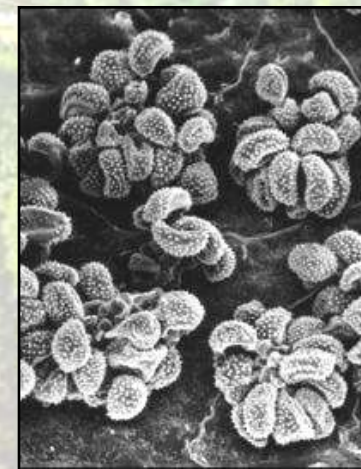




Roya del cafe

Prof. Laercio Zambolim, PhD
Plant Pathology

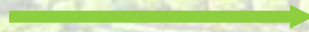
Federal University of Viçosa - Brasil
zambolim@ufv.br





PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DEL CAFE

COST



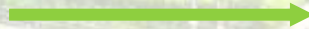
REDUCCIÓN

PRODUCCIÓN



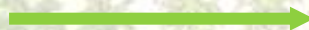
AUMIENTO

CALIDAD DE BEBIDA



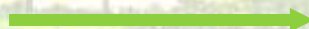
MUY IMPORTANTE

MEJO AMBIENTE



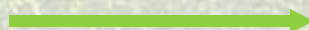
CONSERVACIÓN

SOCIEDAD



BEBIDA DE CALIDAD

PRECIO



PROBLEMA



Daños de la roya en 1973 y 2018

UFV



1973 – ALFENAS-MG

2018 - VIÇOSA-MG



El problema:

1



Razas de *Hemileia vastatrix* caracterizadas en el CIFIC*
atacan o HDT 832/1 e HDT 832/2

Base para todo el programa de mejoramiento visando resistência a la roya

Durabilidad da **R** das variedades resistentes están amenazadas

CIFIC 3302 (v1,2,4,5,6,7,8,9,?) – HDT 832/1 CIFIC 3305 (v1,2, 3, 4,5,6,7,8,9, ?) – HDT 832/2



*

CIFIC Centro de Investigaciones de Roya del café



Epidemiología y control químico de roya siempre será prioridad

Más aquí existe otro problema:
Aislados de Hv resistentes a fungicidas.
Es importante trabajar estrategias anti resistencia.

Visa aumentar la vida útil de fungicida sistémico

Cobres importante en la prevención de resistencia

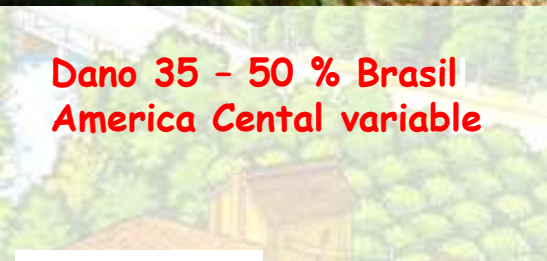


Brasil: café bajo sol

5



America Central: café bajo siembra



Dano 35 - 50 % Brasil
America Cental variable

Deseable



Situación indeseable



Daño de la roya en Brasil



C. RICA – ROYA DEL CAFE – 2012/2013

3



CATURRA



SARCHIMOR CR 95 2014

Condiciones para que ocurran roya en plantas:

Pleno sol - Brasil

Sol/sombra
Sombra regulada

Bajo sombra permanente

Pleno sol - Brasil

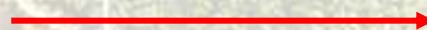
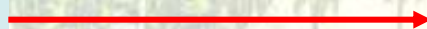
Hojas enfermas caen en el suelo
Roya casi cero por ciento

Sombra regulada

Hojas permanecem más tiempo en las plantas
Roya **MANTIENE** todo año



ROYA





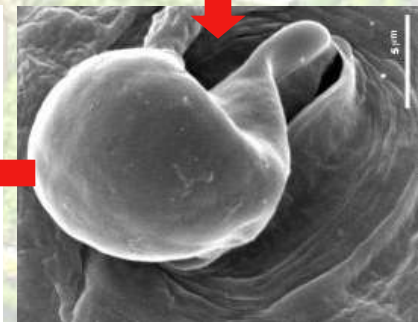
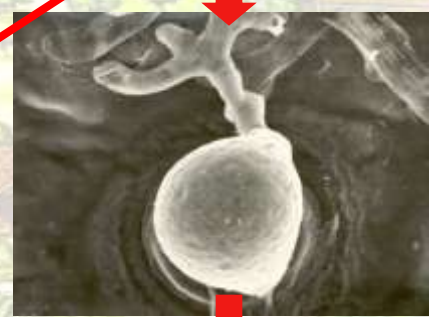
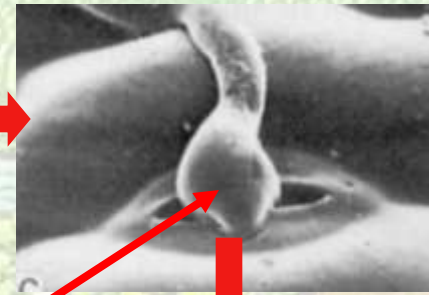
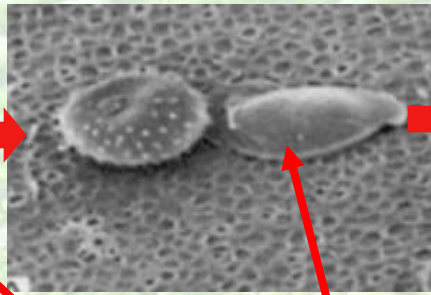
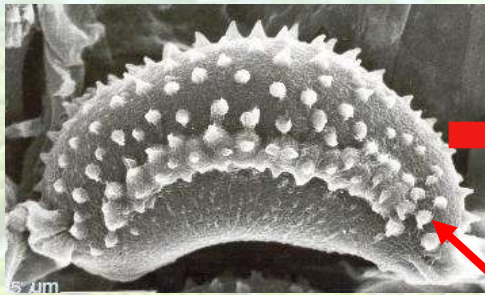
UFV

PIERDAS – 35-50 %

Factores a considerar:

- Cultivar
- Altitud
- Temperatura
- Jjuvias – duración y mojadura
- Cosecha alta o baxa
- Nutricion
- Densidad de plantas

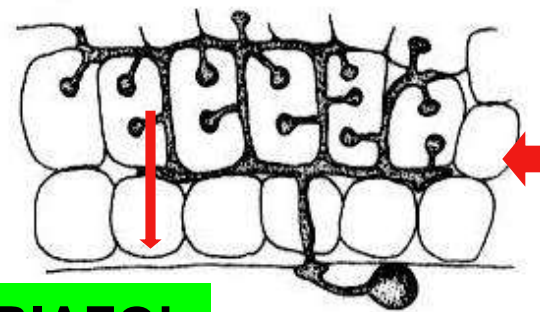
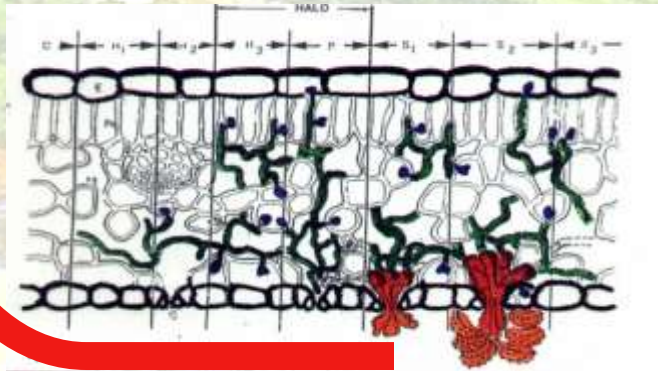




Fase mais sensível do ciclo de vida

LATENT PERIOD 22 - 45 DAYS - AVERAGE 28 - 30

COBRE



TRIAZOL

Esporo cai na parte de baixo da folha

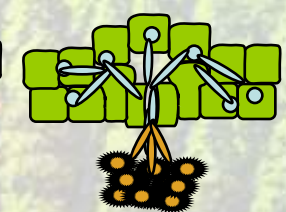
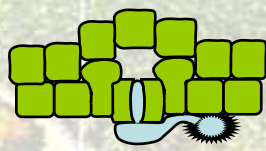
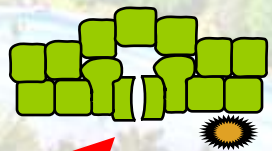
Emite o tubo germinativo

Penetra através dos estômatos

Coloniza as células do mesófilo

Crescimento micelial

Esporulação

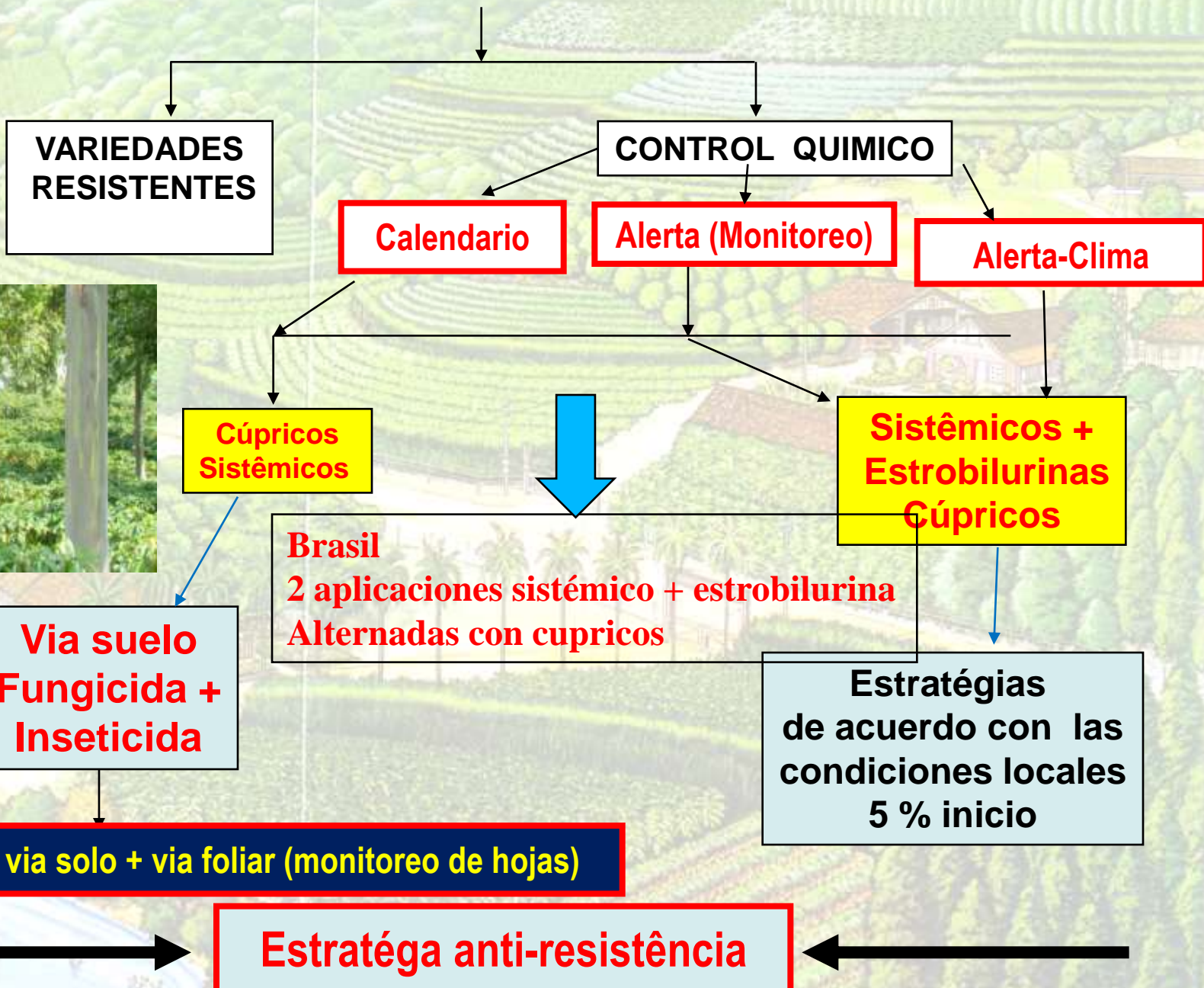


ALVO



ESTRATÉGIAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE ROYA

Costa Rica 95





UFV

FORMULAÇÃO

Cobre líquido Suspensão Concentrada (SC)

Cobre SC





Cooper + TRIAZOL 2 HS APÓS A MISTURA



Cooper + IMPACT

Cooper

Cooper+ OPERA



UFV

Cooper + TRIAZOL 2 HS APÓS A MISTURA



Cooper + TRIAZOIS 2 HS APÓS A MISTURA



UFV



MODELOS DE TOMA DE DECISION PARA EL MANEJO DE LA ROYA DEL CAFE

1. Conocer la epidemiologia

2. Modelos Simples

3. Toma de
Decisión



UFV

Sistemas de alerta basado en el clima

Sistema de alerta: herramienta auxiliar en el control de la enfermedad, indicando determinadas condiciones climaticas que favorecen o dejan de favorecer la epidemia.

Los sistemas deben ser:

Simples, viabilidad técnica, confiabilidad, eficiencia, bajo costo, equipos confiables.



Sistemas de alerta baseado en el clima

Modelos y sistemas **COMPLEJOS** no tuvieron exito

No se tiene registro de su uso continuado.

Para la roya no se tiene conocimiento del uso de sistema de alerta baseado en el clima solamente

Necesidad de datos de la enfermedad es muy importante



Sistema de alerta: factores que influyen la toma de decision en el control químico de roya

1- Variedad

2-Altitud

3-Temperatura mínima

4-Carga fructifera presente

5- Inicio de lluvias y regularidad

6-Estado nutricional

7- Nivel de incidencia de la roya

Pico de la roya función de las lluvias

- Comun: Julio-Agosto pico
⇒ Año agrícola 2008/15

Viçosa (MG):

Junio 650 m

Venda N. Imigrante (ES):

Agosto 850 m

Afonso Cláudio (ES):

Septiembre 1250 m

Alto Paranaíba (MG):

Octubre 1400 m

Serra Caparaó (MG):

Noviembre 1550 m

Muy importante hacer el muestreo en diferentes altitudes para la toma de decisión



Influencia de la altitud em la roya

**Severidad reduz arriba 1.200 m Brasil
Central America > 1500 m??**

Non hay necessidade de aspersiones



Lluvia x Intensidad de la roya

Inicio de las Lluvias - Normal => Final de Octubre

Anticipada => Septiembre (2012/2013)

Dic. 23% de incidência

Lluvias Atrazadas => Noviembre, Dic. (2013/14)

Enero < 1% de incidencia en enero

- **Cambios en el régimen de lluvias y en la temperatura varia la epoca del ataque de roya.**



Modelos simples desenvolvidos Universidade Federal de Viçosa

Sistemas de alerta

Modelo de previsão:

Valores de severidade de la roya (VSE)

Calculados utilizando dados climáticos diários.

Garçon & Zambolim (2004)

Garçon, C. L. P., Zambolim, L. (2004) "Controle da ferrugem do cafeeiro com base no valor de severidade", *Fitopatologia Brasileira*, v. 29, páginas 486-491.



Matriz para calculo del Valor de Severidad de la Enfermedad (VSE) con base en la mojadura y temperatura media

		Desf	P. Fav.	Fav.	M. fav.	Fav.	P. fav.	Desf.
		Temperatura (C)						
	MF (h) Rocio	<16	16 --18	19 --20	21 --24	25 --26	27 --29	>30
Desf.	0	0	0	0	0	0	0	0
Poco fav.	0<h<8	0	0	1	2	1	0	0
Fav.	8<h<17	0	1	2	3	2	1	0
Muy fav.	17<h<24	0	2	3	4	3	2	0
Poco fav.	h > 24	0	0	1	2	1	0	0



Critérios para atribuição do VSE

VSE alta carga: 29 a 40

VSE baixa carga 45 a 75

Sumatória VSE en 10 dias no alcanzar 29 puntos será el aparato

Mes	Dia	VSD	VSD	Dia	VSD	VSD
Agosto	1	0		11	0	
	2	1		12	1	
	3	4		13	3	
	4	3		14	4	
	5	1		15	2	
	7	4		16	1	
	8	4		17	0	
	9	1		18	2	
	10	2	20	19	1	14
	Total					

Efecto da temperatura na germinación e infección de *H. vastatrix*

Temperatura	Germinación (%)	Infección (pústulas/folha)	Epidemia	Tiempo para infección (dias)
< 16 C	0,0	0,0	sin enfermedad	-
18 – 20 C	< 15,0	< 1,5	probabilidad muy baja	35 - 40
21 - 24 C	95,0	15,5	Muy alta	22 - 25
25 - 28 C	65,0	10,4	Alta	24 - 28
29 - 32 C	< 13,0	< 2,2	Baxa probabilidade	32 - 36
> 32 C	0,0	0,9	Probabilidade muy baja	45 - 50

CRITÉRIO PARA LA ATOMIZACION:MUESTREO DECISION

2,5 %

5,0 %

10,0 %

15,0 %

20,0 %

25,0 %

<5 %

<10 %





UFV

ASPERSIONES

TRIAZOL
ERGOSTEROL
BIOSYNTHESSES

STROBILURIN
CADENA DE
TRANSPORTE DE
ELETRONS

TRIAZOL + STROBILURIN ATERNATION
W/ COOPPER/MIXTURE

- **Prevenção de multiplicación de mutantes resistentes en la population de *Hemileia vastatrix***

Fungicidas sistemicos + estrobilurinas

Hojas

PrioriXtra - Cyproconazole + Azoxystrobin

Opera - Epoxiconazole + Pyraclostrobin

Premier - Triadimenol + Trifloxystrobin

Sphere max – Cyproconazole + Trifloxystrobin

Contacto o residual

Cooper oxichloride

Cooper hidroxide

Cooper sulphate

Boedeaux mixture





Fungicidas + Inseticidas

VIA SOLO

Verdadero - Cyproconazole + Thiametoxan

Premier plus – Triadimenol + Imidacloprid

Impact - Flutriafol



**TRIAZOL + STROBILURIN ATERNAR
CON COOPER**



**Baxa probabilidade de surgir
resistencia**



**Retencion de hojas – non hay formación de etyleno
Bueno controle de Cercospora coffeicola**



Aumiento de la producción



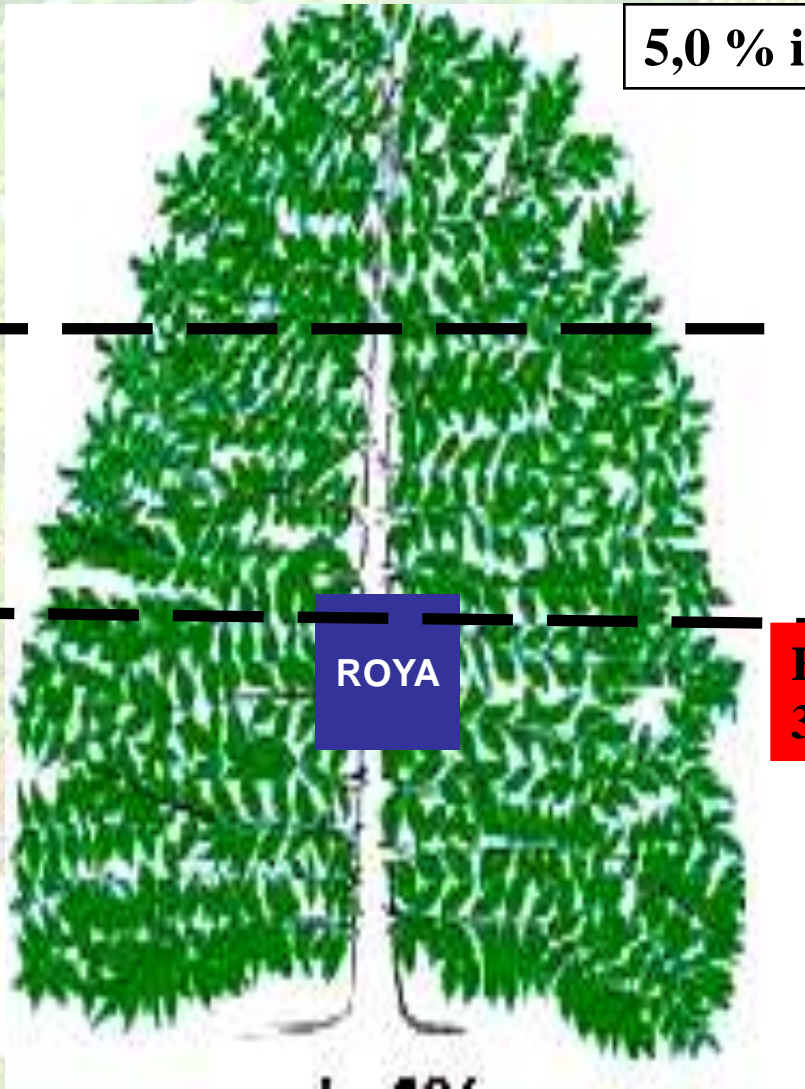
COMO HAZER O MONITOREO?

5,0 % incidencia

TERÇO SUPERIOR

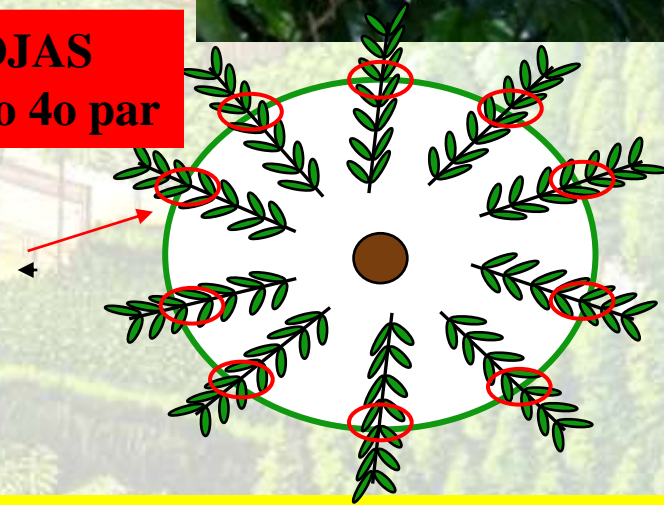
TERÇO MÉDIO

TERÇO INFERIOR



ROYA

HOJAS
30 o 40 par



● 8 HOJAS N,S,L,O / planta ● 20 plantas / talhão ● Total 160 HOJAS/talhão.
Monitoreo solamente en plantas con alta carga fructifera presente en la planta



Avaliacion de la roya

24

1. Incidência - % hojas con pústulas de la roya

5 % - inicia-se aspersiones con fungicidas sistêmicos +
estrobilurinas

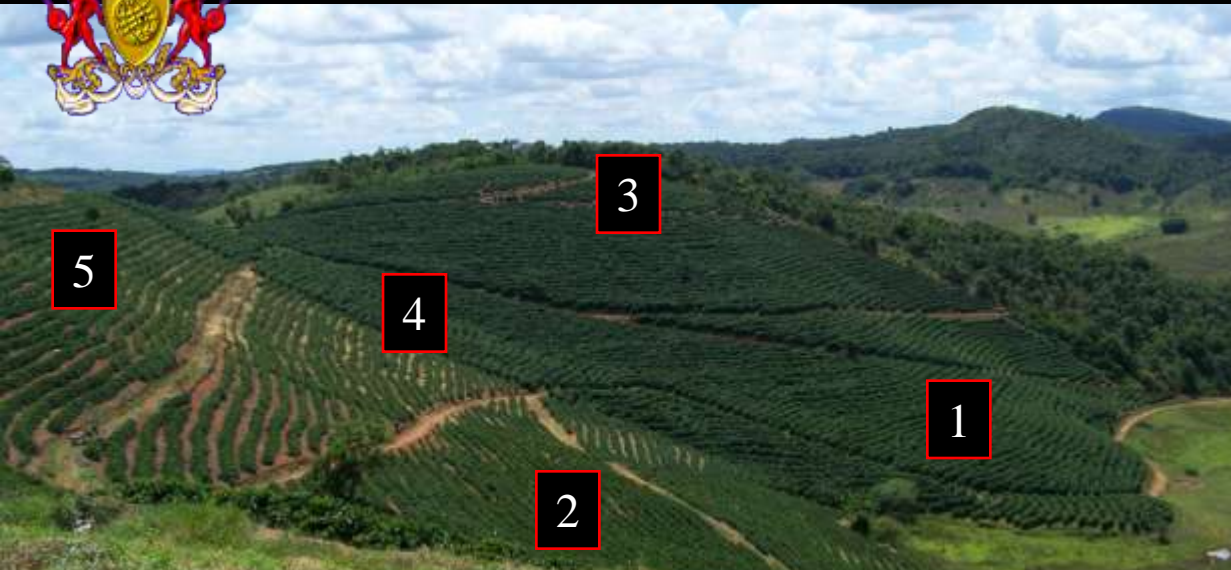
Triadimenol + estrobilurinas
Cyproconazol + estrobilurinas
Flutriafol + estrobilurinas

2. Severidad

Escala de severidade - **subjetiva**

Número de pústula por hoja – **más real**

Monitoreo



- Mostreo de suelos
- hojas para análisis
- Mostreo de doenças
- Mostreo de pragas
- Programar aspersiones
- Cosecha escalonada.





4

3

2

5

1

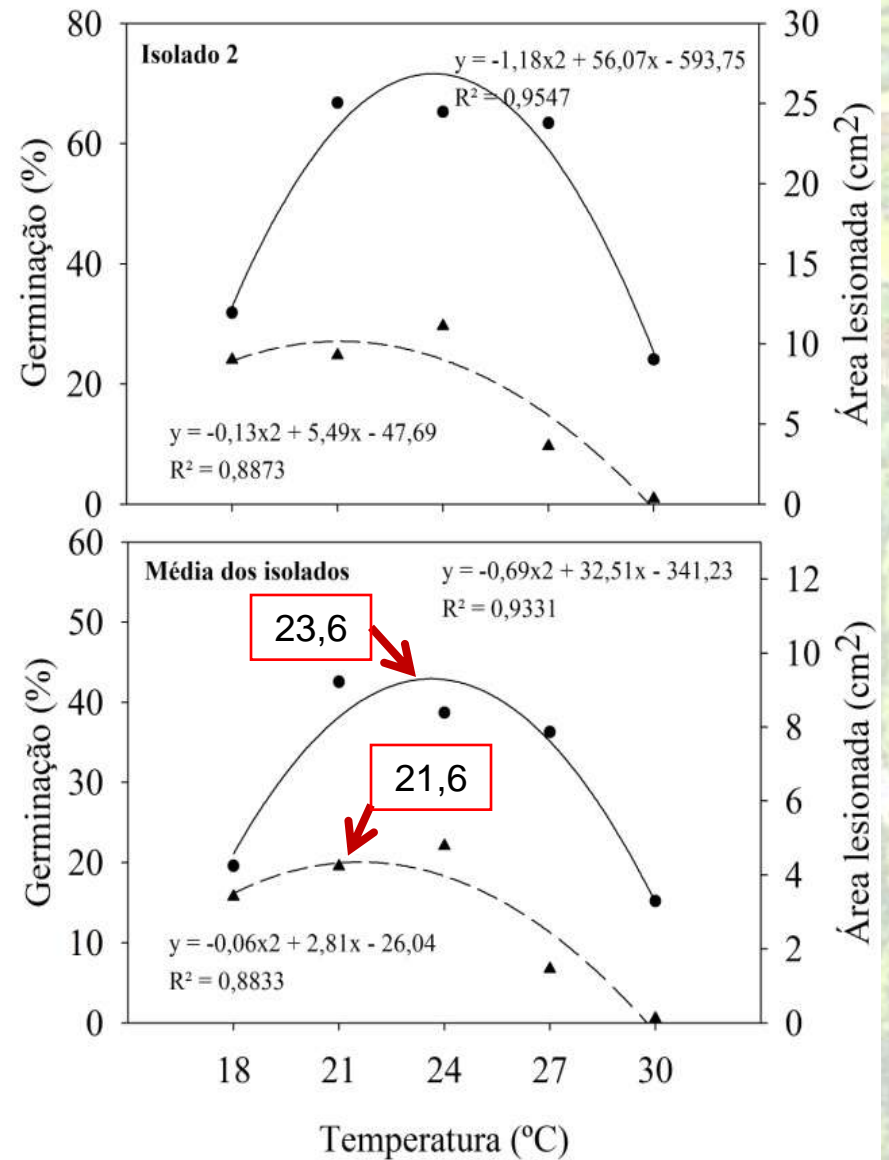
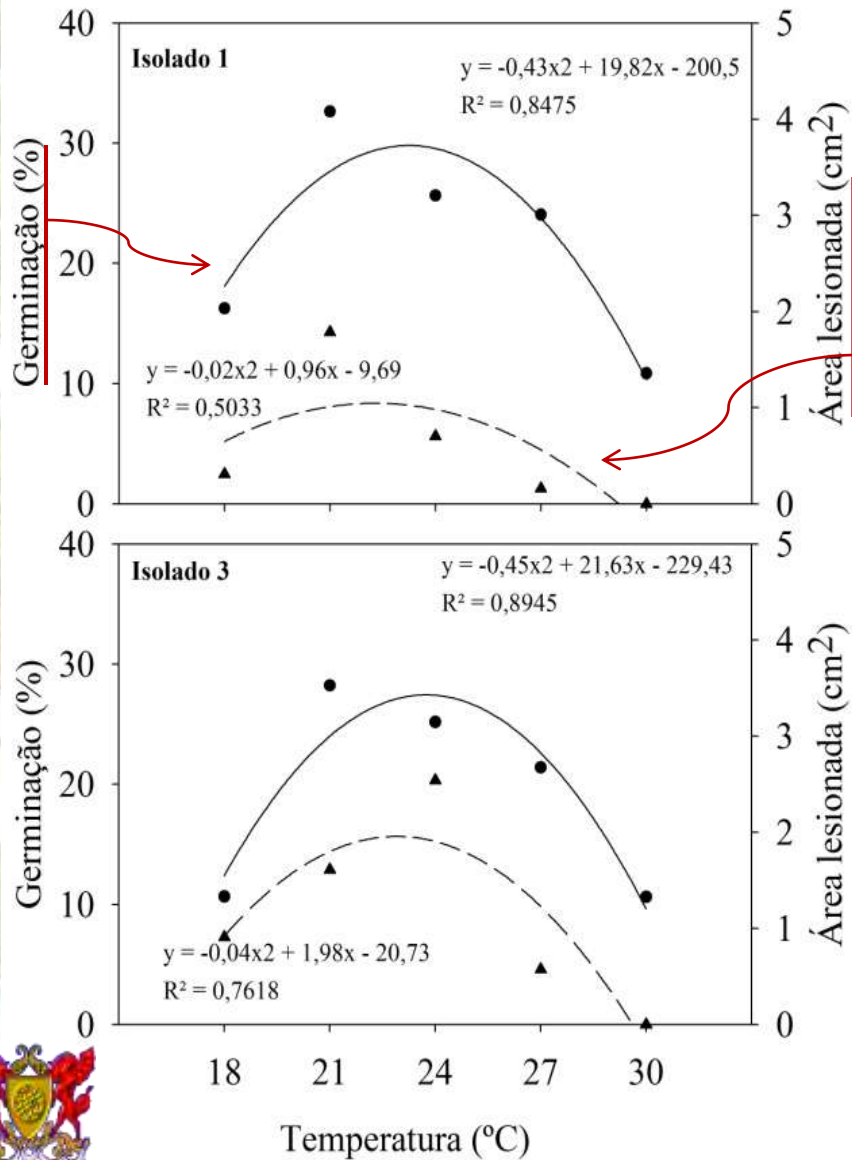
Sitios de 1 – 5 - mostreo

Cedro Australiano sitio n. 5

Fazenda Reunidas



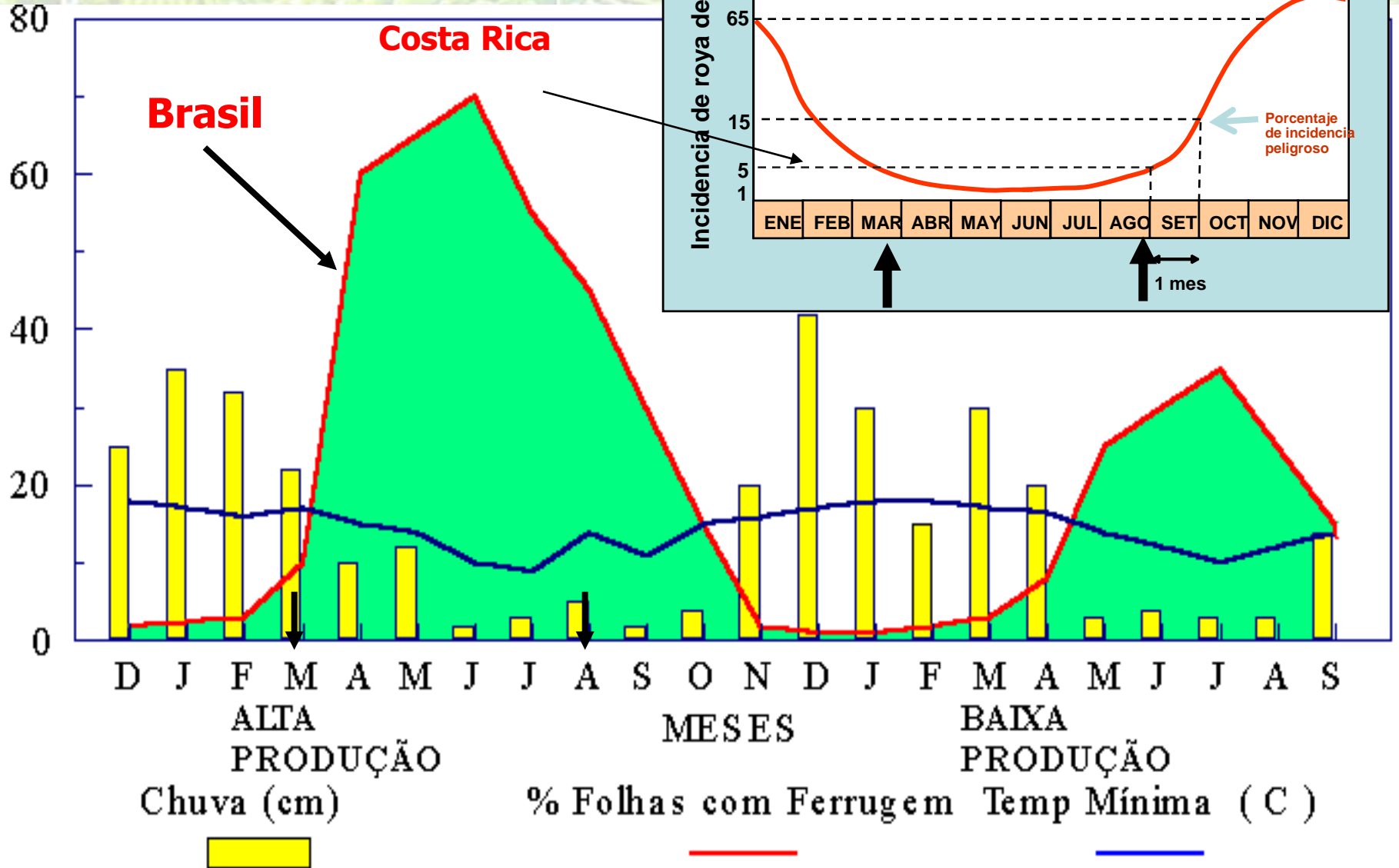
Efeito da temperatura na germinação y infección de esporos de *Hemileia vastatrix*





UFV

Curva del progreso de la roya





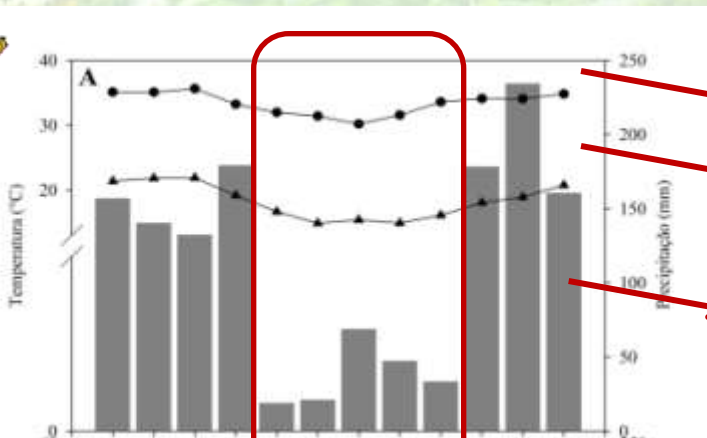
UFV

Análises de la época de ocorrência de la roya

Condições favorável del clima pleno sol



Local 1
(5 años)

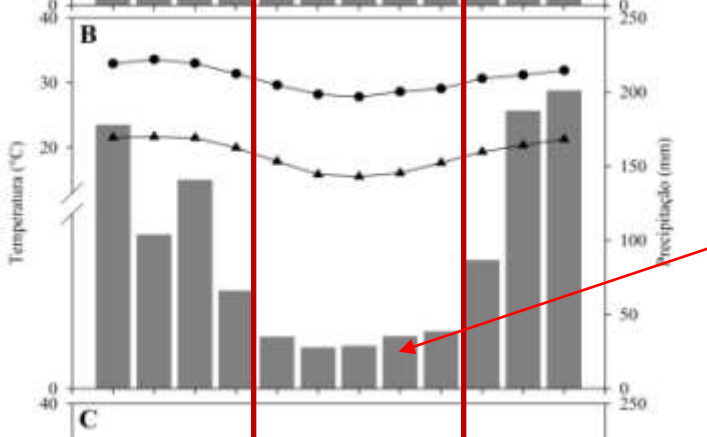


Temp. máxima

Temp. mínima

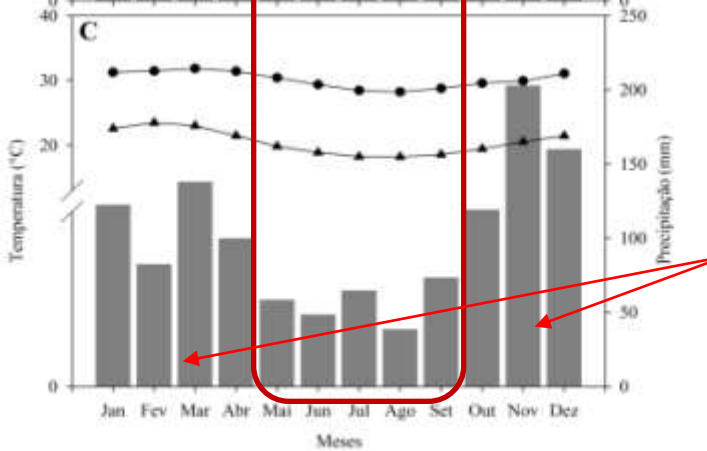
Precipitacion

Local 2
(35 años)



**Maio a setiembre
desfavorable**

Local 3
(41 años)



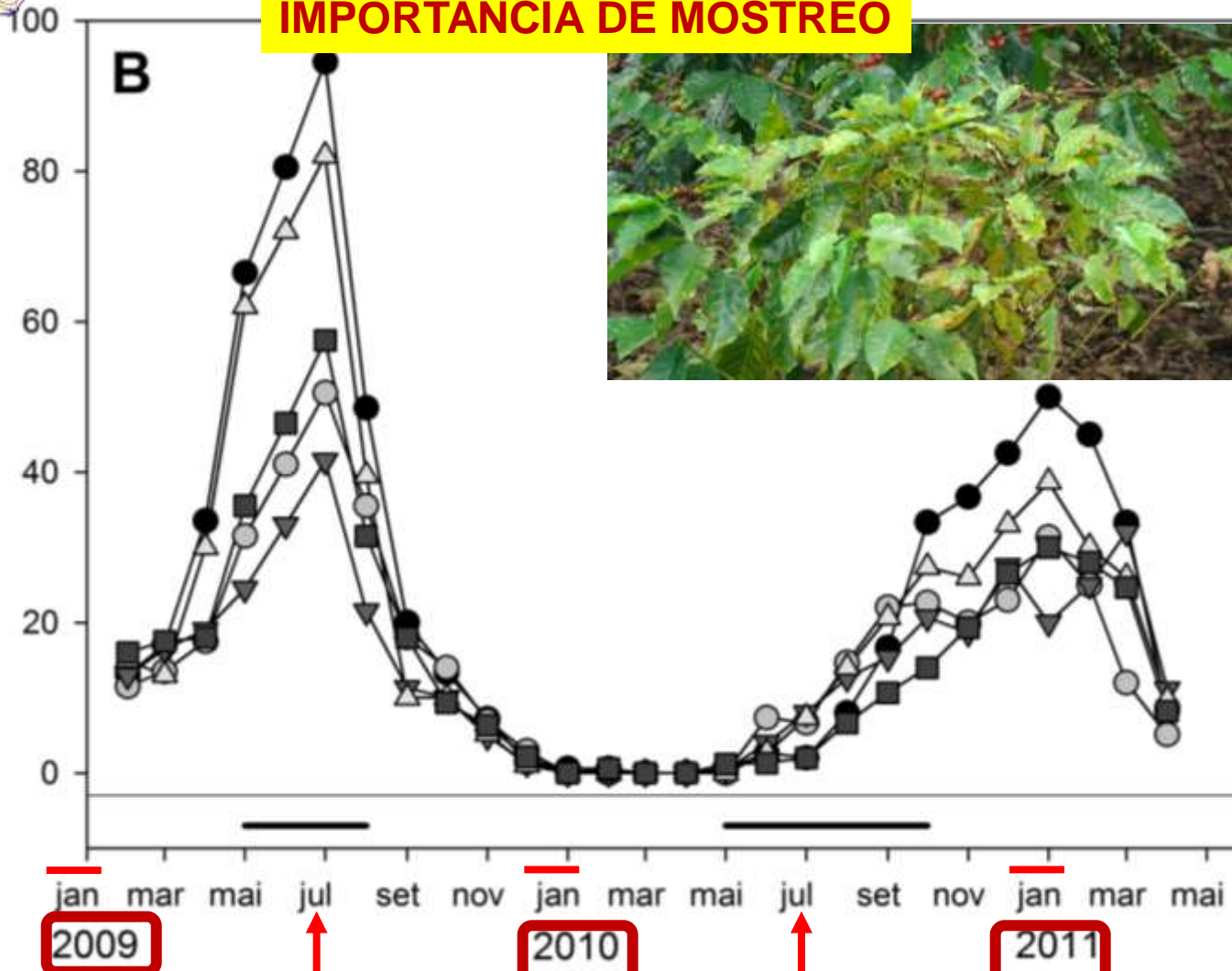
**Noviembre a abril
favorable**



Variación en el pico de la roya



IMPORTANCIA DE MOSTREO



Enero
2009
16 %

2010
3,0%

2011
56 %

16,0 %

3,0 %

56,0 %

Clima x Royá Varginha – MG 1974 - 2015

Temperatura media (°C)		Precipitación semanal (mm)		Royá (%)	
1974 - 2014	2015	1974 - 2014	2015	2015	
				Adensado	Largo
16,9	17,0	34,6	71,2	87.0	33,0

Clima x Royá 1974-2015

	Temperatura media (°C)		Precipitação semanal (mm)		Royá (%)	
	1974 -14	2015	1974 - 14	2015	1974-14	2015
Varginha	16,8	17,1	34,8	9,4	100.0	70.0
Carmo de Minas	16,3	16,7	36,3	14,5	100.0	72.0
Boa Esperança	17,6	17,2	34,5	19,0	89.7	16.0
Muzambinho	16,9	15,9	35.2	27,4	90.0	22.0
Promédio	16,9	16,7(-.2)	35,3	17,6 (- 17.7)	82,0	45.0

Roya del café bajo sombra e pleno sol - Brasil

Sistemas de conducción Altitud 750 m	Incidencia roya (%) Cosecha	Severidad roya Pust. / hoja Cosecha	Producción Sc ben. 60 kg /há 3 años	Producción Sc ben. 60 kg /há 3 años
--	---------------------------------------	--	--	--

	Triazol + Estrobilurina/ Testigo	Triazol + Estrobilurina / Testigo	Testigo	Triazol + Estrobilurina
Sol pleno	23,6/ 65,0	1,4/ 2,8	22,80	47,8 (53%)
Bajo Sombra Cedro Aust. (8 x 8 m)	33,5/ 88,0	2,7/ 4,9	18,40	32,4 (43 %)



4

3

2

5

1

Sitios de 1 – 5 - mostreo

Cedro Australiano sitio n. 5

Fazenda Reunidas



Incidência inicial y final promedio após 30 años estudos sobre la roya en plantas atomizadas

32

MÊS	Incidência Inicial	MÊS	Pico da Incidência (Cosecha)	PRODUCCION Sc. Ben./há AÑO seguinte Brasil
Nov <i>Mai</i>	0,0	Abr <i>Out</i>	8 - 15	48 - 68
Dez <i>Jun</i>	0,0 - 1,5	Mai <i>Nov</i>	13 - 21	46 - 63
Jan <i>Jul</i>	2,5 - 12,0	Jun <i>Dic</i>	15 - 32	42 - 51
Fev <i>Ago</i>	9,5 - 22,0	Jul <i>Ene</i>	18 - 39	30 - 36
Mar <i>Set</i>	18,0 - 28,0	Ago <i>Fev</i>	40 - 65	15 - 27

Effect of rainfall on the severity of rust applied to coffee leaves immediately after spraying systemic and protective fungicides and micronutrients.



Figure 1. Rain simulator used in the experiment. (A) Rain simulation nozzles. (B) Control and adjust nozzle speed. (C) Spray table. (D) Coffee leaves. (E) Water reservoir and pressure control.

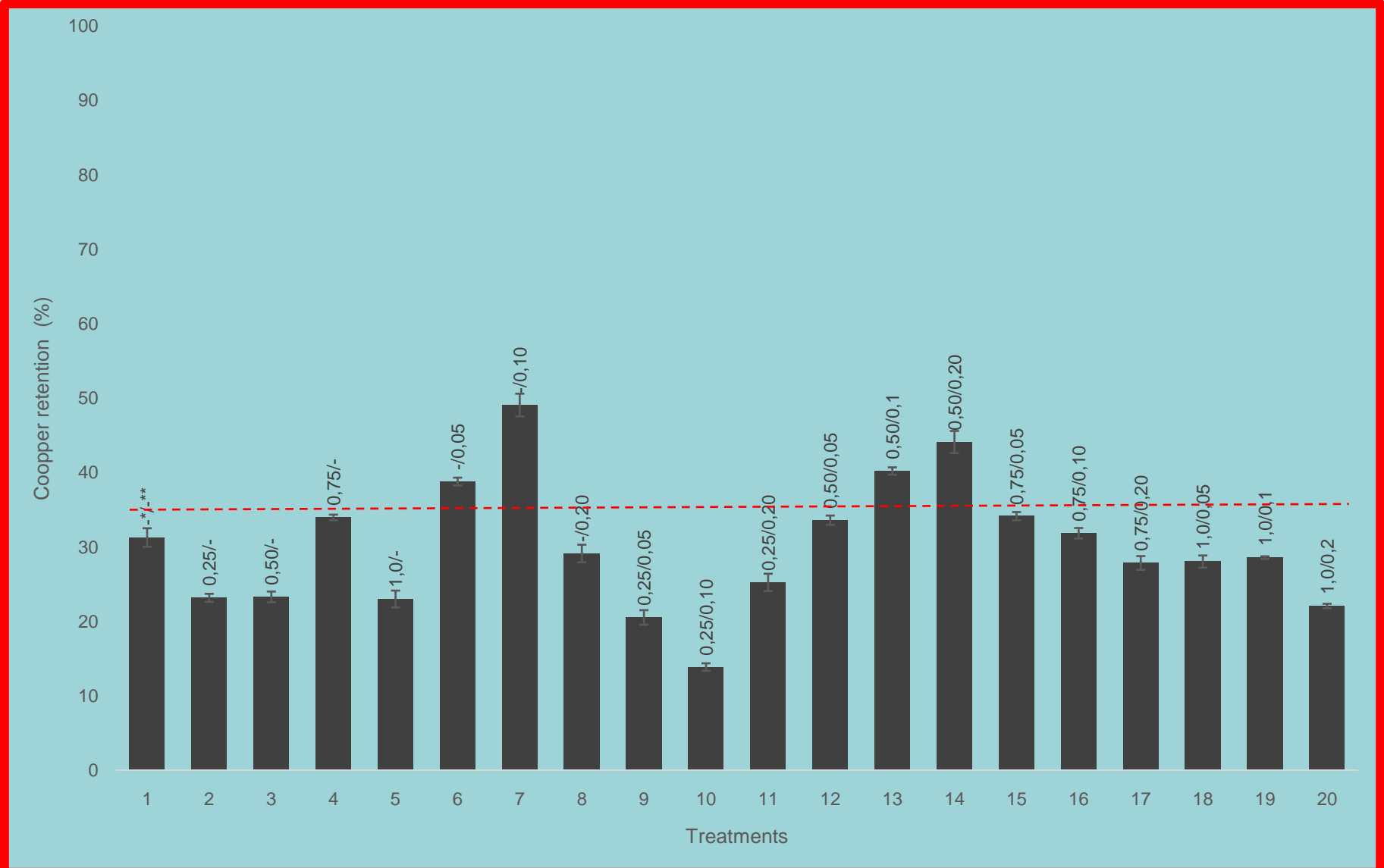
Effect of rainfall on the severity of rust applied to coffee leaves

Treatments	Severity (%)	AACPD*
	Average	Average
1. Control	8.0a	226.0a
2. Boric acid + zinc sulfate	5.1b	142.8a
3. Copper hidroxide	0.7c	18.8b
4. Copper hid. + b. acid + zinc sulf.	0.5c	15.6b
5. Epoxiconazole + piraclostrobina	0.0c	0.0b
6. (Epoxiconazole + piraclostrobina) + copper hydrox.	0.0c	0.0b
7. (Epoxiconazole + piraclostrobina) + boric acid + zinc sulfate	0.23c	6.5b
8. (Epoxiconazole + piraclostrobina) + copper hidroxide + boric acid + zinc sulf.	0.0c	0.0b

Drying time (minutes) of chemicals on coffee leaves before 30 mm of rain for leaf rust control. Disease severity (*S); Area under disease progress curve (**A).

Treatments	Zero		30		120		480	
	*S	**A	S	A	S	A	S	A
1.Control	5,2a	145.3a	2.4a	68.8a	12.4a	350.2a	12.0a	339.6a
2.Ac b + Szn	3.6a	101.8a	1.9ab	55.2a	7.4b	207.2b	7.3b	206.7b
3.Hidroxido Cobre	2.5ab	69.8ab	0.1bc	3.7b	0.0c	0.0c	0.1c	1.6c
4.H. Cobre+ Ac. B + S. zinco	2.2abc	60.8ab	0.0c	0.0b	0.1c	1.6c	0.0c	0.0c
5.Epox.+Pyr.	0.0c	0.0c	0.0c	0.0b	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c
6. Epox.+Pyr. + H. Cobre	0.0c	0.0c	0.0c	0.0b	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c
7. Epox.+Pyr. + Ac B + Szinco	0.9bc	26.2bc	0.0c	0.0b	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c
8. Epox.+Pyr. + H. Cobre + Ac B + Szinco	0.0c	0.0c	0.0c	0.0b	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c

Retenção de cobre após chuva de 30 mm, 120 (A) e 480 (B) minutos da pulverização com oxi. de cobre ($3,0 \text{ kg/ ha}^{-1}$ do p.c.) isoladamente e associados com óleo mineral (OM) e polioxietileno alquil fenol éter (PAFE) em diferentes concentrações. * % OM; ** % PAFE.



Avaliação de oxi. cobre (3,0 kg ha⁻¹), óleo mineral (OM) e polioxietileno alquil fenol éter (PAFE), submetidos a uma simulação de chuva de 30 mm, **120 minutos** após a pulverização no controle da ferrugem.

Tratamentos	Severidade (%)	AACPD		Controle (%)	Retention Cu(%)
	Média	Média		Média	Media
1.Oxi. de cobre	0,4b	11,4b		96,9a	33,2b
2.Oxi. de cobre + OM 0,75 %	0,4b	10,9b		97,0a	55,2a
3.Oxi. de cobre + PAFE 0,05 %	0,7b	20,2b		94,6a	33,2b
4.Oxi. de cobre + OM 0,5 % + PAFE 0,05 %	0,0b	0,0b		100,0a	36,4b
5.Oxi. de cobre + OM 0,5 % + PAFE 0,10 %	0,2b	6,2b		98,3a	32,8b
6.Oxi. de cobre + OM 0,5 % + PAFE 0,20 %	0,1b	1,4b		99,6a	37,5b
7.Oxi. de cobre + OM 0,75 % + PAFE 0,05 %;	0,3b	7,9b		97,7a	39,9b
8.Oxi. de cobre + OM 1,0% + PAFE 0,10 %	0,4b	10,2b		97,2a	36,5b
9.Controle	11,3a	317,6a		-	-

Avaliação das diferentes variáveis nos tratamentos com aplicação de oxi. cobre (3,0 kg ha⁻¹) isoladamente e em mistura com (OM) e polioxietileno alquil fenol éter (PAFE), submetidos a uma simulação de chuva de 30 mm, **480 min depois da pulverização tratamentos.**

Tratamento	Severidade (%)	AACPD ¹	Control (%))	Retention Cu (%)
	Média	Média	Média	Media
1.Oxi. de cobre	2,4b	66,3b	71,5b	36,8abc
2.Oxi.cobre + OM 0,75	0,1cd	2,9c	98,5a	51,5a
3.Oxi.cobre + PAFE 0,05	1,6bc	44,2 b	77,1b	31,1bc
4.Oxi.cobre +OM 0,5+ PAFE 0,05	0,2cd	5,8c	97,3a	30,1bc
5.Oxi.cobre + OM 0,5+ PAFE 0,10	0,0d	0,7c	99,5a	27,1bc
6.Oxi.cobre + OM 0,5 + PAFE 0,20	0,1cd	3,9c	97,9a	23,7c
7.Oxi.cobre +OM 0,75+PAFE 0,05	0,1d	1,2c	99,2a	38,8ab
8.Oxi.cobre+OM 1,0 + PAFE 0,10	0,1d	1,4c	99,1a	29,7bc
9.Controle	7,4a	2018,4a	-	-



Initial Incidency /Final - Average of 30 years about coffee leaf rust on check treatments

Month	INITIAL INCIDENCE	Month	PICK OF THE DISEASE (Harvesting)	YIELD Ben. bags/ha Second year
NOV	0.0	APR	22.5-35.2	17.6-27.9
DEC	0.0-1.5	MAY	32.5-65.9	16.5-24.7
JAN	2.5-12.5	JUN	58.3-92.4	12.3-22.8
FEB	9.5-22.0	JUL	62.5-97.0	11.4-19.5
MAR	18.0-28.6	AUG	65.0-89.0	10.6-19.6



Initial Incidency /Final - Average of 30 years about coffee leaf rust on sprayed plants

MONTH	INICIAL INCIDENCE	MONTH	PICK OF THE DISEASE (Harvesting)	YIELD Ben. Bags /há Second year
NOV	0.0	APR	8.5-15.2	48.6-68.9
DEC	0.0-1.5	MAY	13.5-21.9	46.3-63.8
JAN	2.5-12.5	JUN	15.3-28.4	42.5-59.6
FEB	9.5-22.0	JUL	18.5-39.0	33.4-48.6
MAR	18.0-28.6	AUG	29.0-45.0	22.4-36.6

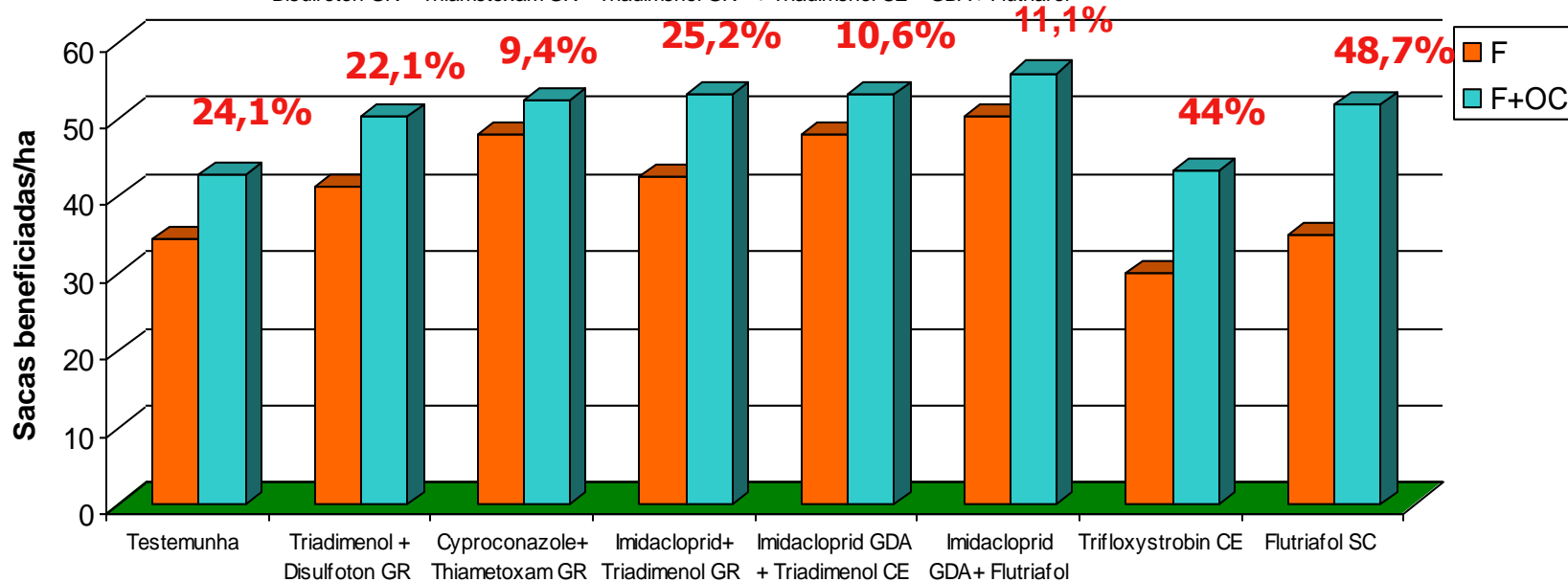
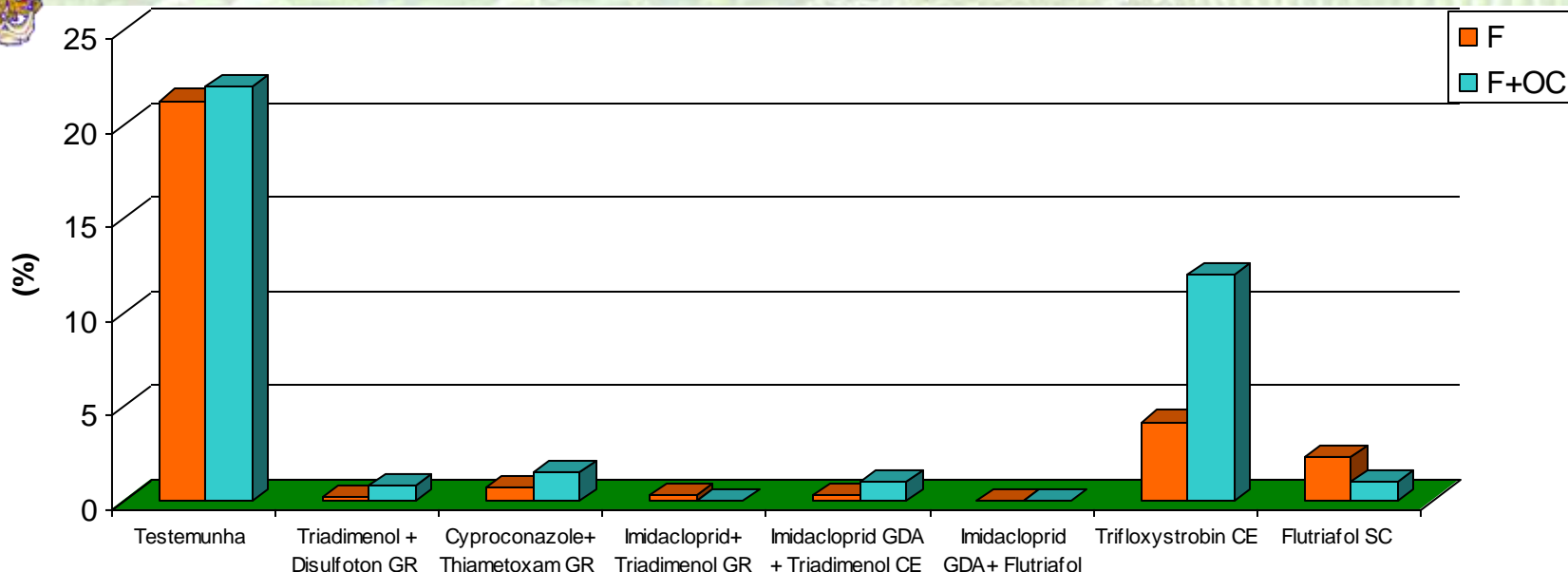


EFFECT OF COOPER AND TRIAZOL ON COFFEE YIELD

Trat.	Year 1	Year 2	Year 3	Year 2	Year 3	Ben. bags/ha
kg/ha	Inc.	Inc.	Inc.	Yied	Yield	Average
Check	61,0	41,0	12,7	20,3	27,1	23,5
Coopper 5.0 kg /ha	4,5	2,7	0,0	54,3	48,3	51,0
Coopper 7.5 Kg/ha	3,5	1,7	0,0	61,2	60,3	60,5
Triazol + Coopper 5.0 kg/ha	2,0	1,3	0,0	74,3	58,2	66,0



SYSTEMICO (SOIL AND FOLIAR) (COOPER - 2 SPRAYS).



Soil GR
Soil liquid
FOLIAR



What is important in the application of fungicides?

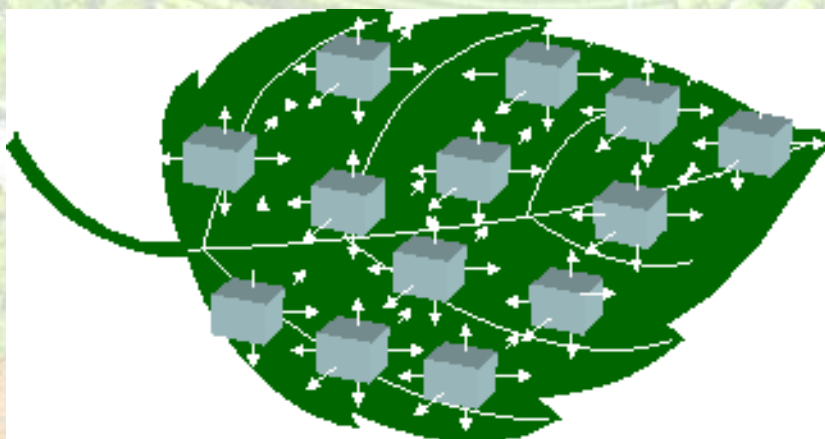
'Timing'

**Uniform coverage
(droplets of small size) on
the leaf surface**

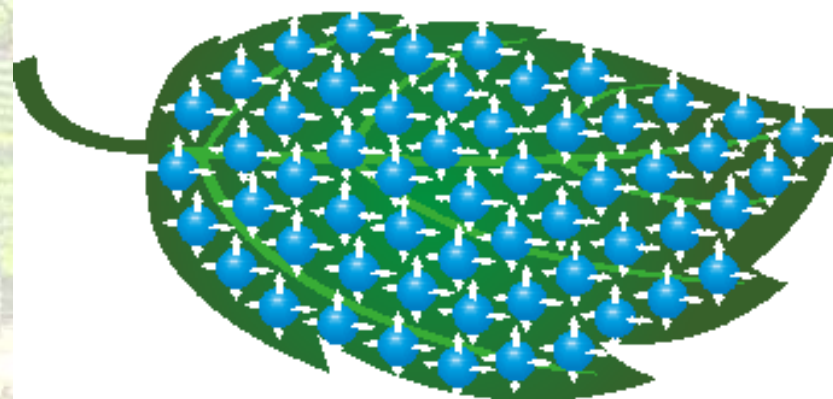


UFV

TAMANHO / FORMATO DAS PARTÍCULAS



Menos Partículas
Menor Cobertura
Menos Disponibilidade

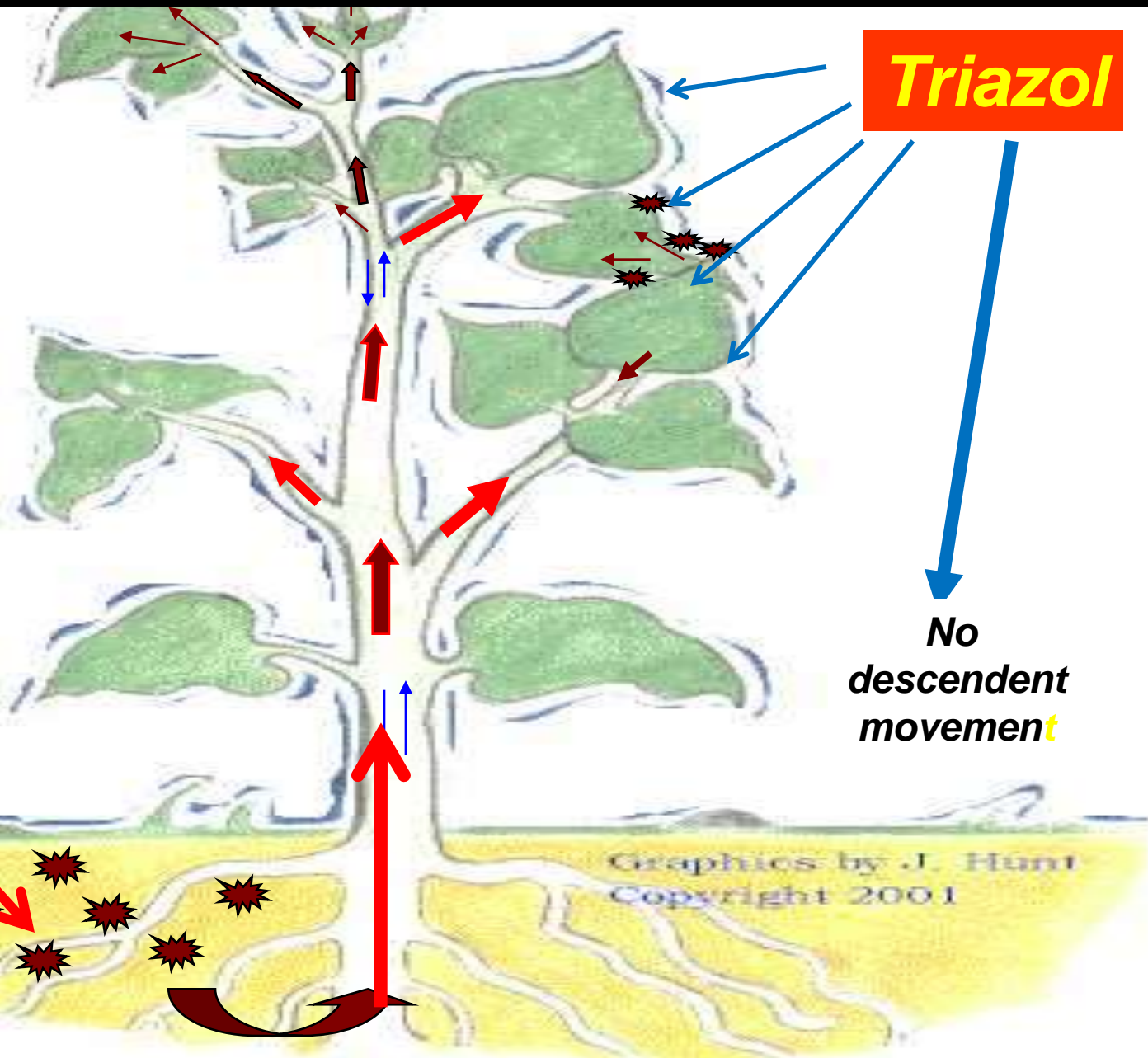


Mais Partículas
Melhor Cobertura
Maior Disponibilidade

PENETRATION / TRANSLOCATION OF TRIAZOL



UFV



*Ascendent
movement*

*No
descendent
movement*

Triazol

Triazol

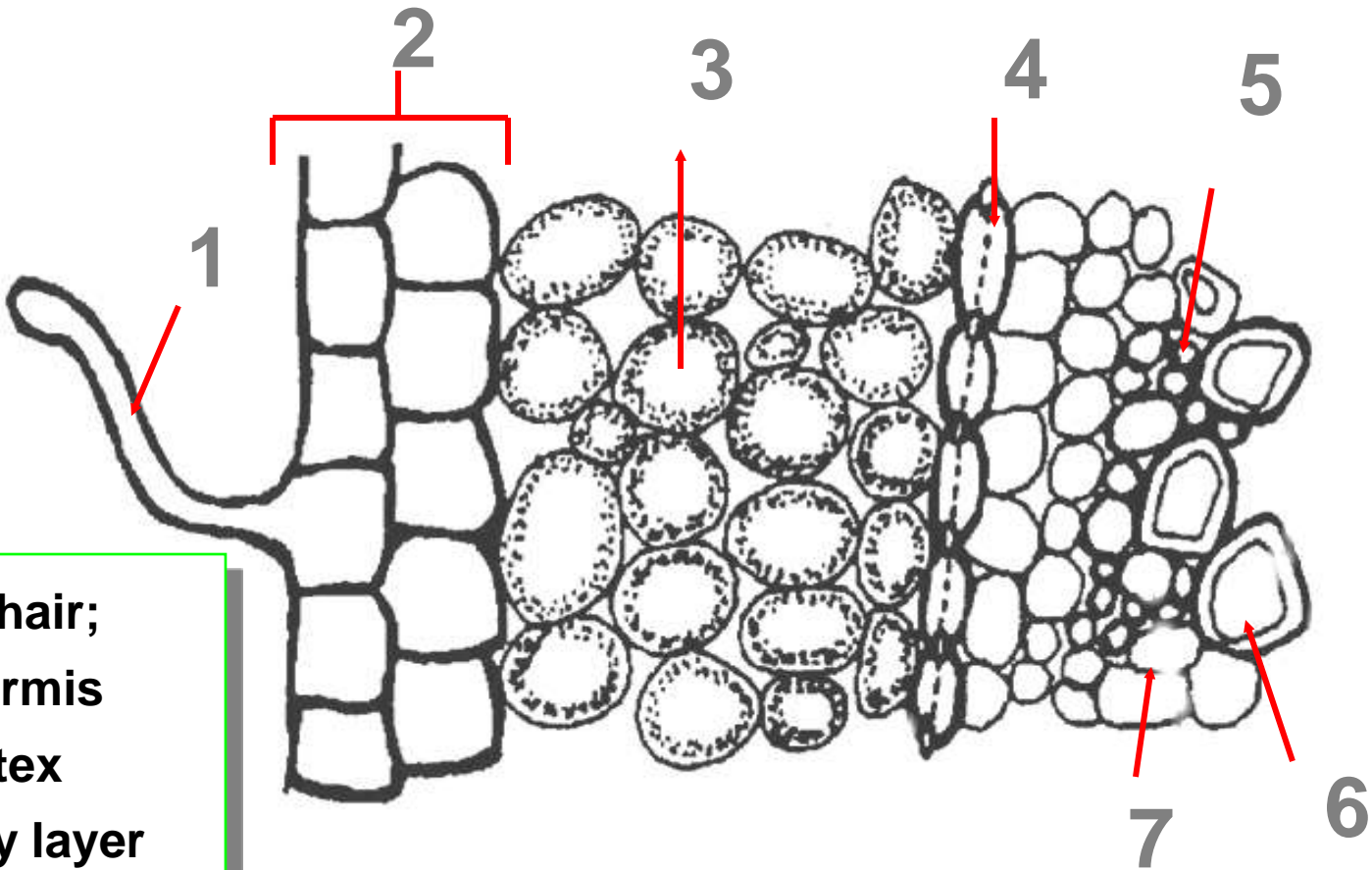
Graphics by J. Hunt
Copyright 2001



UFV

Absorption and translocation of fungicides

Root



1. Root hair;

2. Epidermis

3. Córtecx

4. Caspary layer

5. Central cilinder

6. Xylem, 7. Phloem



UFV

Drench ou esguicho





UFV

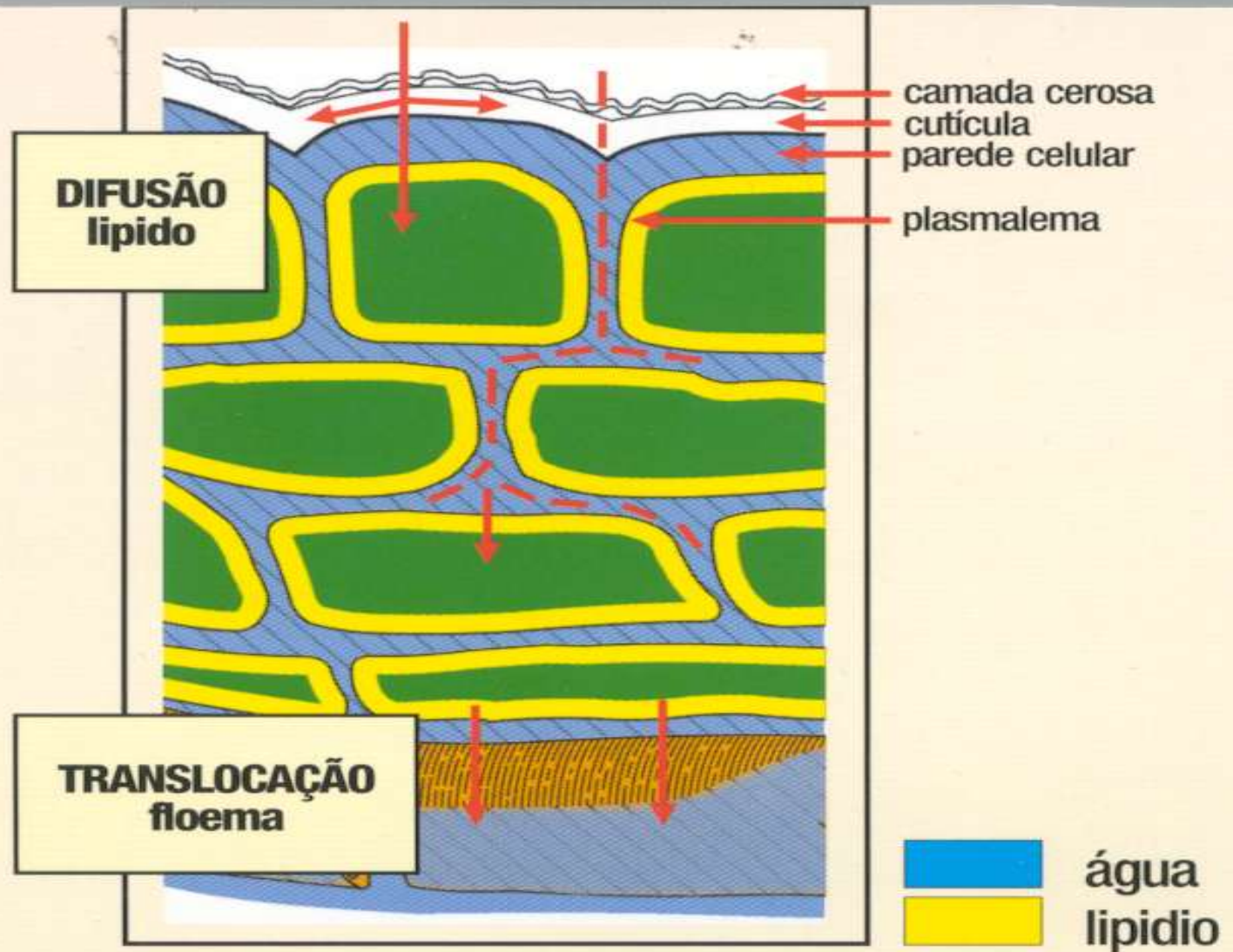
APLICAÇÃO LÍQUIDA VIA SOLO VOLUME QUANT. POR PLANTA





UFV

Penetration and translocation of Triazol



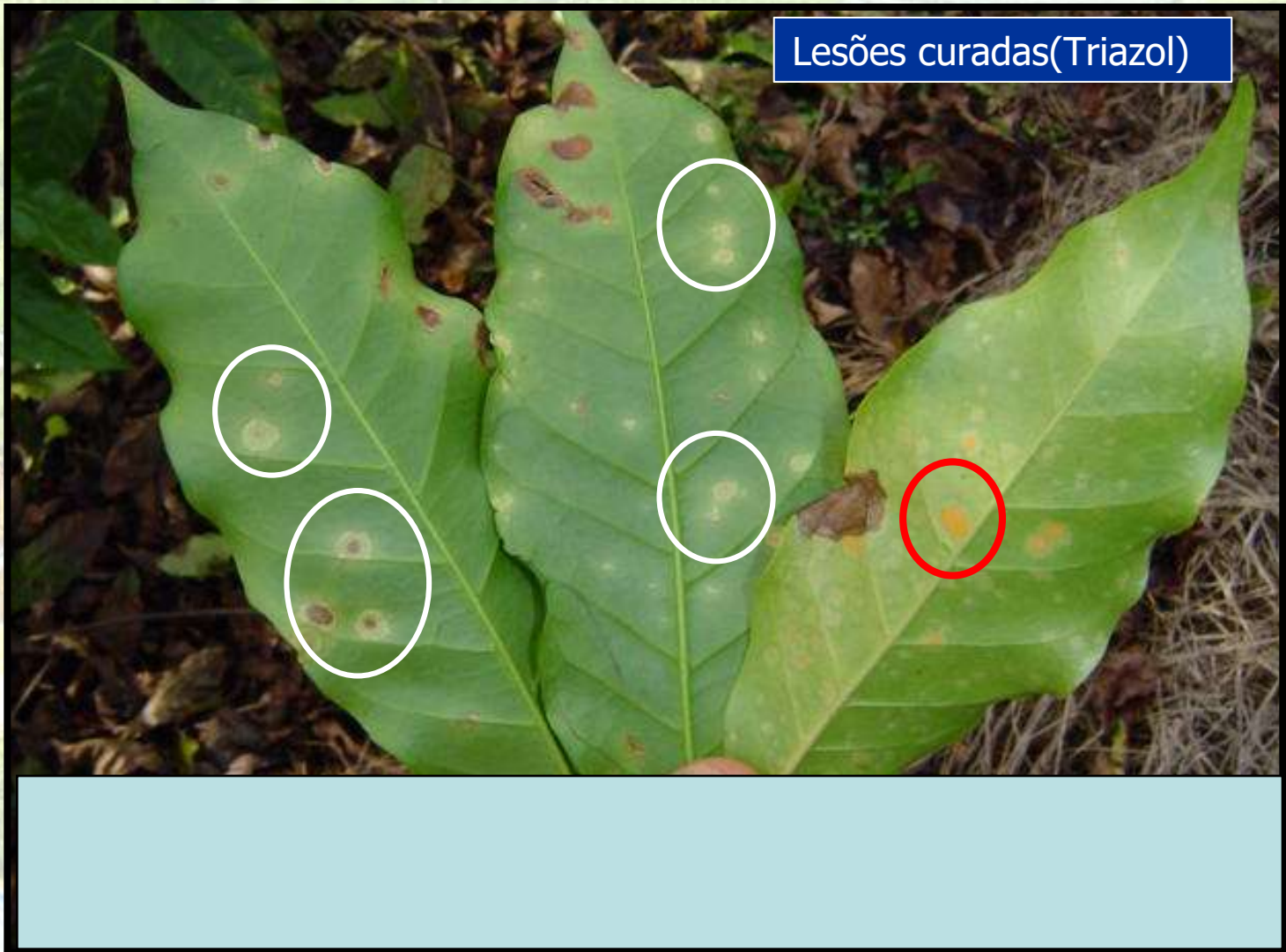


UFV



Curative effect of triazol on coffee leaf rust

Efeito curativo - triazol





3 Meses despues da cosecha
Cobre + micronutrients 5 aplicaciones por año





Contraste cobre + micronutrientes x testigo

UFV





UFV

Triazol + estrobilurin 2 x
Cobre + micronutrientes
Maio 2008





Demonstración

August / 2009

UFV

OUR

GROWER

Rust Incidence (%)

10-12

65-70

Defoliation (%)

16

58

Yield (Ben bags of 60 kg /ha)

20

19

500 plants

July / 2010

OUR

GROWER

Rust Incidence (%)

22,9

48

Defoliation (%)

12

49,9

Yield (Ben bags of 60 kg /ha)

79

11

500 plants

2010 - Coimbra - MG



Conclusiones

Monitoreo del clima y la roya (incidencia) muy importante en diferentes regiones

Productores deben aprender a hacer el monitoreo en sus fincas

La decisión de inicio de las aplicaciones deben basarse en los sistemas de alertas tempranas colectados en el país e incidência general y local de la roya



Gracias Amigos