

# Efectos de la sombra sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*)



J. Avelino



Costa Rica, Febrero 2013



El Salvador, Abril 2013



**Jacques Avelino**<sup>1,2,3</sup>

**Julia Badaroux**<sup>2</sup>

**Audrey Boudrot**<sup>1</sup>

**Alejandro Brenes**<sup>2</sup>

**Eduardo Granados**<sup>4</sup>

**Maxime Henrion**<sup>2</sup>

**Donal López**<sup>2</sup>

**Isabelle Merle**<sup>1</sup>

**Jimmy Pico**<sup>2</sup>

**Beatriz Segura**<sup>2</sup>

**Mark Smith**<sup>5</sup>

**Elías de Melo**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CIRAD, <sup>2</sup> CATIE

<sup>3</sup> IICA-PROMECAFE

<sup>4</sup> UCR, <sup>5</sup> WCR

[jacques.avelino@cirad.fr](mailto:jacques.avelino@cirad.fr)

# Efectos controvertidos

**La sombra favorece la roya**

**Staver C. et al., 2001  
Avelino J. et al., 2006  
Salgado B.G. et al., 2007  
López et al., 2012**

**La sombra no tiene efecto**

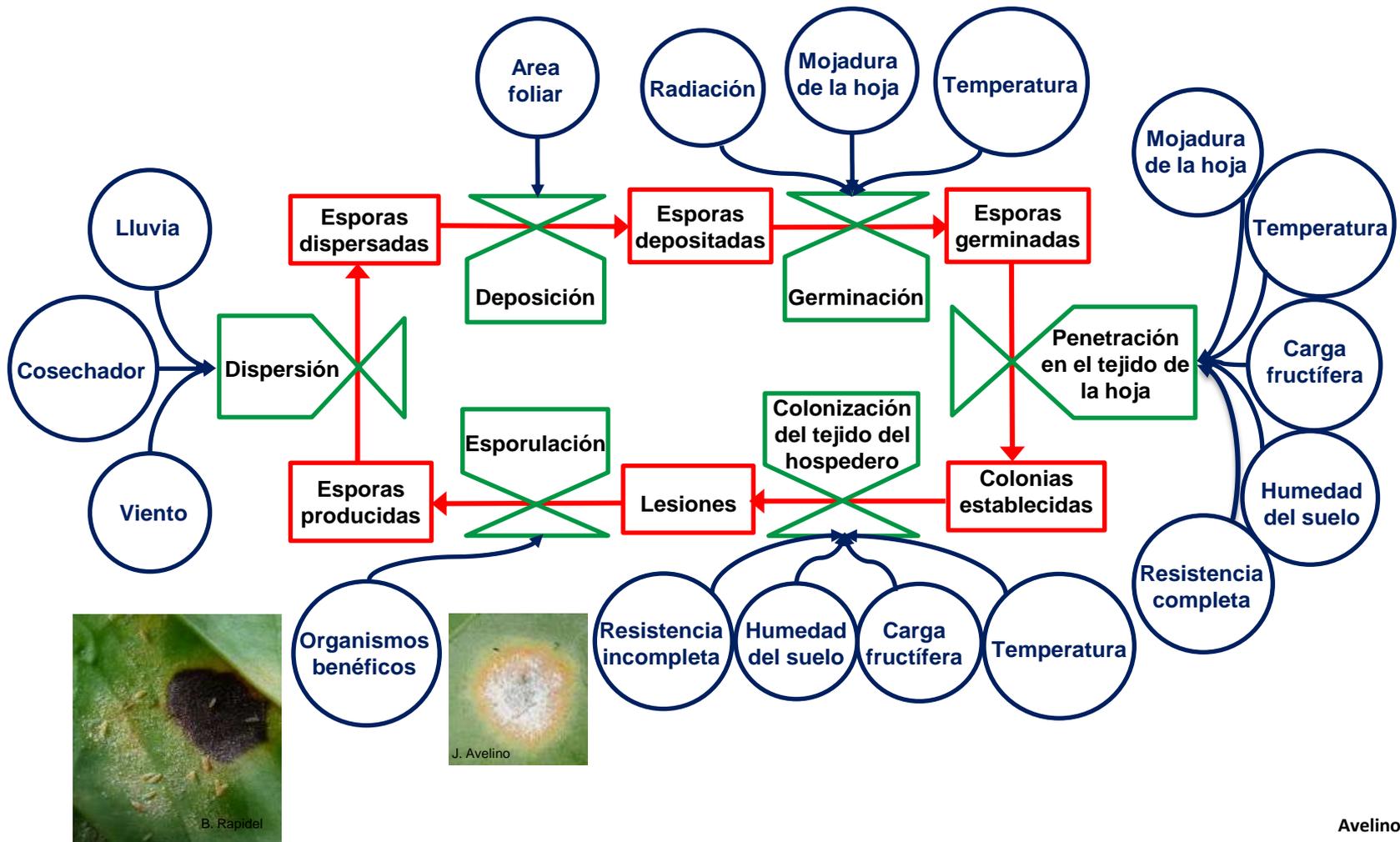
**Salgado B.G. et al., 2007**

**La sombra reduce la roya**

**Soto-Pinto L., 2002  
Avelino J. et al., 2006  
López et al., 2012**



# Representación simplificada del ciclo de la roya y los factores que lo afectan



# Efectos de la sombra sobre la roya



C. Allinne

	Sombra	Sol
Dispersión en el aire		
Salpique		
Lavado		
Deposición		
Germinación + penetración		
Colonización		
Esporulación		



Un enfoque por procesos para entender mejor el efecto de la sombra

# Efectos de la sombra sobre la roya

Pleno sol



*Erythrina poeppigiana*  
= Poró, Pito

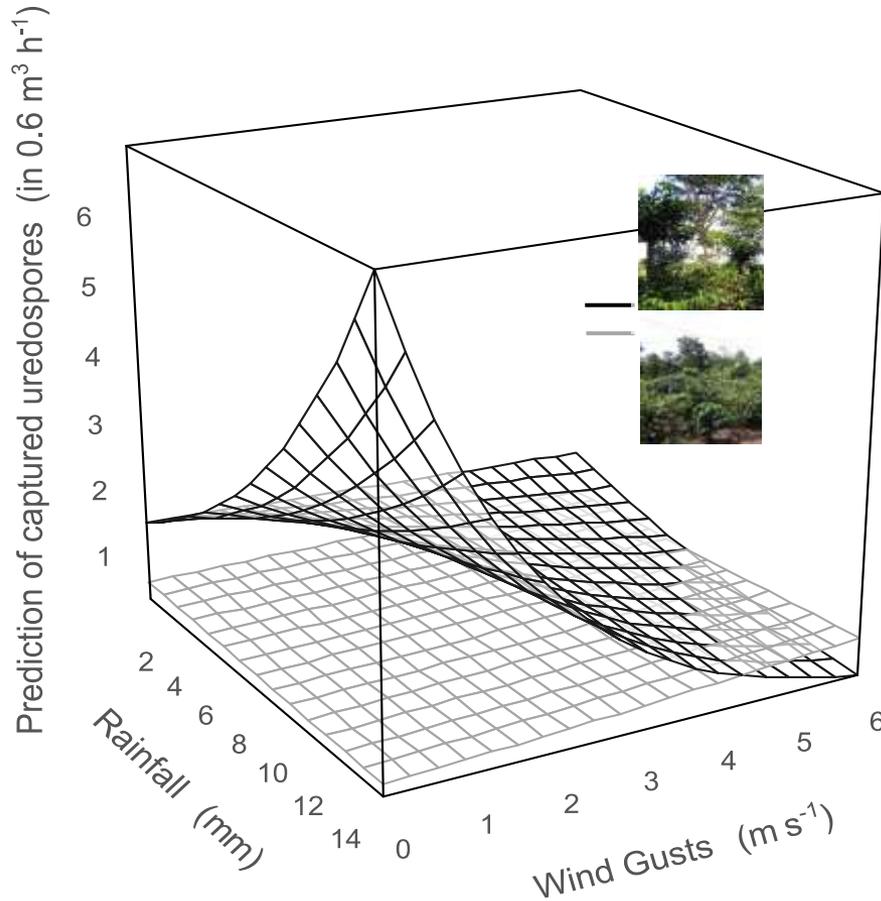


*Chloroleucon eurycyclum*  
= Cashá



Cashá + Poró

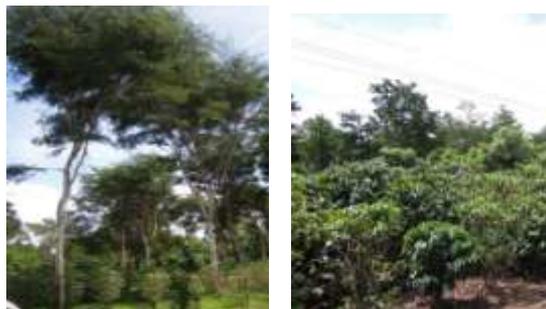
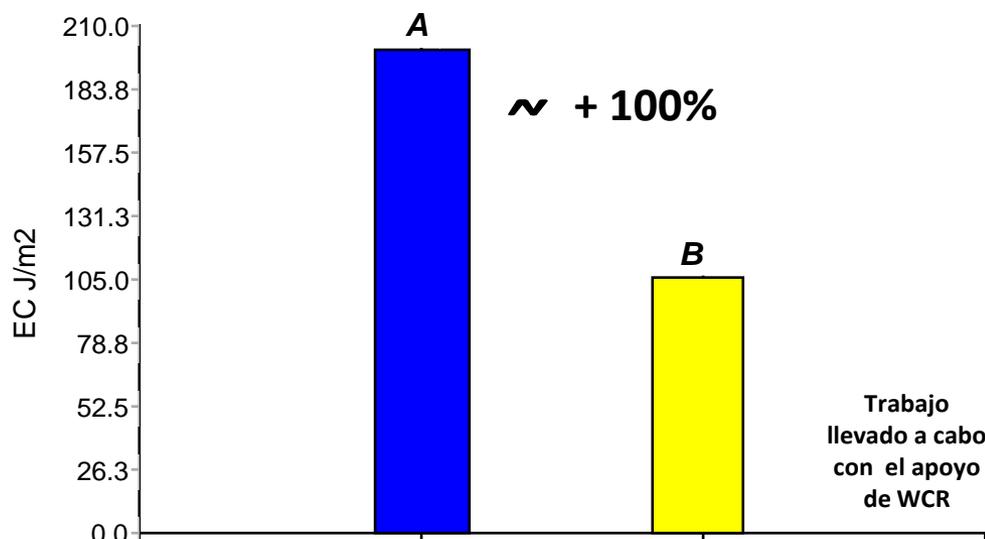
# Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana* + *Chloroleucon eurycyclum*) sobre la **dispersión en el aire** de las esporas de roya **cuando llueve**



**Cuando llueve, bajo sombra, la energía cinética de las gotas de agua se incrementa, lo que conduce a liberar más esporas bajo sombra que a pleno sol**

**Rasgos de sombra de interés para limitar este efecto: tamaño del árbol, de la hoja, su forma...**

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



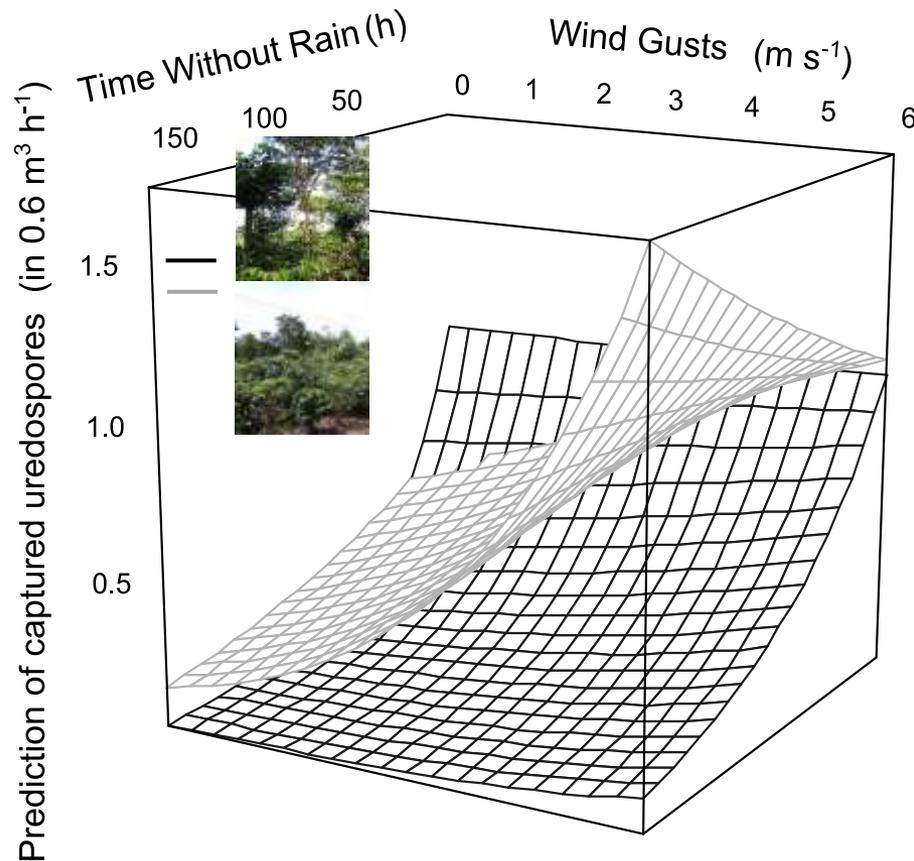
% de incremento de la energía cinética de las gotas de agua (Van den Meersche *et al.*, en preparación)

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

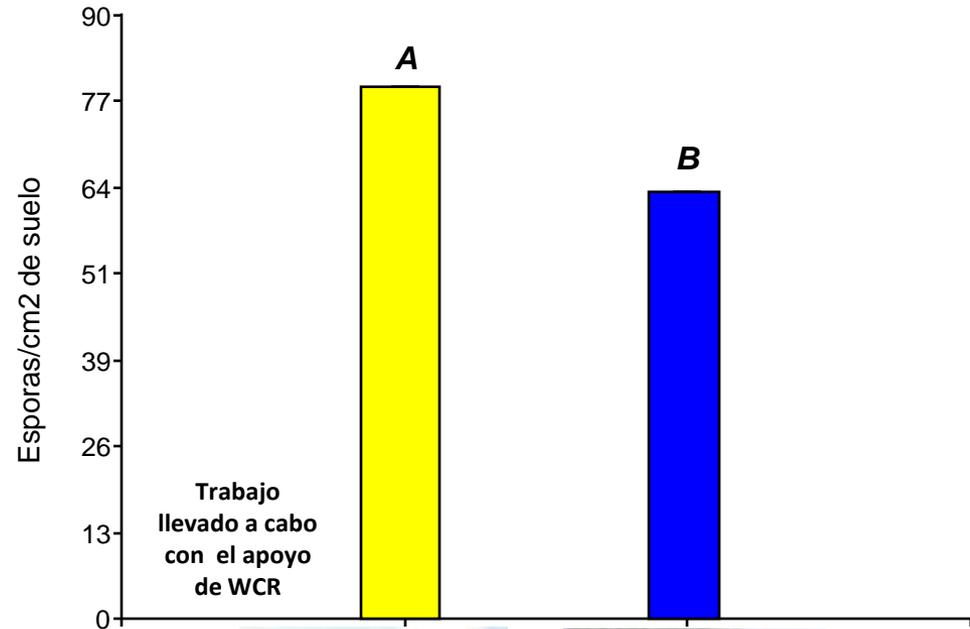


# Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana* + *Chloroleucon eurycyclum*) sobre la dispersión en el aire de las esporas de roya en días secos



Quando no llueve, bajo sombra, la dispersión de la roya es menor posiblemente porque la sombra intercepta el viento

# Efectos de la sombra *Chloroleucon eurycyclum* sobre el lavado de esporas



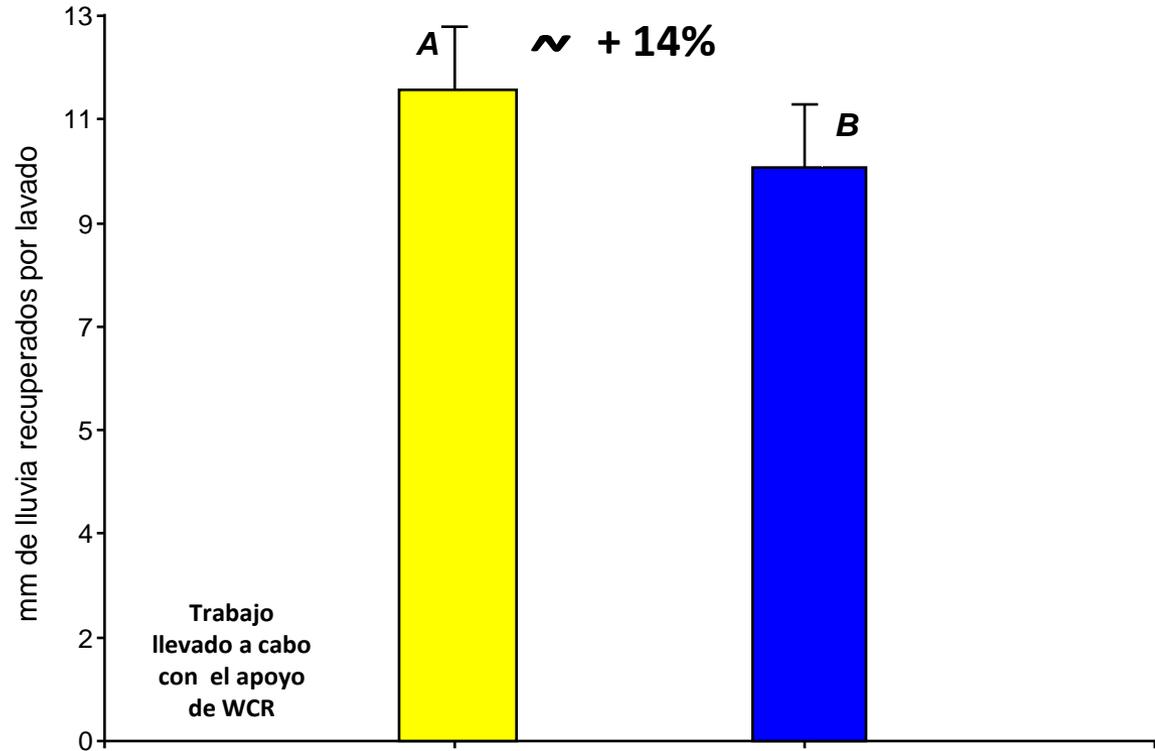
~ 778 000 esporas perdidas en promedio abajo de un cafeto por cada evento lluvioso a pleno sol y sólo ~ 586 000 bajo sombra



# Efectos de la sombra *Chloroleucon eurycyclum* sobre el lavado de esporas



Se recoge mayor cantidad de agua al sol que bajo sombra; esto explica el lavado de esporas mayor al sol



## Efectos de la sombra *Chloroleucon eurycyclum* sobre el salpique de esporas



Trabajo  
llevado a cabo  
con el apoyo  
de WCR

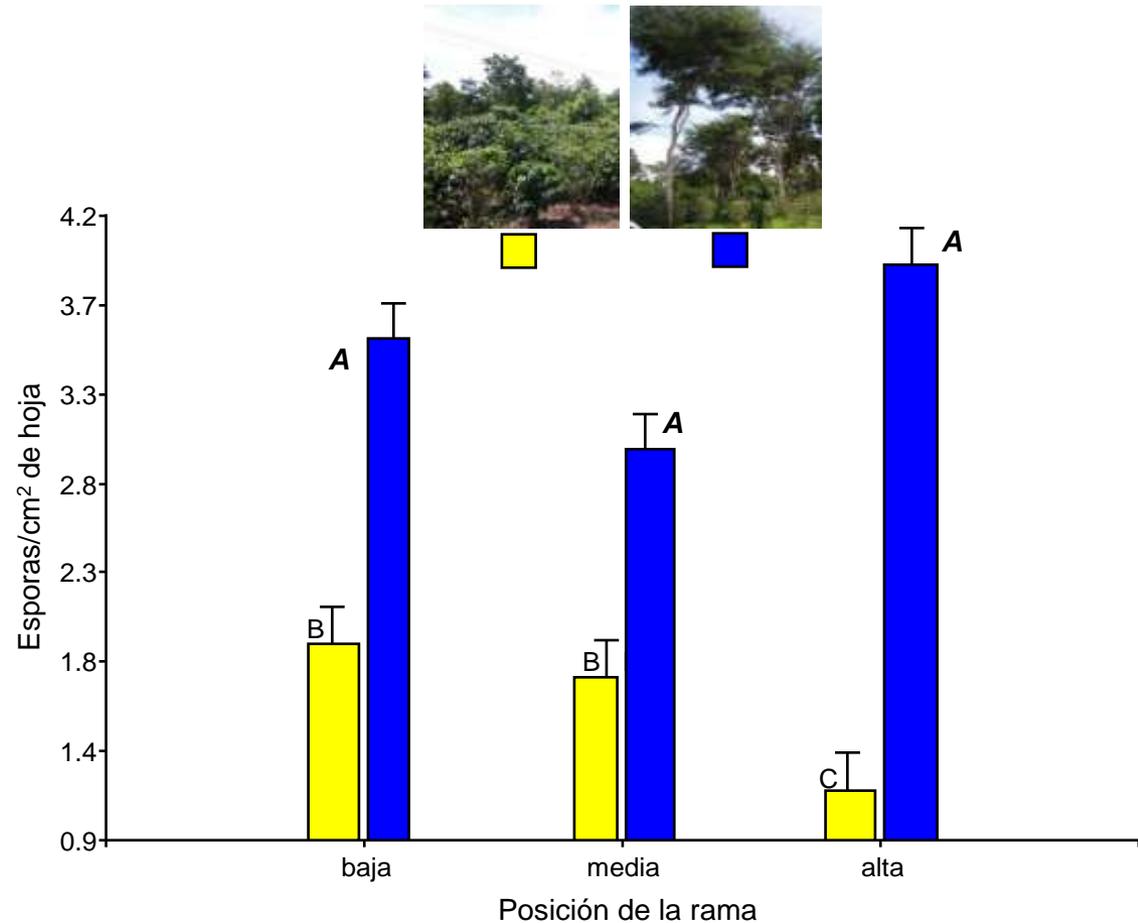


Sólo 3% de capturas (sobre 2064 placas analizadas), posiblemente, eventos poco probables (igual en sombra y al sol)

# Efectos de la sombra *Chloroleucon eurycyclum* sobre la deposición de esporas



Trabajo  
llevado a cabo  
con el apoyo  
de WCR

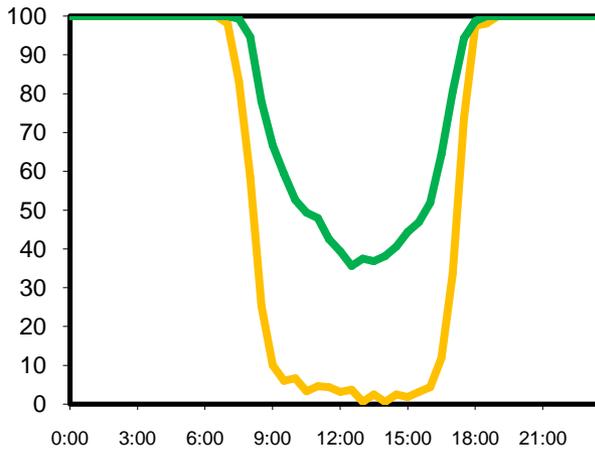


**Mayor deposición de esporas en sombra que a pleno sol, especialmente en la parte alta del cafeto, posiblemente por el menor lavado y también el mayor stock de inóculo en sombra**

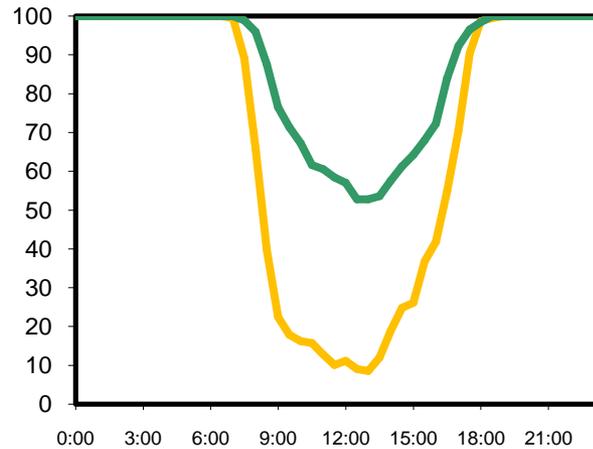


# Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*) sobre la mojadura de la hoja a lo largo del día

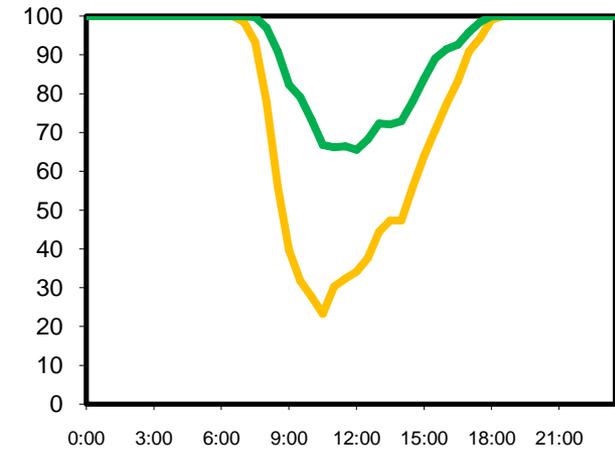
Días secos



Días con lluvia < 5 mm



Días con lluvia > 5 mm



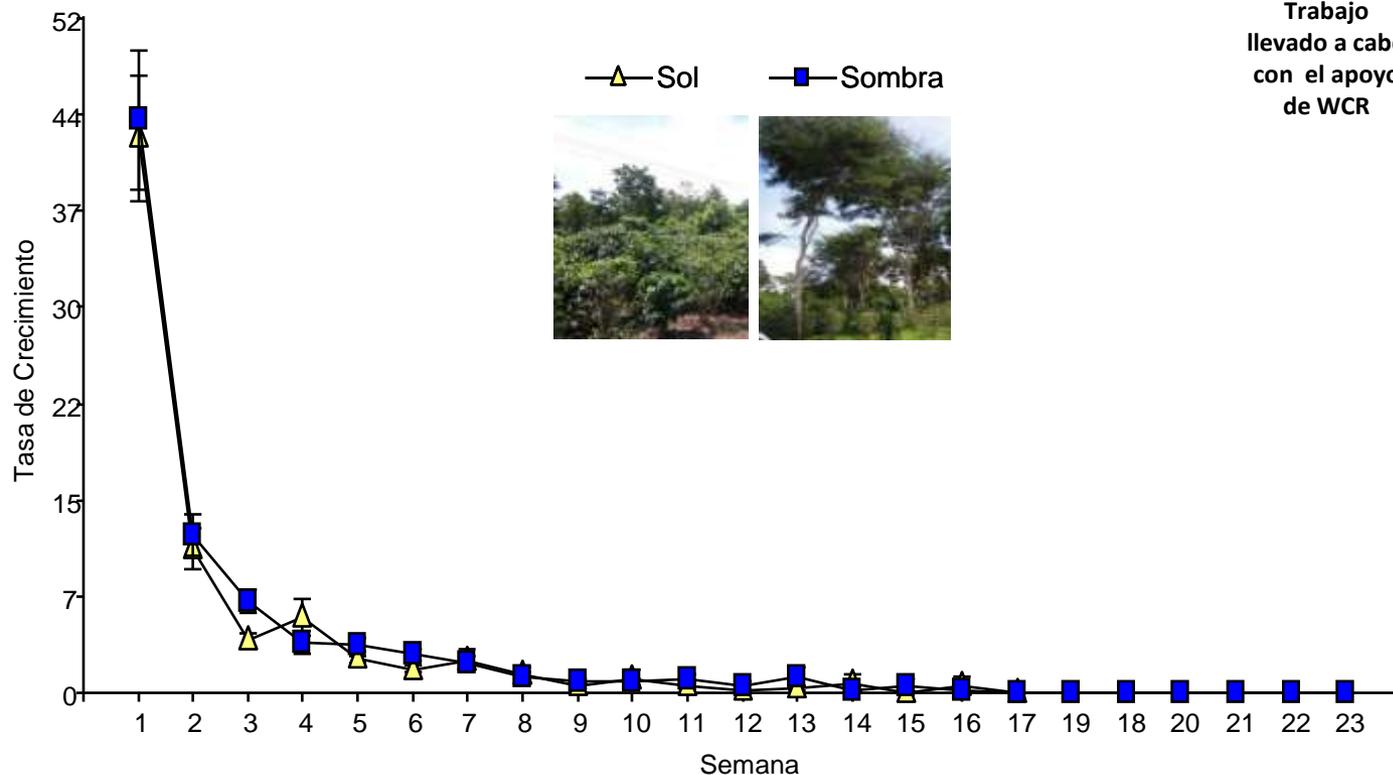
Horas



**La sombra mantiene la mojadura de la hoja más alta durante la época de lluvias**

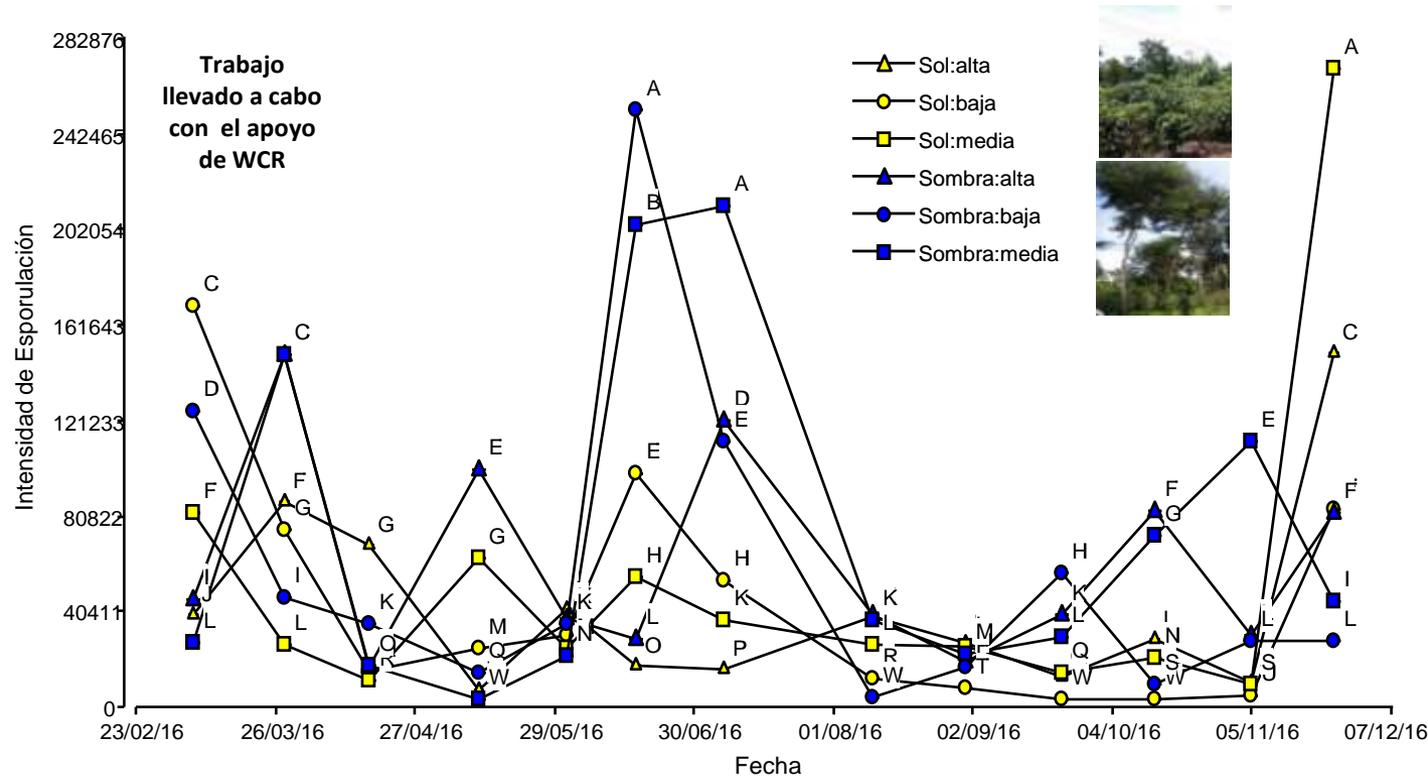
# Efecto de la sombra *Chloroleucon eurycyclum* sobre la fase de **colonización** de la hoja (**crecimiento de las lesiones**)

Trabajo  
llevado a cabo  
con el apoyo  
de WCR



**No encontramos diferencias en la tasa de crecimiento de las lesiones entre sombra y sol**

# Efectos de la sombra *Chloroleucon eurycyclum* sobre la intensidad de la esporulación (esporas / cm<sup>2</sup> de lesión esporulada)

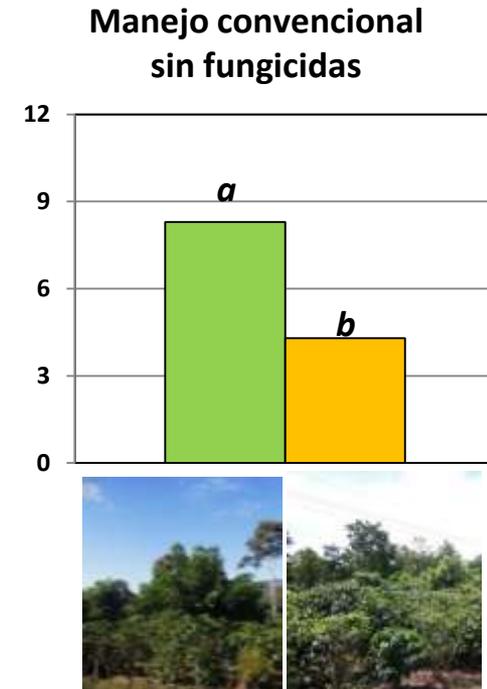
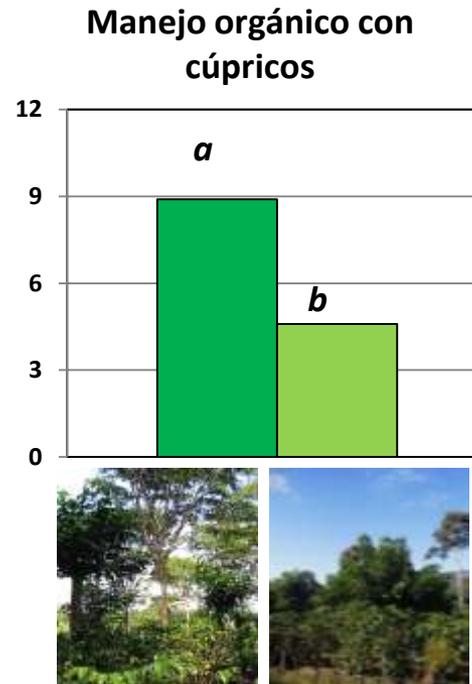
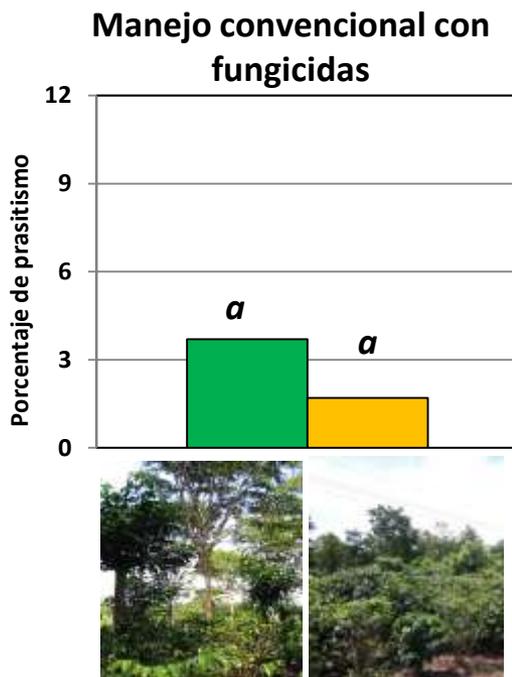


**Interacción sombra x estrato del café x fecha de observación para la intensidad de esporulación**

**64 000 esporas cm<sup>-2</sup> en promedio bajo sombra > 46 000 cm<sup>-2</sup> al sol**



## Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*, *E. poeppigiana* + *Chloroleucon eurycyclum*) y el manejo sobre el **parasitismo de las lesiones esporuladas por *Lecanicillium lecanii***



**A mayor cobertura de sombra se favorece más el enemigo natural de la roya (*Lecanicillium lecanii*)**

# Efectos de la sombra sobre la roya



	Sombra	Sol	Autor
Dispersión en el aire	+/-	+/-	Boudrot <i>et al.</i> , 2016 Brenes, 2016
Salpique	?	?	Segura, 2016
Lavado	-	+	Segura, 2016
Deposición	+	-	Segura, 2016
Germinación + penetración	+/-	+/-	López-Bravo et al., 2012
Colonización	=	=	Brenes, 2016
Intensidad de la esporulación	+/-	+/-	Pico, 2014 Granados, 2015 Brenes, 2016 Segura 2016

- + Favorece
- Reduce
- = Igual
- +/- Interacciones

**Pero : el impacto de la roya bajo sombra es menor (mayor longevidad de las hojas)**

# Efectos de la sombra sobre la roya

**Lavado: un efecto crítico**



	Sombra		Sol
# de esporas por rama en promedio	63 579	= 2.5 x	25 638
Esporas perdidas por lavado por $\text{cm}^{-2}$ de suelo en promedio en un evento lluvioso	52	= 0.75 x	69

**Pérdida de esporas a Pleno Sol = 3.3 veces la de bajo Sombra**

# Conclusiones sobre los efectos de la sombra

- La sombra es necesaria: es una práctica que va a ayudar a adaptarse al cambio climático
- Pero, hay que tratar de reducir ciertos efectos desfavorables, especialmente efectos sobre la roya, manteniendo los efectos favorables
- Cómo incrementar la penetración del agua en la parcela bajo sombra y reducir la energía cinética de las gotas de agua ?
- Qué rasgos de los árboles de sombra ? : *forma y tamaño de las hojas (pequeñas, recortadas), rigidez (flexible), altura del árbol (árboles pequeños)*
- Qué manejo ? : *alta cobertura durante la época seca, y baja cobertura durante la época de lluvias*