

Efectos de la sombra sobre la roya del café, con especial énfasis en los tipos de sombra y la dispersión de la roya



Jacques Avelino

CIRAD / IICA-PROMECAFE / CATIE

jacques.avelino@cirad.fr

Efectos de la sombra 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 efectos

Salgado B.G. et al., 2007

La sombra reduce la roya

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

Porqué estas controversias ?



Efectos opuestos de la sombra; el balance de estos efectos es incierto

Los efectos pueden variar de acuerdo a las condiciones ambientales y/o a las especies vegetales asociadas

Efectos potenciales de la sombra sobre 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

Temperatura

Viento

Carga fructífera

LLuvia

Mojadura de la hoja

Rocío

Radiación

Densidad estomática

Humedad del suelo

Area foliar

Lecanicillium lecanii



La sombra evita temperaturas extremas

(Barradas y Fanjul, 1986; Jaramillo-Robledo y Gómez-Gómez, 1989; Caramori et al, 1996, Siles et al., 2010; López-Bravo et al., 2012)



 Efectos varios sobre la roya

 Menos roya

 Más roya

Efectos potenciales de la sombra sobre 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



Temperatura



Efectos varios sobre la roya

Viento



La sombra protege los cafetos del viento
(Jaramillo-Robledo and Gómez-Gómez, 1989)



Menos roya

Carga fructífera



Más roya

LLuvia

Mojadura de la hoja

Rocío

Radiación

Densidad estomática

Humedad del suelo

Area foliar

Lecanicillium lecanii

Efectos potenciales de la sombra sobre 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



J. Avelino

Temperatura



Efectos varios sobre la roya

Viento



Menos roya

Carga fructífera



Bajo sombra, no hay cargas fructíferas tan altas como al sol, pero tampoco hay variaciones tan grandes entre años



Más roya

LLuvia

(Boyer, 1968; Cannell, 1975; Soto-Pinto et al., 2000)

Mojadura de la hoja

Rocío

Radiación

Densidad estomática

Humedad del suelo

Area foliar

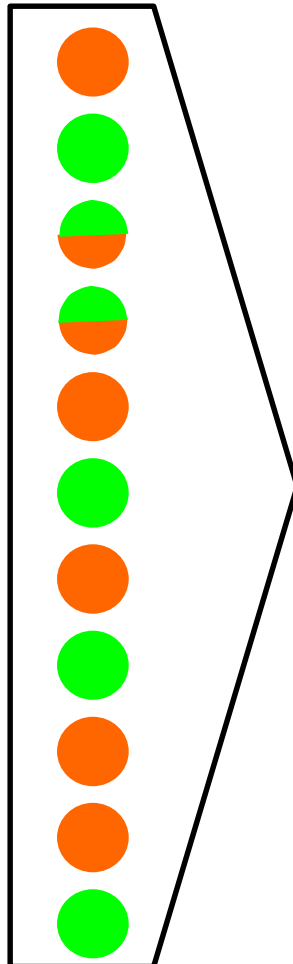
Lecanicillium lecanii

Efectos potenciales de la sombra sobre el ciclo de vida de la roya de acuerdo a la literatura (Avelino *et al.*, 2004)

Factores conocidos por afectar el ciclo de vida de la roya



Temperatura
Viento
Carga fructífera
Lluvia
Mojadura de la hoja
Rocío
Radiación
Densidad estomática
Humedad del suelo
Area foliar
Lecanicillium lecanii



Los efectos de la sombra sobre la roya es la suma de estos efectos

El balance es por lo tanto difícil de definir

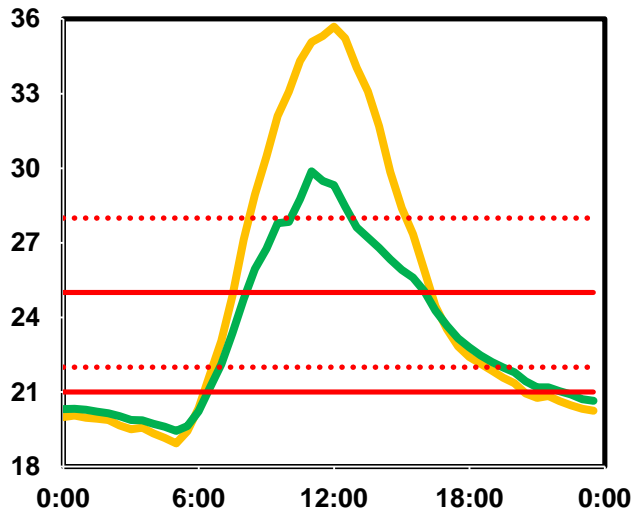
(Avelino *et al.*, 2004)

-  Efectos varios sobre la roya
-  Menos roya
-  Más roya

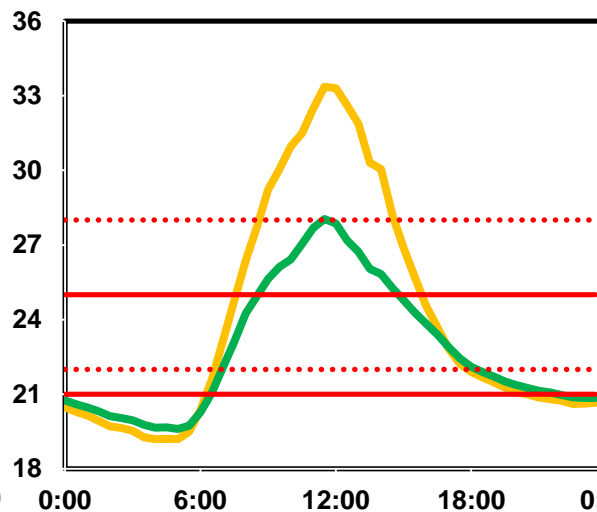
Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*) sobre la temperatura de la hoja (López-Bravo et al., 2012)

Variaciones diarias de la temperatura de la hoja (°C) en función de las condiciones de lluvia y de sombra (estación lluviosa, 2009; Turrialba, Costa Rica, 600 m)

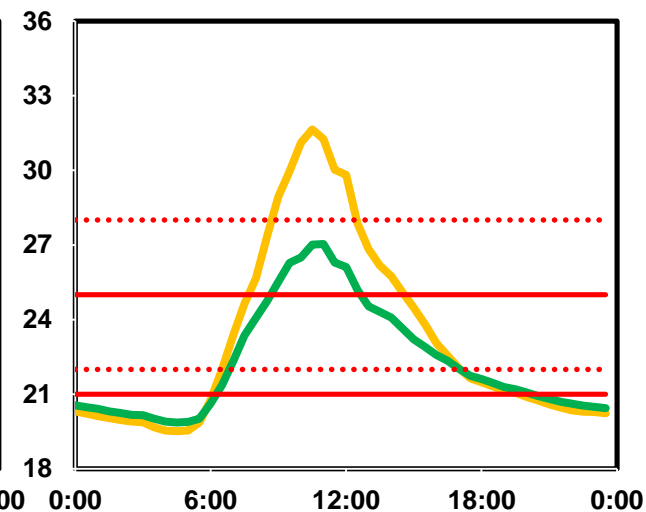
Días secos



Días con lluvia < 5 mm



Días con lluvia > 5 mm



Horas

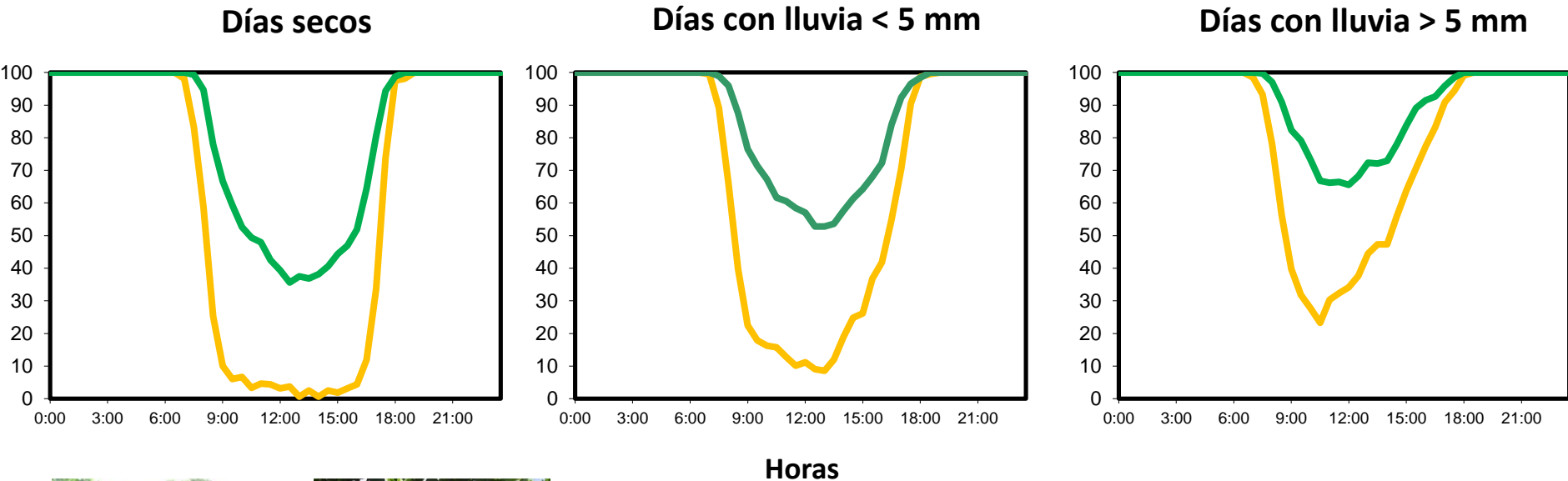


- Temperaturas óptimas para la germinación e infección
- - - Temperaturas óptimas para el periodo de latencia

La sombra mantiene las temperaturas más cerca de los óptimos para el ciclo de vida de la roya

Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*) sobre la mojadura de la hoja (López-Bravo et al., 2012)

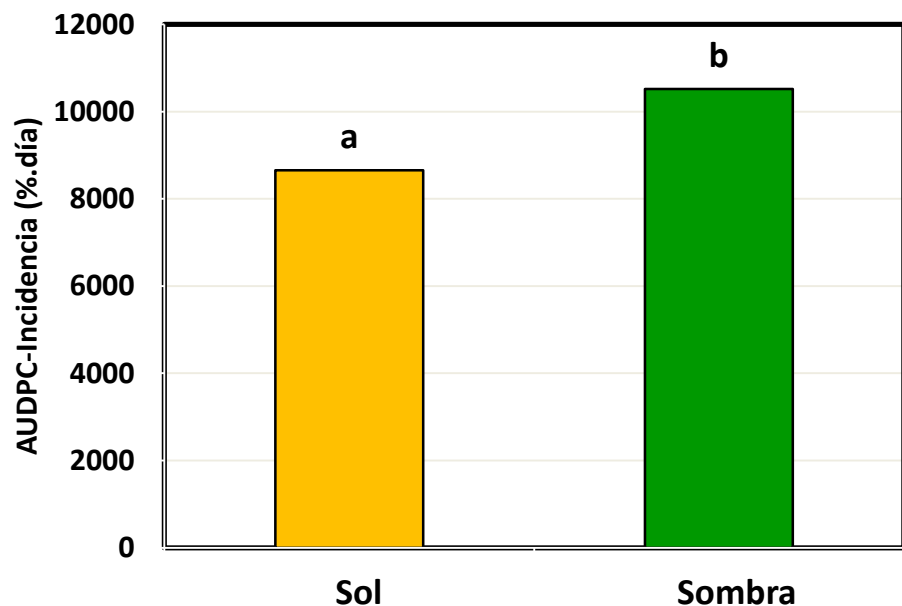
Variaciones diarias de la frecuencia de mojadura (en %) en función de las condiciones de lluvia y de sombra (estación lluviosa, 2009; Turrialba, Costa Rica, 600 m)



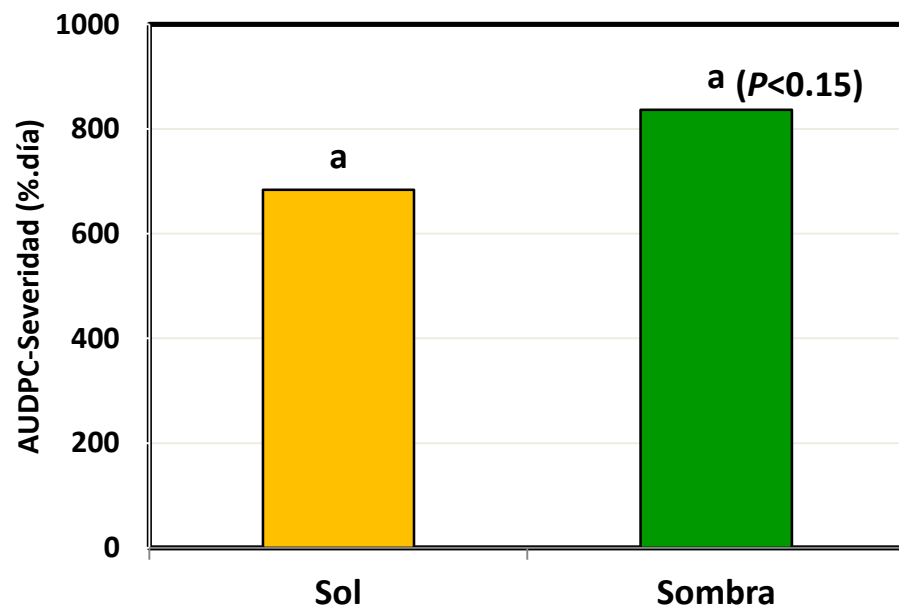
La sombra mantiene la mojadura de la hoja más alta durante la época de lluvias

Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*) sobre la incidencia y severidad de la roya en condiciones de carga fructífera idénticas (López-Bravo et al., 2012)

Incidencia (% de hojas infectadas)



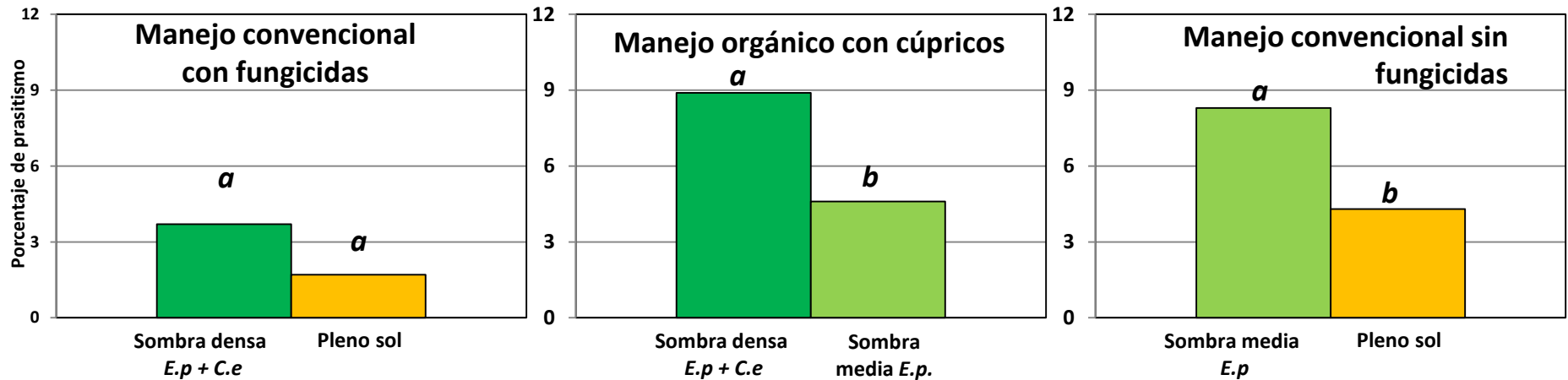
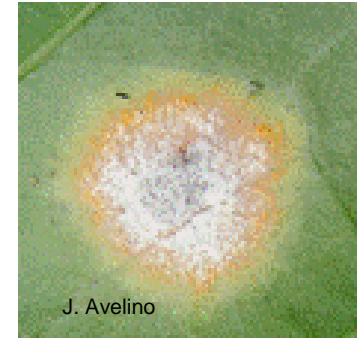
Severidad (% de area infectada)



Bajo condiciones estandarizadas de carga fructífera, la sombra incrementa la incidencia de roya y en un menor grado su severidad

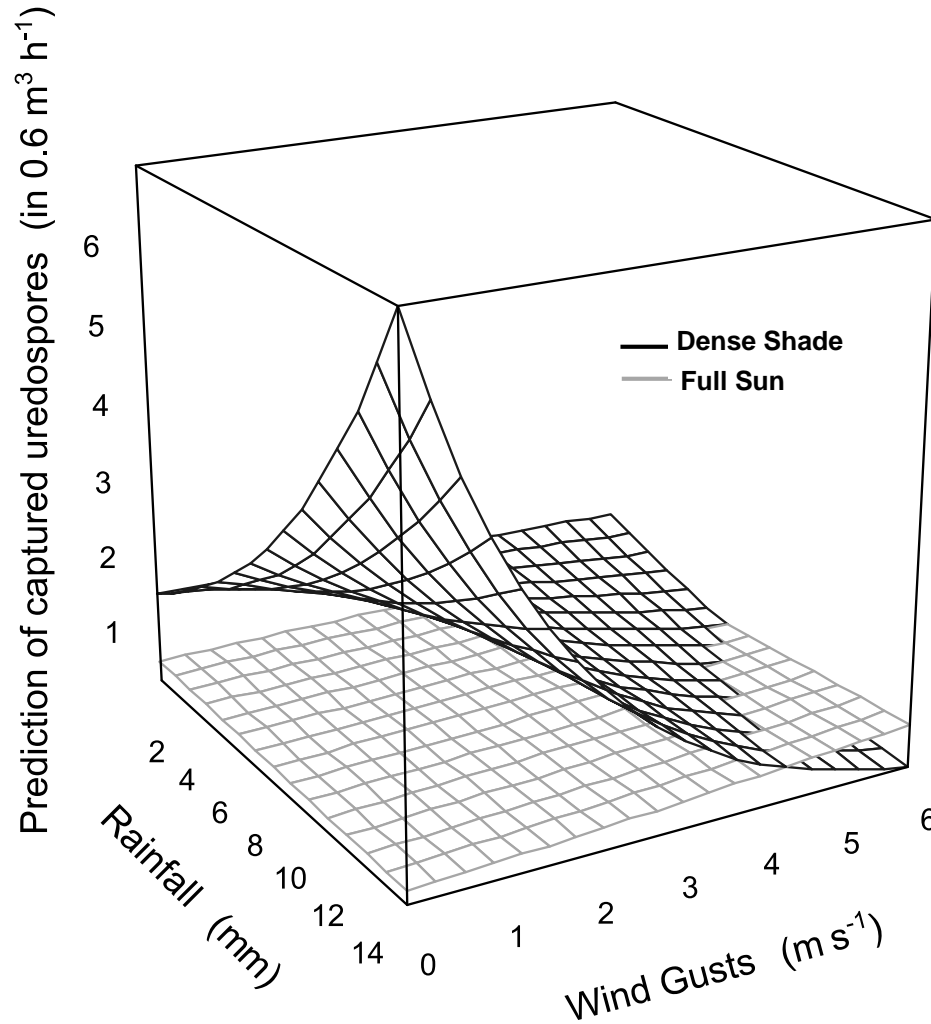
23% de cobertura de sombra en 2008 y 57% en 2009

Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*, *E. poeppigiana* + *Chloroleucon eurycyclum*) y el manejo sobre el parasitismo por *Lecanicillium lecanii* (Pico, 2014)



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

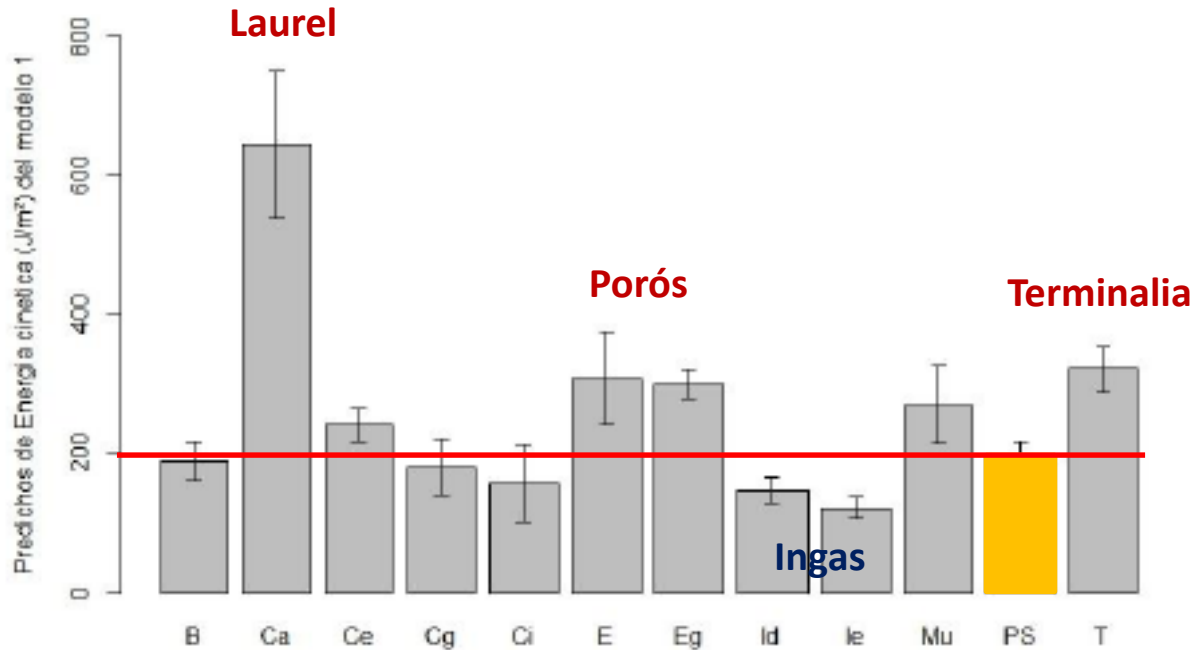
Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana* + *Chloroleucon eurycyclum*) sobre la dispersión en al aire de la roya (Boudrot et al., 2016)



Quando llueve, bajo sombra, las gotas de agua adquieren energía cinética e impactan fuertemente las hojas liberando las esporas

Dispersión de la roya en el aire cuando llueve

Efectos de la sombra sobre la energía cinética de las gotas de agua (Thériez, 2016)



Hay especies de sombra que incrementan la energía cinética de las gotas con efectos posibles sobre la erosión y la dispersión de enfermedades

Ilustración 8: Energía cinética de la gotas de lluvia predicha en función de la especie de árbol o del pleno sol; las barras de error corresponden a la error estándar.

Fomentado por el:



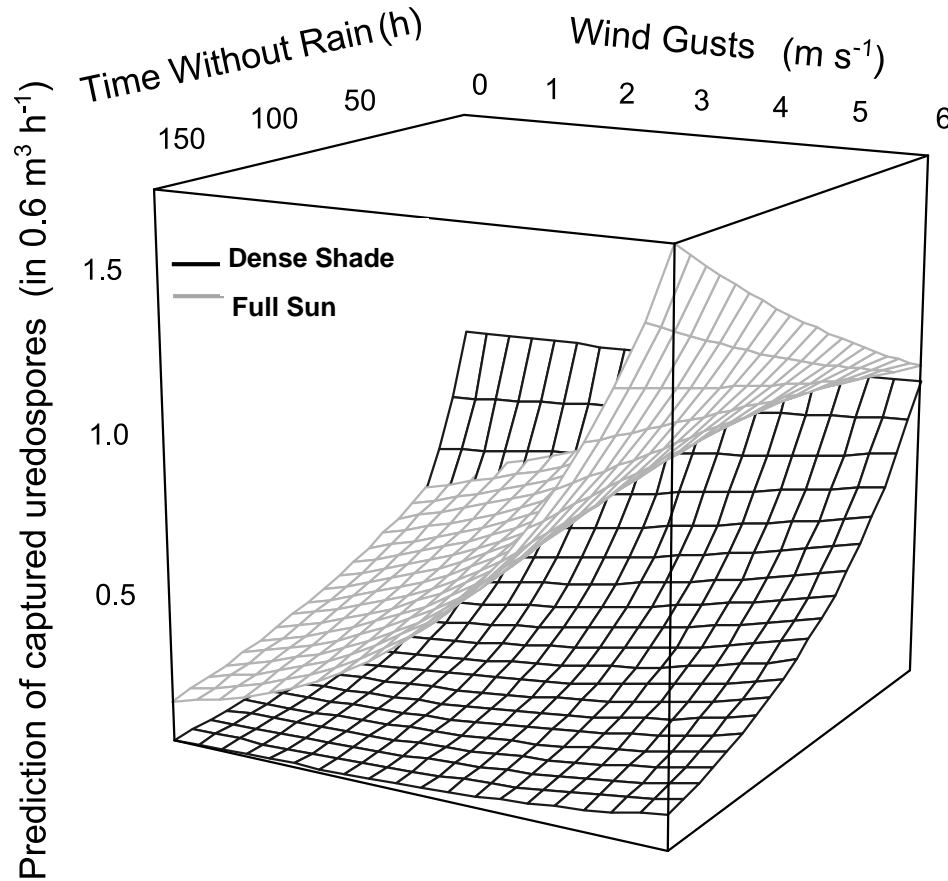
Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear

en virtud de una resolución del Parlamento de la República Federal de Alemania

The CASCADE Project



Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana* + *Chloroleucon eurycyclum*) sobre la dispersión en al aire de la roya (Boudrot et al., 2016)



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

Dispersión de la roya cuando no llueve

Conclusiones

- Efectos opuestos según el proceso considerado (*Lecanicillium lecanii* y esporulación; temperatura, mojadura y procesos preinfecciosos)
- Efectos opuestos sobre un proceso según las condiciones ambientales (dispersión en seco desfavorecida cuando no llueve bajo sombra, pero favorecida cuando llueve). Depende también de las características de la sombra.

Perspectivas

- **Un enfoque por proceso necesario para entender mejor los efectos de la sombra**
- **Necesidad de integrar los efectos y de jerarquizarlos (modelación mecánica)**
- **Estudios sobre los rasgos funcionales de la sombra (energía cinética de las gotas de agua)**