

Ojo de gallo del café (*Mycena citricolor*)



J.Avelino

Jacques Avelino,
jacques.avelino@cirad.fr

J.Avelino

Ojo de gallo del café (Clasificación, y sinónimos)

Forma perfecta (reproducción)

División: Basidiomycota

Clase: Agaricomycetes

Orden: Agaricales

Familia: Mycenaceae

Género: *Mycena*

Especie: *citricolor*

Mycena flavida (Maubl. & Rangel) Singer, Lilloa 22: 357 (1951) [1949]

Omphalia citricolor (Berk. & M.A. Curtis) Rick, Lilloa 2: 290 (1938)

Mycena tricolor Velen., České Houby 2: 303 (1920)

Omphalopsis citricolor (Berk. & M.A. Curtis) Murrill, N. Amer. Fl. (New York) 9(5): 316 (1916)

Omphalia flavida Maubl. & Rangel, Bull. Soc. mycol. Fr. 30: 46 (1914)

Omphalia flavida Maubl. & Rangel, Bull. Soc. mycol. Fr. 30: 46 (1914) var. *flavida*

Sphaerostilbe flavida Masee, Bull. Misc. Inf., Kew: 340 (1909)

Agaricus citricolor Berk. & M.A. Curtis, J. Linn. Soc., Bot. 10(no. 45): 285 (1868) [1869]

Tomado de
Granados M.,
2015

Ojo de gallo del café (Clasificación, y sinónimos)

Forma imperfecta

Decapitatus flavidus (Cooke) Redhead & Seifert, Redhead, Seifert, Vilgalys & Moncalvo, Taxon 49(4): 795 (2000)

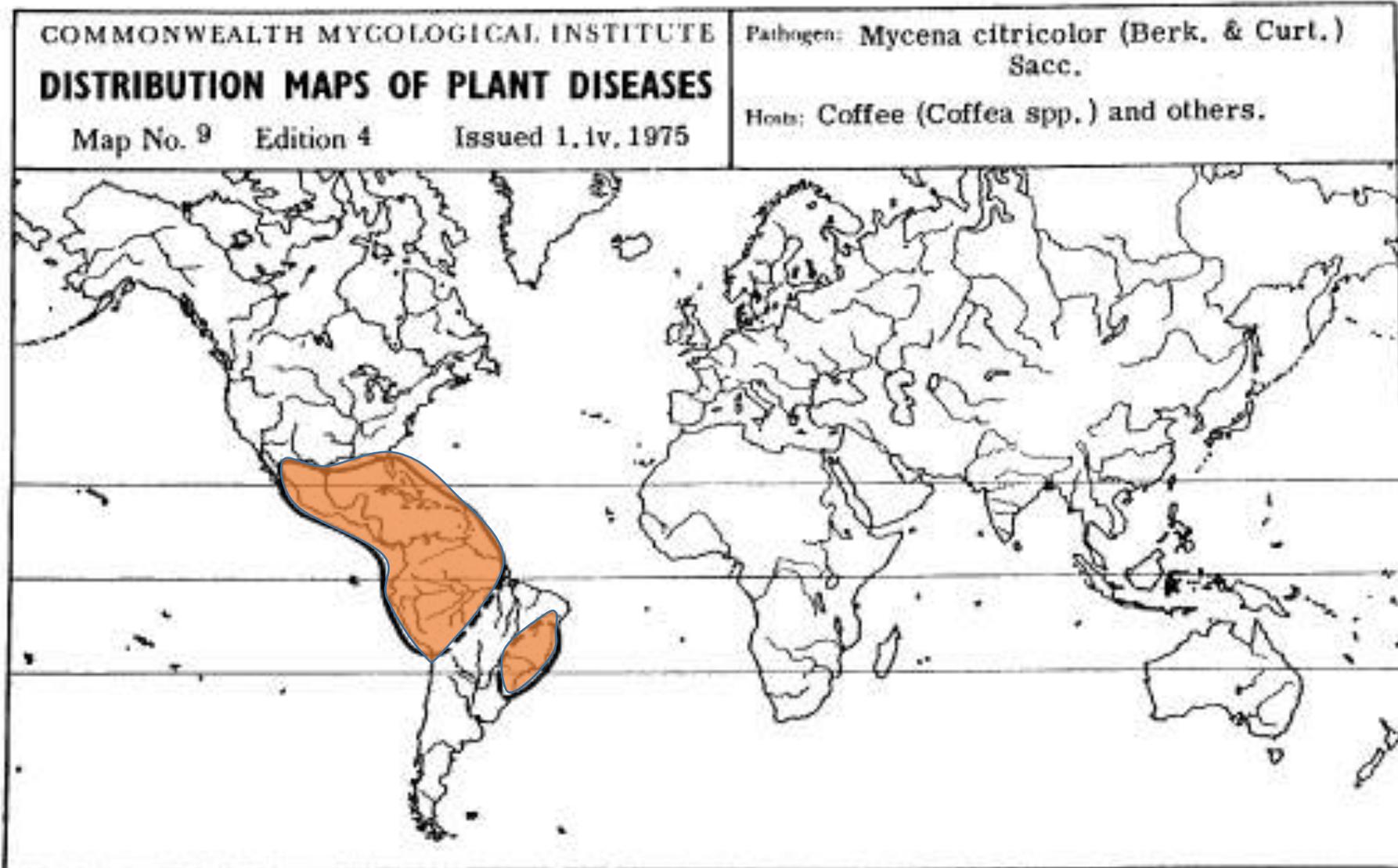
Stilbella flavidum (Cooke) Henn., Bol. Mus. Paraense Emilio Goeldi, ser. Bot. 4: 413 (1904)

Pistillaria flavida (Cooke) Speg., Revta Fac. Agron. Vet. Univ. Nac. La Plata 2: 342 (1896)

Stilbum flavidum Cooke, Grevillea 9 (49): 11 (1880)

Tomado de Granados M., 2015

Ojo de gallo (Distribución)



Ojo de gallo (Hospederos)

219 hospederos en 80 familias de plantas, incluyendo árboles de sombra de los géneros *Inga* y *Erythrina*, y muchas malezas asociadas al café

Cuadro 2.5. Especies de árboles registradas en 27 fincas con historial de ojo de gallo, porcentaje de uso como sombra y presencia de síntomas y signos de *Mycena citricolor*, Zona de Los Santos, Costa Rica, 2011-2014.

Especies	Nombre común	Familia	Porcentaje de uso ^a	Presencia de Síntomas/Signos
<i>Annona cherimola</i> Miller	Anona	Annonaceae	18	+/+
<i>Erythrina</i> L.	Poró	Leguminosae	96	+/+
<i>Ficus</i> L.	Higuito	Moraceae	7	+/-
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nispero	Rosaceae	4	+/+
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Lauraceae	22	+/+
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Myrtaceae	11	+/+
<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Euphorbiaceae	7	+/+
<i>Senna papillosa</i>	Vainillo	Leguminosae	nd	+/+

a: porcentaje de fincas que usan la especie como árbol de sombra.

Tomado de Granados M., 2015

Ojo de gallo (Hospederos)



Figura 2.7. Árboles de sombra con síntomas de ojo de gallo. A) y B) *Erythrina* spp., C) *Eriobotrya japonica*, D) *Psidium guajava* y E) *Persea americana*.

Tomado de Granados M., 2015

Ojo de gallo (Hospederos)

Cuadro 2.6. Especie, nombre común y familia de arvenses con síntomas y signos de *Mycena citricolor* halladas en las fincas de estudio, Zona de Los Santos, Costa Rica, 2012-2014.

Especie	Nombre común	Familia
<i>Amaranthus</i> L.	nd	Amaranthaceae
<i>Aneilema</i> R.Br	nd	Commelinaceae
<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	Moquillo	Basellaceae
<i>Begonia</i> L.	Begonia	Begoniaceae
<i>Bryophyllum calycinum</i> Salisb.	Hoja de aire	Crassulaceae
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	nd	Solanaceae
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	Trepadora	Vitaceae
<i>Citharexylum donnell-smithii</i> Greenm.	Dama	Verbenaceae
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Ñerbillo	Commelinaceae
<i>Commelina erecta</i> L.	Ñerbillo	Commelinaceae
<i>Crassocephalum crepidioides</i> S. Moore	Clavelillo	Asteraceae
<i>Dracaena deremensis</i> Engl.	Caña india	Dracaenaceae
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	Helecho	Dryopteridaceae
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	Mielcilla	Asteraceae
<i>Hypoestes phyllostachya</i> Baker	Sarampión	Acanthaceae
<i>Ipomoea nil</i> Roth	Campanilla	Convolvulaceae
<i>Iresine celosia</i> L.	Zorrillo	Amaranthaceae
<i>Myrsine subsessilis</i> F. Muell.	Ratoncillo	Myrsinaceae
<i>Paspalum candidum</i> Kunth	Zacate de agua	Poaceae
<i>Phaseolus dumosus</i> Macfad.	Frijol Cubá	Leguminosae
<i>Polypodium</i> L.	Helecho	Polypodiaceae
<i>Pteridium caudatum</i> Maxon	Helecho macho	Dennstaedtiaceae
<i>Rubus adenothyrus</i> Cardot	Mora silvestre /Zarzamora	Rosaceae
<i>Solanum betaceum</i> Cav.	Tomate de palo	Solanaceae
<i>Spananthe paniculata</i> Jacq	Carricillo	Apiaceae
<i>Spermacoce assurgens</i> Ruiz & Pav.	Chiquizacillo	Rubiaceae
<i>Verbesina turbacensis</i> Kunth	Tora blanca	Asteraceae

Tomado de Granados M., 2015

Ojo de gallo (Hospederos)



Figura 2.10. Arvenses hospederos de *M. citricolor*. A) *Amaranthus* L., B) *A. cordifolia* (Ten.) Steenis, C) *Begonia* L., D) *B. calycinum* Salisb., E) *C. verticillata* (L.) Nicolson & C. E. Jarvis, F) *C. donnell-smithii* Greenm., G) *Commelina* L., H) *D. akremensis* Engl., I) *I. nil* Roth, J) *S. asurgens* Ruiz & Pav., K) *P. candidum* Kunth, L) *P. dasmosus* Macfad., M) y N) *Polypodium* L., Ñ) *P. caucatum* Maxon, O) *M. subsessilis* F Muell.

Tomado de Granados M., 2015

Ojo de gallo del café (Síntomas)



Ojo de gallo del café (Síntomas)



Ojo de gallo del café (Signos)



Fructificaciones sexuales (carpos)



Fructificaciones asexuales (gemmas)

Inducción de la producción del basidiocarpo

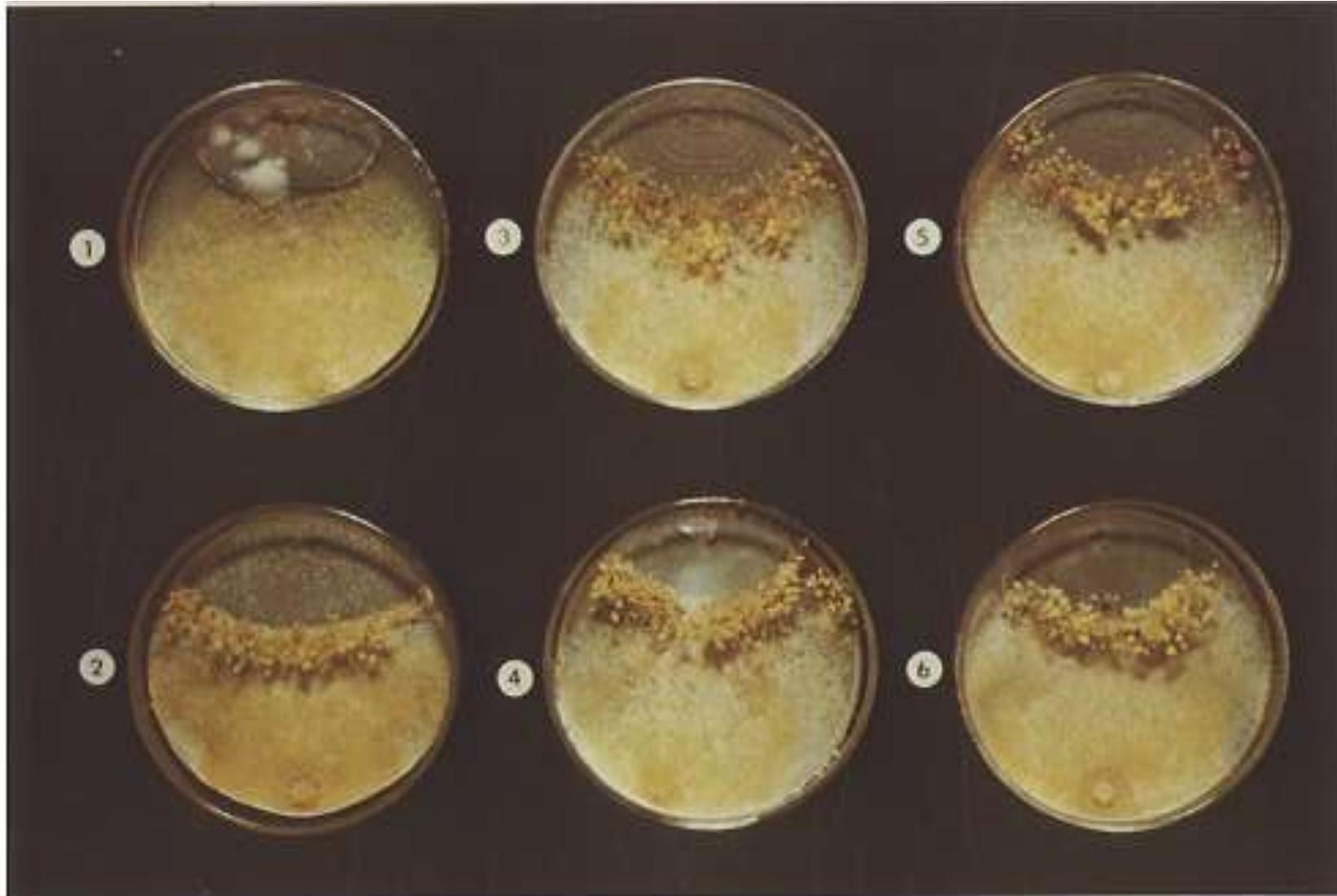


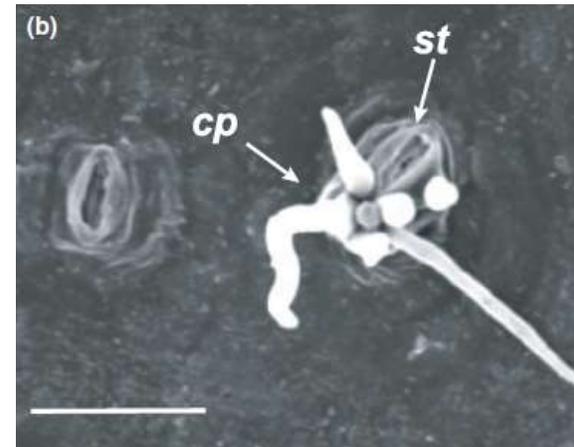
Plate II. Co-culture of *Mycena citricolor* with *Penicillium* spp. showing induction of basidiocarps of *M. citricolor*. 1: *Penicillium* sp. (non-inducer); 2: *P. ozanicum*; 3: *P. cyclopium*; 4: *P. viridicatum*; 5: *P. cyclopium*; 6: *P. palitans*.

Tomado de Salas
JA, Hancock JG,
1972.

Ojo de gallo del café ?



NO:
Es mancha de hierro,
Cercospora coffeicola

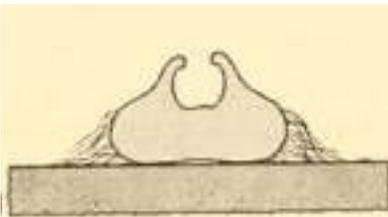
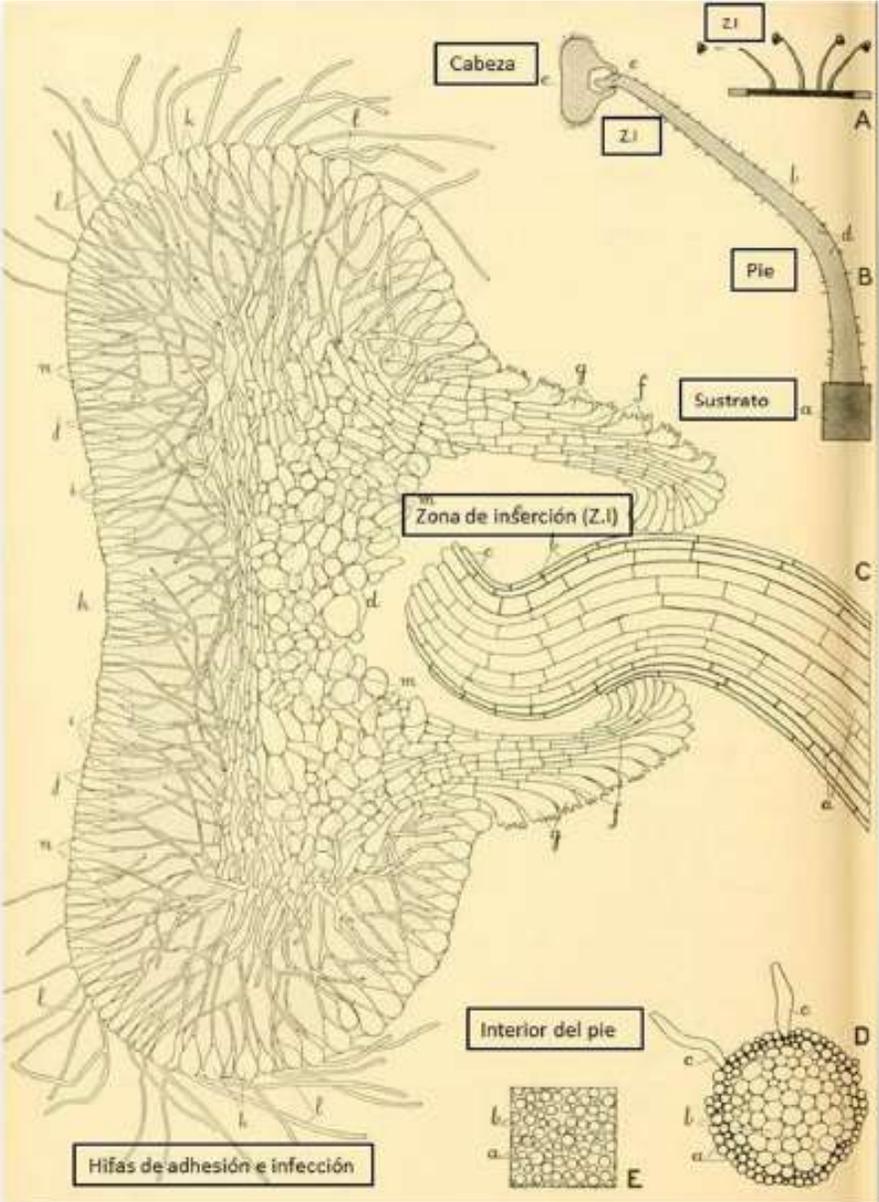


Tomado de
Coelho Souza et al., 2011

Otro Mycena: *Mycena theobromicola*



Ojo de gallo del café (Cabecita)

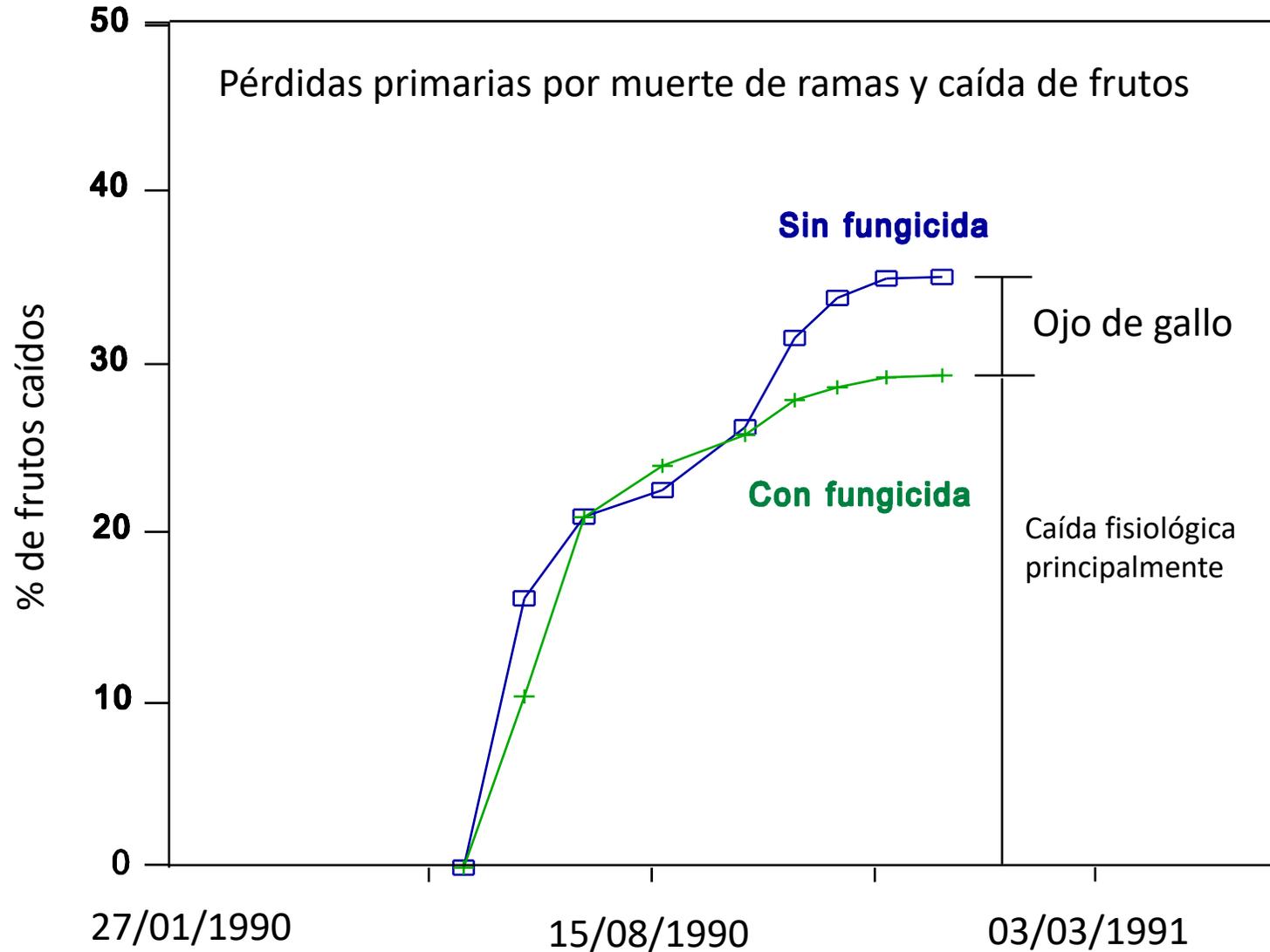


Buller, 1958 modificado por Granados M., 2015

Ojo de gallo del café (Impactos)



Ojo de gallo del café (Pérdidas: dos tipos de pérdidas)

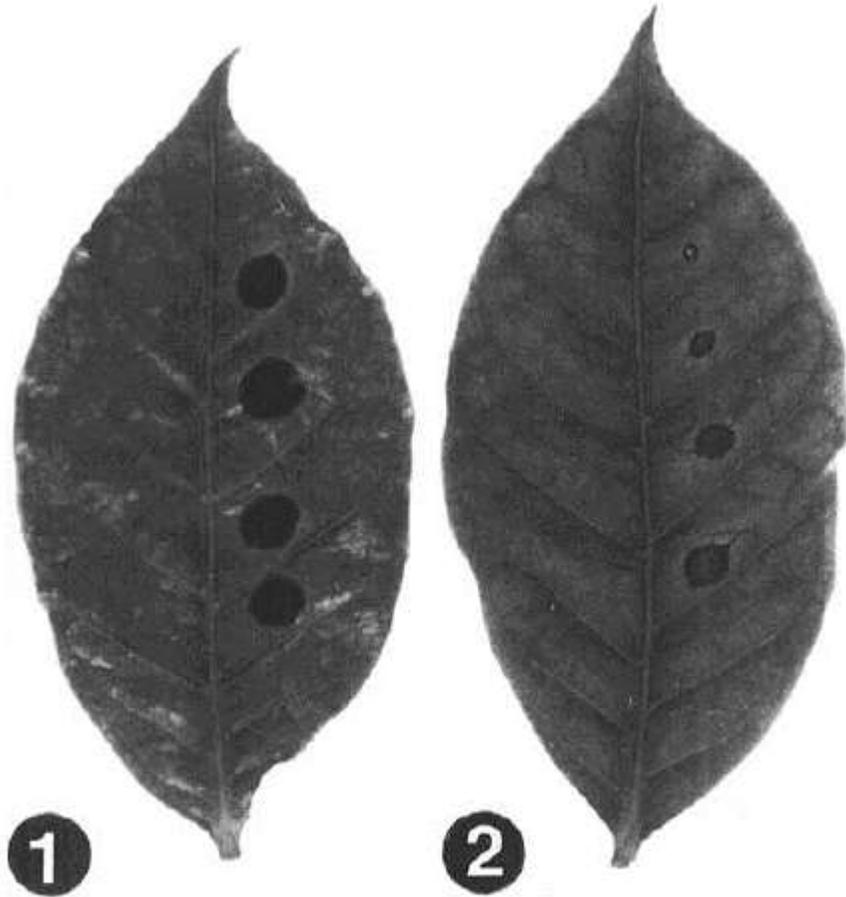


Pérdidas secundarias por muerte de ramas

Incidencia de 49% causó
pérdida primaria de 19% y
pérdida secundaria de 50%

Wang y Avelino, 1999

Ojo de gallo del café (patogénesis, ácido oxálico)



Figs. 1-2. Symptoms on coffee leaves. **1**, Right half, brownish necrotic lesions incited by *Mycena citricolor* 1 wk after inoculation. Left half, scratched uninoculated control. **2**, Right half, similar lesions as above induced by drops of oxalic acid solution at (from top) 0.1, 0.2, 0.4, and 0.8%, respectively; note increase in lesion size with increase in concentration of oxalic acid solution applied. Left half, scratched control.

Rao DV, Tewari JP, 1987.

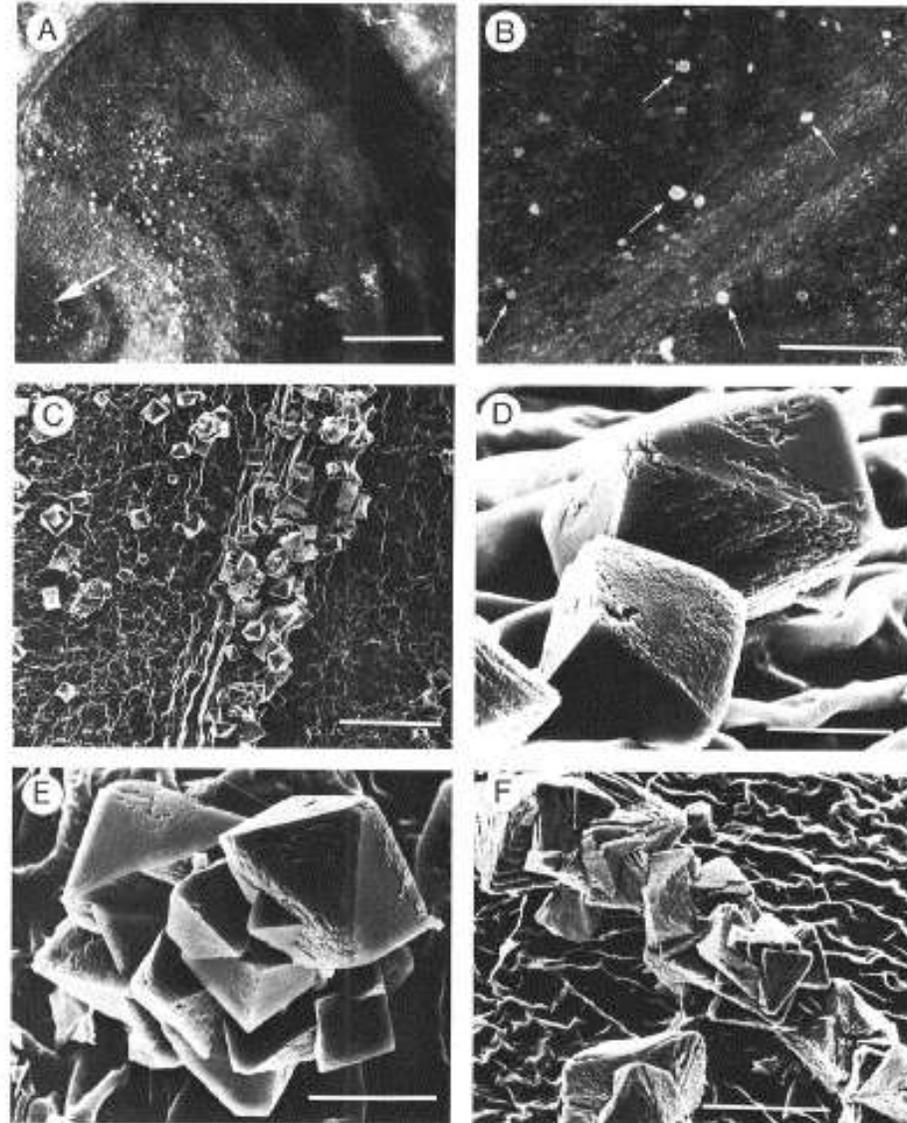


Fig. 1. Crystals and crystal aggregates of magnesium oxalate on the lower surface of the lesions on coffee leaves incited by *Mycena citricolor*. **A**, Light micrograph of leaf surface, showing single crystals. Large arrow indicates lesion center, and small arrows indicate lesion margin. Note the crystals on the lesion. Bar = 1,000 μ m. **B**, View of **A** at higher magnification. Arrows indicate single crystals. Bar = 300 μ m. **C**, Low-magnification scanning electron micrograph (SEM), showing predominantly single rhombic crystals. Many are associated with the vein. Bar = 200 μ m. **D**, SEM close-up of two single rhombic crystals. Bar = 15 μ m. **E**, SEM of dense aggregate. Bar = 20 μ m. **F**, SEM of crystal conglomerate, showing angular dehydrations. Bar = 100 μ m.

Rao DV, Tewari JP, 1989.

Ojo de gallo del café (Periodo de latencia)

Cuadro 2.12. Cantidad máxima de geminíferos desarrollados, tiempo de aparición de los primordios y tiempo a máxima cantidad de geminíferos originados por las lesiones producidas en follaje de café var. Caturra inoculado con gemas de campo provenientes de 7 cepas de *M. citricolor*, procedentes de las fincas de estudio, Zona de Los Santos, Costa Rica, 2014.

Cepa	Máxima cantidad geminíferos	Tiempo (días)	
		Aparición primordios	Máxima cantidad
McVol	23	16	18*
McCv	35	14	30
McCa	44	18	26
McAc	54	12	18*
McK	77	12	26
McBc	306	12	30
McSp	-	na	na

*: se evaluó hasta los 18 ddi.

Relaciones entre diferentes descriptores del ojo de gallo

Descripción de variables caracterizando la epidemia de ojo de gallo

Variable	coeficiente de correlación de Pearson			Rango de valores
	<i>Ia</i>	<i>I_{max}</i>	<i>S_{max}</i>	
<i>Ia</i>	1	0.87 **	0.82 **	[0.00, 0.90]
<i>I_{max}</i>	-	1	0.90 **	[0.0, 78.1]
<i>S_{max}</i>	-	-	1	[0.00, 6.11]

Avelino *et al.*, 2007

Ia = Índice de ataque, $\sum_{i=0}^3 \frac{i \cdot n_i}{3 \cdot N}$, *N* es el número de cafetos de la parcela, *n_i* el número de cafetos calificados *i*

i=0 significa planta sana, *i*=3 significa planta fuertemente atacada y defoliada, *i*=1 e *i*=2 para grados de ataque intermedios

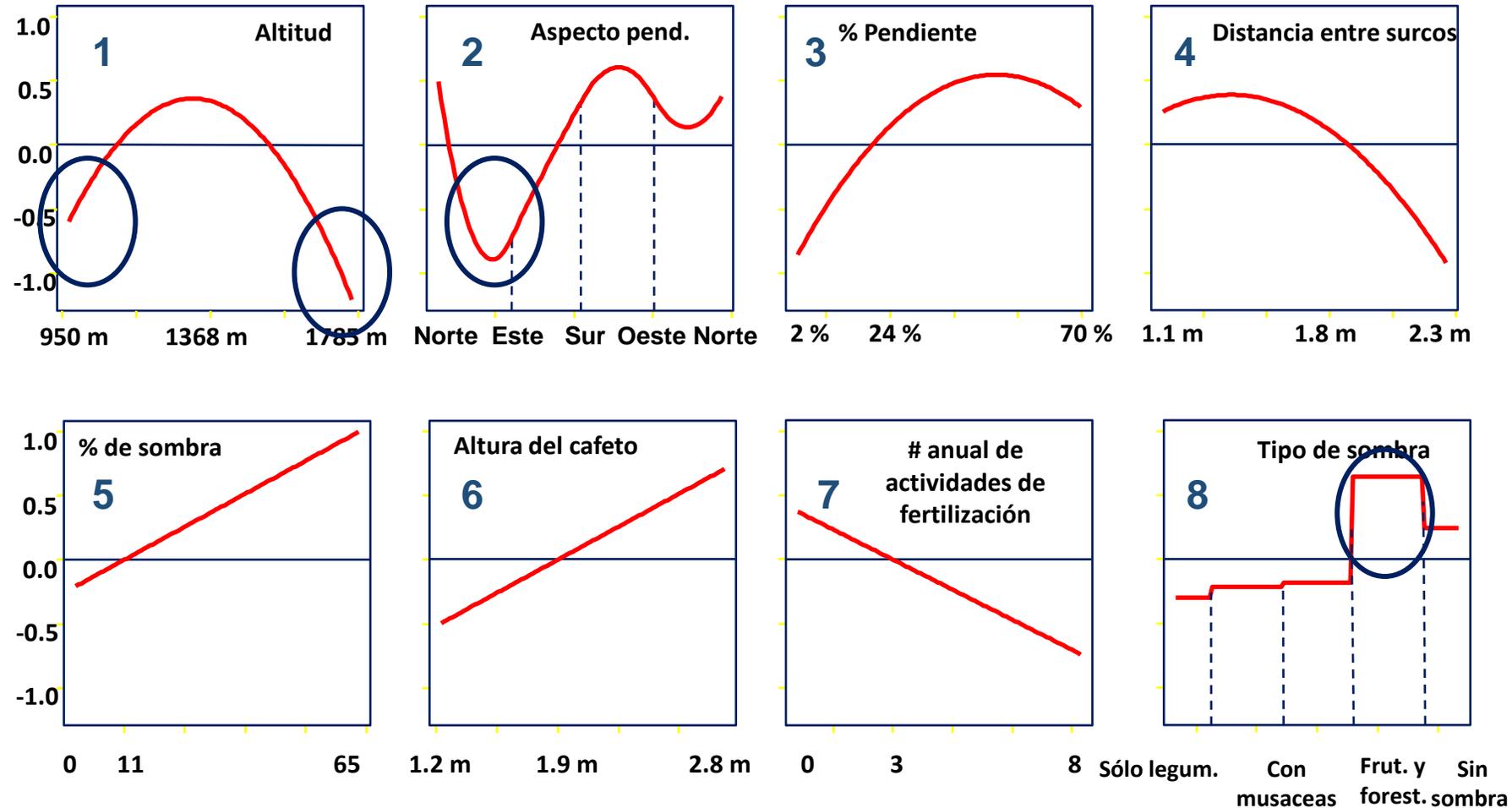
I_{max} = incidencia máxima en el año (porcentaje máximo de hojas jóvenes enfermas en el año)

S_{max} = severidad máxima en el año (valor máximo en el año de la relación número de lesiones/número de hojas jóvenes)

** Nivel de significancia , *p*<0.01

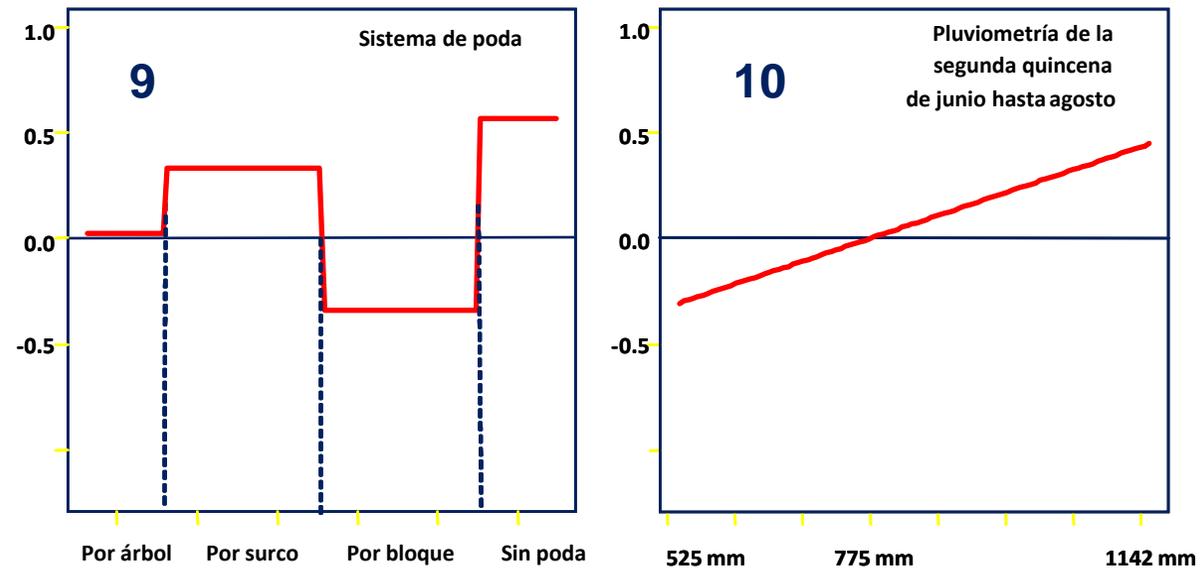
Principales predictores de I_a (Indice de ataque)

$$Y = f_A^1(X_1) + \dots + f_A^p(X_p) + \varepsilon$$



Avelino *et al.*, 2007

Principales predictores de I_a (Indice de ataque)



Avelino et al., 2007

Condiciones meteorológicas óptimas

- 20°C
- Alta humedad
- Poca luminosidad

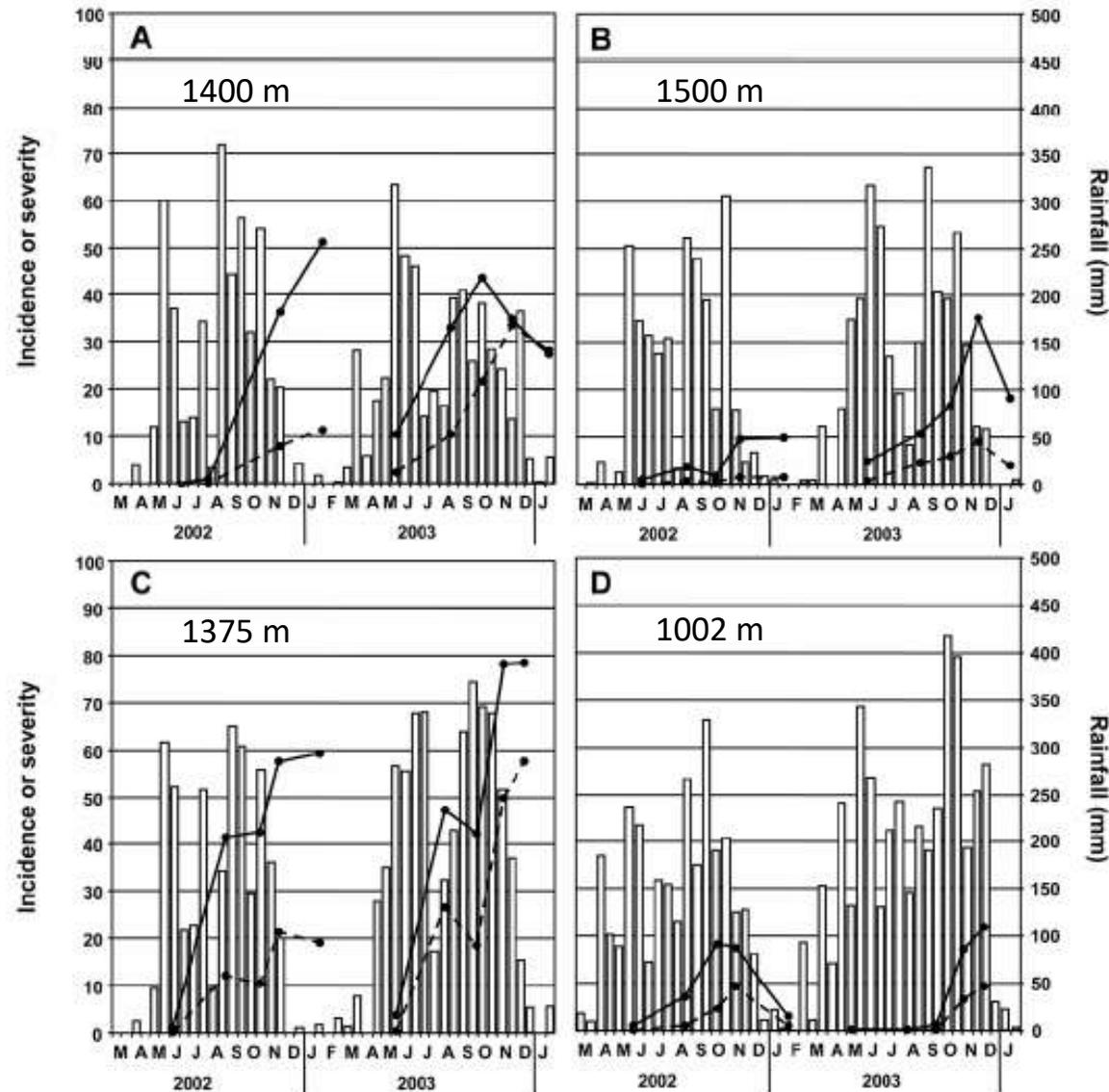
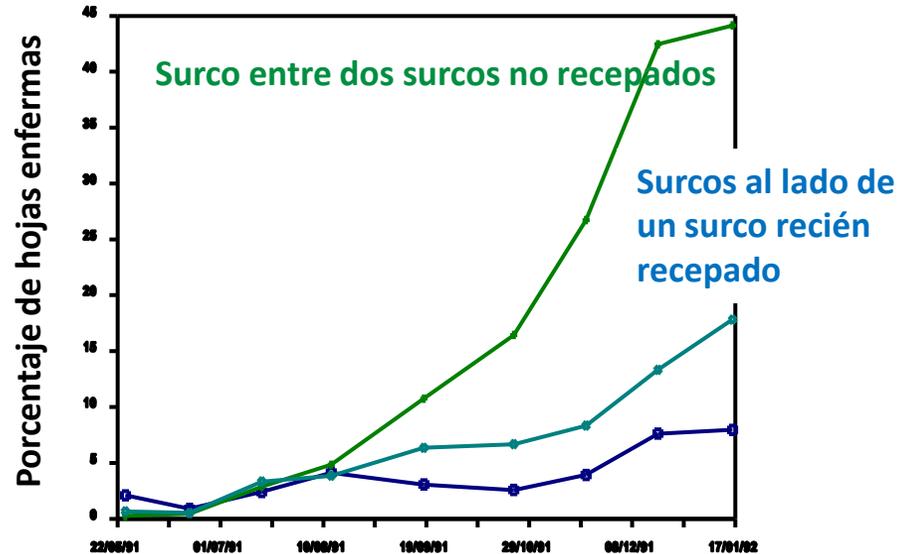


Fig. 3. Variation in incidence (percentages of infected young leaves, continuous lines) and severity (number of lesions for 10 young leaves, dotted lines) of American leaf spot disease of coffee depending on rainfall (histograms). A. Plot in Central Valley, 1,400 m above sea level, south-facing slope, 17% slope, distance between coffee rows 1.3 m, no shading. B. Plot at Tarrazá, 1,500 m above sea level, northeast-facing slope, 40% slope, distance between coffee rows 2.2 m, 26% shading. C. Plot in Western Valley, 1,375 m above sea level, west-facing slope, 32% slope, distance between coffee rows 1.7 m, no shading. D. Plot at Coto Brus, 1,002 m above sea level, west-facing slope, 35% slope, distance between coffee rows 2.2 m, 9% shading.

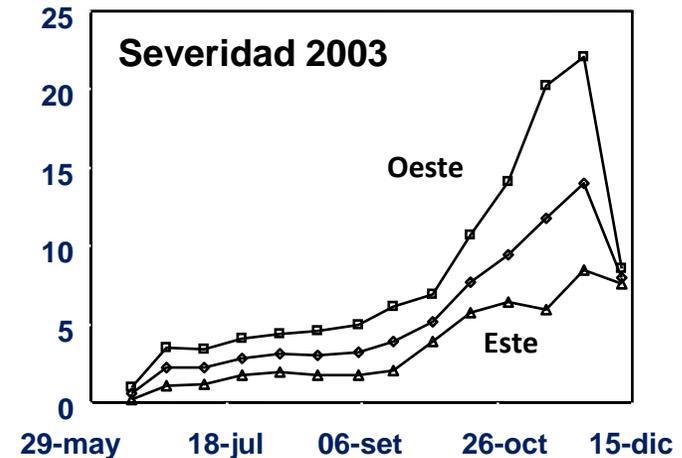
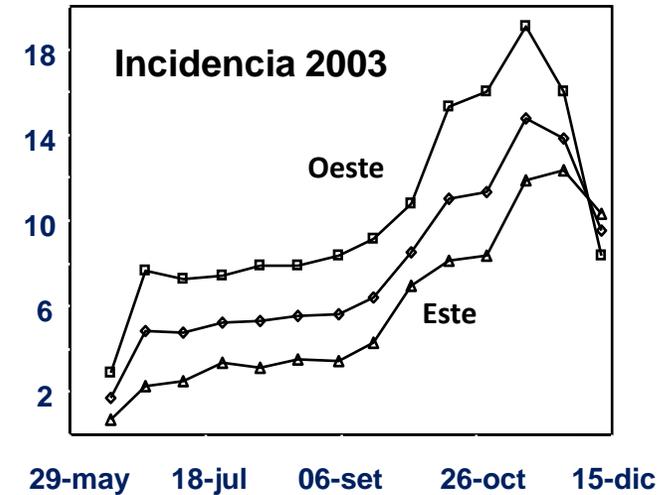
Avelino *et al.*, 2007

Una enfermedad altamente susceptible a las condiciones de humedad (efecto de los surcos vecinos y de la orientación de las ramas)

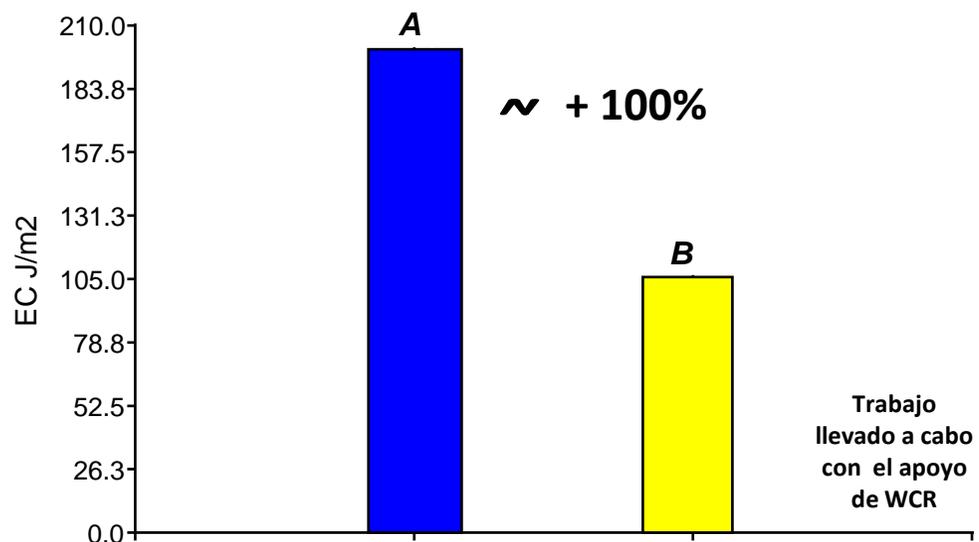


Efecto de la recepa por surco sobre el progreso del ojo de gallo; finca Nueve Aguas, Guatemala (Avelino et al., 1999)

Progreso del ojo de gallo en la finca Alsacea dependiendo de la orientación de las ramas. Incidencia : % de hojas jóvenes enfermas; Severidad : número de lesiones por 20 hojas jóvenes. \diamond Todas las ramas; \square Ramas mirando hacia el oeste; \triangle Ramas mirando hacia el este.



Efectos de la sombra sobre la energía cinética de las gotas de agua



% de incremento de la energía cinética de las gotas de agua (Van den Meersche *et al.*, en preparación)

Erythrina poeppigiana (podada)	19
Naranja	33
Cashá	55
Inga edulis	74
Musa sp.	78
Terminalia	200
Inga densiflora	239
Bactris gasipaes	253
Cordia alliodora	325
Erythrina poeppigiana (libre crecimiento)	377
Carapa guianensis	418

Trabajo llevado a cabo con el Proyecto Cascade CI-CATIE



Diferencias de patogenicidad según origen del inóculo (inoculaciones en Caturra)

Cuadro 2.16. Índice y nivel de patogenicidad para 17 de las 20 cepas de *M. citricolor* estudiadas.

Cepa	IP	Nivel de patogenicidad*
McEp_L**	0,00	Bajo
McPo_L	0,01	Bajo
McCd_L	0,02	Bajo
McCv_L	0,03	Bajo
McAc_L	0,05	Bajo
McBc_L	0,06	Bajo
McCc_L	0,08	Bajo
McIn_L	0,11	Bajo
McCo_L	0,14	Bajo
McPa_L	0,16	Bajo
McIc_L	1,86	Bajo
McCv_C**	2,67	Bajo
Caturra McCa_C	3,67	Bajo
McVol_C	7,03	Medio
Anredera cordifolia McAc_C	9,11	Medio
Catimor McK_C	9,94	Medio
Bryophyllum calycinum McBc_C	18,87	Alto

*: para determinar el nivel de patogenicidad se construyeron tres categorías, bajo, intermedio y alto, de acuerdo a los niveles mínimo y máximo del IP, así el nivel bajo lo constituyen los aislamientos con IP desde 0 hasta 6,29, el nivel medio va desde 0,6291 hasta 12,58 y el nivel alto los valores entre 12,59 hasta 18,87.

** L: Laboratorio, C: Campo

Diferencias de patogenicidad según origen del inóculo

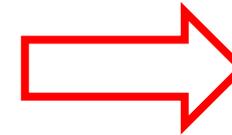
Inóculo de *Bryophyllum calycinum* (hoja de aire) 5 veces más patogénico que él de Caturra



Inóculo de *Anredera cordifolia* (moquillo) 2-3 veces más patogénico que él de Caturra

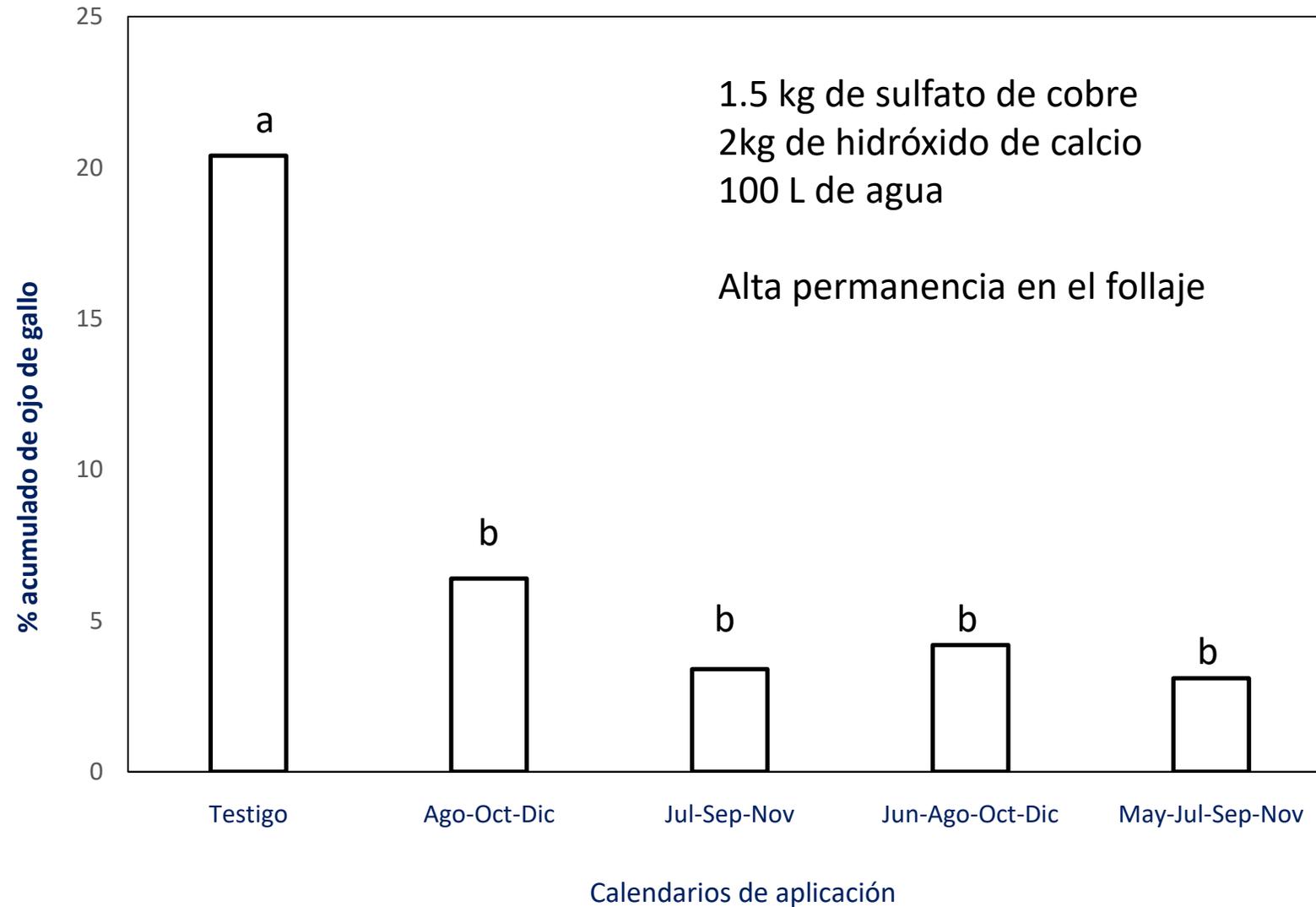


Inóculo de Catimor 2-3 veces más patogénico que él de Caturra



Estos sustratos son posiblemente mejores para la producción de gemas de mejor calidad y con alto poder patogénico

Control químico: caldo bordelés alcalino, alternativa para café orgánico



Avelino et al., 1992

Control químico: persistencia del caldo bordelés de acuerdo a la alcalinidad

Effect of weathering on Copper in spray deposit

1975 : Pre-monsoon spray	Total Copper expressed in ug/cm ² of leaf area (Mean of 4 replicates)			
	pH 7 Bordeaux	pH 8 Bordeaux	pH 10 Bordeaux	pH 12 F
4 hours after spray	13.66	16.21	17.17	18
30 days after spray	4.90	7.30	8.15	16
60 days after spray	4.67	7.17	8.07	12
90 days after spray	4.09	5.60	8.02	12
120 days after spray	1.95	4.95	6.32	11
Retention of copper after 120 days	14.28%	30.54%	36.81%	58%

Tomado de Muthappa BN, Bakre SG, 1976

Control del ojo de gallo

- Evitar densidades arriba de 5000 plantas/ha; abrir la distancia entre surcos, especialmente en zonas con topografía favorable para la enfermedad (pendientes hacia el oeste, altitudes altas >1200m)
- Evitar sombra de maderables (altos) que incrementan la energía cinética de las gotas de agua
- Cuando es posible sembrar los surcos con la orientación Este-Oeste para mejorar la penetración del sol
- Evitar exceso de sombra que mantiene la humedad en el cafetal
- Manejar malezas que hospedan el hongo
- Podar el café para ventilar el cafetal y evitar autosombreamiento
- Control químico oportuno: Costa Rica, 3 aplicaciones de Alto (Ciproconazole, 500 mL) + Cepex (Validacin, 2 L) por hectárea o Silvacur (Tebuconazole, 700 mL) + Cepex (2 L) por hectárea.

Conclusiones y perspectivas

- La siembra acelerada de materiales resistentes a la roya de tipo Catimor incrementa el riesgo por ojo de gallo
- Aunque los pronósticos de cambio de clima no son favorables al ojo de gallo (incremento de temperatura), es importante considerar que podrían haber años de alto riesgo (años niña, ejemplo: 2010)
- Es importante establecer las nuevas plantaciones con materiales resistentes a la roya, considerando el riesgo por ojo de gallo (distancias de siembra, sombra, podas)
- El ojo de gallo y el café no han co-evolucionado, por lo cual no es probable encontrar materiales resistentes
- El manejo integrado de la enfermedad es necesario