

LEF5860 - Controle Químico de Doenças de Plantas

Responsáveis: Prof. Lilian Amorim e Marcel B. Spósito

1º Semestre 2017 - Quintas-feiras - 8 às 12 h

<b>Data</b>	<b>Assunto</b>
9-mar	Introdução, história e generalidades sobre agrotóxicos
16-mar	Classificação e características gerais de fungicidas / Grupos de fungicidas - Multi-sítios e benzimidazois
23-mar	Grupos de fungicidas - Inibidores de oomicetos e Inibidores de ergosterol
30-mar	Grupos de fungicidas - QOIs e indutores de resistência
6-abr	Processo de descoberta (discovery) de fungicidas
13-abr	FERIADO
20-abr	Sistema de Previsão: conceitos e aplicabilidade / Controle Químico de bactérias com ênfase em citros
27-abr	Tecnologia de aplicação e experimentação com defensivos
04/mai	Seminário

Provinhas ou seminários curtos no início das aulas  
2 Seminários temáticos

# CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DE PLANTAS



Agrotóxicos  
ou  
Defensivos?



## AGROTÓXICOS

Registro de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT

[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)

## PESTICIDAS – UNIÃO EUROPEIA

[http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/public/index.cfm](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm)

RESÍDUOS e ORGÂNICOS  
1970 →

**VS**

IMPORTÂNCIA HISTÓRICA  
1885 →

Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives? (Smith-Spangler et al. 2012 Annals of Internal Medicine)

Does organic food taste better? (Fillion & Arazi 2002 Nutrition and Food Science)

Table 1. Summary of Benefits: SMD of Nutrient Levels Found in Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains\*

Nutrient	Summary of All Identified Studies				Results of Meta-analysis						
	Studies, n	Comparisons, n	Comparisons Favor Organic, n†	Comparisons Favor Conventional, n‡	Studies, n§	Studies Describing Sample Size, n	Organic Sample Size, n	Conventional Sample Size, n	SMD (95% CI)	P Value¶	Heterogeneous (I <sup>2</sup> Statistic)
Ascorbic acid	41	113	23	12	Foods studied: banana, berries, broccoli, cabbage, carrots, celery, eggplant, grapes, leafy greens, lettuce, oranges, peaches, pears, peppers, plums, potatoes, strawberries, and tomatoes						
β-Carotene	16	23	6	3	Foods studied: eggplant, plums, carrots, tomatoes, sweet peppers, kale, and orange						
α-Tocopherol	8	19	3	2	Foods studied: peaches, pears, plums, corn, cabbage, carrots, and olive oil						
Potassium	37	108	18	18	Foods studied: carrots, celery, corn, oranges, grapes, potatoes, peppers, plums, onions, strawberries, and wheat						
Calcium	36	105	18	7	Foods studied: strawberries, carrots, celery, corn, oranges, peppers, plums, strawberries, onions, potatoes, and wheat						
Phosphorus	30	82	24	12	Foods studied: carrots, celery, corn, plums, onions, and potatoes						
Magnesium	34	86	23	6	Foods studied: potato, plums, onions, peas, carrots, celery, corn, cabbage, strawberries, peppers, tomato, orange, and wheat						
Iron	24	77	10	12	Foods studied: potato, plums, onions, peas, corn, cabbage, carrots, strawberries, peppers, wheat, oats, and tomatoes						
Protein	27	63	7	34	Foods studied: wheat, banana, plum, tomato, soybeans, grape juice, and eggplant						
Fiber	8	11	2	5	Foods studied: banana, eggplant, plums, wheat, grape juice, and oranges						
Quercetin	13	50	16	2	Foods studied: plums, tomatoes, bell peppers, grapes, grape leaves, lettuce, strawberries, and black currants						
Kaempferol	9	18	6	2	Foods studied: plums, black currants, grapes, lettuce, bok choy, collard greens, tomatoes, bell peppers, strawberries, and tomatoes						
Total flavanols	5	22	7	6	Foods studied: apples, grape leaves, strawberries, chicory, and black currants						
Total phenols	34	102	36	12	Foods studied: apples, peaches, pears, plums, bell peppers, berries, tomatoes, chicory, olive oil, grape leaves, oranges, strawberries, bok choy, lettuce, leafy greens, tomatoes, and wheat						

# CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DE PLANTAS



Agrotóxicos  
ou  
Defensivos?



## AGROTÓXICOS

Registro De Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT

[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)

- **FUNGICIDAS**

- BACTERICIDAS
- NEMATICIDAS
- ACARICIDAS
- INSETICIDAS

# CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DE PLANTAS

História

Fungicida ideal

Processo de descoberta

Tipos de Fungicidas

Aplicação de Fungicidas

# Um pouco de história...

## Fungicidas nos velhos tempos

Ano	Fungicida	Uso primário
AC	Produtos naturais (óleos, cinzas, incensos de ervas)	Cancros, requeimas 
60	Vinho	Sementes de cereais
1637	Salmoura	Sementes de cereais
1755	Arsênio	Sementes de cereais
1760	Sulfato de cobre	Sementes de cereais
1807	Sulfato de cobre	Cárie do trigo
1824	Enxofre (pó)	Oídios
1833	Enxofre + cal	Várias doenças (fitotóxica)



# Um pouco de história...

## Fungicidas nos velhos tempos

---

Ano	Fungicida	Uso primário
AC	Produtos naturais (óleos, cinzas, incensos de ervas)	Cancros, requeimas

---

500 AC  
na Índia

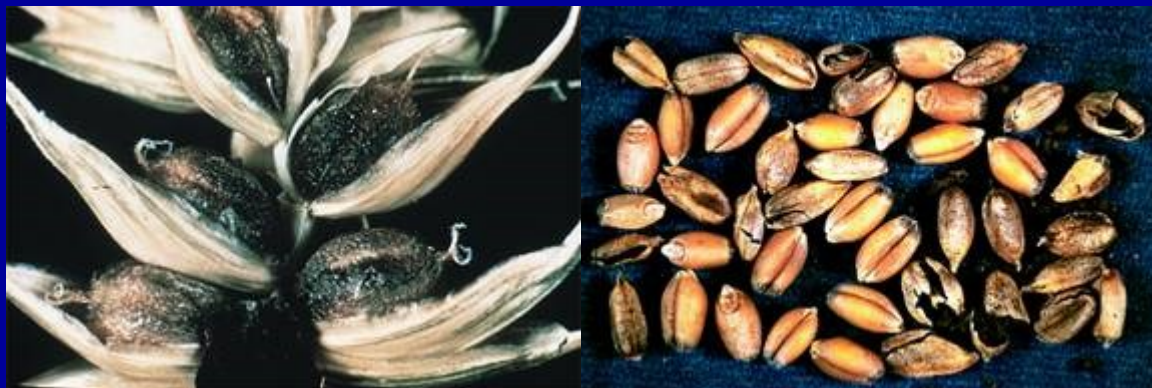
Causa	Tratamento
Catarro	Nutrir a planta com água morna
Indigestão	Mergulhar as raízes em pó de folhas de <i>Flacourtia sapida</i> e mel
Friagem	Aplicar líquidos mornos, caldo de carne e gordura, poeira com cinzas de estrume bovino





## Um pouco de história...

**1807 - PREVOST, B.** Memoire sur la cause immediate de la carie ou charbon des bles, et de plusieurs autres maladies des plantes, et sur les preservatifs de la carie. Paris. Phytopathological Classics No. 6, APS, 1939.



*Sulfato de cobre*  
Cárie do trigo

**1824 - ROBERTSON, J.** Transactions of the London Horticultural Society 5, 175.



*Enxofre*  
Óidio em pêsegos



# Um pouco de história...

## 1885 – O ano da divulgação do primeiro fungicida

1854 – 80% perdas  
com oídio



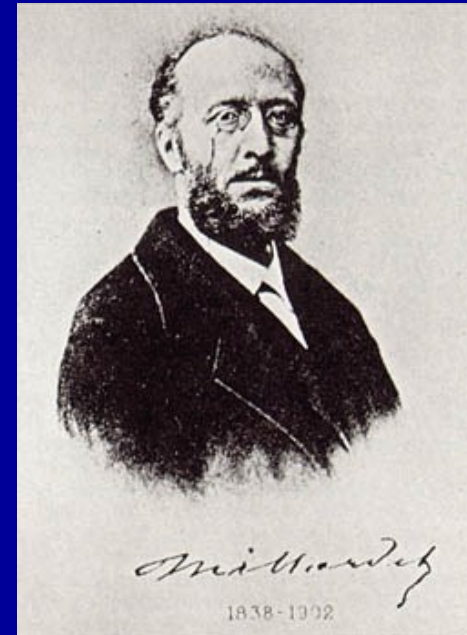
1860 – variedades  
americanas,  
resistentes ao oídio

+

*Phylloxera*



1874 – Pierre Marie Alexis Millardet  
é chamado em Bordeaux



e recomenda a importação de  
porta-enxertos resistentes dos  
EUA

1876 – Millardet é contratado pela  
Universidade de Bordeaux

1878 – Millardet identifica  
*Plasmopara viticola* como o mais  
recente problema nas uvas  
bordalesas



Observa o efeito profilático da  
mistura de sulfato de cobre e  
cal em uvas doentes



1885 – relata com Ulysse Gayon  
a calda bordalesa e seus efeitos  
no controle do míldio

# Phytopathological Classics

NUMBER 3

## THE DISCOVERY OF BORDEAUX MIXTURE

By

PIERRE MARIE ALEXIS MILLARDET

1885

A Translation  
from the French by

FELIX JOHN SCHNEIDERHAN

With a Biographical Sketch and Foreword  
by the Translator

Published by  
AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY  
1933

In 100 litres of water (either well, rain, or river) are dissolved 8 kilos of commercial copper sulphate. Then, from 30 litres of water and 15 kilos of rich rock lime, milk of lime is made and mixed with the solution of copper sulphate. It forms a bluish paste. The workman pours part of the mixture, while stirring it, into a watering pot, which he takes in his left hand, while, with the right, by the aid of a small brush he wets the leaves, taking care constantly not to touch the grapes. One need fear no harm, even to the most tender organs.

At M. Johnston's, 50 litres of the mixture sufficed, on an average, for treatment of 1,000 plants, which, for one *hectare* (10,000 plants), places the total expense (cost of materials and labor) at not more than 50 francs.

When the mixture dried it adhered well to the leaves. After treatment the vines withstood several storms at the beginning and at the end of August and frequent rains in September. In spite of that, one can still recognize easily today, on more than half of the leaves, the places where they were touched with the mixture. But those that have retained no trace of it are in as good condition as those that are still spotted.



Indonésia em 1886 – “Dutch East Indies” - Indonésia  
Java e Sumatra – fumo

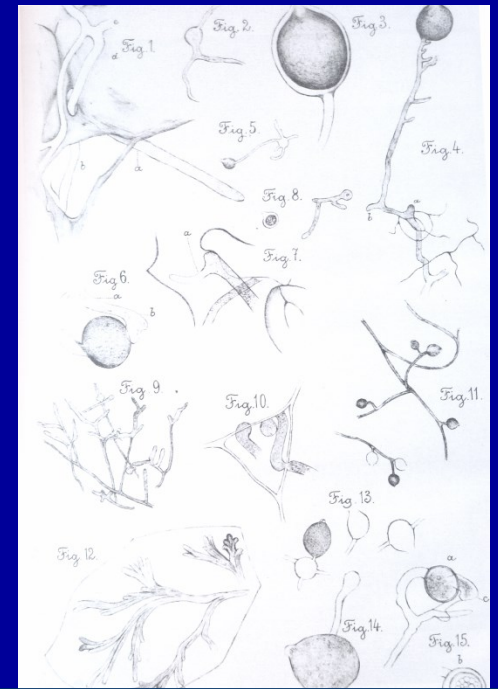
1891 J. Van Breda de Haan PhD

1893 Podridão radicular do fumo

1896 publicação das causas e controle da doença



Campo de fumo com podridão radicular



*Phytophthora nicotianae* nov. spec.



**Calda bordalesa**

Efeito nas sementes e plântulas  
Efeito no controle da doença  
Diferentes épocas de aplicação

**Calda bordalesa não é fitotóxica  
e auxilia no controle da doença**



# Calda bordalesa FUNGICIDA E NÃO FITOTÓXICO



Preparo de calda bordalesa em pomar de macieiras em 1909 (Ainsworth, 1981)

Reconhecimento com estátua e Rue Alexis Millardet



# Calda bordalesa é usada até hoje, mas fungicidas evoluíram...

Declínio nas doses e aumento na segurança com evolução dos fungicidas (Russel, 2005)



Fungicida (época de introdução)	Dose kg/ha	DL50 oral, mg ia / kg
Enxofre (século 19)	10–20	400–500
Sulfato de cobre (século 19)	10–20	472
Cloreto de mercúrio (1891)	-----	1–5
Ditiocarbamatos (1940–1960)	1.5–3.5	>8000
Ftalimidas (1950–1960)	<2.0	>5000
Clorothalonil (1964)	0.75–1.25	>10 000
Benzimidazois (1960)	0.25–1.0	>15 000
Dicarboximidas (1970)	0.75	3500–10 000
Inibidores de esteróis (1970)	0.13–0.25	568–>6200
Estrobilurinas (1990)	0.13–0.25	>5000

E.U.A. 1940 – 136.000 t/ano  2000 – 58.000 t/ano



# A evolução dos fungicidas – início do séc XX

## Receitas do início do século XX para o preparo de fungicidas e seus usos (1910)

---

**Bordeaux mixture** - Copper sulphate (900 g), fresh burned lime (900 g), water (38 L). Potato blight, apple and pear scab, cucumber and melon mildew, peach leaf curl, apple mildew, cherry leaf scorch, etc.

**Ammoniacal copper carbonate solution** - Carbonate of copper (30 g), carbonate of ammonia (150 g), water (60 L). Tomatoes under glass. Recommended to 'wipe' tomatoes before marketing as preparation is poisonous

**Violet fungicide** - 1.2 kg copper sulphate, 2.2 kg copper carbonate, 83 L of water. Add 30 g permanganate of potash. For various fungal diseases of violets, pansy and viola

**Cupram, or copper carbonate** - Carbonate of copper (40 g), strong ammonia (500 g), water to 38 L. Roses, peaches, nectarines for shot-hole and peach leaf curl

**Potassium sulphide** - Boil 15 g in 3.8 L of water and add whites of two eggs to help preparation stick to leaves. Rose mildew plus other diseases

**Iron sulphate** - Iron sulphate (9 kg), Sulphuric acid (580 mL), water (190 L). For disinfection of tomato houses. Prepare in a wooden vessel. Add acid to iron sulphate first then add water very cautiously

**Woburn Bordeaux emulsion** - Copper sulphate (300 g), lime water (32 L), water to 38 L, Paraffin (solar distillate, non inflammable). Also available ready made

# A evolução dos fungicidas – dos anos 40 aos 70

Fim da guerra  
Início da indústria

Compostos orgânicos  
Protetores  
Frutíferas / hortícolas

Table 4. Key fungicide introductions up to around 1960

Year	Fungicide	Chemistry	Key uses
1942	thiram	dithiocarbamate	broad spectrum especially seed
1943	zineb, nabam	dithiocarbamate	broad spectrum foliar sprays
1944	biphenyl	aromatic hydrocarbon	citrus storage rots (impregnating wrappers)
1946	oxine copper	inorganic	broad spectrum seed treatment
	tecnazene	nitrobenzene	potatoes, Fusarium and sprout suppressant
1952	captan	phthalimide	broad spectrum, especially fruit and vegetables
	folpet	phthalimide	broad spectrum
1954	fentin acetate	inorganic	broad spectrum
1954	fentin hydroxide	inorganic	broad spectrum
1955	anilazine	triazine	leaf spots
	blasticidin S	antibiotic	rice blast systemic
	maneb	dithiocarbamate based on manganese	broad spectrum
1957	dodine	guanidine	foliar diseases, fruit and vegetables
1960	dicloran	nitroaniline	broad spectrum, especially <i>Botrytis</i> spp.

Table 5. Key fungicide introductions 1960–1969

Year	Fungicide	Chemistry	Key uses
1963	dithianon	carbonitrile	foliar pathogens of fruit, but not powdery mildews
	propineb	dithiocarbamate	broad spectrum
1965	chlorothalonil	phthalonitrile	broad spectrum, now especially Septoria on wheat
	dichlofuanid	sulphamide	broad spectrum
	dodemorph	morpholine (SBI)	powdery mildews, ornamentals systemic, eradicant
	kasugamycin	antibiotic	bactericide and fungicide, especially <i>Pyricularia oryzae</i>
	polyoxins	antibiotic	Alternaria, Botrytis, Rhizoctonia (Japan)
	pyrazophos	organophosphorous	powdery mildews systemic
	ditalimfos	organophosphorous	powdery mildews
1967	oxycarboxin	carboxanilide	rust diseases systemic
	drazoxolon	hydrazone	powdery mildew on soft fruit, roses; seed treatment
	tolyluanid	sulphamide	broad spectrum, especially top fruit
1968	edifenphos	phosphorodithioate	rice blast specific systemic
	fuberidazole	carbamate (mbc)	seed treatment especially to control Fusarium. Systemic
	guazatine	mbc	seed treatments and foliar spray, broad spectrum
1969	dimethirimol, ethirimol	diguandine	powdery mildews, systemic
	triforine	2-aminopyrimidine	broad spectrum systemic
	tridemorph	piperazine DMI	cereal diseases, especially powdery mildew

Protetores mais  
eficientes

Sistêmicos

Grandes culturas

# A evolução dos fungicidas - anos 70-80

1970 – criação da EPA  
Denúncias de Rachel Carson



Aplicação aérea de DDT

Intensificação da P&D  
Estratégia dos análogos

Cereais  
Anti oomicetos  
Registro  
Resistência

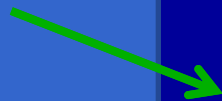
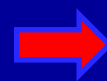


Table 7. Key fungicide introductions 1970–1980

Year	Fungicide	Chemistry	Key uses
1970	iprobenfos thiophanate, thiophanate-methyl validamycin	phosphorothioate mbc mode of action antibiotic	<i>P. oryzae</i> systemic Japan broad spectrum <i>Rhizoctonia solani</i> , especially rice (Japan)
1973	benodanil triadimefon imazalil	benzanilide triazole DMI imidazole DMI	rusts, systemic broad spectrum systemic broad spectrum, mainly post harvest and cereal seed treatment
1974	iprodisone	dicarboximide	Botrytis and relatives, <i>Alternaria</i> spp.
1975	bupirimate fenarimol nuarimol buthiobate vinclozolin	2-aminopyrimidine pyrimidine DMI pyrimidine DMI pyridine DMI dicarboximide	powdery mildews (apple) systemic powdery mildews seed treatment and foliar, especially cereals broad spectrum on Ascomycetes/Deuteromycetes Botrytis and relatives
1976	carbendazim procymidone cymoxanil	mbc dicarboximide cyanoacetamide oxime	broad spectrum Botrytis and relatives Peronosporales, systemic, now available in mixture only
			via pinocem
	triazimenoil prochloraz ofurace	triazole DMI imidazole DMI phenylamide	broad spectrum broad spectrum especially <i>Pseudocercospora herpotrichoides</i> Oomycetes
1978	propamocarb bitertanol	carbamate triazole DMI	Oomycetes, soil and foliar <i>Venturia inaequalis</i> (apple scab)
1979	diclobutrazol etaconazole, propiconazole tolclofosmethyl fenpropimorph	triazole DMI triazole DMI organophosphorus morpholine SBI	broad spectrum Rhizoctonia, Sclerotium broad spectrum especially cereals

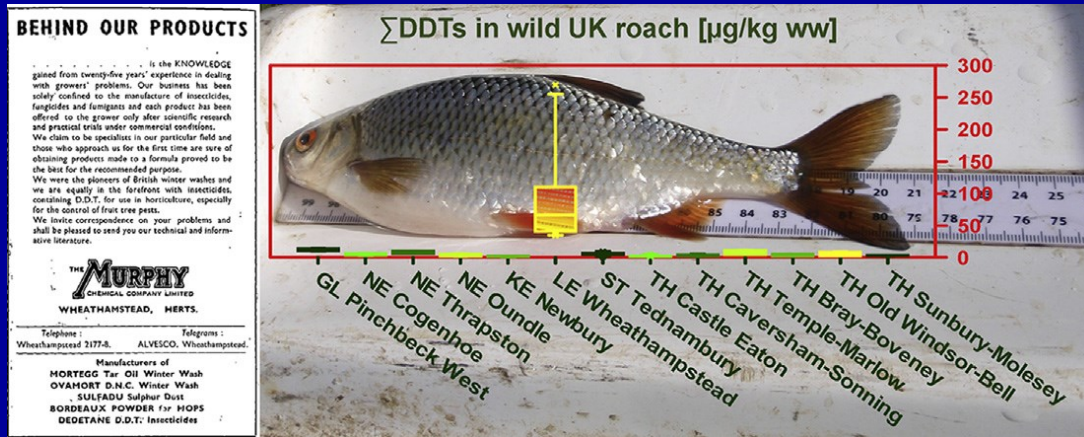


# DDT

síntese em 1873  
inseticida em  
1939



## Levantamento de resíduos de DDT em peixes de rios no sul da Inglaterra (Jurgens et al. 2016)



DDT banido em 1981 na  
EU para uso agrícola  
Coleta de peixes em 2011  
Nível de  $88 \pm 70 \mu\text{g/kg}$   
Limite  $14 \mu\text{g/kg}$

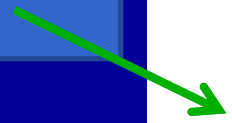


# A evolução dos fungicidas – anos 90-00

Table 8. Key fungicide introductions 1981–present

Year	Fungicide	Chemistry	Key uses
1981	benalaxyl	phenylamide	Oomycetes
	flutolanil	anilide	basidiomycetes, especially <i>Rhizoctonia</i> spp.
	mepronil	carboxamide	basidiomycetes, especially <i>Rhizoctonia</i> spp.
1982	penicucuron	phenylurea	<i>Rhizoctonia solani</i> , especially rice
	cyprofuram	phenylamide	Oomycetes
1983	triflumizole	imidazole DMI	broad spectrum, especially fruit and vegetables
	flutriafol	triazole DMI	broad spectrum
1986	penconazole		
	flusilazole		
	diniconazole		
	oxadixyl	phenylamide	Oomycetes
	fenpropidin	'morpholine' SBI	broad spectrum, especially cereal foliar diseases
	hexaconazole	triazole DMI	broad spectrum
	cyproconazole		
1988	myclobutanil		
	tebuconazole		
	pyrifenox	pyridine DMI	broad leaf crops, leaf spots
	difenoconazole	triazole DMI	broad spectrum
1990	tetraconazole		
	fenbuconazole		
	dimethomorph	cinnamic acid	Oomycetes
	fenpiclonil	phenylpyrrole	cereal seed treatment, foliar especially
1992	fludioxonil		<i>Botrytis</i> spp.
	epoxyconazole	triazole DMI	broad spectrum
	bromuconazole		
1994	pyrimethanil	anilinopyrimidine	<i>Botrytis</i> spp., <i>V. inaequalis</i>
	metconazole	triazole DMI	broad spectrum
	fluquinconazole		
	triticonazole		
	fluazinam	dinitroaniline	Oomycetes, <i>Botrytis</i> spp.
1994	[REDACTED]		
	[REDACTED]		
1994	cyprodinil	anilinopyrimidine	<i>Botrytis</i> spp., <i>V. inaequalis</i> <i>P.herpotrichoides</i>
	mepanipyrim		
1996	famoxadone	QoI	Oomycetes
	mefenoxam	phenylamide	replaced metalaxyl
1997	quinoxifen	phenoxyquinoline	powdery mildews
1998	fenhexamid	hydroxyanilide	<i>Botrytis</i> spp.
	fenamidone	QoI	Oomycetes
2000	trifloxystrobin		
	cyazofamid	cianoimidazole	Oomycetes
	picoxystrobin	QoI	broad spectrum
2002	pyraclostrobin		
	prothioconazole	triazole DMI	broad spectrum

Elevação dos custos  
 Registro  
 Resistência  
 Cereais  
 Produtos naturais



# CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DE PLANTAS

História

Fungicida ideal

Processo de descoberta

Tipos de Fungicidas

Aplicação de Fungicidas



# FUNGICIDA IDEAL

## Biologicamente

Deve ser efetivo e consistente no controle de várias doenças  
Não deve ser fitotóxico na dose recomendada  
Não deve afetar de forma adversa outras partes do ecossistema

## Formulação

Deve ser seguro no transporte e estocagem  
Deve ser de fácil aplicação e permanecer na planta por longo período

## Toxicologicamente

Deve ser inócuo ao aplicador  
Resíduos não devem causar problemas no consumo

## Economicamente

O lucro decorrente de seu uso tem que exceder o custo das aplicações



# PROCESSO DE DESCOBERTA DE FUNGICIDAS

**Síntese Química**  
Produtos novos,  
análogos, naturais

**Primeira Seleção**  
O componente é ativo?

**Segunda Seleção**  
Doses e espectro de ação

Formulação

Toxicologia

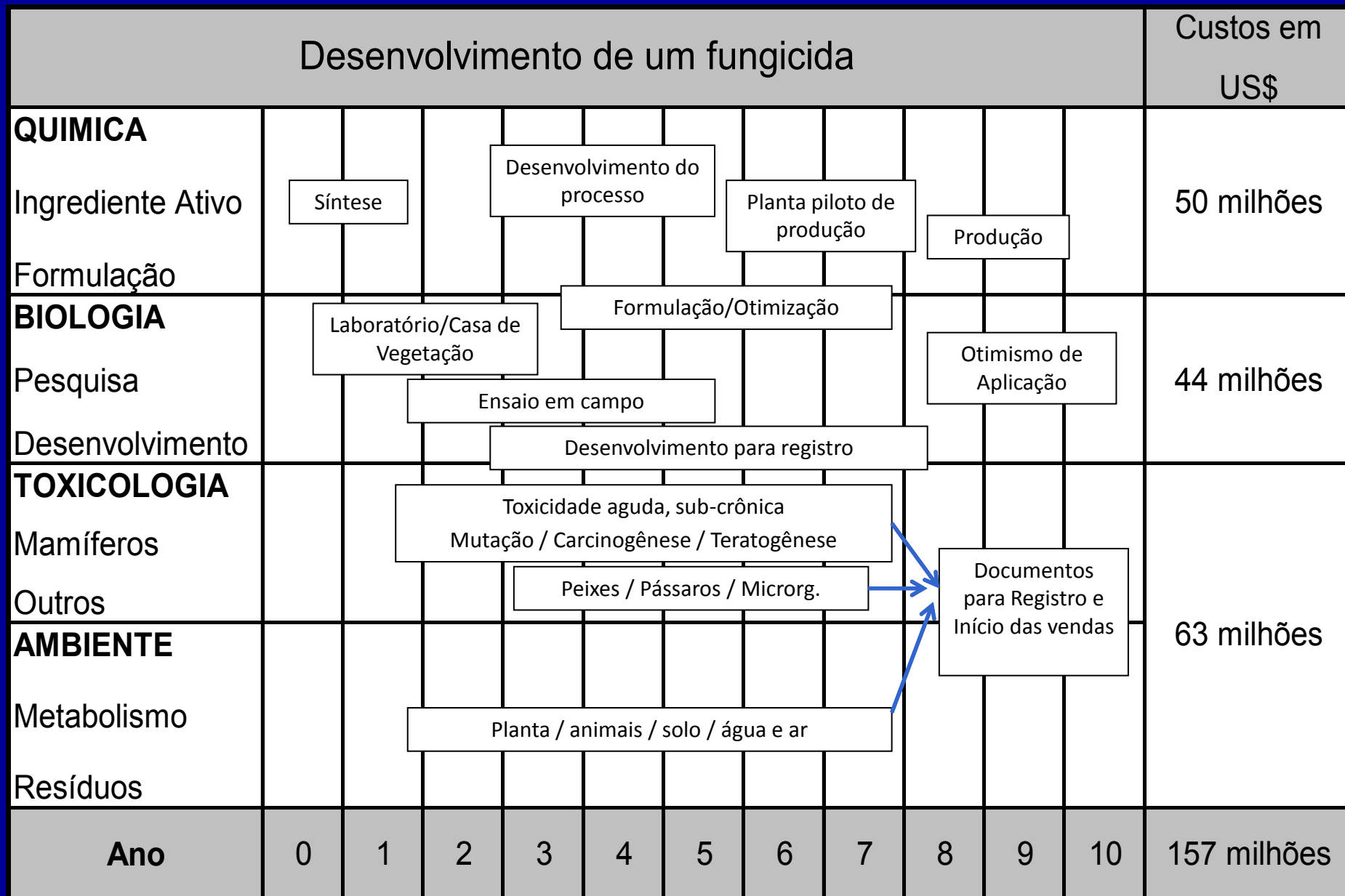
**Cultura e Doença**  
Estudos ambientais e  
Organismos alvo

Patente

Modo de ação  
e resistência

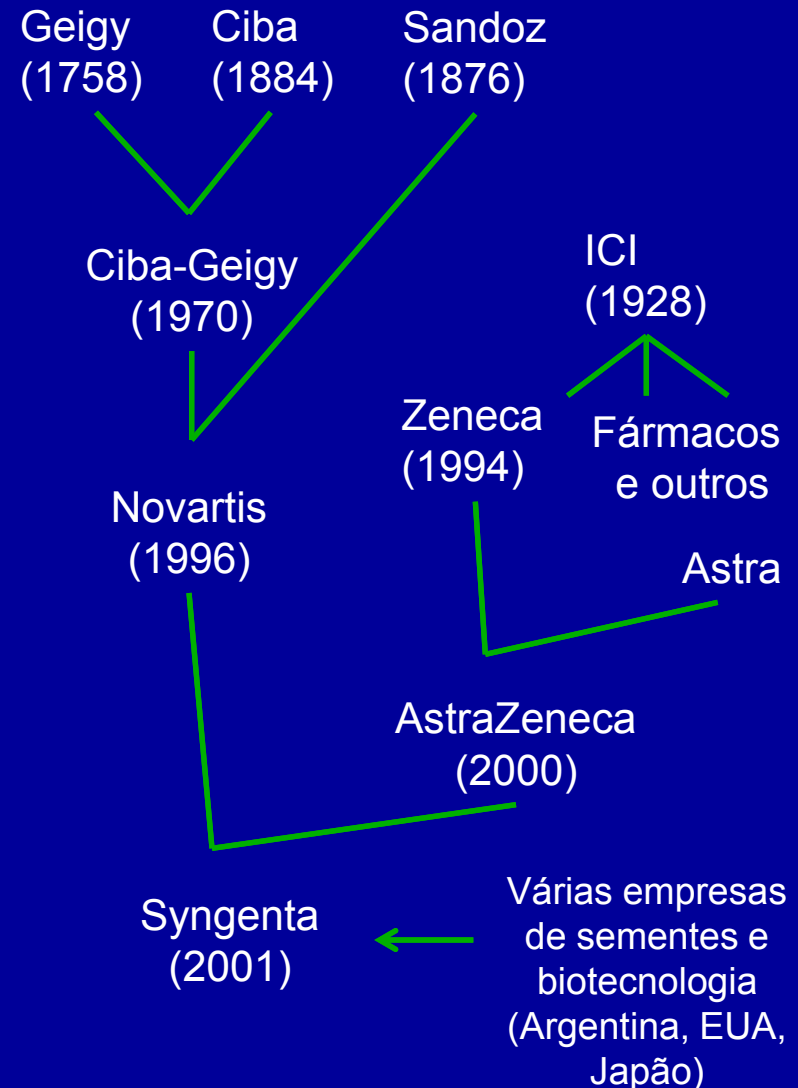
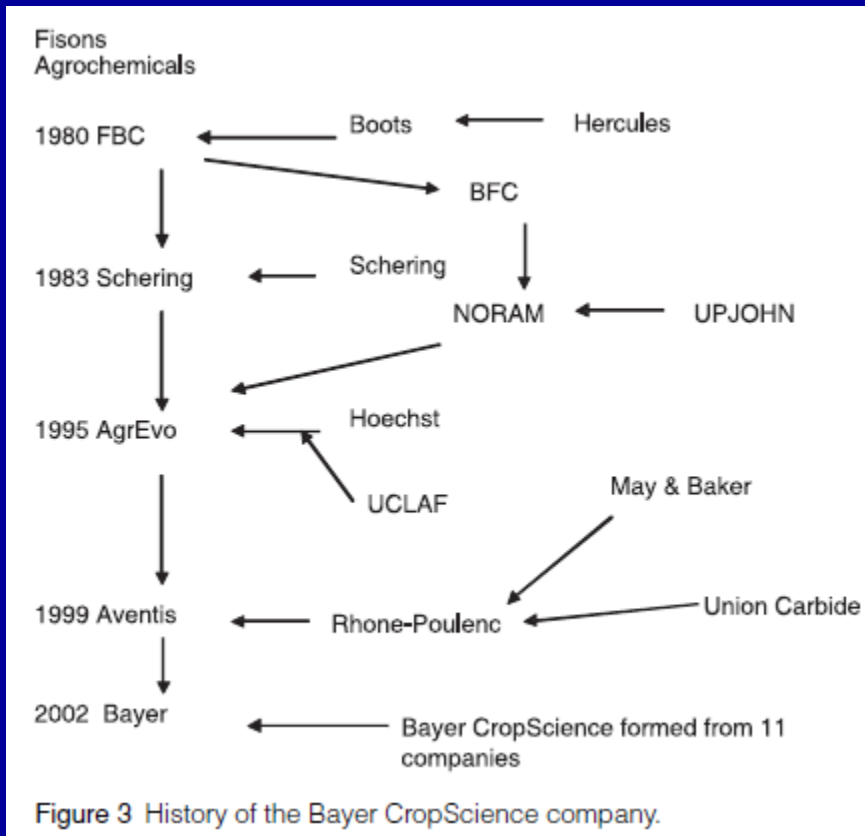
**Avaliação de Campo**  
Testes regionais

**REGISTRO E LANÇAMENTO**



# PROCESSO DE DESCOBERTA DE FUNGICIDAS

# A FUSÃO DAS EMPRESAS



# PROCESSO DE DESCOBERTA DE FUNGICIDAS

## Mercado de Fungicidas

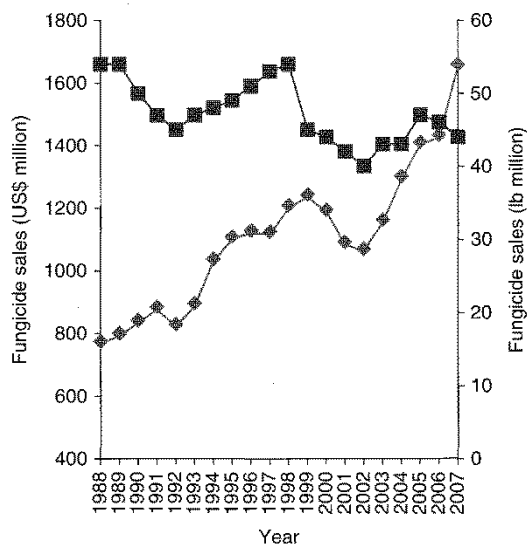
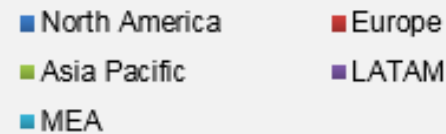


Fig. 3.1. The US fungicides market: increasing sales (—◆—) but declining weight (—■—).

## Consumo global de fungicidas 2014 (A)



# CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DE PLANTAS

História

Fungicida ideal

Processo de descoberta

Tipos de Fungicidas

Aplicação de Fungicidas



# TIPOS DE FUNGICIDAS

- Mobilidade na planta – contato ou sistêmicos
- Princípio de controle – erradicantes, protetores ou curativos
- Alvo biológico – “uni-sítio”, “multi-sítio”
- Tipo de ingrediente ativo – moléculas inorgânicas ou orgânicas

• **Modo de ação (MOA)** – respiração, síntese de ácidos nucleicos, síntese de melanina na parede celular, indução de defesa da planta....desconhecido

**Sub grupo do modo de ação** - inibição do complexo I, II, III (respiração)

**Grupo e sub grupo químico** – metoxiacrilatos que compreendem azoxistrobina e piraclostrobina (complexo III)

FRAC

- **Alteração nos processos nucleares**

Metabolismo de ácidos nucleicos (**A: NA synthesis**) - metalaxil  
Citoesqueleto e proteínas motoras (**B: mitosis**) - tiabendazol

- **Inibição da respiração (C: respiration)**

Inibidores dos complexos I, II, III...- azoxistrobina

- **Inibição da síntese de proteínas (D: amino acids and protein synthesis)**

blasticidina

- **Alteração nas funções da membrana (G: sterol synthesis in membranes)**

Inibidores da síntese de ergosterol - epoxiconazol

- **Alteração na função da parede celular**

Inibidores da síntese de quitina (**H: cell wall synthesis**) - dimetomorfe

Inibidores da síntese de melanina (**I: melanin synthesis in cell wall**)

fenoxanil

- **Alteração geral das funções celulares (M: Multi-site action)**

Inorgânicos - enxofre

Orgânicos - mancozeb

**Grupo químico** – nome dado a um grupo de fungicidas que compartilham o modo de ação, podendo ou não ter estrutura química similar

**Nome químico** – nome do ingrediente ativo fornecido pelo sistema de nomenclatura internacional especificamente para compostos orgânicos (International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC) ou pela American Chemical Society (ACS)

**CAS RN** – número de registro na CAS (Chemical Abstracts Service). Um único número de referência, diferindo isômeros

**Nome comum** – nome proposto pelo fabricante para o ingrediente ativo, o qual deve ser ratificado pela IUPAC ou pela ACS

**Nome comum em português** – nome comum aporuguesado

**Nome comercial** – nome patentado sob o qual o produto é vendido



**Tecto SC** (Syngenta)

benzimidazol  
2-(thiazol-4-yl)benzimidazole  
148-79-8  
thiabendazole  
tiabendazol

# CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DE PLANTAS

História

Fungicida ideal

Processo de descoberta

Tipos de Fungicidas

Aplicação de Fungicidas

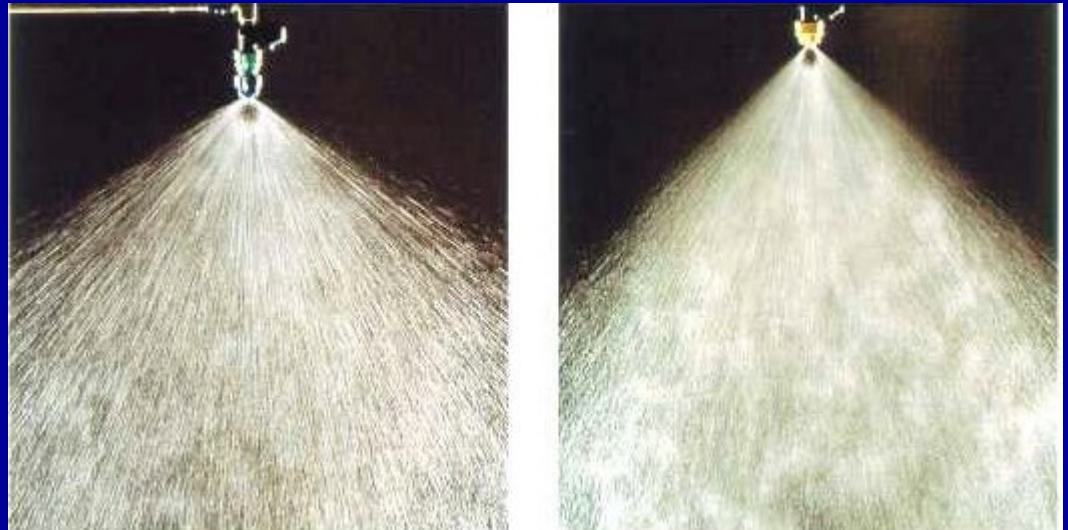
# APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS

**Formulação** – Mistura do ingrediente ativo com outros produtos (adjuvantes) que melhoram a performance do fungicida. Ex. pós-molháveis, concentrados emulsionáveis, granulados, etc.

## Adjuvantes

Transferência do tanque para o alvo – efeito no tamanho de gotas, p. ex.

Dispersão do ativo e na absorção do ativo – efeito na molhabilidade e na aderência do produto



(Vargas & Roman, 2006)

# APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS

**Formulação** – Mistura do ingrediente ativo com outros produtos (adjuvantes) que melhoram a performance do fungicida. Ex. pós-molháveis, concentrados emulsionáveis, granulados, etc.



Pulverização de concentrado emulsionável em cebola (APS - G. Geitz)



Vapam aplicado ao solo. Solução fungicida aplicada ao solo e coberta com plástico (APS - P. Vincelli)



## Literatura

Ayres , P.G. Alexis Millardet: France´s forgotten mycologist. *Mycologist* 18:23-26. 2004.

**Lucas, J.A. Plant Pathology and Plant Pathogens. Blackwell, 3a. ed. 1998. capítulo 11. pg. 195-216.**

Mueller, D.S.; Wise, K.A.; Dufault, N.S.; Bradley, C.A.; Chilvers, M.I. *Fungicides for field crops*. APS, Saint Paul. 2013.

Reis, E.M.; Reis, A.C. & Forcelini, C.A. *Manual de Fungicidas: guia para o controlequímico de doenças de plantas*. Editora UPF, Passo Fundo. 2007.

**Russell, P.E. A century of fungicide evolution. *Journal of Agricultural Science* 143: 11–25. 2005.**

**Russell, P.E. The development of commercial disease control. *Plant Pathology* 55: 585-594. 2006.**