



XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

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



J. Avelino



Costa Rica, Febrero 2013



El Salvador, Abril 2013



Jacques Avelino^{1,2,3}

Julia Badaroux²

Audrey Boudrot¹

Alejandro Brenes²

Eduardo Granados⁴

Maxime Henrion²

Donal López²

Isabelle Merle¹

Jimmy Pico²

Beatriz Segura²

Mark Smith⁵

Elías de Melo²

¹ CIRAD, ² CATIE

³ IICA-PROMECAFE

⁴ UCR, ⁵ WCR

jacques.avelino@cirad.fr



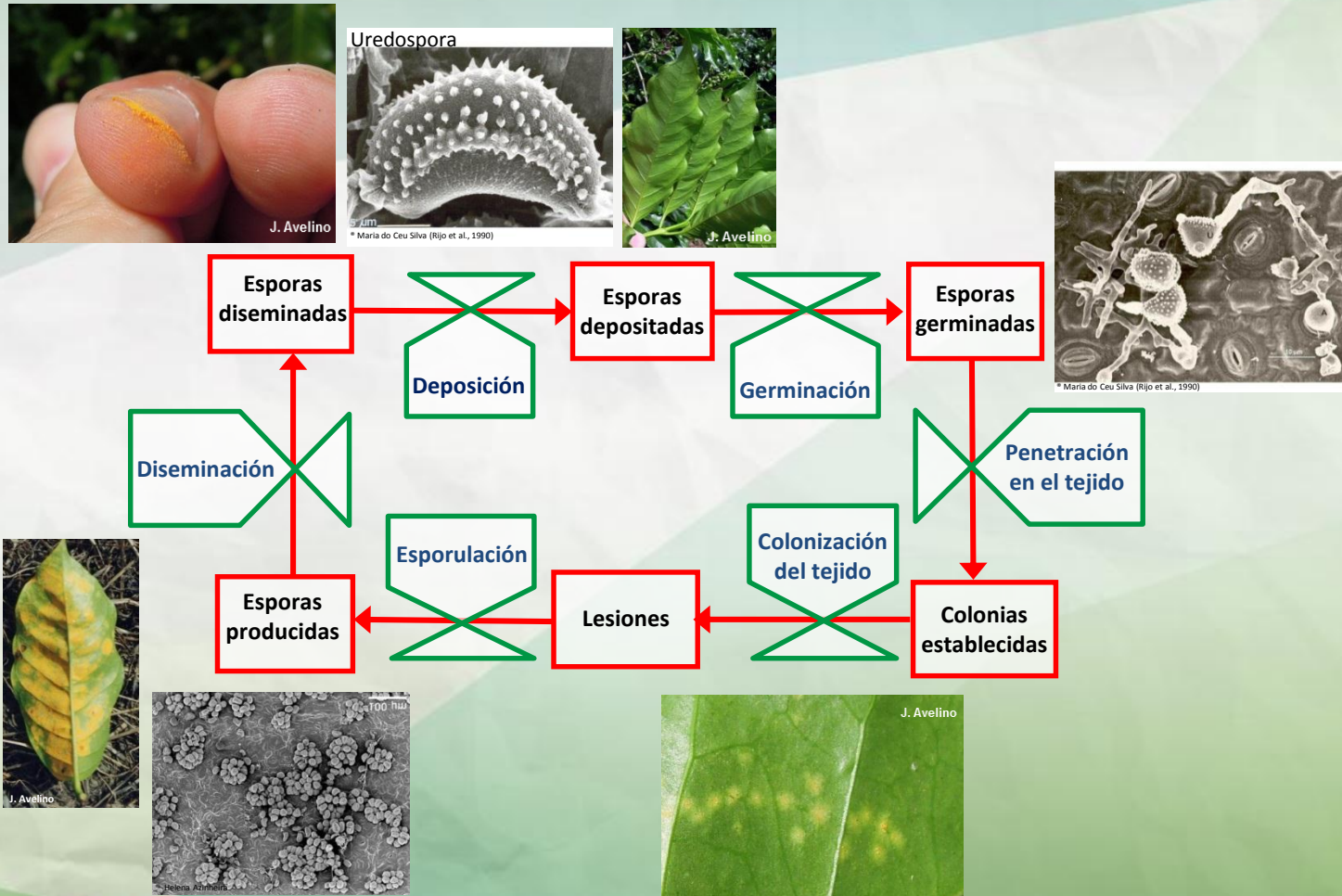
Efectos controvertidos

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



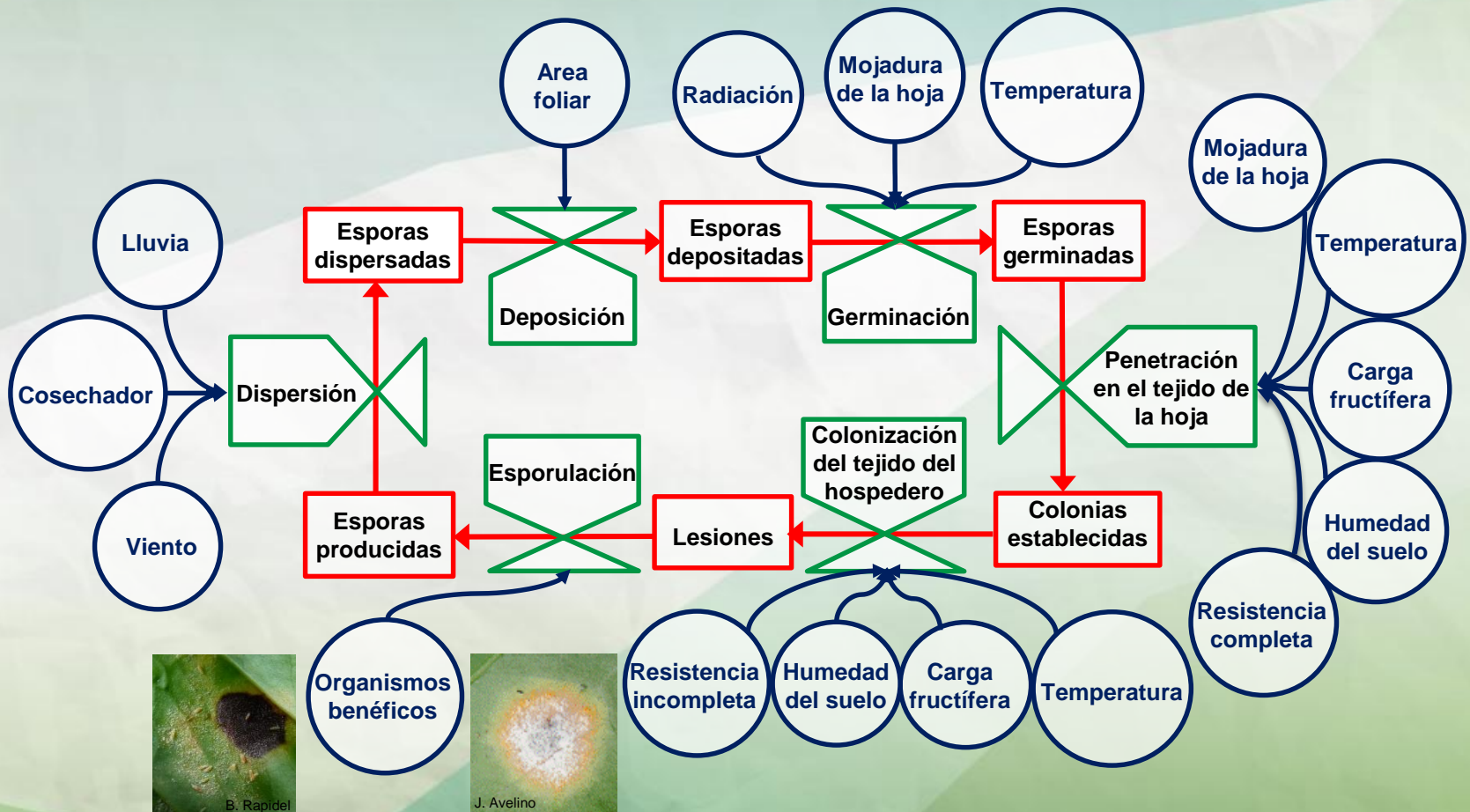


Algunos elementos sobre la biología de la roya (*Hemileia vastatrix*): el ciclo de vida





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





Efectos de la sombra sobre la roya



	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



XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

Efectos de la sombra sobre la roya

Pleno sol



Erythrina poeppigiana
= Poró, Pito

Chloroleucon eurycyclum
= Cashá

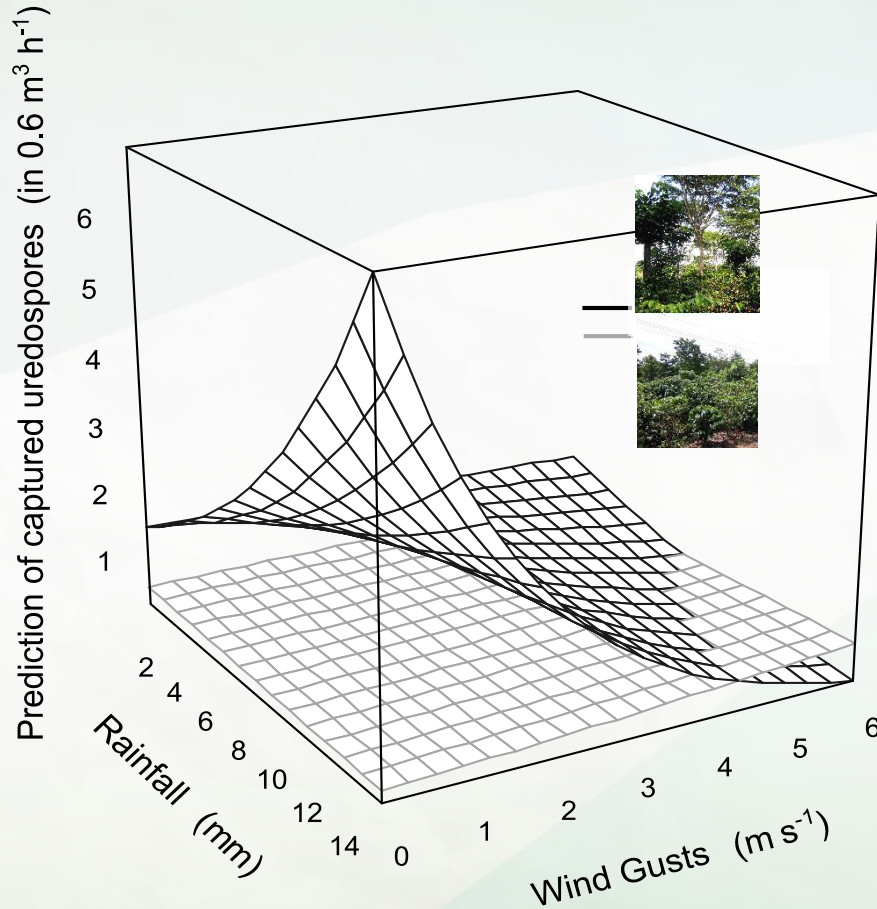


Cashá + Poró



XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

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

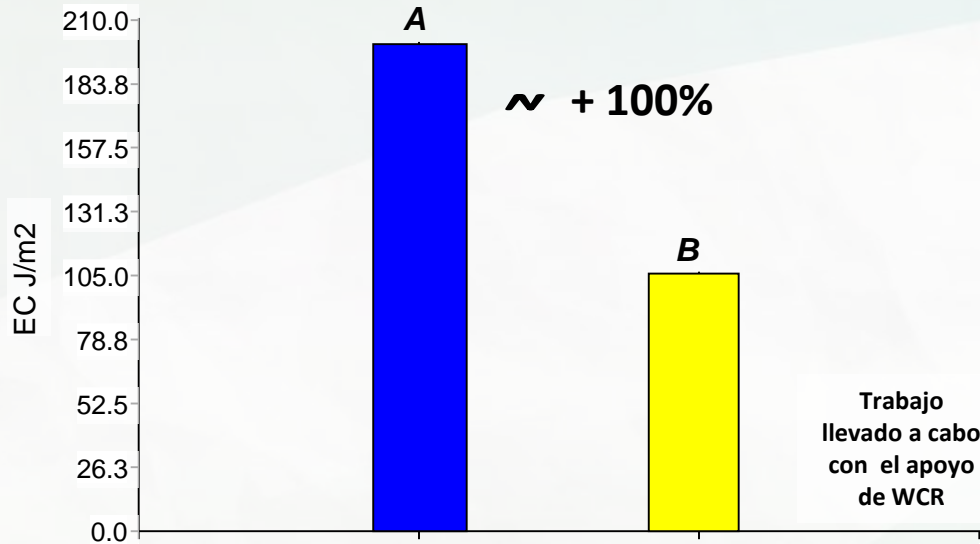


Cuando llueve, bajo sombra, la energía cinética de las gotas de agua se incrementa, lo que conduce a liberar más esporas bajo sombra que a pleno sol

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)

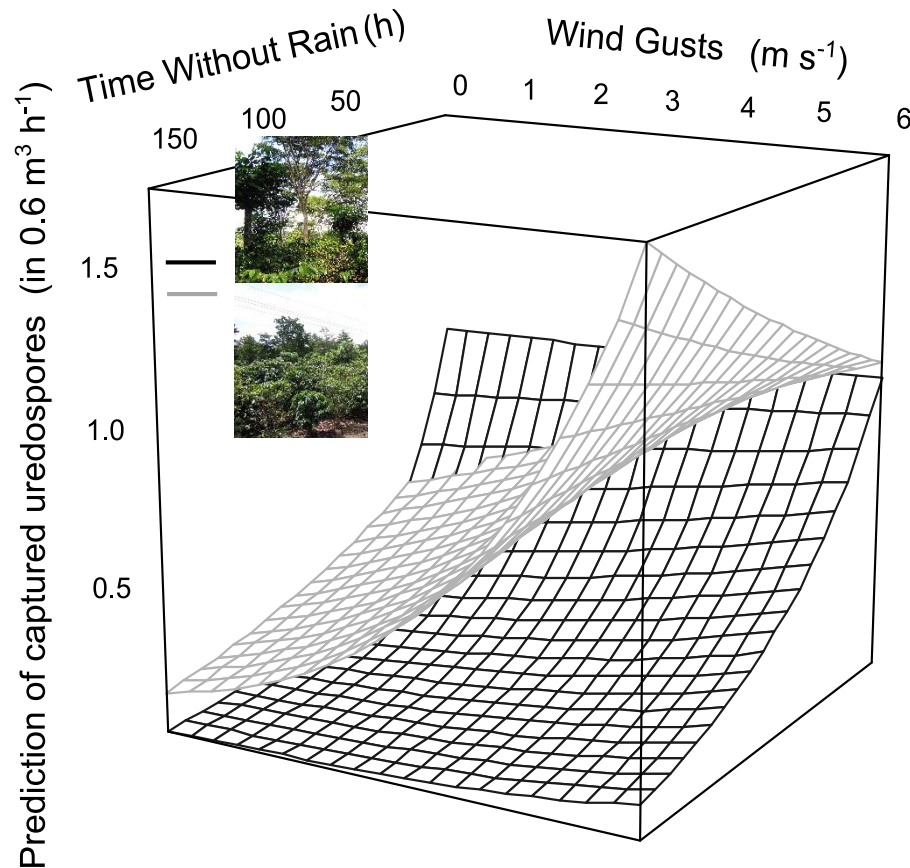
Erythrina poeppigiana (podada)	19
Naranja	33
Caschá	55
Inga edulis	74
Musa sp.	78
Terminalia	200
Inga densiflora	239
Bactris gasipaes	253
Cordia alliodora	325
Erythrina poeppigiana (libre crecimiento)	377
Carapa guianensis	418

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

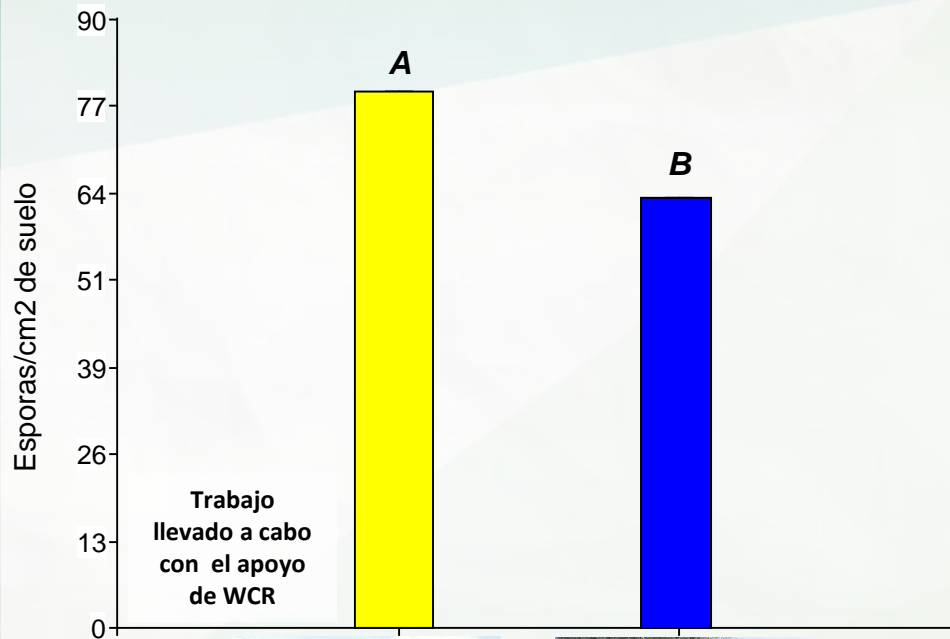


Cuando no llueve, bajo sombra, la dispersión de la roya es menor posiblemente porque la sombra intercepta el viento



XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

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



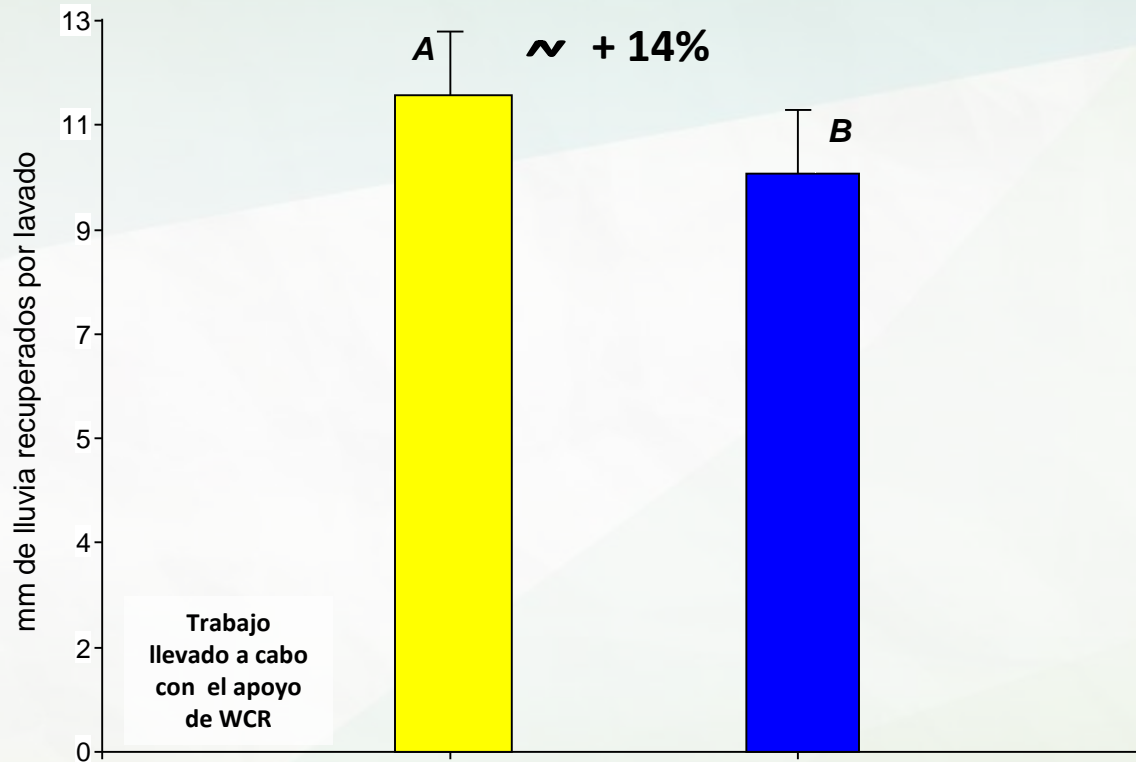


XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

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



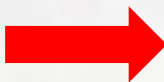


XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

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)

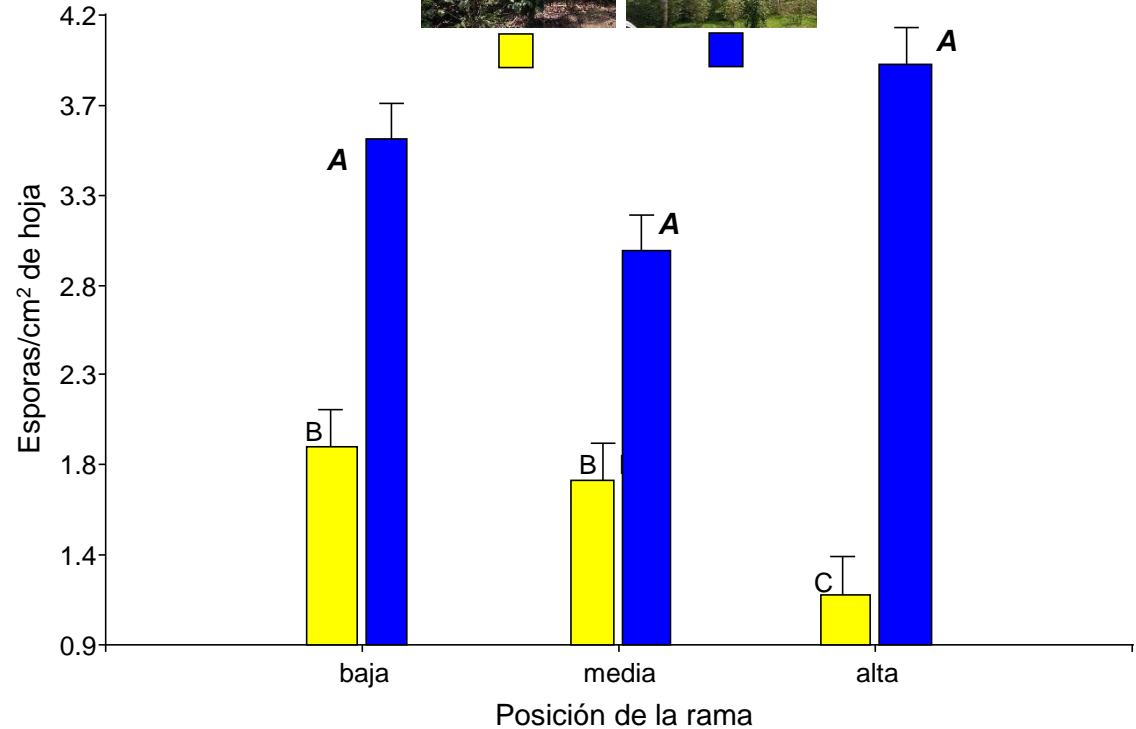


XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

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



Trabajo
llevado a cabo
con el apoyo
de WCR

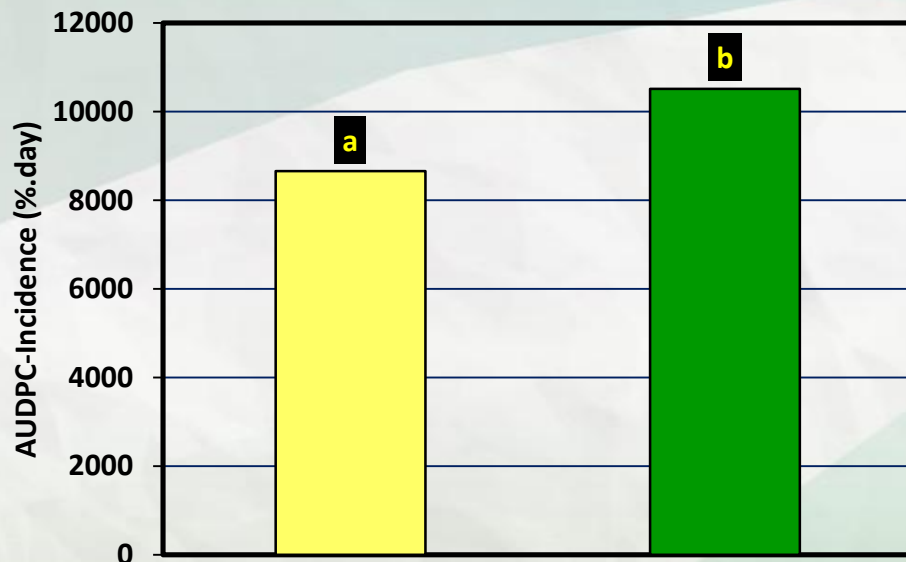


Mayor deposición de esporas en sombra que a pleno sol, especialmente en la parte alta del cafeto, posiblemente por el menor lavado y también el mayor stock de inóculo en sombra



Efectos de la sombra sobre **la incidencia** de roya bajo condiciones de cargas fructíferas estandarizadas (*Erythrina poeppigiana* y pleno sol)

AUDPC Incidencia de roya
(% de hojas infectadas – 2008 y 2009)



23% de cobertura de
sombra en 2008 y 57%
en 2009

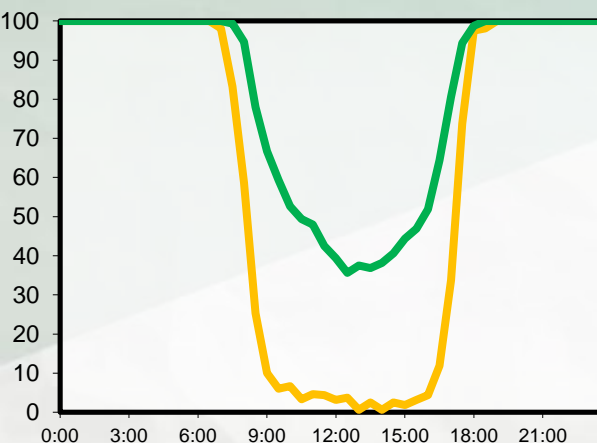
La incidencia depende del stock de inóculo presente y de las condiciones para la realización de la infección: germinación de las esporas y penetración en la hoja

Más incidencia en sombra que al sol: mejores condiciones para la infección

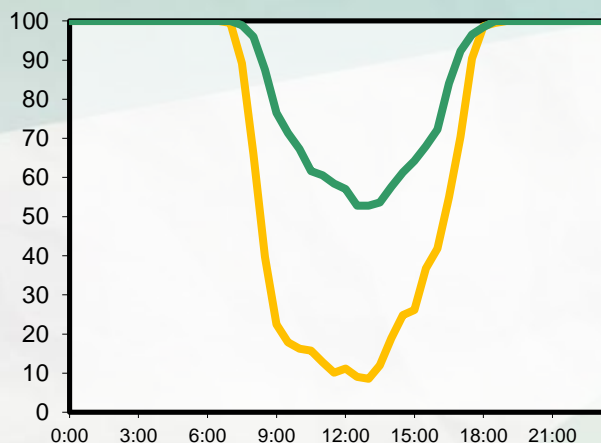


Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*) sobre la mojadura de la hoja a lo largo del día

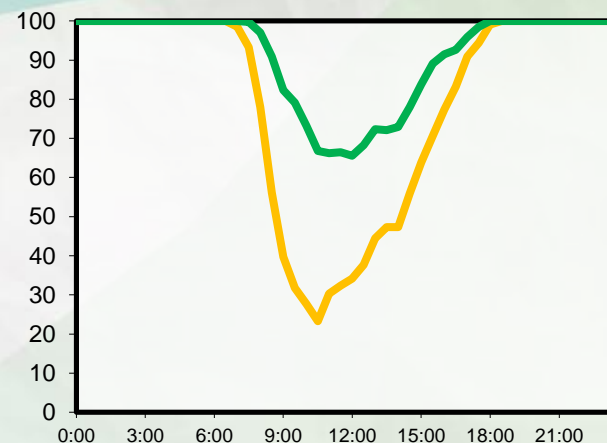
Días secos



Días con lluvia < 5 mm



Días con lluvia > 5 mm



Horas

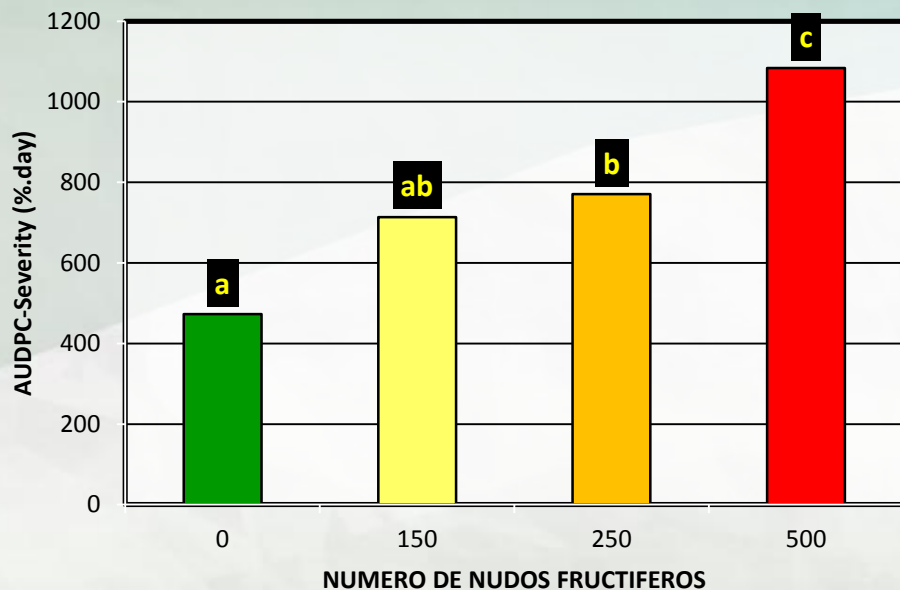


La sombra mantiene la mojadura de la hoja más alta durante la época de lluvias

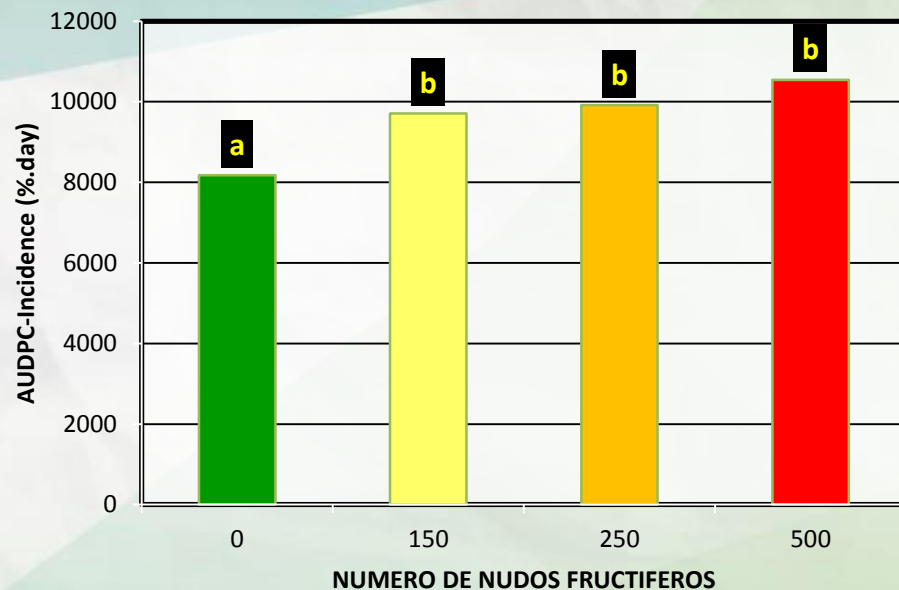


Efecto de la carga fructífera sobre la **incidencia y severidad** de la roya (AUDPC)

SEVERIDAD



INCIDENCIA



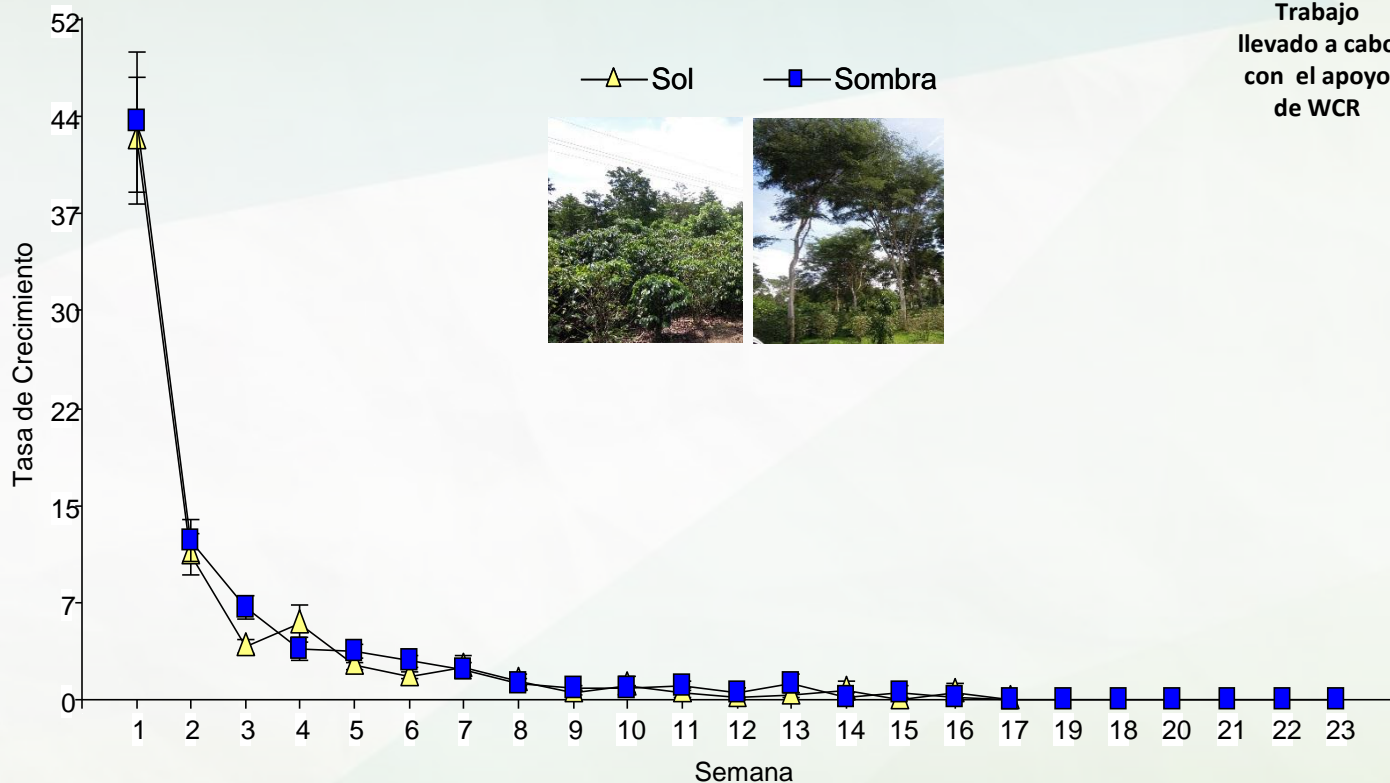
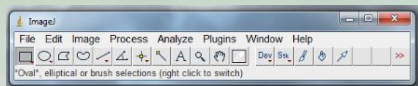
A menor carga fructífera, menor incidencia pero sobre todo menor severidad. A menor carga, mayor resistencia fisiológica del cafeto.

Bajo sombra la resistencia fisiológica del cafeto es mayor, porque la carga fructífera es menor en general que al sol.



XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

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

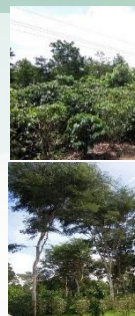
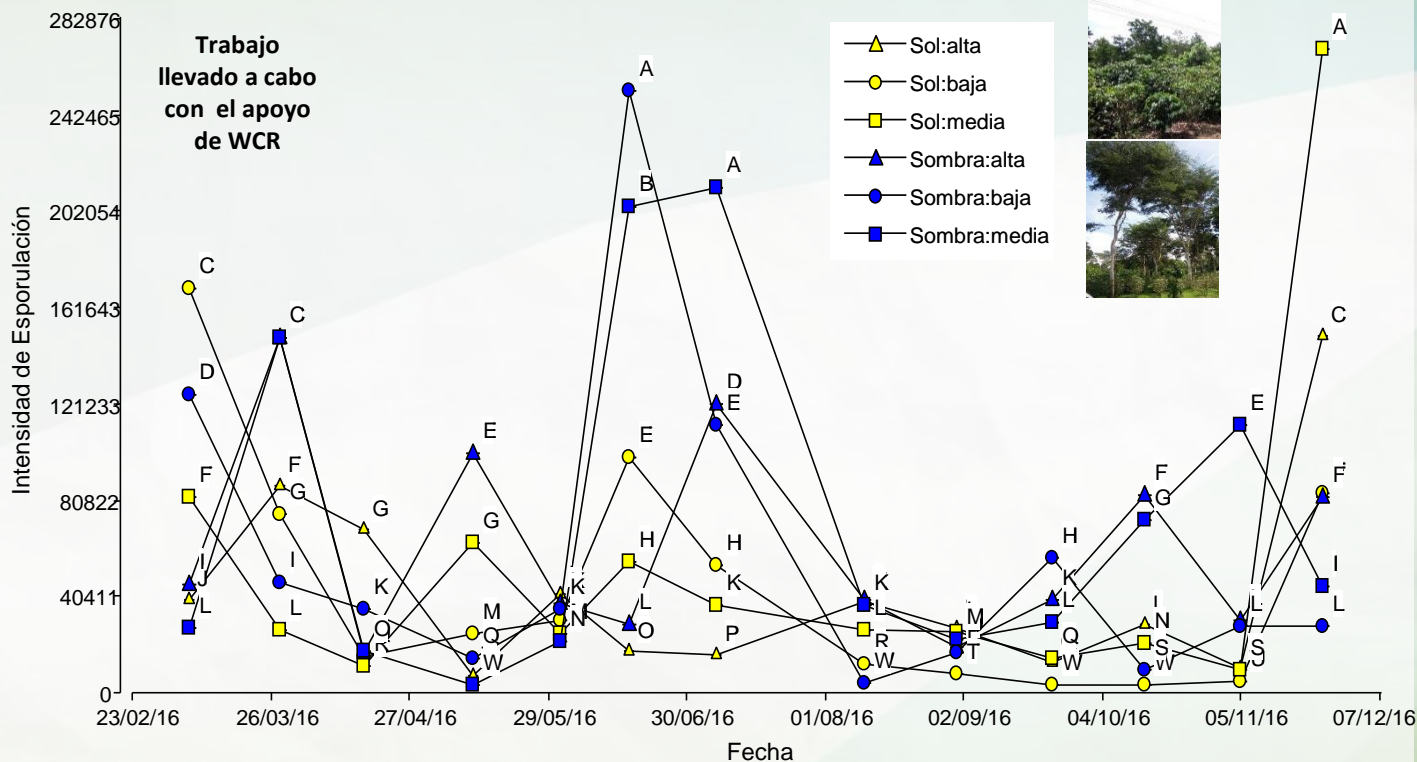


No encontramos diferencias en la tasa de crecimiento de las lesiones entre sombra y sol



XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura

Efectos de la sombra *Chloroleucon eurycyclum* sobre la intensidad de la esporulación (esporas / cm² de lesión esporulada)



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

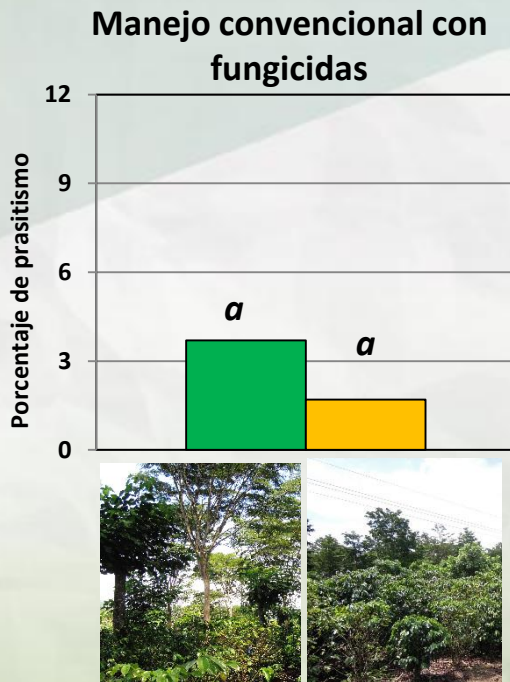
**64 000 esporas cm⁻² en promedio bajo sombra > 46 000 cm⁻² al sol
Todavía, no sabemos bien porqué (temperatura?)**



XXIII
Simposio
Latinoamericano
de Caficultura



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



C. Allinne

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

- + Favorece
- Reduce
- +/- 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 producidas por cafeto en promedio	64 000 x 60 ram = 3 840 000	25 500 x 60 ram = 1 530 000
Esporas perdidas por lavado por cafeto en promedio en un evento lluvioso	586 000	778 000
% de pérdida en promedio en un evento lluvioso	15.0 %	51.0 %

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*