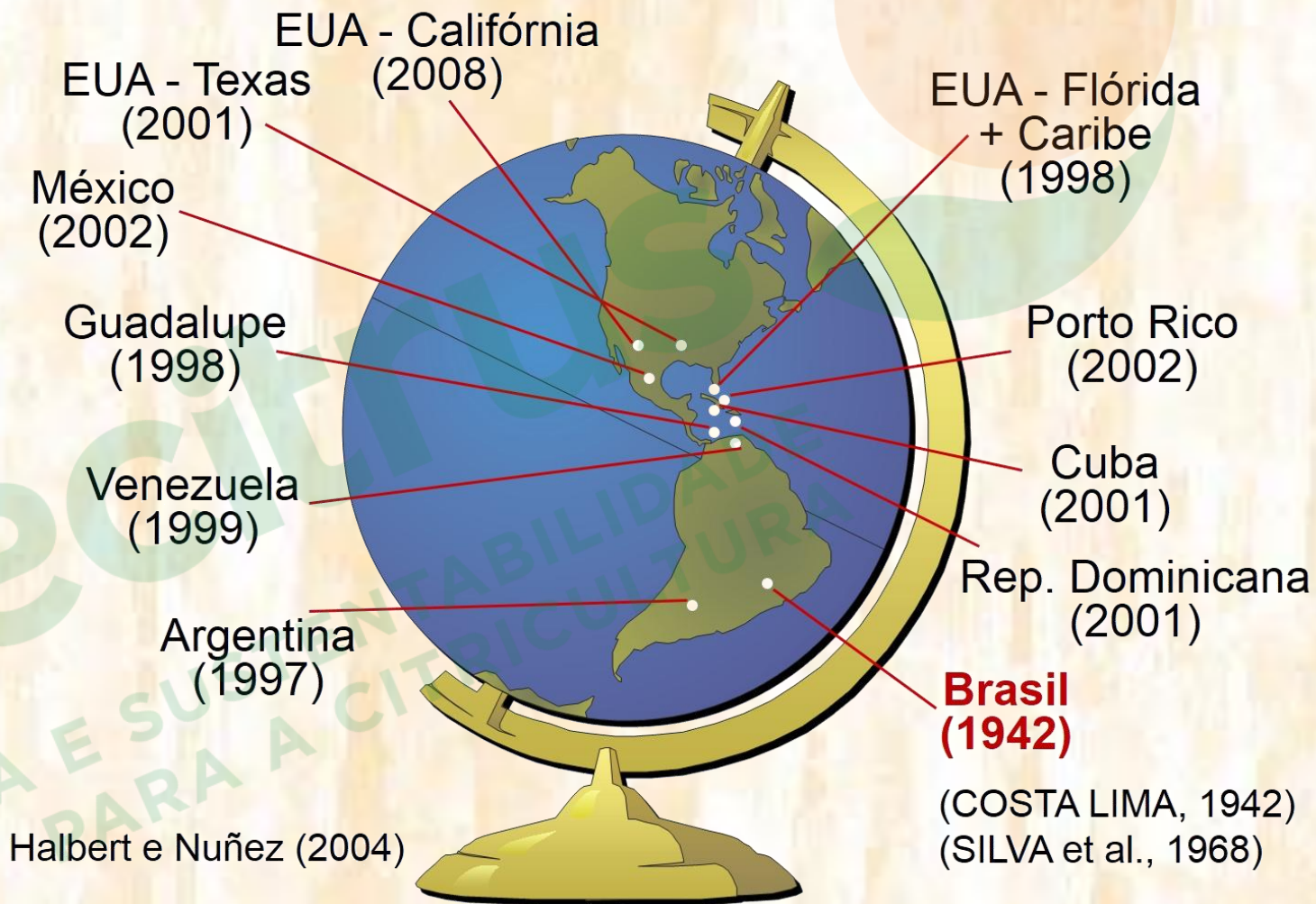


Equipe que desenvolveu teses e dissertações sobre o assunto:

- Alexandre José Ferreira Diniz
- Gustavo Rodrigues Alves
- Jaci Mendes Vieira
- Mariuxi Lorena Gómez Torres
- Paulo Eduardo Branco Paiva

Ao lado de inúmeros trabalhos de pesquisa e divulgação realizados por pesquisadores desde Iniciação Científica até Pós-Doutorado

Diaphorina citri, vetor do HLB, registrado no Brasil em 1942



Danos

- Apenas **diretos**, no início, com sucção de seiva, provocando enrolamento de folhas e secamento de ramos, levando ao desenvolvimento de fungos (fumagina).
- Em 2004, foi registrado o *greening* (HLB), passando a ser, por esse dano **indireto**, a mais importante praga dos citros.

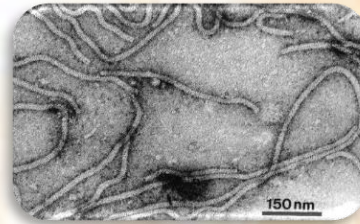
+50 milhões de plantas erradicadas



Danos indiretos



Aphis citricidus



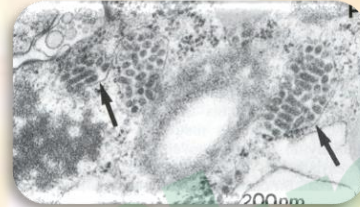
Vírus da tristeza



Morte súbita



Brevipalpus spp.



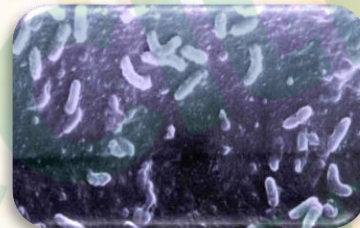
Vírus da leprose



Leprose



Cigarrinhas



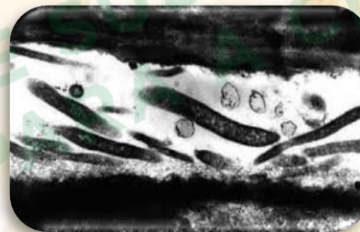
Xylella fastidiosa



CVC



Diaphorina citri



Ca. *Liberibacter americanus*
Ca. *Liberibacter asiaticus*



Huanglongbing ou Greening

Alternativas de controle com sucesso

1

Vide o caso do feromônio de *Gymnandrosoma aurantianum*, em que foi utilizado no Estado de São Paulo no período de 2004 a 2014, impedindo que houvesse um gasto de 1,3 bilhão de dólares na Citricultura.

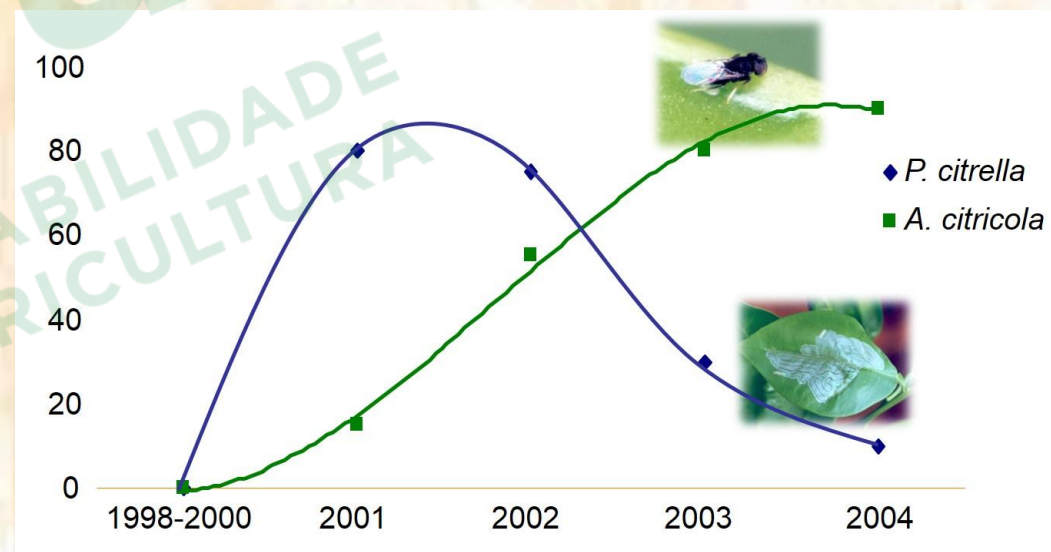
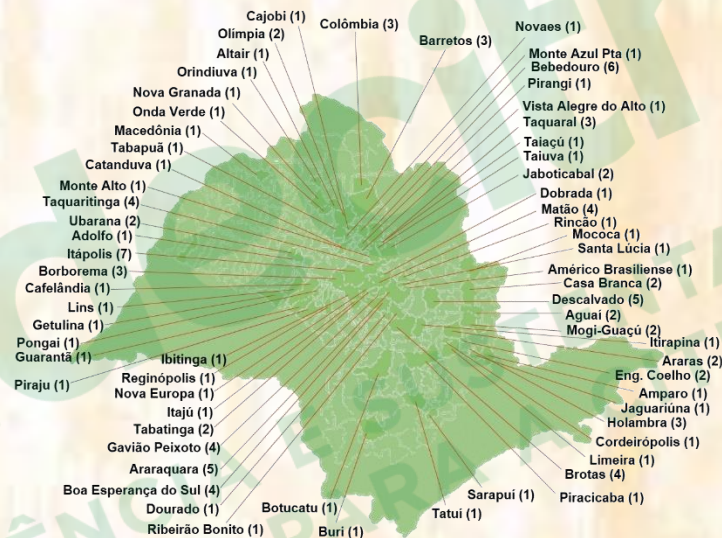


Alternativas de controle com sucesso

2

Agениaspis citricola, parasitoide importado para controlar o minador-dos-citros em **1998** e que foi liberado com sucesso em todo o Estado de São Paulo.

Phyllocnistis citrella



Introduzido no Brasil em 1996.

Chagas et al. (2002)

Alternativas de controle com sucesso

3

Foi encontrado no Brasil *Tamarixia radiata*, em 2005, e vem sendo utilizado como componente do manejo do HLB.

Gómez-Torres et al. (2006)

Lizondo et al. (2007)

Diaphorina citri* X *Tamarixia radiata

Argentina



Iniciaram-se os estudos básicos da praga...



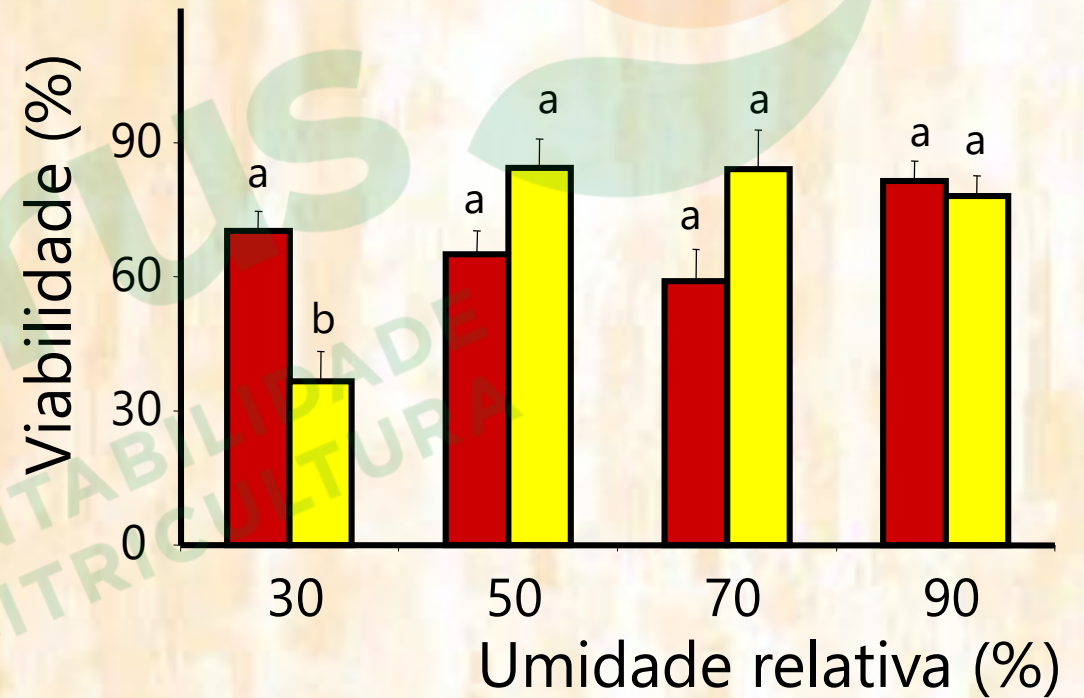
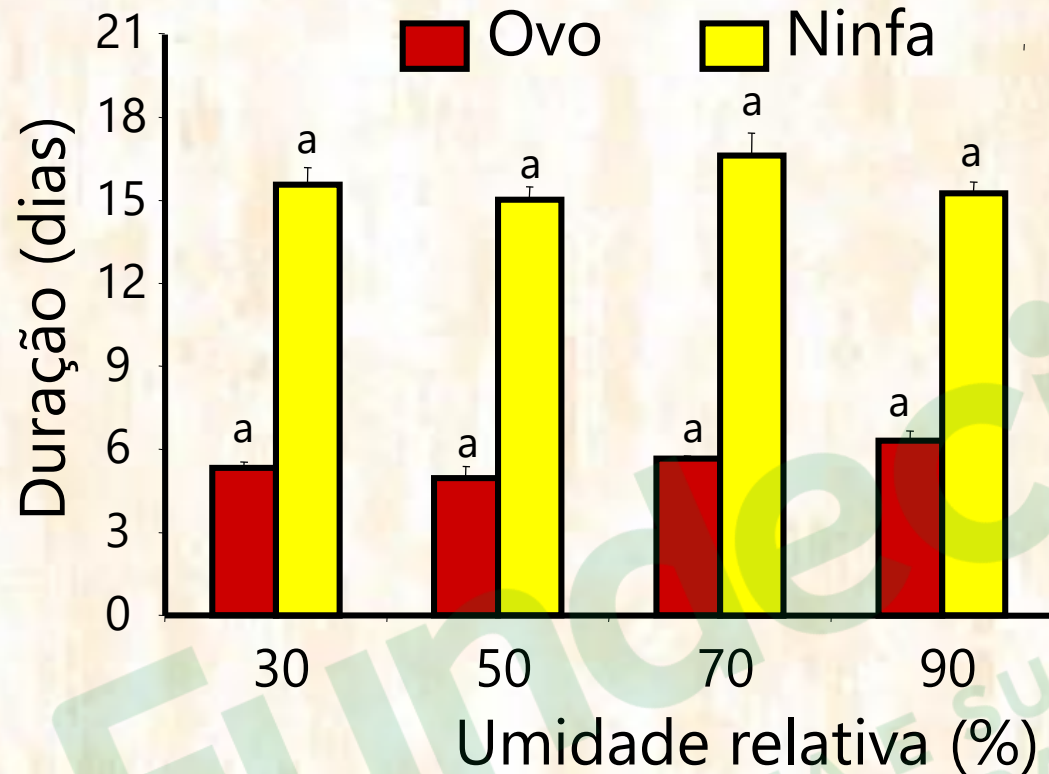
de Citrus
SUSTENTABILIDADE
PARA A CITRICULTURA

...e do inimigo natural.

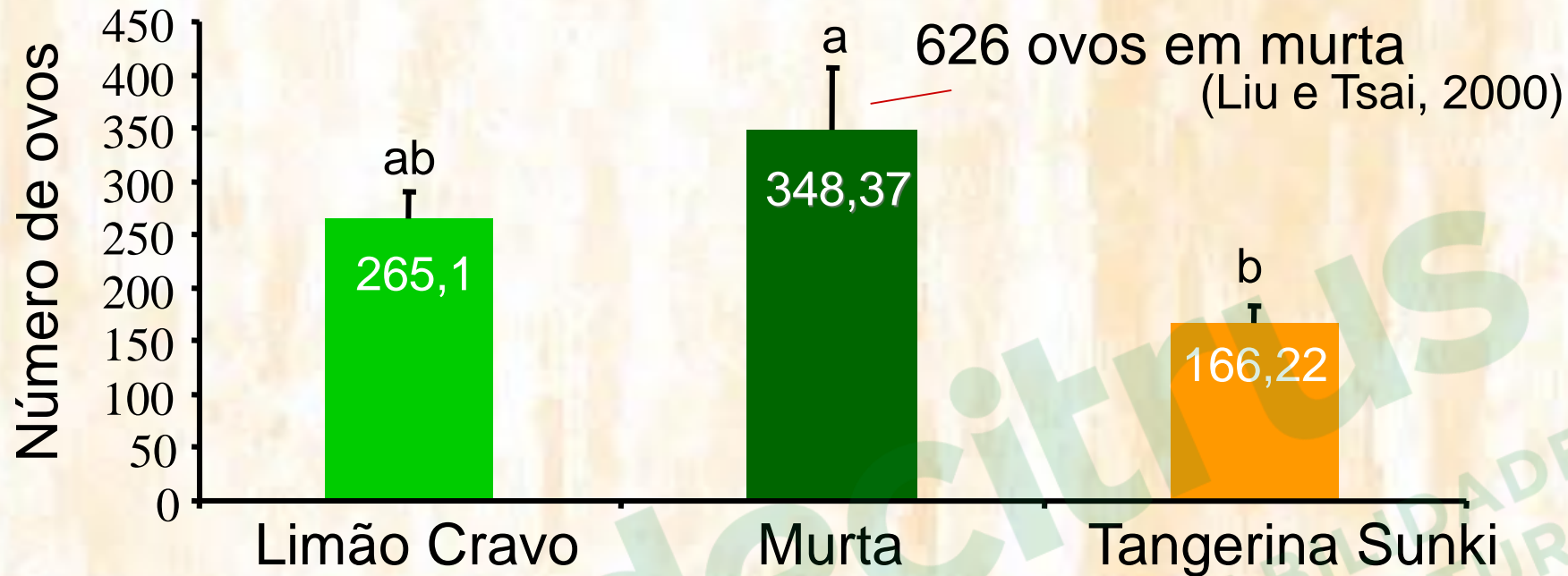
Duração e viabilidade de *Diaphorina citri*

Temperatura (°C)	Duração (dias)	Viabilidade (%)
18	43,5 a	69,9 a
20	30,9 b	66,6 a
22	29,6 b	64,1 a
25	17,1 c	69,4 a
28	15,4 cd	69,5 a
30	12,4 d	66,8 a
32	12,1 d	12,2 b

Umidade relativa do ar e *Diaphorina citri*



Hospedeiros de *Diaphorina citri*



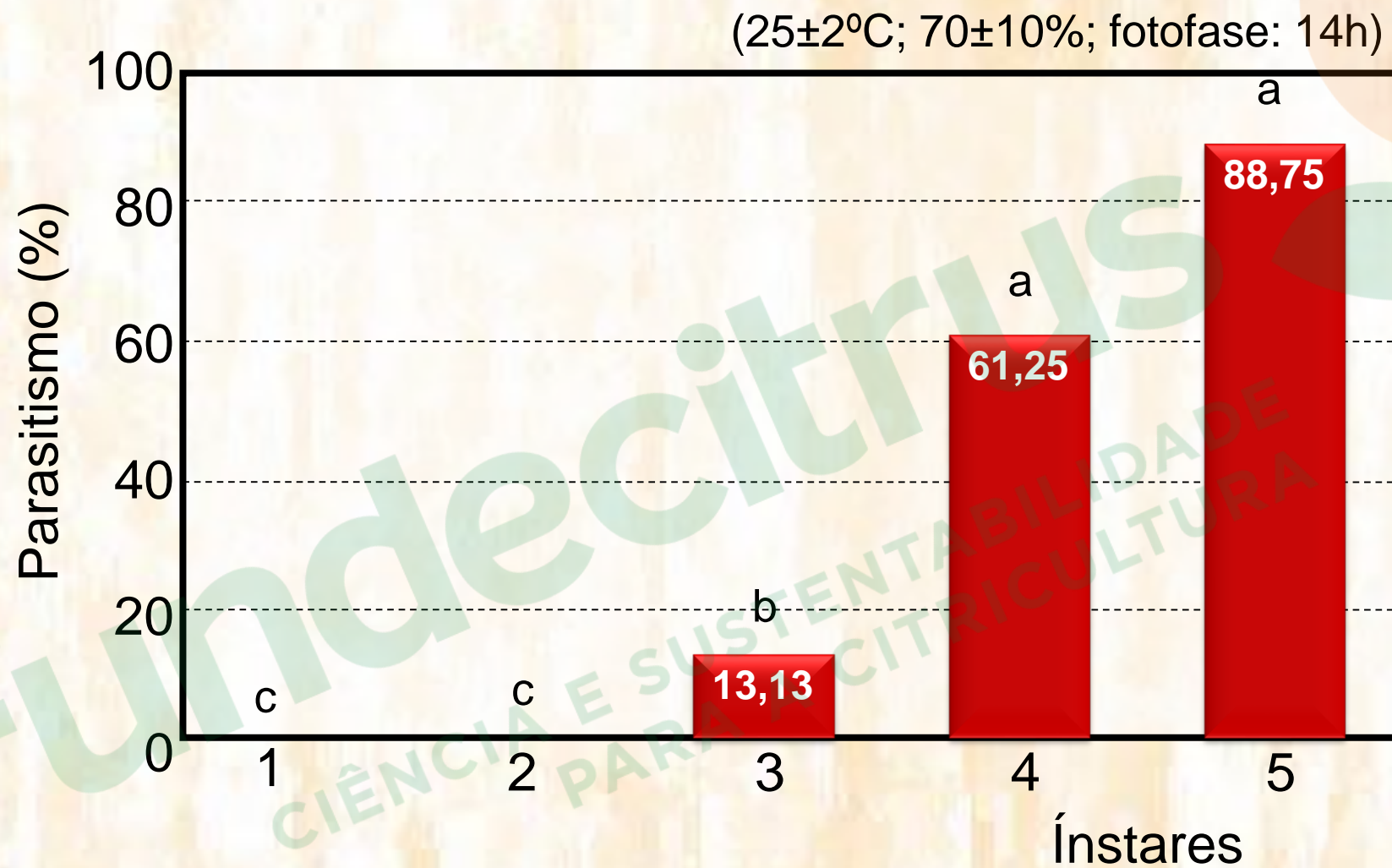
Hospedeiro	R_0
Limão 'Cravo'	86,03
Murta	92,15
Tangerina 'Sunki'	13,70

Nava et al. (2007)

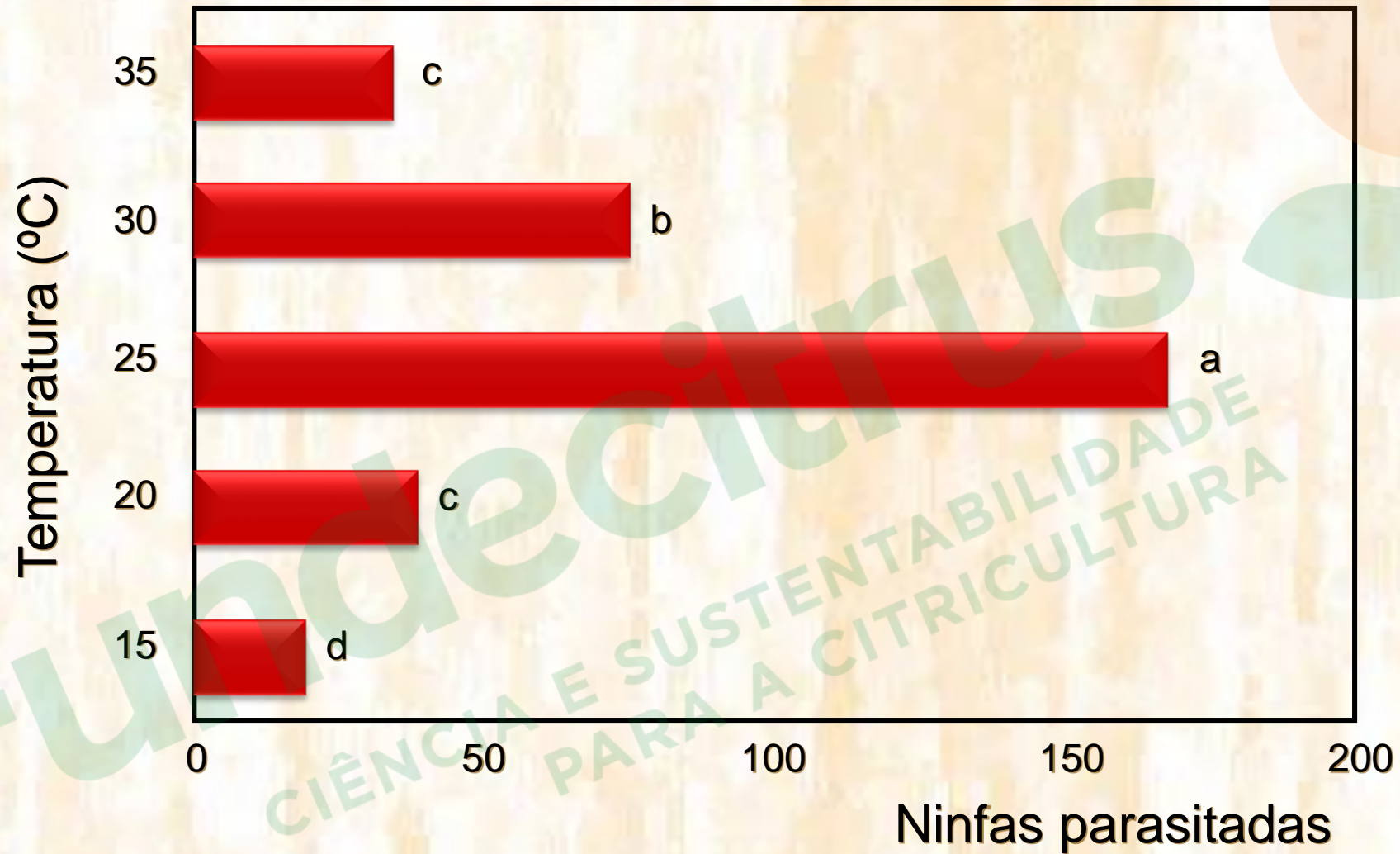
Duração do desenvolvimento de *Tamarixia radiata*

Temperatura (°C)	Duração (dias)
18	17,31
20	14,20
22	12,46
25	10,33
28	10,09
30	7,55
32	7,59

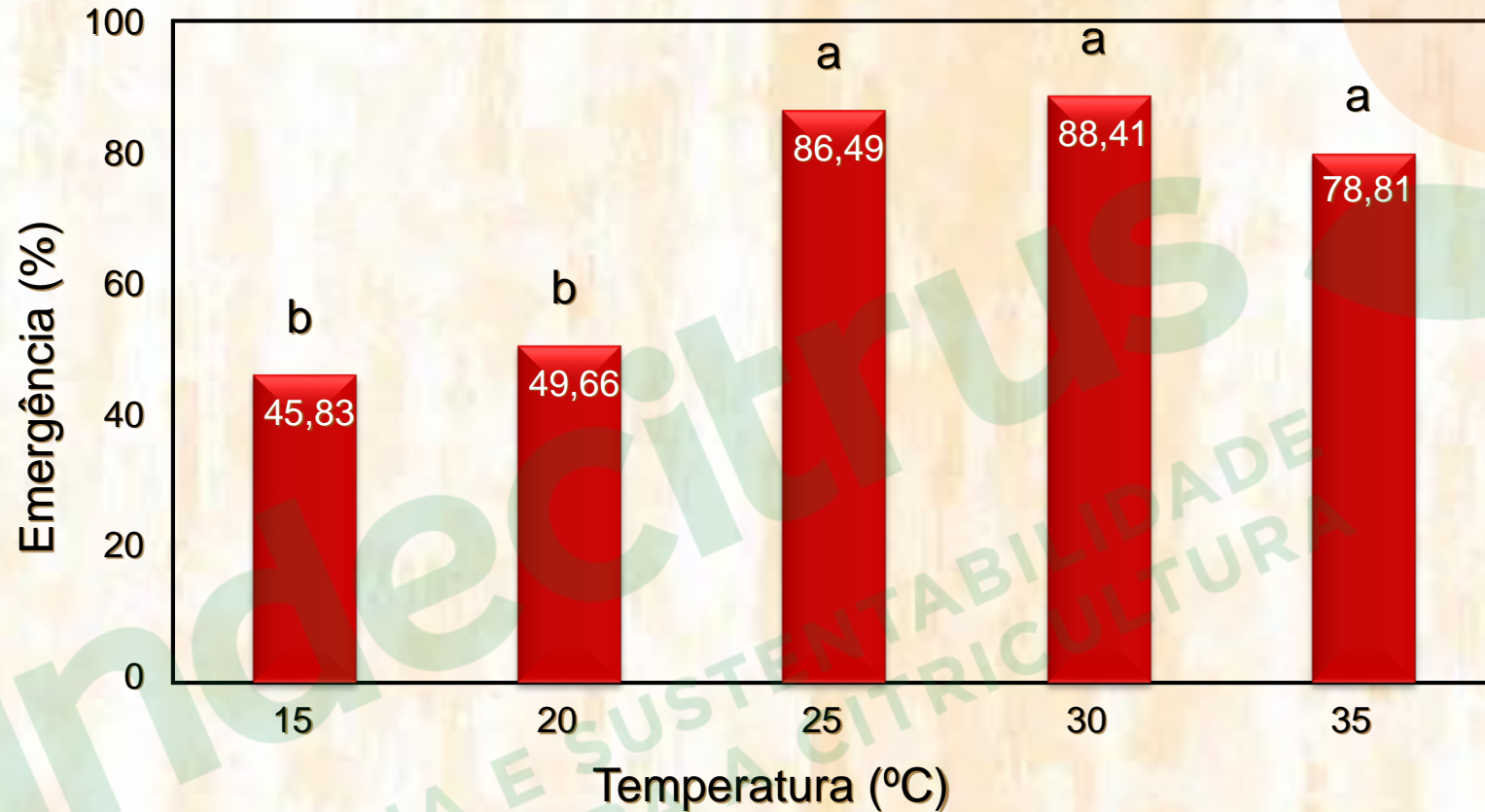
T. radiata X *D. citri* | ínstar preferencial



T. radiata X *D. citri* | parasitismo em temperaturas

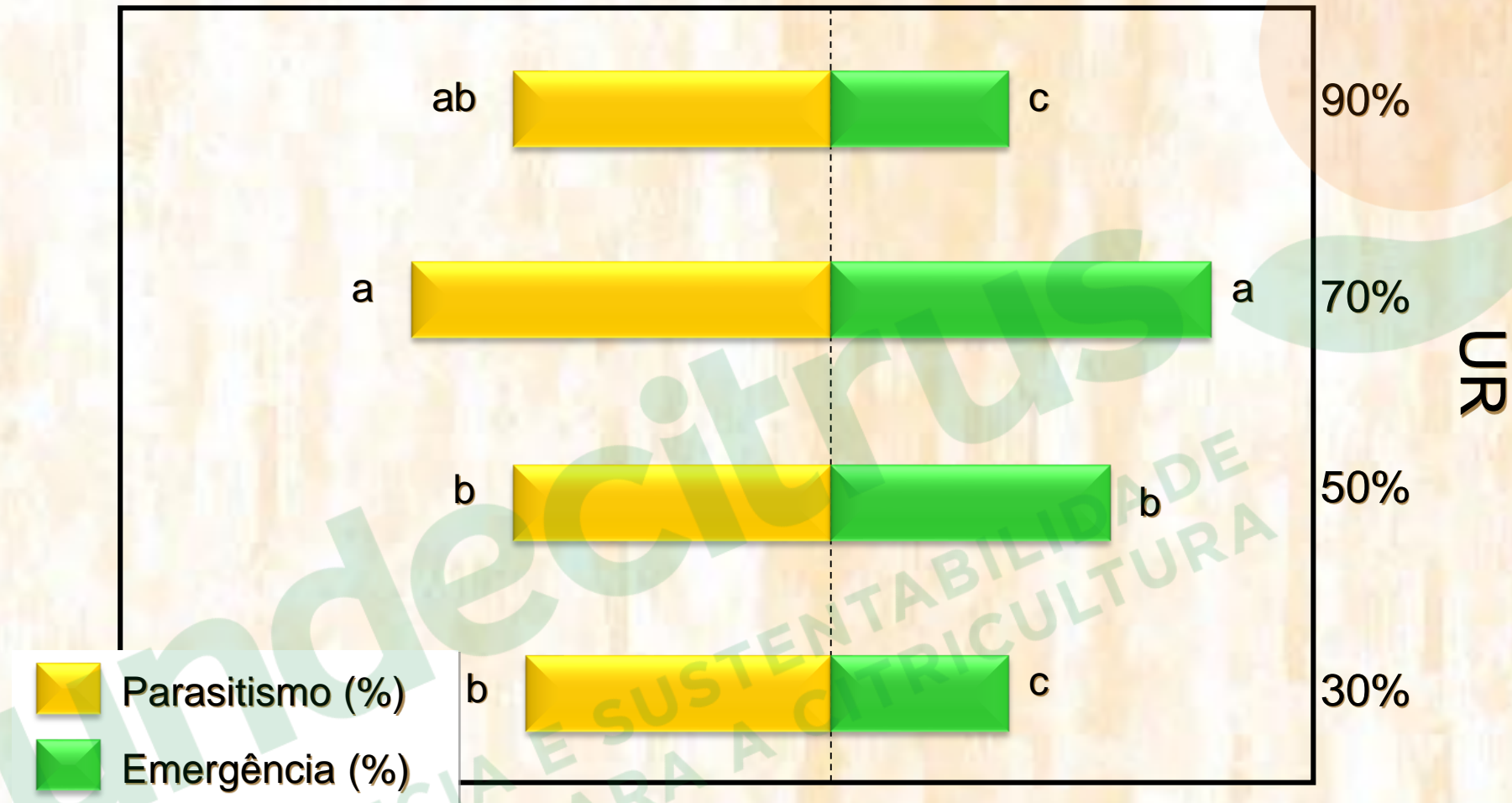


T. radiata | emergência em temperaturas



Emergência de *T. radiata* em *D. citri* em diferentes temperaturas. UR: 70% e 14h de fotofase.

T. radiata | parasitismo em umidades relativas



Parasitismo e emergência de *T. radiata* em diferentes umidades. 25°C e fotofase de 14h.

Exigências térmicas e higrométricas

D. citri

Tb		13,5°C
K		210,9 GD
UR		70 – 85%

T. radiata

Tb		7,1°C
K		187,5 GD
UR		70%

Faixa de desenvolvimento

18 a 30°C

25 a 30°C

Limite térmico superior para ambos é de

32°C

Avanços na criação de *T. radiata*

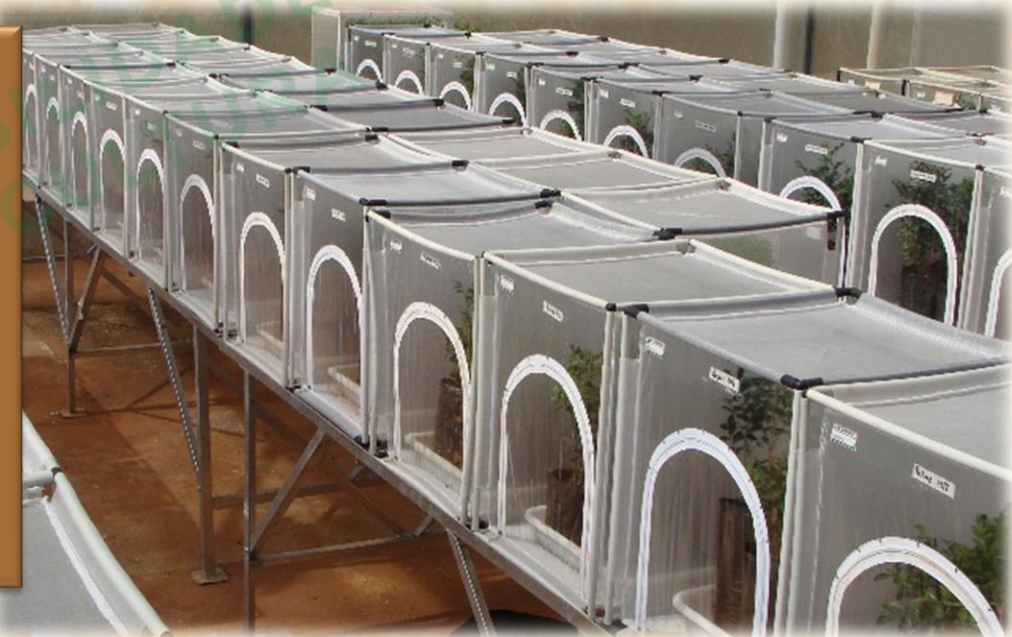
O modelo desenvolvido na ESALQ tem sido o mais utilizado com criação do parasitoide em áreas internas (laboratório) e externas (casa-de-vegetação).

Parra et al. (2010; 2016)

Diniz (2013)

O modelo da Costa Rica, que desenvolve toda a criação em ambiente externo, vem sendo testado.

O primeiro modelo apresenta a vantagem de permitir um maior acompanhamento da quantidade produzida e é mais adequado para as condições brasileiras, pois no Brasil não existe o padrão térmico da Costa Rica, sem variações durante o ano.



Manejo externo

NOVA ABORDAGEM EM CONTROLE BIOLÓGICO

Liberação de parasitoides em:

- Pomares abandonados;
- Pomares não pulverizados;
- Áreas de murta;
- Pomares orgânicos;
- Pomares de “fundo de quintal”.

Capacidade de dispersão
de insetos infectados
1,6 Km



Ferreira (2014)

Lewis-Rosenblum (2015)

Fundecitrus
CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE
PARA A CITRICULTURA

Quantidade necessária para o tratamento total dos focos primários

Liberando-se 400 parasitoides por hectare, essa quantidade produzida seria suficiente para cobrir os 11.700 ha responsáveis pelo foco primário da doença.



Fundocitru
CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE
PARA A CITRICULTURA

Locais sem controle,
Incluindo chácaras e
condomínios

Pomar
abandonado

POMAR COMERCIAL DE CITROS

Pomar
orgânico

Área urbana
com murta

Fundos de
quintal

Distância de migração: 1,6 – 2,2 km

Migração de *Diaphorina citri*

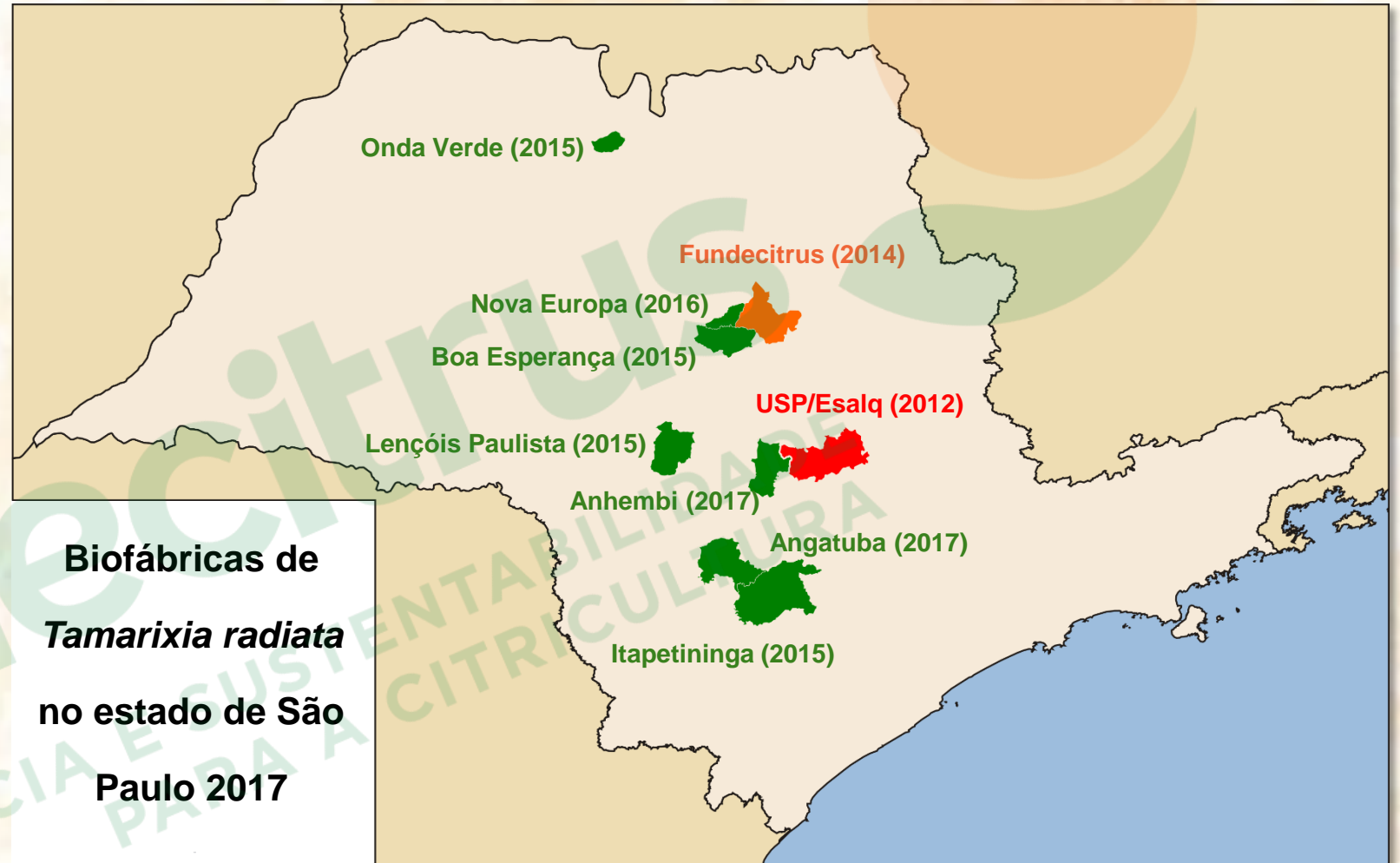
Locais de liberação de *Tamarixia radiata*



FUNÇÃO CIÊNCIAS

Biofábricas de *T. radiata*

Foram desenvolvidas metodologias de criação adequadas à nossa realidade e, hoje, existem 8 Biofábricas produzindo o parasitoide.

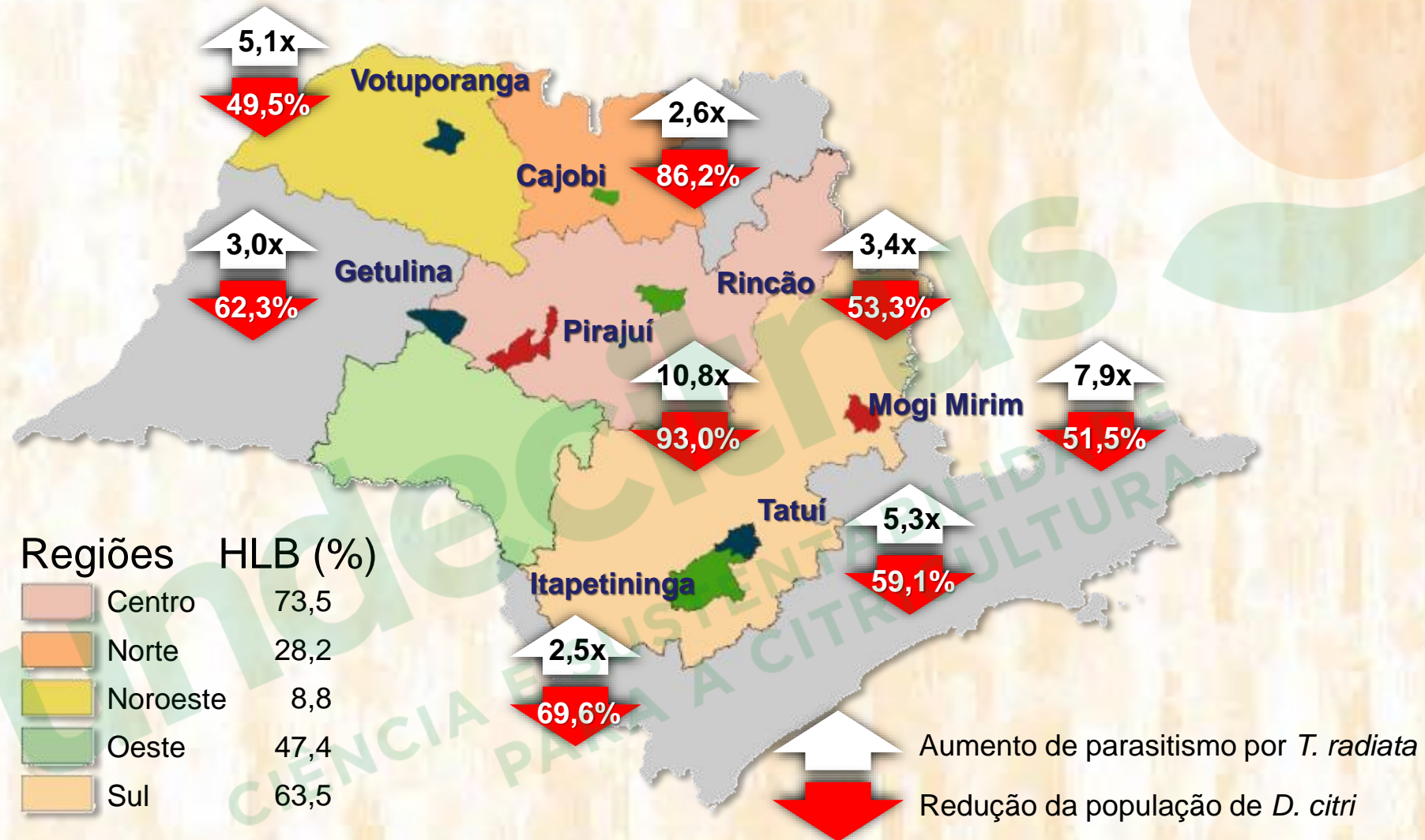


Parasitoides produzidos até maio de 2018

Biofábricas	Produção (milhões)	Liberção (milhões)
Fundecitrus	2,3	1,8
Citrosuco	10,5	8,9
ESALQ	0,7	0,4
TOTAL	13,5	11,1

Fundecitrus
CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE
PARA A CITRICULTURA

T. radiata | áreas de liberação em São Paulo



T. radiata | número de gerações

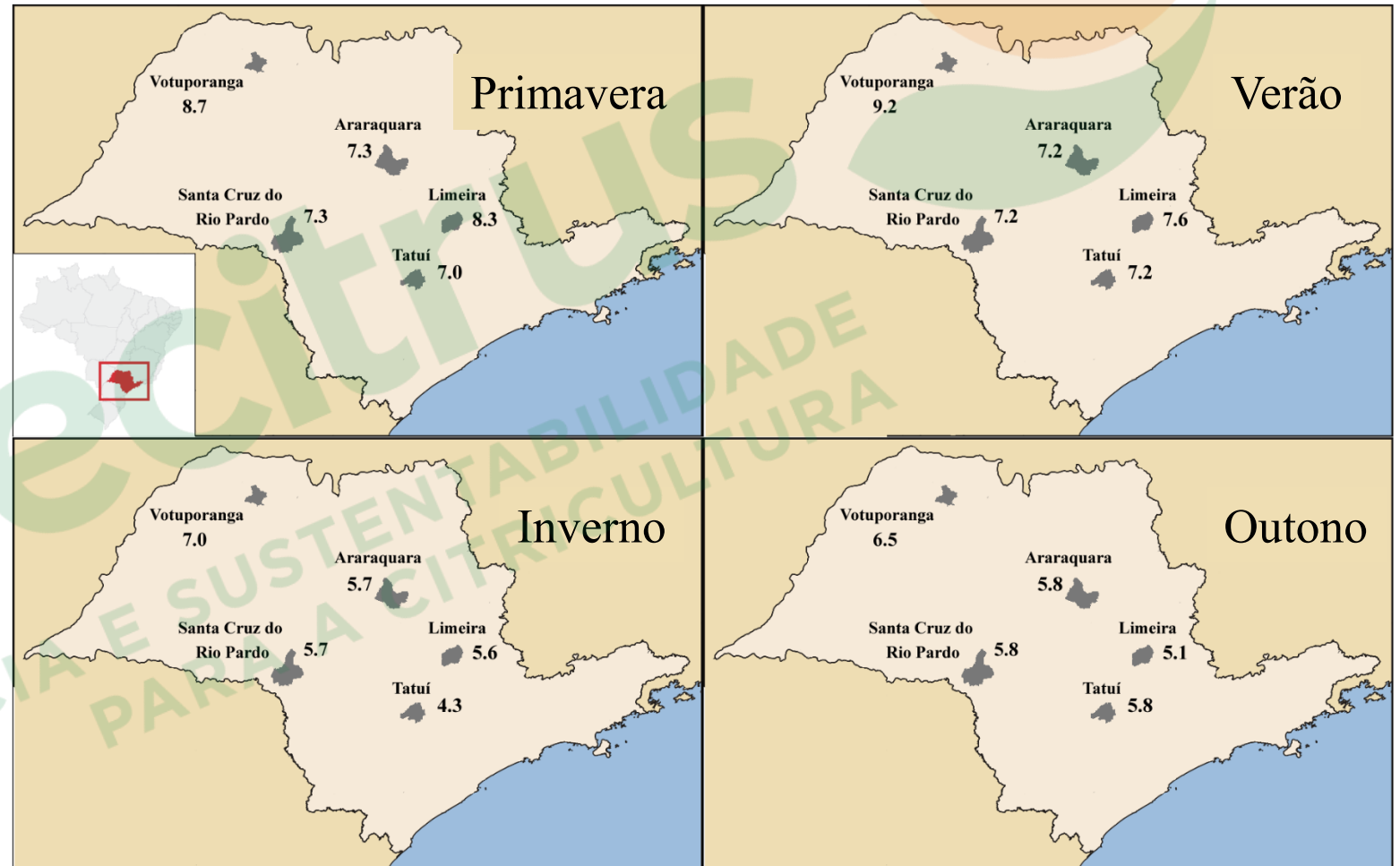
Determinado em condições constantes em laboratório

Região	<i>D. citri</i> : <i>T. radiata</i>
Norte	1 : 2,6 – 3,1
Nordeste	1 : 3,1 – 4,0
Sudoeste	1 : 3,1 – 6,3
Sudeste	1 : 3,1 – 6,3

Gómez-Torres (2009)

Adaptação climática

Zoneamento baseado em temperaturas alternantes



Vieira (2016)

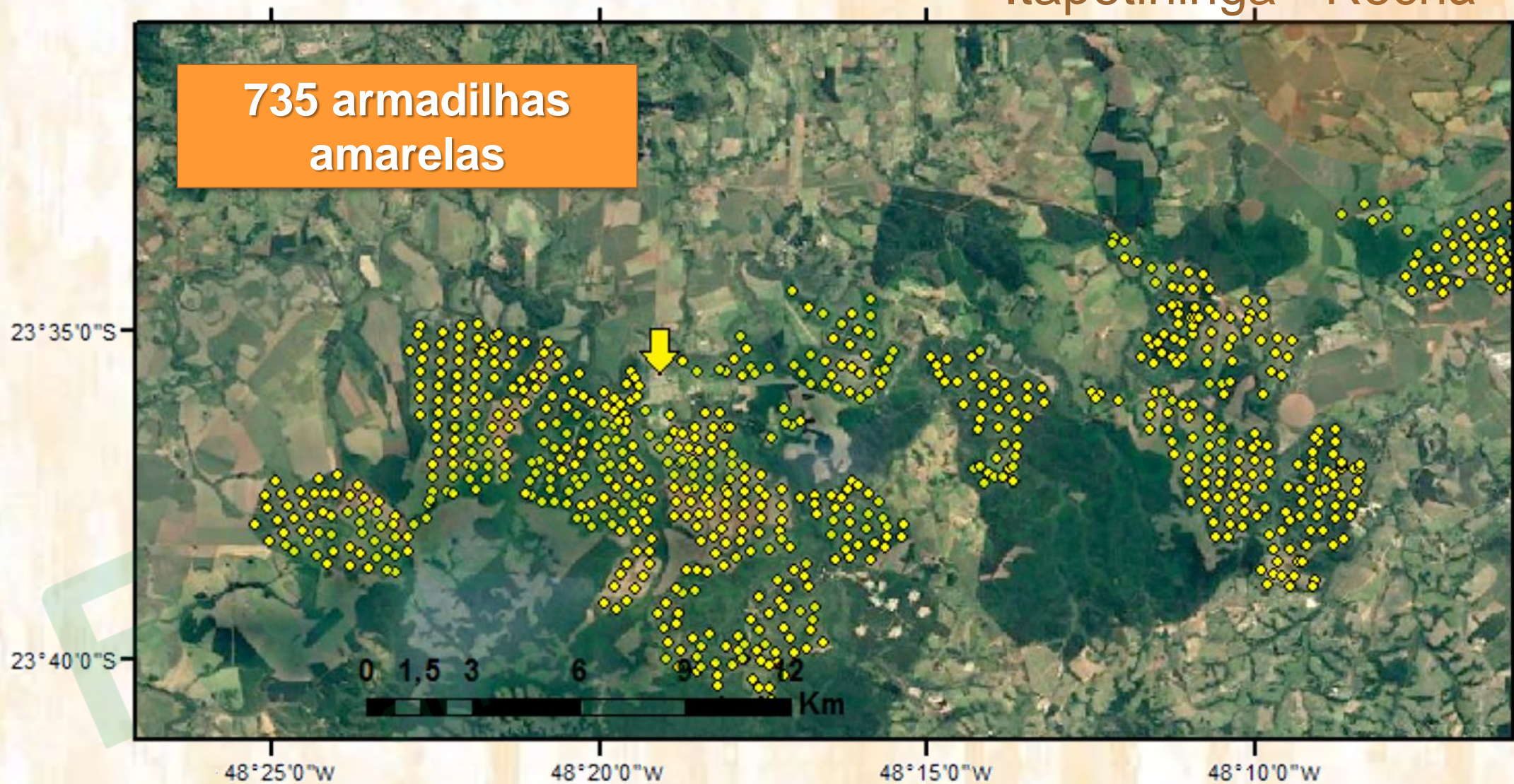
T. radiata | zoneamento e previsão de liberação

Estimativa de dias para liberação de *T. radiata* após detecção de *D. citri* em armadilhas amarelas

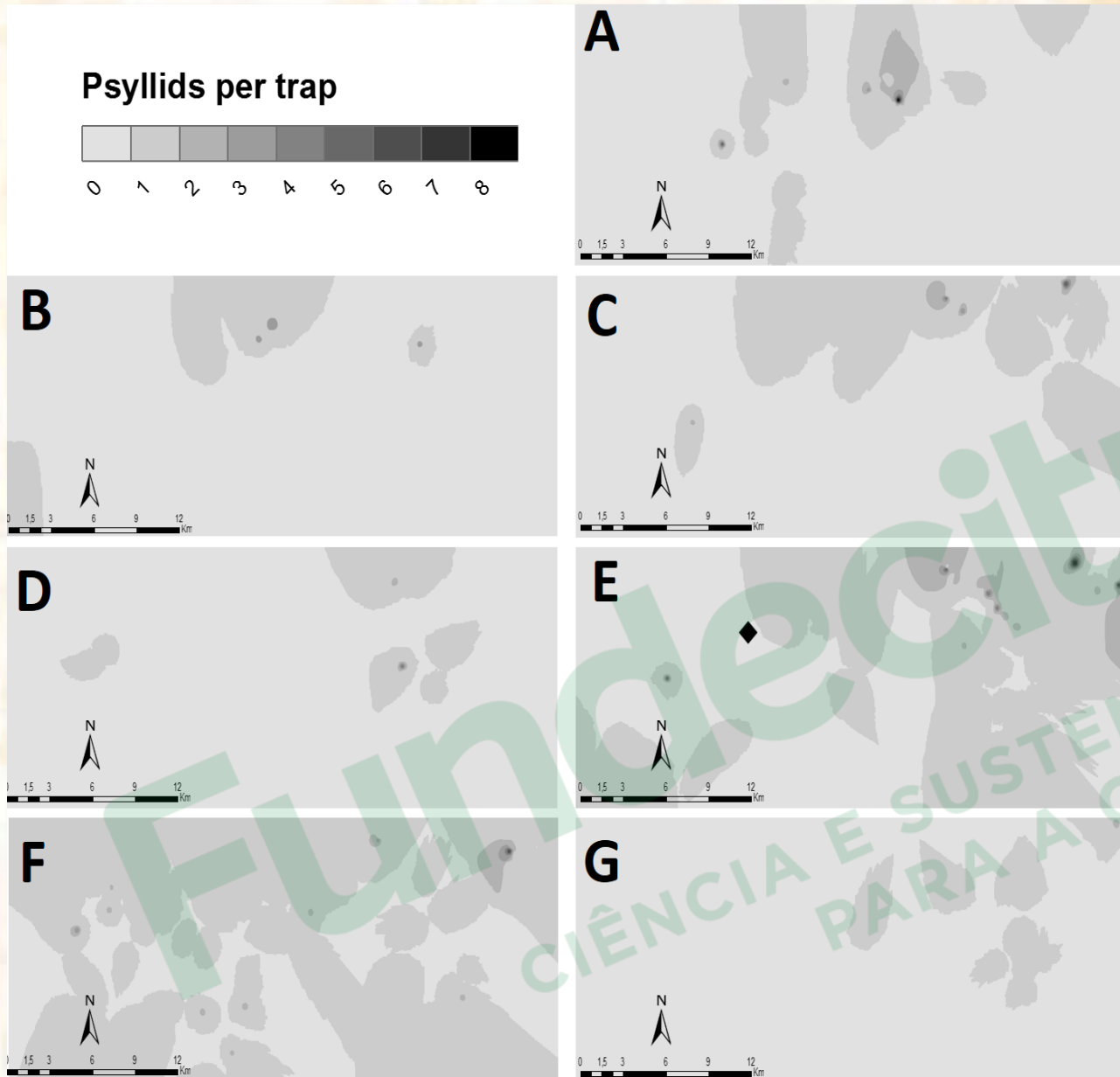
Regiões	Estações			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Avaré	18	12	24	61
Araraquara	16	12	15	36
Bebedouro	14	10	14	31
Casa Branca	16	18	24	31
Santa Cruz do Rio Pardo	16	12	15	39

Um caso

Itapetininga - Rechã

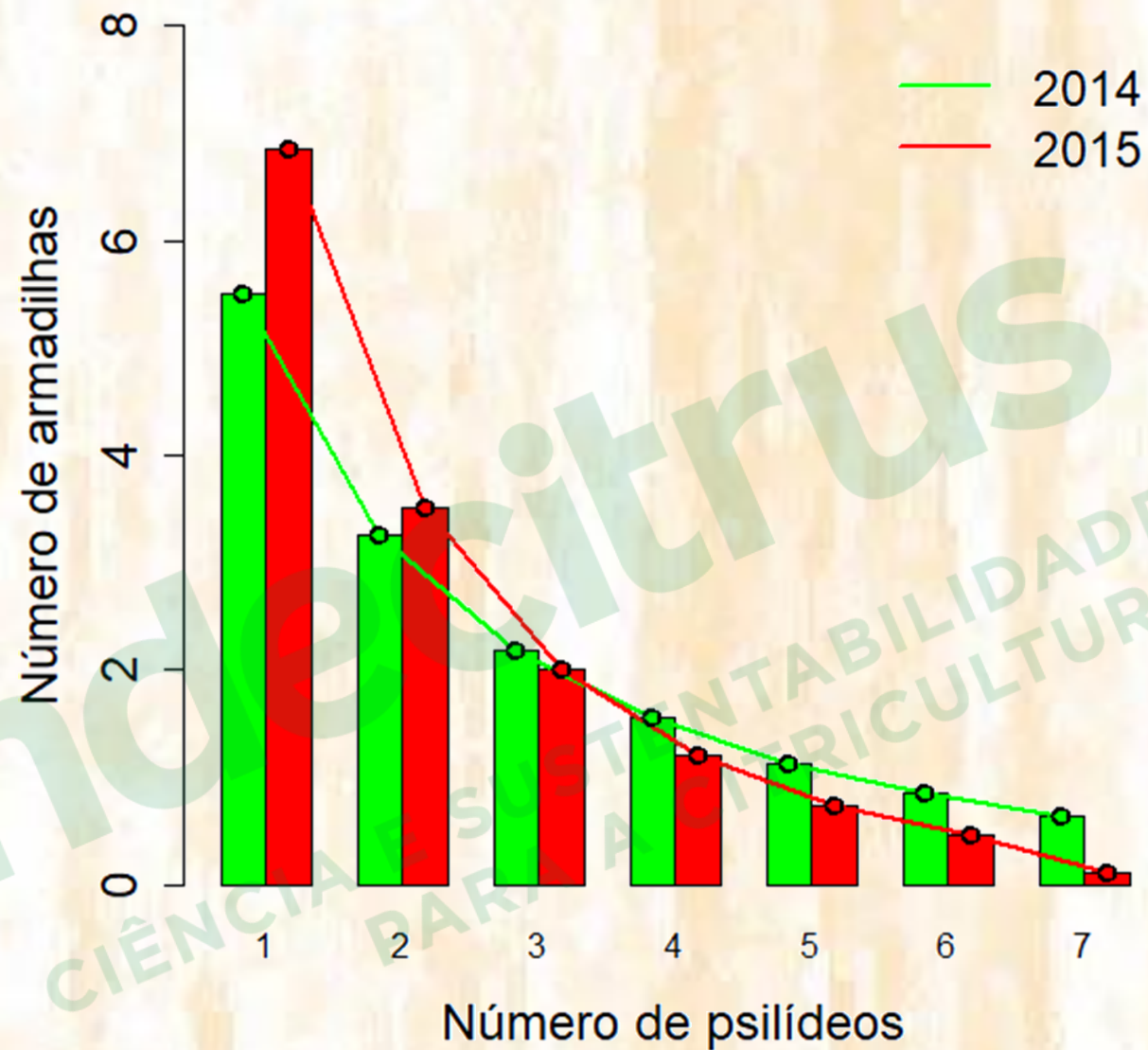


Área de monitoramento de psilídeos após liberação



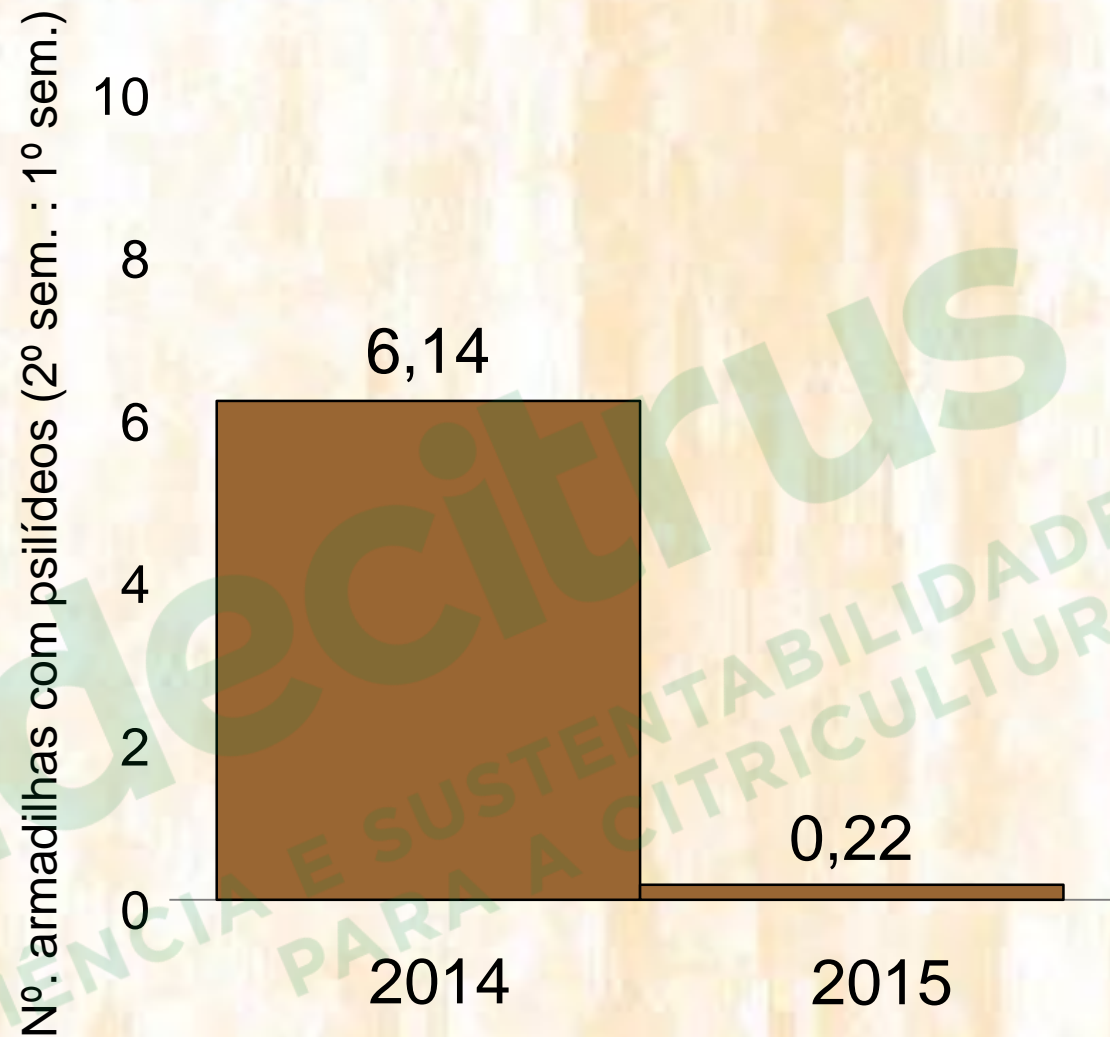
Distribuição espacial de *Diaphorina citri* na área monitorada, os diferentes tons de cinza correspondem ao número médio de psilídeos capturados por armadilha, correspondendo o mais claro a zero e o mais escuro a oito adultos/armadilha adesiva, sendo; A) 2º semestre de 2012, B) 1º semestre de 2013, C) 2º semestre de 2013, D) 1º semestre de 2014, E) 2º semestre de 2014, F) 1º semestre de 2015, G) 2º semestre de 2015.

Redução do número de psilídeos por armadilha



Parra et al. (no prelo)

Redução do número de psilídeos por armadilha



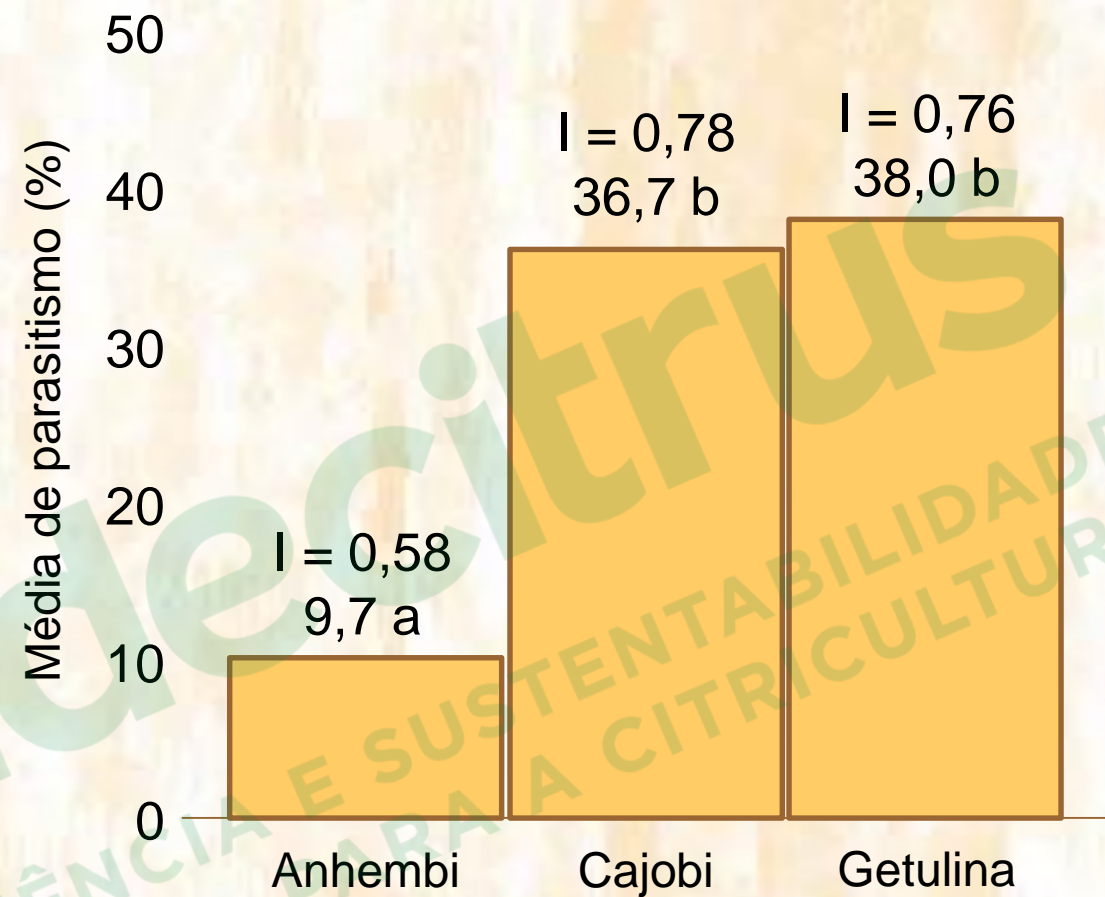
Parra et al. (no prelo)

Índice Fuzzy (coexistência hospedeiro-parasitoide)

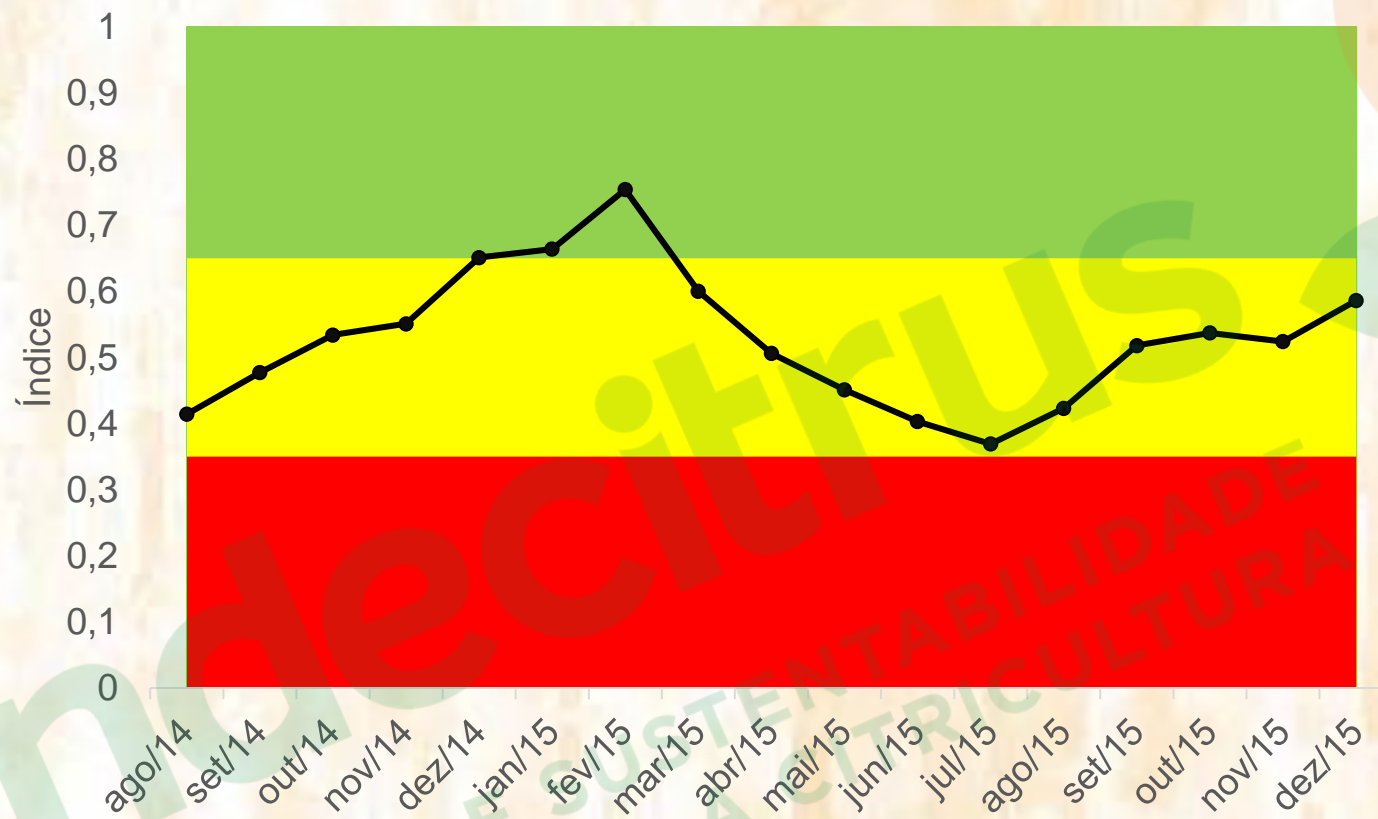
Locais	Índice médio (I) (mínimo – máximo)				UR média (%)
	Primavera	Verão	Outono	Inverno	
Votuporanga	0,63 – 0,71	0,66 – 0,70	0,51 – 0,79	0,48 – 0,73	66,0
Araraquara	0,53 – 0,79	0,60 – 0,81	0,44 – 0,60	0,42 – 0,57	67,2
S.C. Rio Pardo	0,51 – 0,79	0,60 – 0,81	0,44 – 0,60	0,42 – 0,57	71,6
Limeira	0,55 – 0,81	0,60 – 0,81	0,44 – 0,61	0,41 – 0,57	74,5
Tatuí	0,51 – 0,75	0,60 – 0,81	0,44 – 0,60	0,41 – 0,57	76,3

 Coexistência (> 0,65)  Coexistência parcial (0,35 < I < 0,65)
 Sem coexistência (< 0,35)

Relação entre o índice Fuzzy (I) e parasitismo



Índice Fuzzy após introdução de parasitoide – Fazenda Monte Verde (Itapetininga-SP)



Coexistência (> 0.65)

Coexistência Parcial ($0.35 < I < 0.65$)

Sem coexistência (< 0.35)

Algumas características da praga e do parasitoide

- A distribuição de *Diaphorina citri* em São Paulo é variável de acordo com a disponibilidade e abundância de ramos novos, sendo que o tamanho da população é dependente do clima.
- A viabilidade de *D. citri* no campo é muito menor do que no laboratório, variando de 1,7 a 21,4% em campo, em comparação com os dados do laboratório, variáveis de 12,2 a 69,9%.
- A viabilidade e a postura são maiores na variedade Valência e menores em Hamlin.

Algumas características da praga e do parasitoide

- O porta-enxerto não interfere no ataque de *D. citri*.
- O período de pré-oviposição varia de 6,8 dias, nas regiões mais quentes, a 31,4, nas regiões mais frias.
- O fator chave de crescimento populacional de *D. citri* é representado pelos ovos e por ninfas de primeiros instares.
- O parasitismo é maior em climas amenos.
- O parasitismo independe da variedade em que o psilídeo se desenvolveu.

Futuro

- A utilização do fungo *Isaria fumosorosea* permitirá, no futuro, liberação do parasitoide também em áreas comerciais;
- O feromônio sexual recém-desenvolvido deverá permitir uma liberação do parasitoide na época correta da ocorrência do psilídio;
- Será necessário saber a adaptação do parasitoide nas diferentes áreas com a provável redução da aplicação de inseticidas;
- A sobreposição do zoneamento da praga e do parasitoide deverá ser validada em campo.

jrpparra@usp.br



Obrigado!

FUNDECAP
SUSTENTABILIDADE DE
CULTURA