

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



El Salvador, April 2013



Jacques Avelino, CIRAD / IICA-PROMECAFE / CATIE

jacques.avelino@cirad.fr

Los efectos de la sombra son controvertidos

| | |
|-------------------------------|--|
| La sombra favorece la roya | Staver C. et al., 2001 Avelino J. et al., 2006 Salgado B.G. et al., 2007 López-Bravo et al., 2012 |
| La sombra no tiene efecto | Salgado B.G. et al., 2007 |
| La sombra desfavorece la roya | Soto-Pinto L., 2002 Avelino J. et al., 2006 López-Bravo et al., 2007 |

J. Avelino

Porqué estas controversias ?

Sombra: muchas cosas distintas, especie, cobertura, estratos, arreglo espacial....

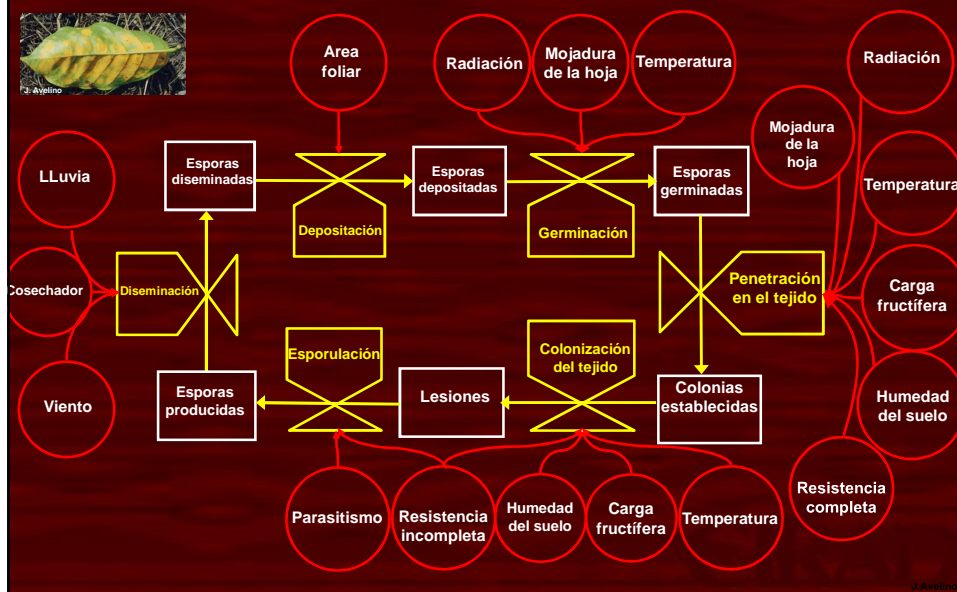


Efectos antagónicos de la sombra sobre diferentes procesos del ciclo de vida del hongo, balance incierto

Interacciones de la sombra con el ambiente

J. Avelino

Ciclo de vida de la roya y algunos de los factores más importantes que lo afectan de acuerdo a la literatura (Avelino et al., 2004)



J. Avelino




Efectos de la sombra sobre factores del hospedero y del ambiente que afectan el ciclo de vida de la roya de acuerdo a la literatura (Avelino *et al.*, 2004)


| Factores conocidos por afectar el ciclo de la roya | |
|--|---|
| LLuvia |  <p>La sombra intercepta la lluvia, incrementa el tamaño de las gotas y redistribuye el agua en la plantación (Imbach <i>et al.</i>, 1989; Jaramillo-Robledo and Chaves-Córdoba, 1998, 1999)</p> |
| Viento | |
| Area foliar | |
| Temperatura | |
| Rocío |  <p>Efectos varios de la sombra sobre la roya</p> |
| Radiación | |
| Humedad del suelo | |
| Carga fructífera | |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> | |



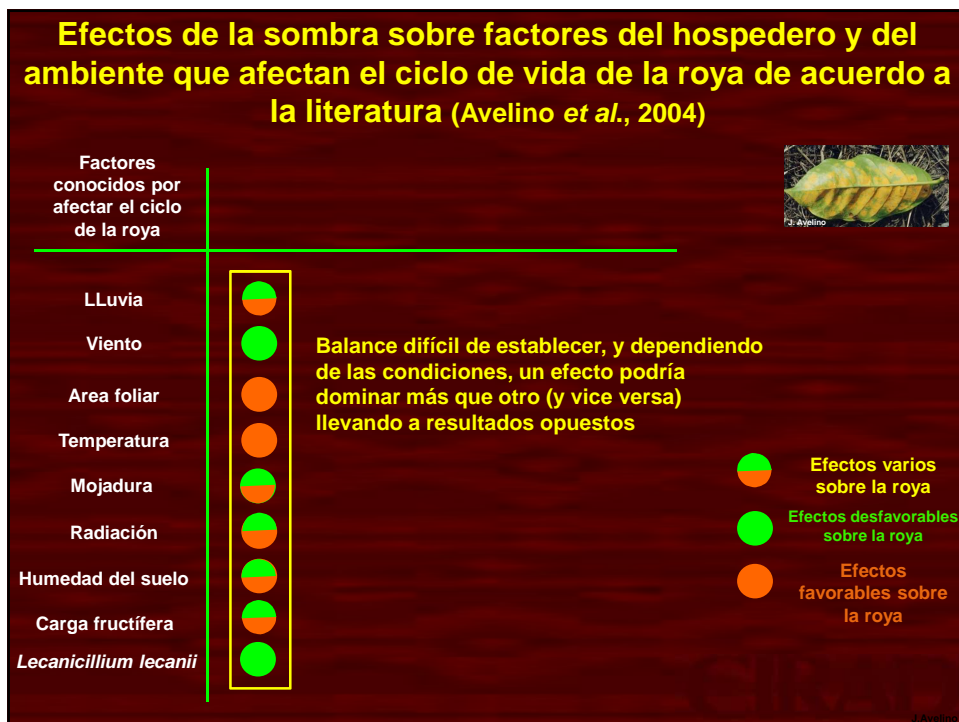
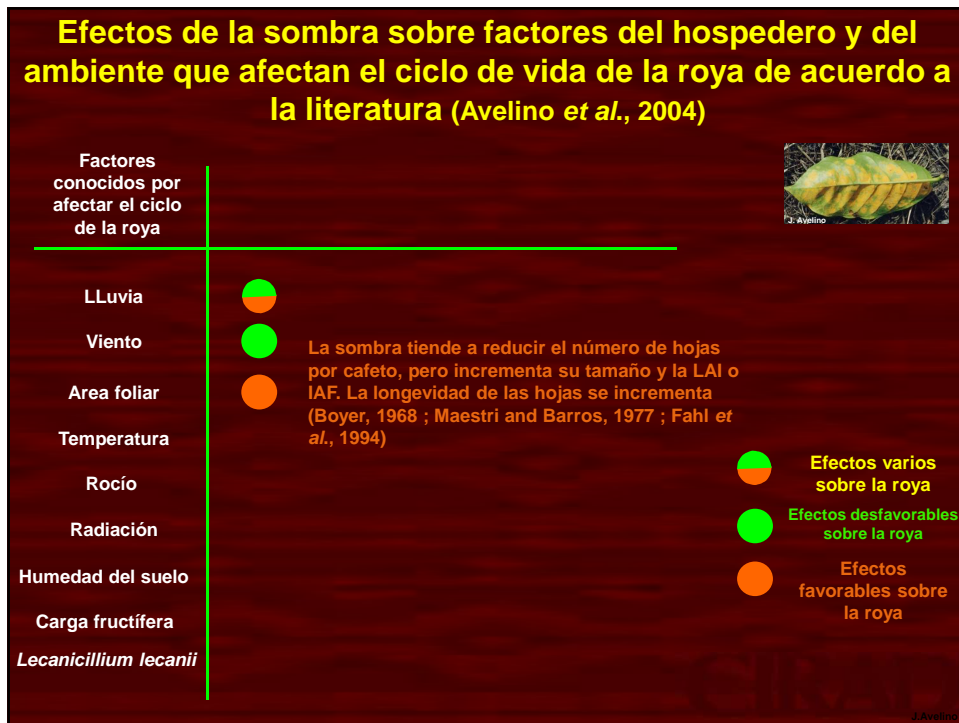
J. Avelino

Efectos de la sombra sobre factores del hospedero y del ambiente que afectan el ciclo de vida de la roya de acuerdo a la literatura (Avelino *et al.*, 2004)

| Factores conocidos por afectar el ciclo de la roya | |
|--|---|
| LLuvia |  <p>La sombra protege los cafetos del viento (Jaramillo-Robledo and Gómez-Gómez, 1989)</p> |
| Viento | |
| Area foliar | |
| Temperatura | |
| Rocío |  <p>Efectos varios sobre la roya</p> |
| Radiación |  <p>Efectos desfavorables sobre la roya</p> |
| Humedad del suelo | |
| Carga fructífera | |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> | |



J. Avelino



Efecto de la sombra sobre la roya a través de la carga fructífera y del microclima

- **Principio del estudio** Volver independientes la carga fructífera y el microclima
- **Tratamientos**

2 parcelas contiguas
(2 condiciones de luz)

10 cafetos trees por nivel de carga fructífera en cada condición de luz

Carga fructífera controlada manualmente

Pleno sol

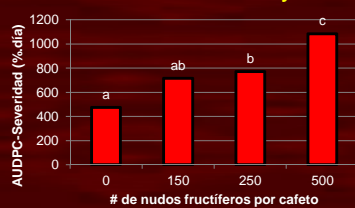
Erythrina poeppigiana



J. Avetino

Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) bajo dos condiciones microclimáticas, bajo sombra y a pleno sol (López-Bravo et al., 2012)

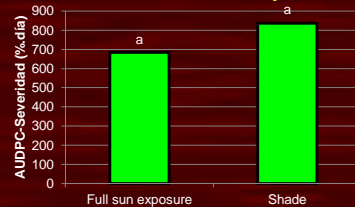
Efecto de la carga fructífera sobre la severidad de roya



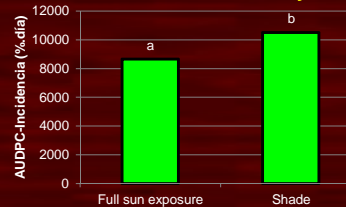
Efecto de la carga fructífera sobre la incidencia de roya



Efecto de la sombra sobre la severidad de roya



Efecto de la sombra sobre la incidencia de roya



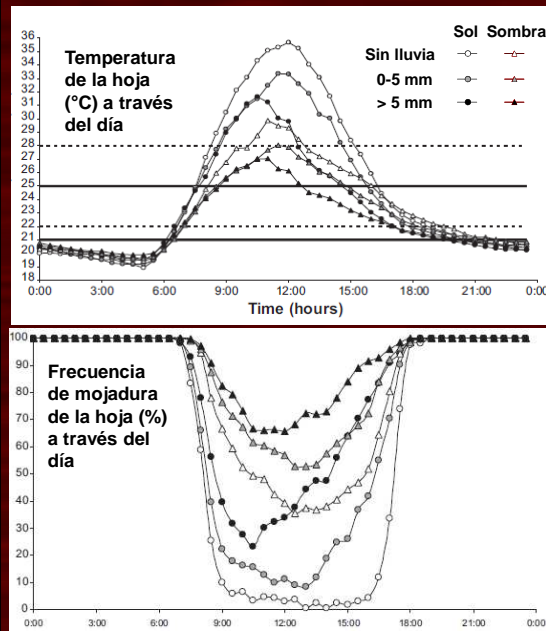
+ carga fructífera ⇒ mayores ataques de roya

+ roya en la parcela bajo sombra cuando se regula la carga

⇒ la sombra regula la roya, porque la producción no alcanza niveles tan altos como al sol

J. Avetino

Efecto de la sombra sobre el microclima



Optimo para la colonización de la hoja
 Optimo para la germinación de la espora

Microclima más favorable para la roya bajo sombra (60 %) – excepto por el rocío: no hay rocío bajo sombra

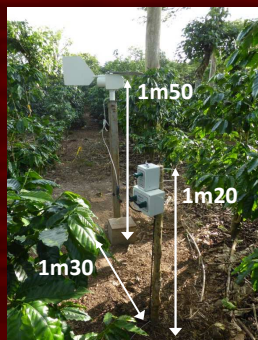
López Bravo et al., 2012 (Turrialba, Costa Rica, 600 m)

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya (+ incidencia, severidad, cantidad de esporas producidas)

Dos tratamientos del experimento de sistemas agrofrestales de Catie

- Sin Sombra manejo Medio Convencional
- Sombra Densa manejo Medio Convencional asociación Cashá y Poró, 60% de sombra

Procedimiento de trapeo



- Periodo : 26 de agosto – 16 diciembre (sigue)
- 2 trampas : Burckard® y Rotorod® (se dejó Rotorod)
- 3 días de captura por semana

Merle, 2014

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya

Datos de clima

Estaciones Hobo (registración cada 15 minutos) :

- 1 anemómetro : velocidad promedio de viento, velocidad de la ráfagas.
- 3 sensores de temperatura
- 1 sensor de temperatura y humedad relativa
- 3 sensores de mojadura de las hojas

Estación CATIE : 1 pluviómetro mecánico (datos por hora)



Merle, 2014

Variables de interés

Raf : Ráfaga máxima de viento por hora (promedio de las dos estaciones)
 HR : Humedad relativa por hora (promedio por estación)
 P : Pluviometría por hora → tsl : horas desde la última lluvia

J. Avetino

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya

Resultados del modelo lineal generalizado mixto para explicar la cantidad de esporas capturadas

| | difAIC | P-value |
|--------------------------------|--------|-------------------------|
| sombra | 22,3 | 8,13 ^{E-9} *** |
| Pluviometría (P) | 0 | 1 |
| Tiempo sin lluvia (tsl) | 0 | 1 |
| Humedad relativa (HR) | 0 | 1 |
| Velocidad de las ráfagas (Raf) | 0 | 1 |
| sombra : P | 10,1 | 0,00052** * |
| sombra : tsl | 132,4 | 2,2 ^{E-16} *** |
| sombra : HR | 24,7 | 2,4 ^{E-7} *** |
| sombra :Raf | -2 | 0 .96 |
| P : tsl | 0,2 | 0.135 |
| P : Raf | 24,9 | 2,13 ^{E-7} *** |
| tsl : Raf | 35 | 1,17 ^{E-9} *** |
| HR : Raf | 33,2 | 3,06 ^{E-9} *** |

| | difAIC | P-value |
|--------------|--------|-------------------------|
| sombra | 68,2 | 2,2 ^{E-16} *** |
| sombra : P | 90,9 | 2,2 ^{E-16} *** |
| sombra : tsl | 221,8 | 2,2 ^{E-16} *** |
| sombra : HR | 59,3 | 1,8 ^{E-14} *** |
| P : Raf | 27,8 | 4,7 ^{E-8} *** |
| tsl : Raf | 22,5 | 7,6 ^{E-6} *** |
| HR : Raf | 111,9 | 2,2 ^{E-16} *** |

Más efectos de las interacciones que de los factores simples

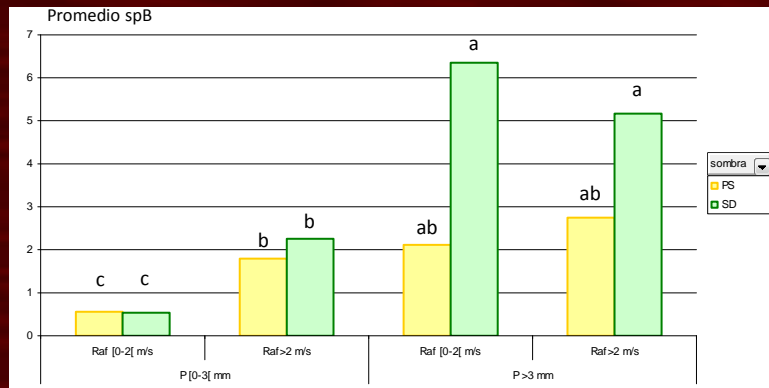
El efecto de la sombra depende de otros factores, especialmente climáticos

Merle, 2014

J. Avetino

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya

Efectos de las interacciones sombra:P y P:Raf sobre la cantidad de esporas capturadas



Lluvia aumenta más la dispersión en sombra densa (SD) que en pleno sol (PS)
SD protege del efecto lavado, lluvia más fuerte y localizada en SD?

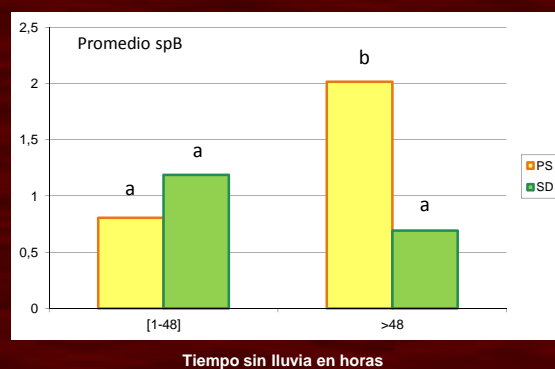
Lluvia neutraliza el efecto de la ráfagas sobre la dispersión

Merle, 2014

J. Avellan

Efecto de la sombra sobre la dispersión de la roya

Efectos de las interacciones sombra:tsl sobre la cantidad de esporas capturadas



Más días seguidos sin lluvia : dispersión aumenta en pleno sol (PS)
Aparentemente no se debe a una producción mayor de uredosporas en PS (primeros resultados de E. Granados)

Isabelle Merle, 2013

CONCLUSIONES

La sombra tiene efectos antagónicos sobre la roya del café: carga fructífera - microclima

La sombra interactúa con el ambiente: ésta limita la dispersión en periodos secos pero incrementa la dispersión en periodos lluviosos (puede depender de la altura de los árboles)

se están estudiando también los efectos de la sombra sobre los procesos de infección, colonización, esporulación de la roya (E. Granados, J. Pico)

No hay respuesta sencilla sobre el manejo adecuado de la sombra para manejar la roya. Este debe ser posiblemente sitio específico y también temporada específica

PERSPECTIVAS

Sabemos que la sombra es una opción para enfrentarse al cambio climático y a los eventos extremos:

- La sombra regula las temperaturas, evita especialmente las altas temperaturas (Barradas & Fanjul, 1986; Jaramillo-Robledo & Gómez-Gómez, 1989; Siles *et al.*, 2010; López-Bravo *et al.*, 2012)
- La sombra ayuda a reducir la escorrentía y la pérdida de suelo (Verbist *et al.*, 2010, Gomez-Delgado *et al.*, 2011)
- La sombra regula las variaciones de humedad en el suelo (Morais *et al.*, 2006; Lin, 2007)

Podría la sombra ayudar a manejar mejor la roya en el contexto del cambio climático ?

- Podría ser, especialmente si el cambio climático se parece a lo que pasó en 2012, con periodos secos en la época de lluvias; la dispersión es favorecida en estas condiciones a pleno sol, pero hay que seguir viendo lo que pasa que los otros procesos de la enfermedad (germinación, colonización, esporulación)

