

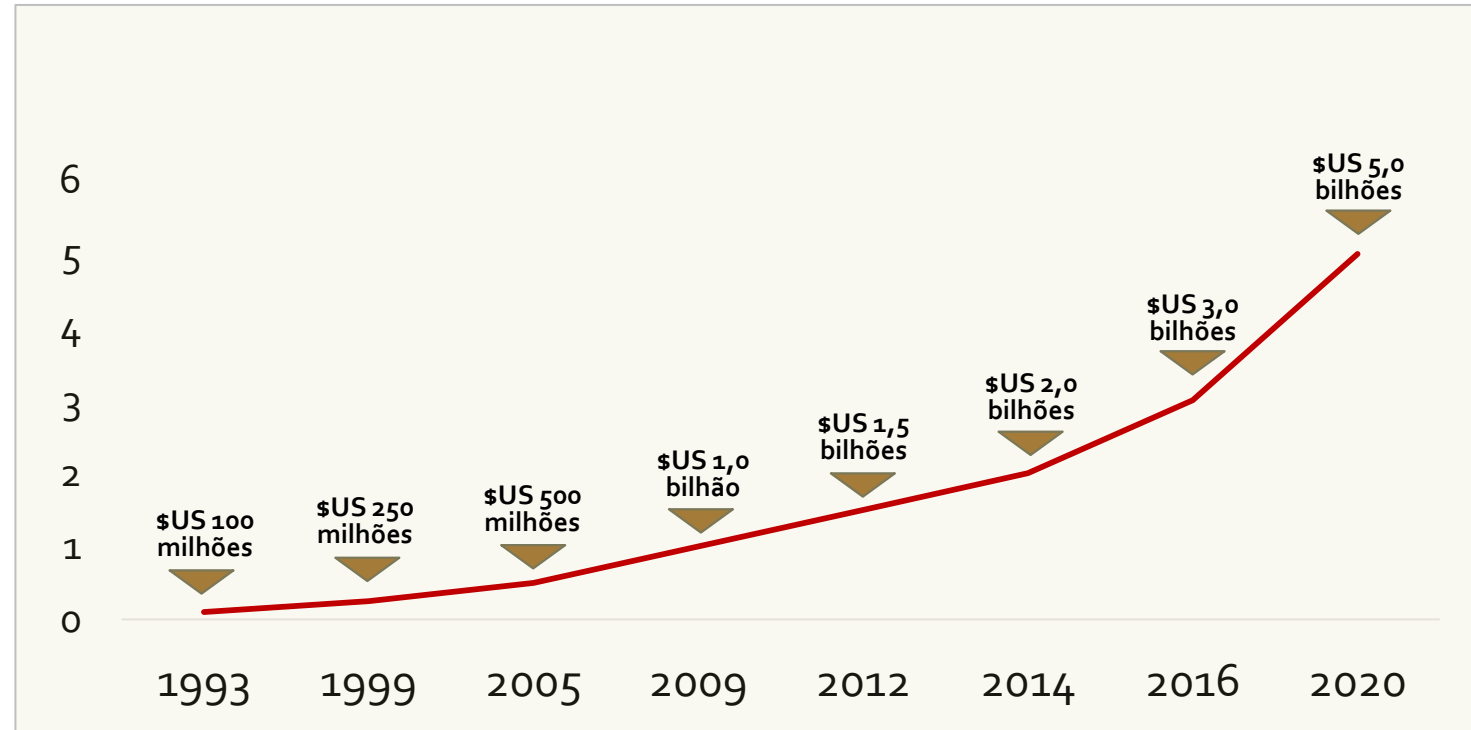
# AVANÇOS E DESAFIOS DO CONTROLE BIOLÓGICO NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Prof. Dr. José Roberto P. Parra

Depto. Entomologia e Acarologia | ESALQ | USP

# EVOLUÇÃO GLOBAL DO MERCADO DE BIOAGENTES

O controle biológico está aumentando na ordem de 10 a 15% ao ano no mundo.



# CONTROLE BIOLÓGICO

Por ser um assunto novo, existe muito desconhecimento sobre o assunto, até mesmo na definição de controle biológico

É um fenômeno dinâmico que sofre influência de fatores climáticos, da disponibilidade de alimentos e da competição, assim como de aspectos independentes e dependentes da densidade.

van den Bosch et al. (1982)

Fenômeno natural que consiste na regulação de plantas e animais por inimigos naturais e que seriam os agentes de mortalidade biótica.

# CONTROLE BIOLÓGICO

## Definições que são ou que seriam confundidas com utilização de controle biológico

Uso de organismos vivos para suprimir a população de uma praga específica, tornando-a menos abundante e menos danosa (prejudicial).

Eilemberg et al. (2001)

Uso de um organismo para reduzir a população de outro organismo.

van Lenteren et al. (2011)

# CONTROLE BIOLÓGICO

O fato é que mudou o conceito de utilização do controle biológico.

Para nós, entomologistas, são os macro e os micro-organismos. Para pesquisadores de outras áreas, são os biofertilizantes, os bioestimulantes e os bioagentes, sendo que neste último é que se concentram os macro, micro-organismos, semioquímicos e extratos de plantas.



Biofertilizantes	Bioestimulantes	Bioagentes		
Microbiológicos	Manejo abiótico de estresse	Bioinseticidas, biofungicidas, bioherbicidas		Macro-organismos
Fixadores de N	Aminoácidos	Bioquímicos	Micro-organismos	Insetos
Solubilizadores P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Micro-organismos	Semioquímicos	Bactérias	Ácaros
Mobilizadores de K	Extratos de planta	Extratos de plantas	Fungos	<p>Os insetos são líderes; É o único grupo onde ovos, larvas, pupas e adultos são usados; O maior desafio é a logística de uso e transporte; Normalmente não é classificado como Bioinseticida, mas como produtos de controle biológico.</p>
Outros	Ácidos orgânicos	Minerais	Protozoários	
	Algas	Promotores cresc. vegetal (PCV)	Vírus	
		Ácidos orgânicos	Outras leveduras	
Micro-organismos usados para aumentar a absorção de nutrientes do solo; As bactérias fixadoras de nitrogênio dominam o grupo; Inclui ainda mobilizadores de nutrientes específicos (Zn, S) e fungos micorrízicos; Regulamentação estadual.	Extratos de algas é o que predomina nesse grupo; Ácidos orgânicos são os ácidos húmicos e fúlvicos usados como alteradores de solo, formados pela degradação microbiana da matéria vegetal; Microrganismos, principalmente bactérias, muito usados no tratamento de sementes ou solo para auxiliar na assimilação de nutrientes; A definição e a regulamentação está ainda em desenvolvimento no mundo.	Os extratos de plantas formam o maior segmento desse grupo; Os semioquímicos (feromônios) tem o maior número de produtos; O maior desafio para extratos de plantas é a fabricação e qualidade consistente no(s) ingrediente(s) ativo(s).	As bactérias seguidas pelos fungos formam o maior grupo comercial (>90%); Os micro-organismos forma o principal mercado de bioinseticidas (R\$4,2 bi ano <sup>-1</sup> ); Os principais desafios estão ligados à formulação: (a) tempo de prateleira; (b) estabilidade; (c) melhoria da performance.	<p>Bioinseticidas   São derivados de materiais naturais (plantas, bactérias e até minerais). Têm alvos específicos e são muito menos tóxicos do que inseticidas sintéticos.</p>

## CONTROLE BIOLÓGICO

De qualquer forma, a despeito da diferença entre utilização de produtos químicos e biológicos, a previsão de utilização é termos um grande aumento em tal utilização num futuro próximo.

**QUÍMICO**  
**58,5**  
bilhões de dólares/ano

**BIOLÓGICO**  
**>3,0**  
bilhões de dólares/ano

**>5,0**  
bilhões de dólares/ano



# CONTROLE BIOLÓGICO

No Brasil, temos dificuldades maiores pelas grandes áreas que compõem nossos sistemas de produção, com sucessão de culturas e de colheitas e condições climáticas e edáficas favoráveis à proliferação de pragas.

*Soja precoce*



*Algodão safrinha*



*Soja tardia*



*Algodão convencional*



*Milho convencional*



*Soja precoce*



*Milho safrinha*



setembro

novembro

janeiro

março

maio



# CONTROLE BIOLÓGICO

Tais condições nos levam a ter de criar um tipo de **controle biológico específico para regiões tropicais**, à semelhança do que fizemos para o desenvolvimento da agricultura tropical.



# CONTROLE BIOLÓGICO

Em outros países, com ênfase à Europa, se faz muito controle biológico, porém em condições totalmente diferentes, como em casas-de-vegetação.



# CONTROLE BIOLÓGICO

No Brasil, o agricultor tem uma forte ligação com agroquímicos, que chega a se constituir num problema **cultural**.

Tal situação começou a ser menos importante a partir de 2013, com a introdução de *Helicoverpa armigera* no país.



# MITOS DO CONTROLE BIOLÓGICO

Além de tudo, existem os **mitos do controle biológico** no Brasil:

- Cultural;
- Que se trata de uma técnica fácil (leva ao amadorismo);
- Custo – o agricultor acha que deve ser necessariamente menor do que o químico;
- Controle a longo prazo (considerando o início do controle biológico);
- Que seria, isoladamente, a solução de todos os problemas e não como um componente do MIP.

# CONTROLE BIOLÓGICO

Os procedimentos em Controle Biológico vêm mudando.

## **INTRODUÇÃO**

Controle Biológico Clássico

## **CONSERVAÇÃO**

Controle Biológico Natural (Conservativo)

## **MULTIPLICAÇÃO**

Controle Biológico Aplicado (Aumentativo)

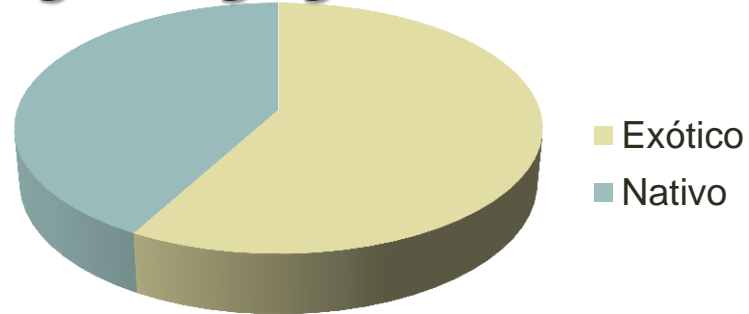
## **MANEJO EXTERNO**

Nova abordagem

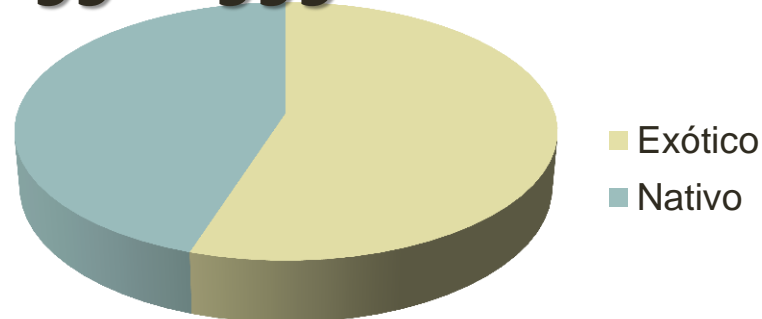


# PROPORÇÃO DE UTILIZAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS EXÓTICOS E NATIVOS

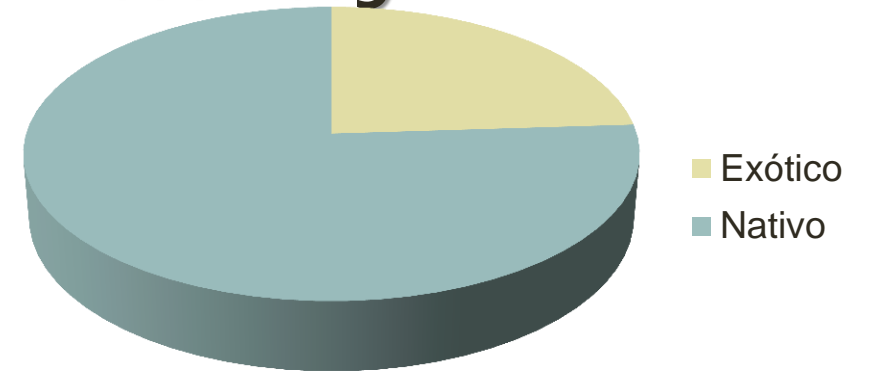
**1960-1989**

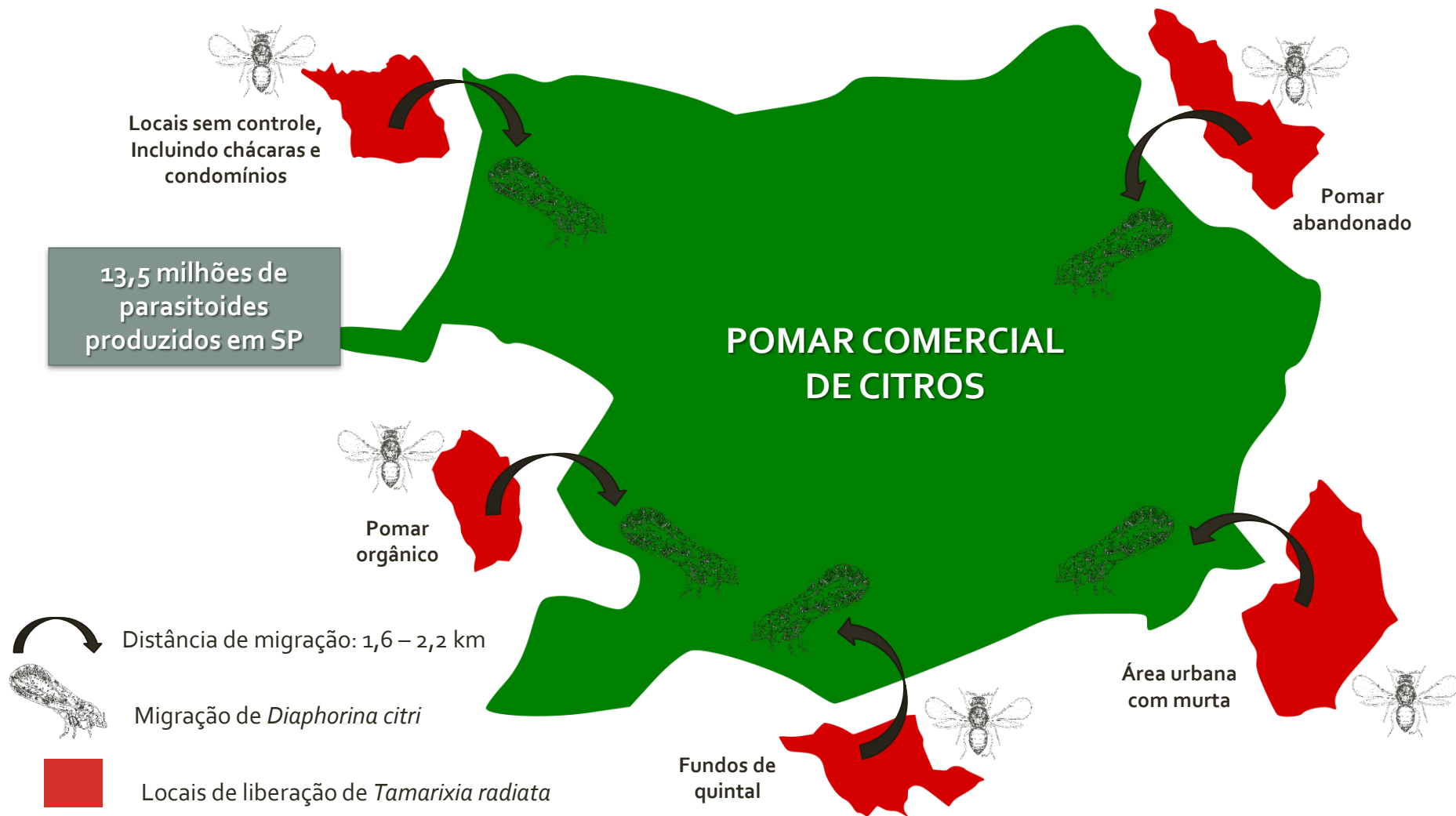


**1990-1999**



**2000-2009**







# CITROS MANEJO DO GREENING (HLB)

(10 MANDAMENTOS)

- 1 Planejamento e escolha do local de plantio;
- 2 Plantio de mudas saudáveis e de qualidade;
- 3 Aceleração do crescimento e da produtividade de plantas;
- 4 Manejo intensificado na faixa de borda;
- 5 Inspeção de plantas;



# CITROS MANEJO DO GREENING (HLB)

(10 MANDAMENTOS)

- 6 Erradicação das plantas com sintoma;
- 7 Monitoramento do psilídeo;
- 8 Controle do psilídeo (hoje existe a opção do produto recentemente registrado, *Isaria fumosorosea*;
- 9 Manejo regional e alerta fitossanitário;
- 10 Manejo externo (*Tamarixia radiata*).

Forma de contornar a aplicação de agroquímicos para insetos vetores de doenças.

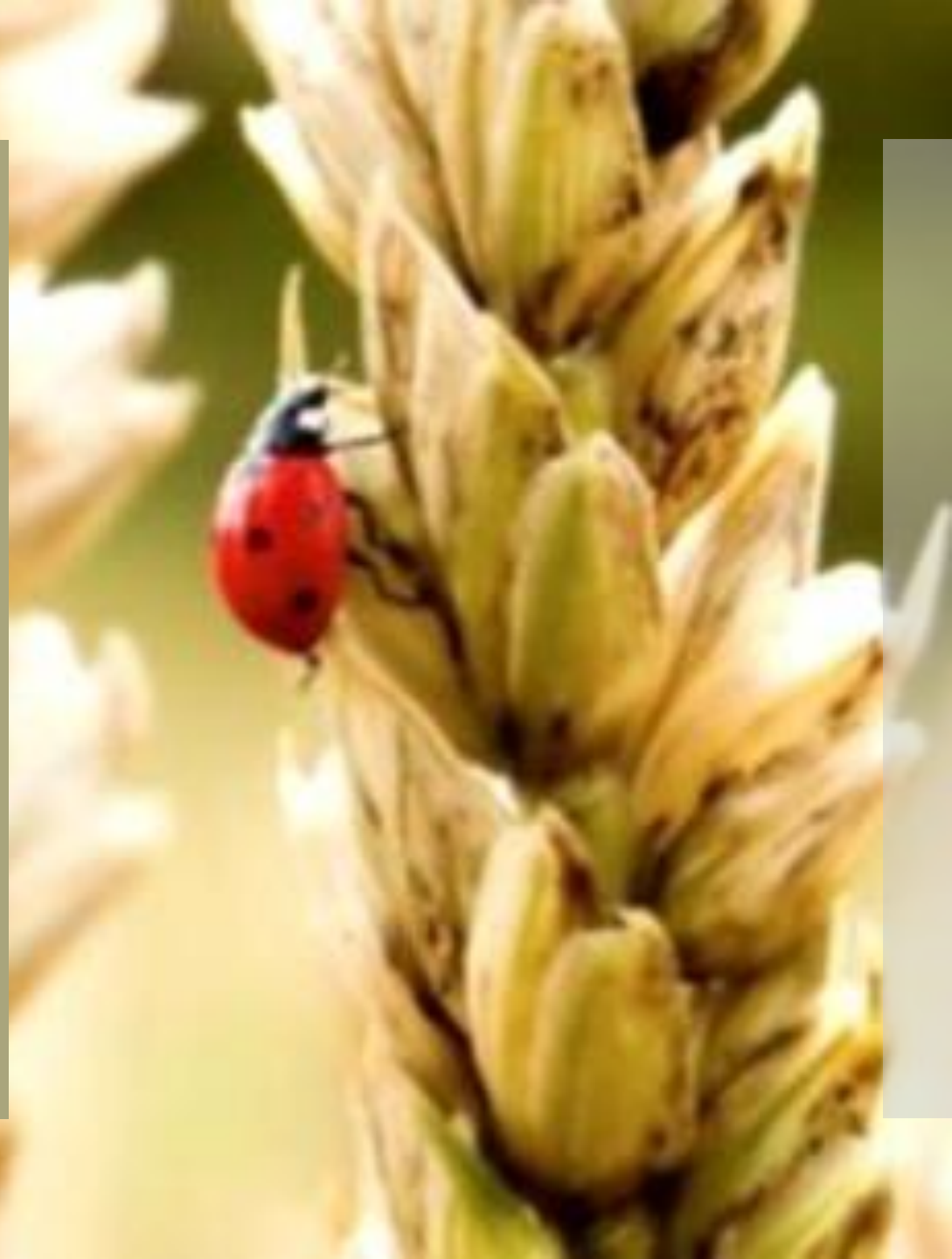


## “CULTURA” DO AGRICULTOR

A **população** começa a entender o Controle Biológico como componente da sustentabilidade.

A **mídia** começa a apoiar.

O **agricultor** inicia o uso (especialmente a partir de 2013).



# CONTROLE BIOLÓGICO NA MÍDIA



# CONTROLE BIOLÓGICO NA MÍDIA





# CONTROLE BIOLÓGICO NA MÍDIA



## MASSA CRÍTICA

A massa crítica no assunto Controle Biológico foi formada a partir dos Cursos de Pós-Graduação a partir da década de 1960 e com a fundação da SEB em 1972 e com o envio de pesquisadores brasileiros ao exterior.

Houve épocas em que das teses e dissertações defendidas no Brasil mais de 20% referiam-se a trabalhos de Controle Biológico.





## MASSA CRÍTICA

Como exemplo, dos **864** pesquisadores formados em Pós-Graduação em Entomologia na ESALQ (498 Mestrados e 366 Doutorados), até 2000 o percentual acima mencionado foi obtido. A partir daí começou haver competição com trabalhos em áreas como Biotecnologia, Manejo da Resistência etc. Entretanto, aparentemente a partir de 2000, voltou a ocorrer um crescimento em Controle Biológico.



## PASSAGEM DO AMADOR PARA O PROFISSIONAL

Empresas de Controle Biológico iniciadas na década de 1970 com micro-organismos e início de criação de *Cotesia flavipes* em Usinas.

1987

Dr. Arthur Mendonça iniciou a BIOTECH CONTROLE BIOLÓGICO LTDA., em Alagoas.

1994

BIOCONTROL – SISTEMA DE CONTROLE BIOLÓGICO LTDA. –, em Sertãozinho, SP.

2000

BUG AGENTES BIOLÓGICOS S/A, em Piracicaba, SP.

2010

KOPPERT DO BRASIL, Holanda, maior empresa de CB do mundo.

# EMPRESAS DE CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL



MONSANTO



## PASSAGEM DO AMADOR PARA O PROFISSIONAL

Hoje as empresas investem em criações massais para macro-organismos, especialmente com automatização para reduzir a mão-de-obra, e no desenvolvimento de formulações para micro-organismos.





# CRIAÇÕES MASSAIS

(ajuste de escala)



**10%** da área liberada de *Cotesia flavipes* em cana-de-açúcar no Brasil.

# CRIAÇÕES MASSAIS

(ajuste de escala)



parasitismo





# CRIAÇÕES MASSAIS

(ajuste de escala)







Koppert Biological Systems, Berkel en Rodenrijs - Holanda







Koppert Biological Systems, Nové Zámky – Eslováquia







Holanda







Holanda





Koppert Biological Systems – Piracicaba | SP - Brasil







Koppert Biological Systems – Piracicaba | SP - Brasil



# CONTROLE BIOLÓGICO

O Controle Biológico já é uma realidade, especialmente considerando-se as restrições atualmente impostas ao controle químico:

- Custos na síntese de novas moléculas (~ US\$350 mi);
- Desconhecimento químico para novas sínteses;
- Restrição da utilização de moléculas no Brasil, muitas delas já retiradas do mercado internacional;
- Pressão da Sociedade;
- Exigências dos mercados internacionais com relação à resíduos.



## DISPONIBILIDADE DE AGENTES BIOLÓGICOS

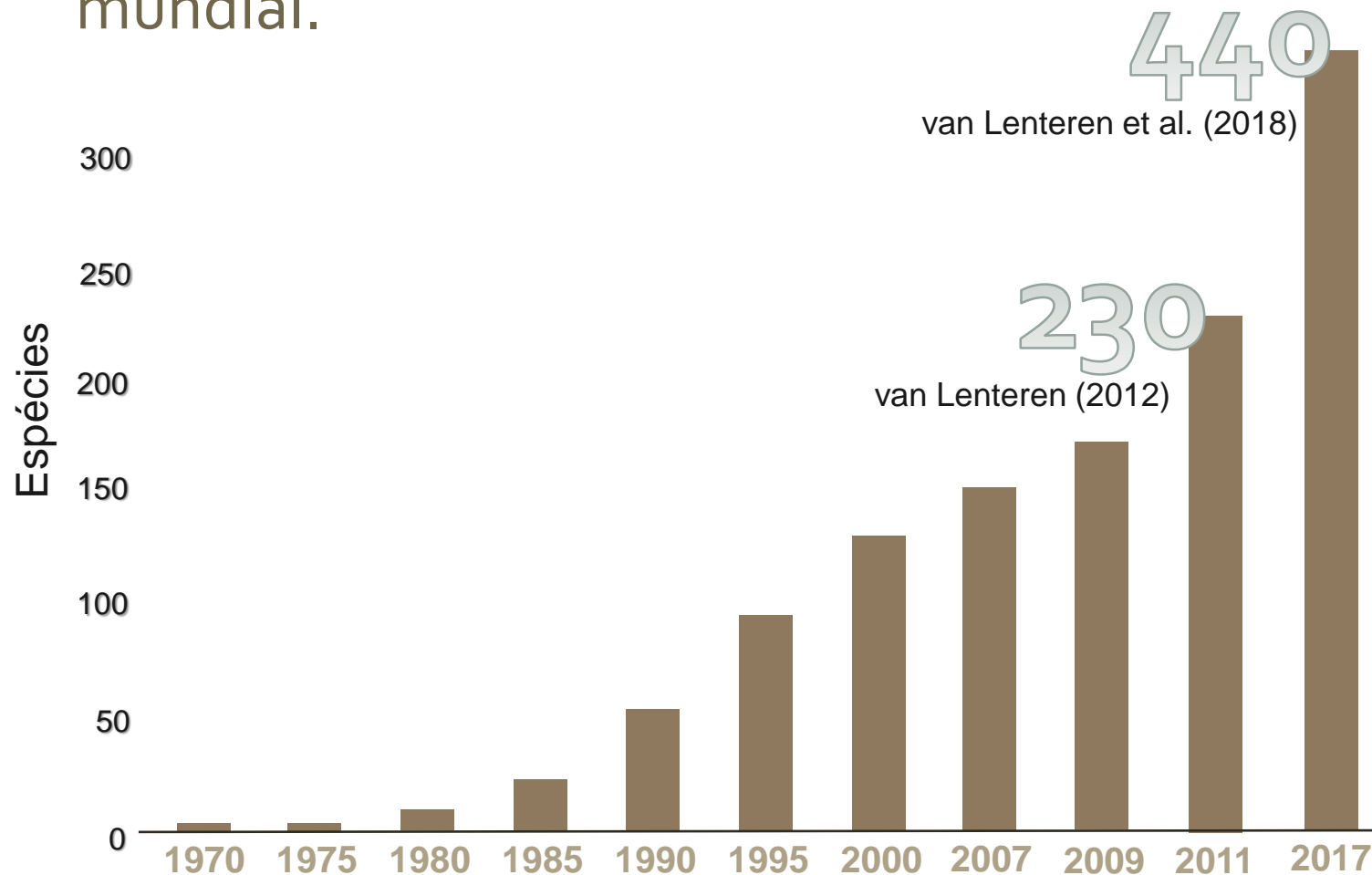
O Brasil dispõe de uma enorme biodiversidade de agentes de controle biológico ainda pouco explorada e pouco estudada.



pouco conhecida .  
pouco explorada

## DISPONIBILIDADE DE AGENTES BIOLÓGICOS

O número de agentes disponíveis é ainda pequeno se comparado ao existente no mercado mundial.





## O CASO DA SOJA

*Telenomus podisi* é bastante eficiente no controle de *Euschistus heros* (percevejo-marrom). Entretanto, embora se disponha de dieta artificial para o percevejo, facilitando a produção massal (Mendoza et al., 2016), o produto biológico ainda não está registrado e mesmo quando for não haverá disponibilidade suficiente para liberá-lo nos quase **36 milhões de hectares**.



# O CASO DA CANA-DE- AÇÚCAR

Maior disponibilidade.



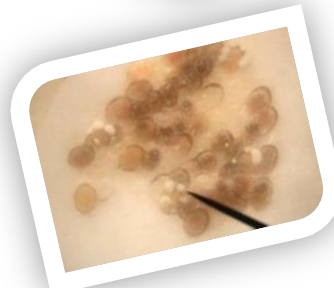
*Cotesia flavipes*



*Trichogramma galloi*



*Beauveria bassiana*



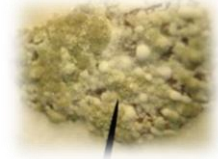
*Billaea claripalpis*

*Lydella minense*

*Metarhizium anisopliae*

*Bacillus thuringiensis*

*Tetrastichus howardi*



*Cotesia flavipes*

3,5 milhões de hectares



*Trichogramma galloi*



*Trichogramma pretiosum*



2,2 milhões de hectares

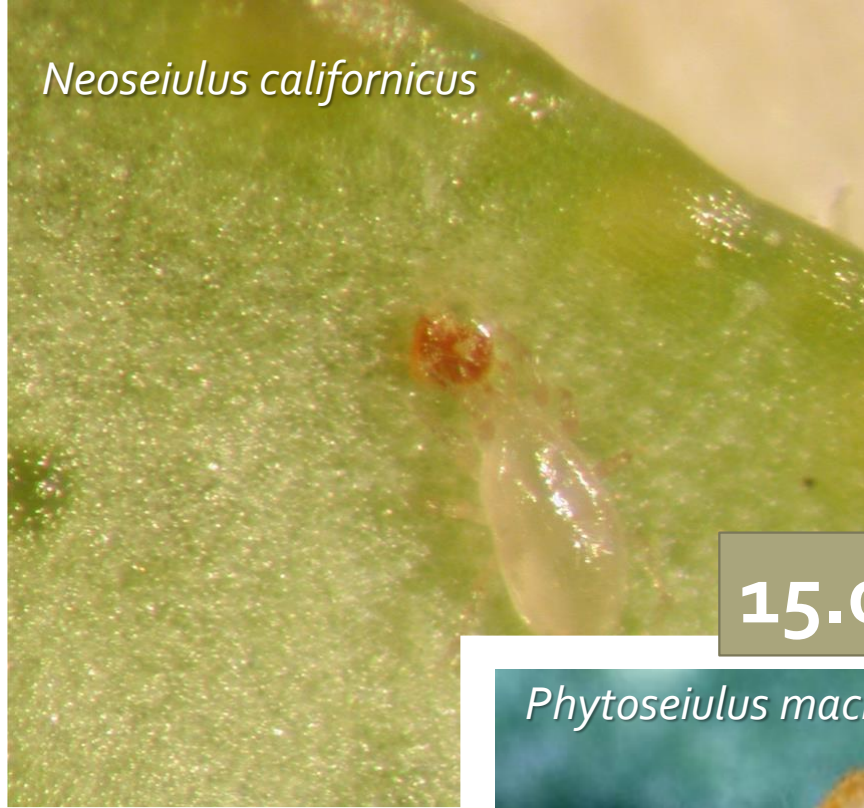
## EXEMPLOS DE CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL

---

PARASITOIDES



*Neoseiulus californicus*



15.000 hectares

*Phytoseiulus macropilis*



## EXEMPLOS DE CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL

---

ÁCAROS



*Stratiolaelaps scimitus*



# EXEMPLOS DE CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL

## MICRO-ORGANISMOS

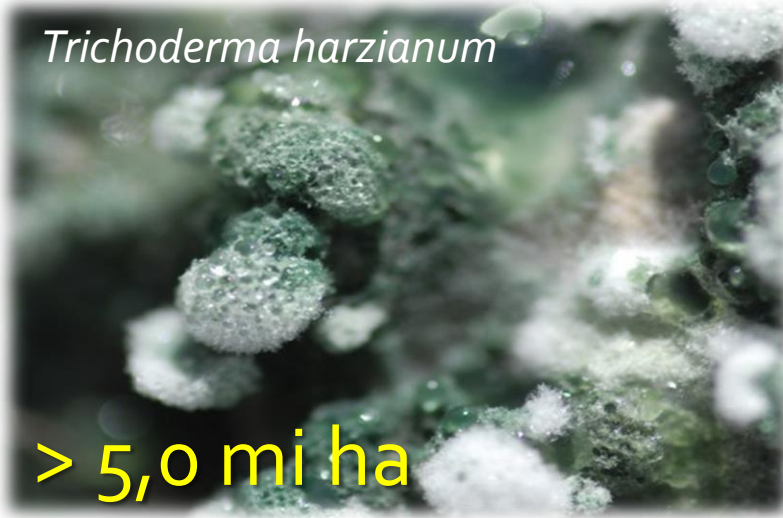
2,5 mi ha



*Metarhizium anisopliae*

*Trichoderma harzianum*

> 5,0 mi ha



0,2 mi ha



*Baculovirus*

*Bacillus* spp.

1,5 mi ha



1,5 mi ha



*Beauveria bassiana*

# CONTROLE BIOLÓGICO - EXEMPLOS DE USO NO BRASIL

*Trichogramma  
atopovirilia* e *T.  
pretiosum* para  
controle de  
lepidópteros em  
grandes culturas,  
hortaliças,  
frutíferas etc.





# CONTROLE BIOLÓGICO POTENCIAL



*Telenomus podisi*



*Telenomus remus*



*Habrobracon hebetor*



*Tetrastichus howardi*



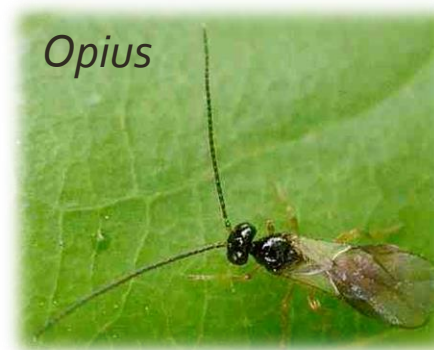
*Doryctobracon areolatus*



*Orius*



*Macrolophus*



*Opius*

# INVESTIMENTOS

Ainda insuficientes, mas começam aparecer opções, especialmente em São Paulo.

Ocorreu um Seminário na FAPESP, em fevereiro de 2016, onde discutiram-se os Desafios para o Controle Biológico. Programas:

**Biocontroladores**



**Centro de Excelência em Controle Biológico (SPARCBio)**



**Cerca de 15 Startups (projetos PIPE)**





# INVESTIMENTOS

## Centro de Excelência em Controle Biológico (SPARCBio)



Existe, hoje, no mundo uma tendência de redução de produtos químicos no controle de pragas, com grupos de trabalho para estudar novos micro ou macro-organismos, especialmente na Europa.

Recentemente, o presidente da China lançou um programa nacional de pesquisa para a redução da utilização de pesticidas e fertilizantes no valor de **340 milhões de dólares.**

van Lenteren et al., 2017



# DESAFIOS

1. Biodiversidade – busca de novos agentes ❌
2. “Cultura” do agricultor (em mudança) ✅
3. Amostragem (feromônios, sensoriamento remoto) ❌
4. Transferência de tecnologia ❌
5. Disponibilidade do insumo biológico ❌
6. Qualidade do inimigo natural produzido ❌
7. Logística de armazenamento e transporte ❌
8. Legislação própria
9. Seletividade ✅
10. Tecnologia de liberação (predação) (terrestre ou aérea) (avançando rapidamente) ✅

# AGRICULTURA 4.0

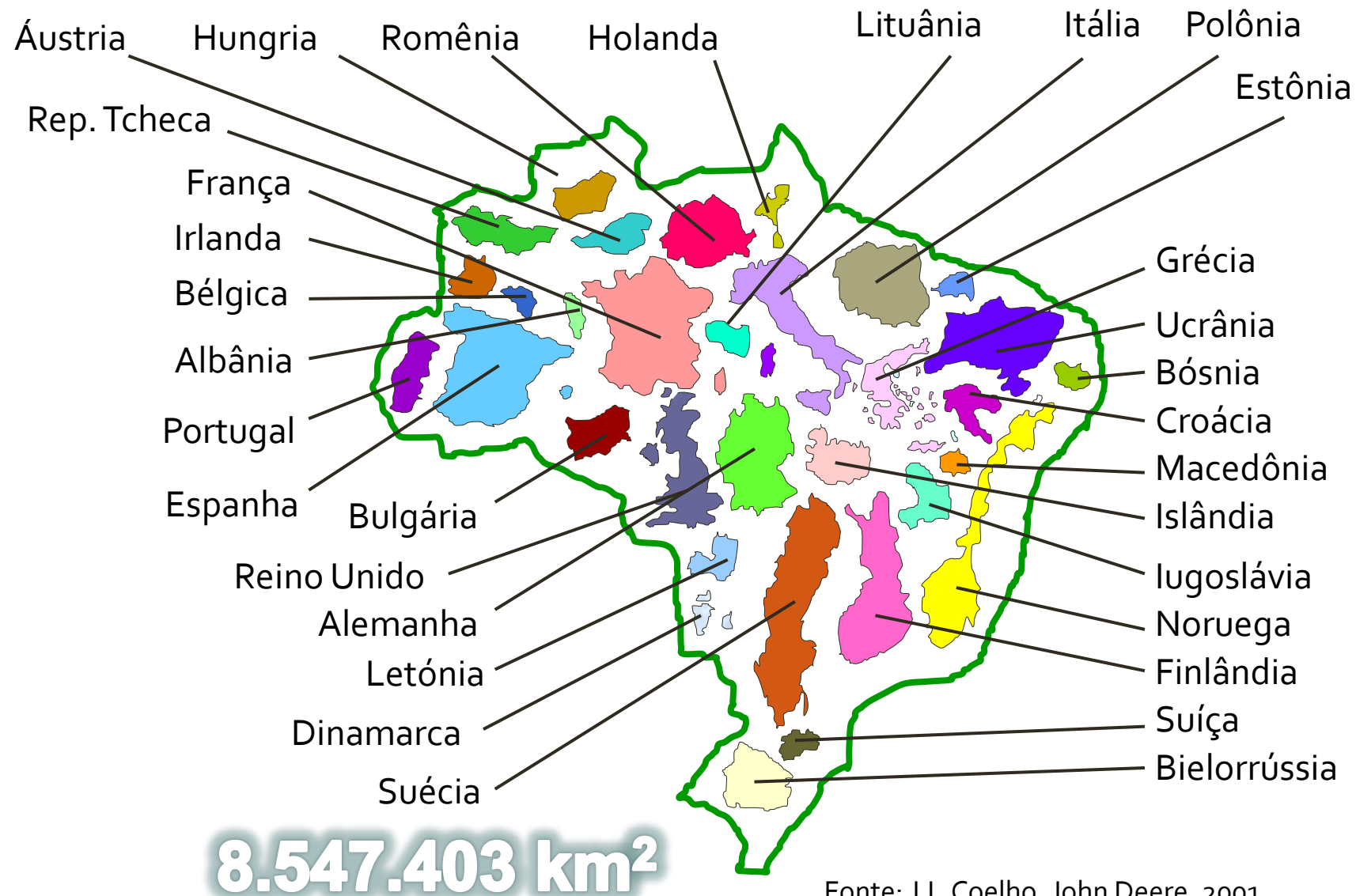
Esses itens serão favorecidos com avanços da Agricultura Moderna (agricultura de precisão, agricultura 4.0):

1. Amostragem de pragas
2. Tecnologia de liberação de inimigos naturais





# LOGÍSTICA DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE



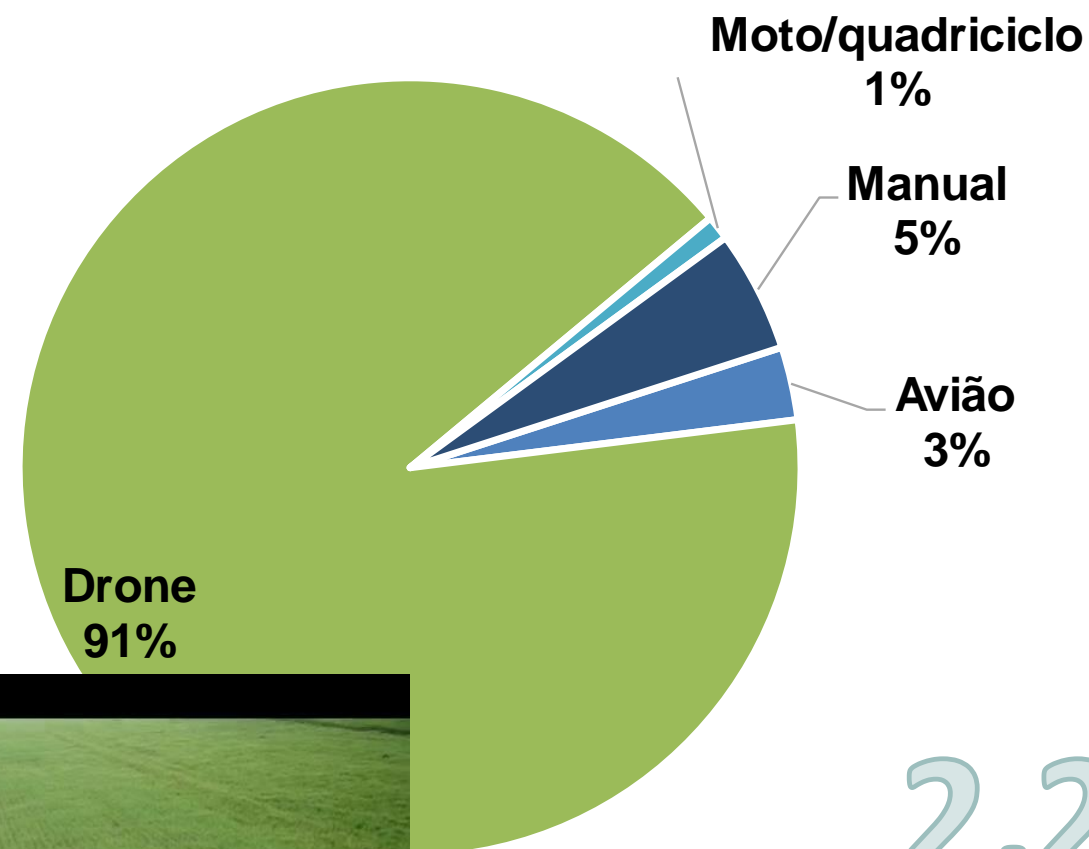
Fonte: J.L.Coelho, John Deere, 2001

# AGRICULTURA 4.0

## USO DE DRONES

*Trichogramma*  
R\$7,00-12,00/ha

*Cotesia*  
R\$10,00-15,00/ha



2,2  
milhões de hectares de  
*Trichogramma galloi*

2019

# AGRICULTURA 4.0

## APLICATIVOS



## O FUTURO

- Ações inter e multidisciplinares (massa crítica insuficiente?). Exemplo: projeto *Trichogramma*;
- Ajuste de escala e automação de criações massais (para micro-organismos, enfatizar formulações);
- O papel de transgênicos no Controle Biológico (refúgios);
- Zoneamento climático de pragas e inimigos naturais;
- Maior disponibilidade de agentes de Controle Biológico.



# ZONEAMENTO CLIMÁTICO

Criação de um índice com base nas exigências térmicas e higrométricas

*D. citri*

Tb		13,5°C
Tmax		38°C
UR		7 – 100%

*T. radiata*

Tb		9,2°C
Tmax		38°C
UR		20 - 100%

Faixa ótima de desenvolvimento

18 a 30°C  
60 a 95%

24 a 26°C  
60 a 80%

# ZONEAMENTO CLIMÁTICO

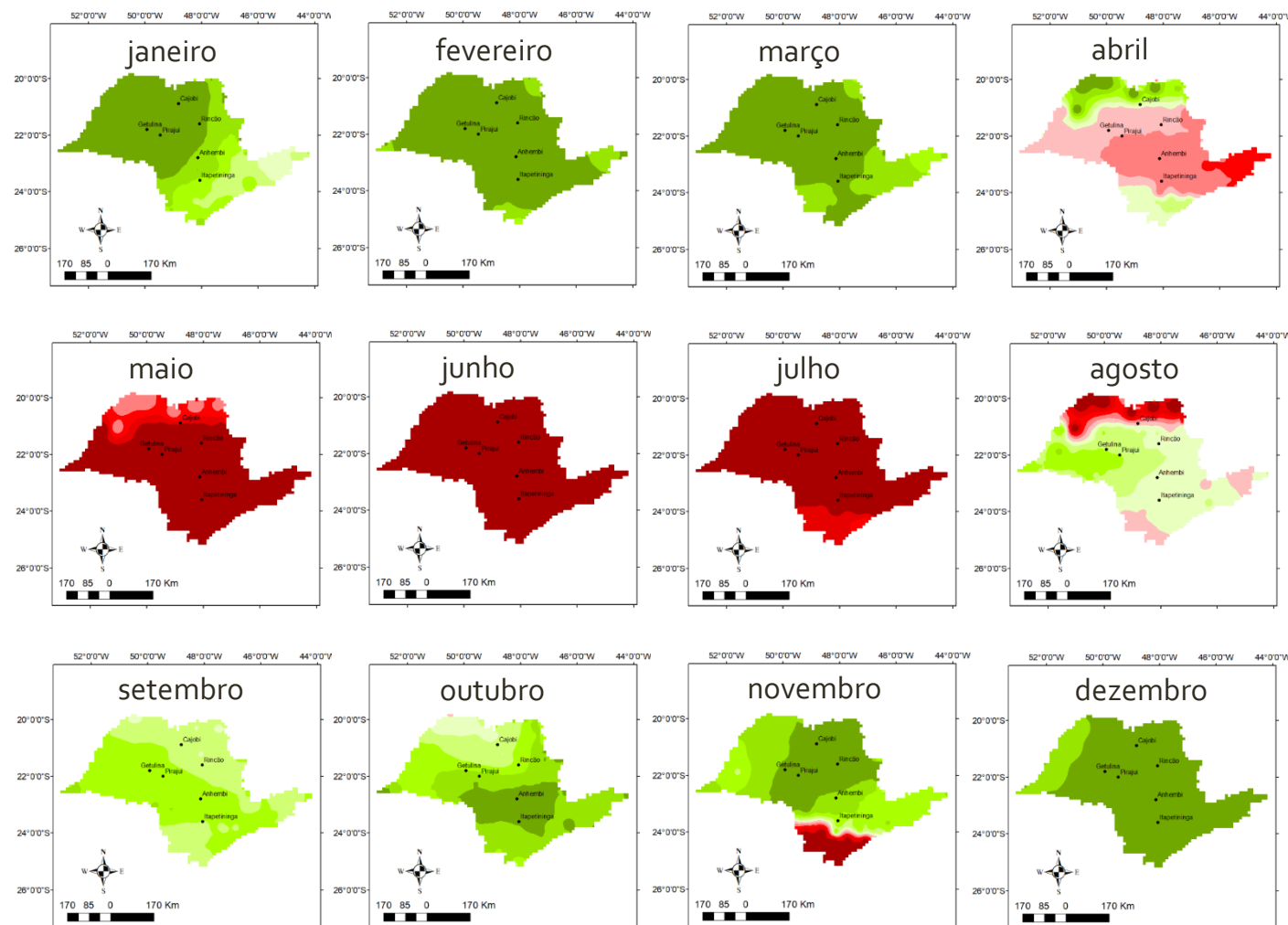
Índice fuzzy

0,0 - 0,1  
0,1 - 0,2  
0,2 - 0,3  
0,3 - 0,4  
0,4 - 0,5  
0,5 - 0,6  
0,6 - 0,7  
0,7 - 0,8  
0,8 - 0,9  
0,9 - 1



inadequado

adequado



## ZONEAMENTO CLIMÁTICO

### Transferência da tecnologia ao agricultor

Serão disponibilizadas as informações para cada região onde se planta citros no Estado de São Paulo





# PRODUTOS REGISTRADOS NO BRASIL

**7** macro-organismos

## ÁCAROS

*Neoseiulus californicus*  
*Phytoseiulus macropilis*  
*Stratiolaelaps scimitus*

## PARASITOIDES

*Cotesia flavipes*  
*Trichogramma galloi*  
*Trichogramma pretiosum*

## PREDADOR

*Cryptolaemus montrouzieri*

Fonte: ABCBio (2017)

**24** micro-organismos

*Aspergillus flavus*  
*Bacillus amyloliquefaciens*  
*Bacillus firmus*  
*Bacillus licheniformis*  
*Bacillus methyilotrophicus*  
*Bacillus pumilis*  
*Bacillus subtilis*  
*Bacillus thuringiensis*  
*Beauveria bassiana*  
*Deladenus siricidicola*  
*Isaria fumosorosea*  
*Metarhizium anisopliae*  
*Paecilomyces lilacinus*  
*Pochonia chlamydosporia*  
*Steinernema puertoricense*

*Trichoderma asperellum*  
*Trichoderma harzianum*  
*Trichoderma stromaticum*  
Vírus de *Anticarsia gemmatalis*  
Vírus de *Chloridea virescens*  
Vírus de *Condylorhiza vestigialis*  
Vírus de *Helicoverpa armigera*  
Vírus de *Helicoverpa zea*  
Vírus de *Spodoptera frugiperda*

\* 214 produtos registrados

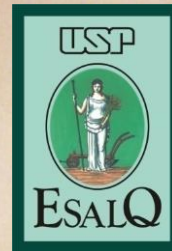
2008 - 1 produto registrado  
2018 - 52 produtos registrados

Fonte: ABCBio (2019)

# CONTROLE BIOLÓGICO X TIPOS DE AGRICULTURA

	Disponibilidade	Seletividade	Amostragem	Tecnologia de liberação	Liberação em refúgios (transgênicos)
ÁREAS ORGÂNICAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CASAS-DE-VEGETAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ÁREAS PEQUENAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ÁREAS GRANDES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Obrigado!



[jrpparra@usp.br](mailto:jrpparra@usp.br)