

# Efectos de la sombra sobre la roya del café

Jacques Avelino

CIRAD / IICA-PROMECAFE / CATIE

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



# 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

Viento

Carga fructífera

LLuvia

Mojadura de la hoja

Rocío

Radiación

Densidad estomática

Humedad del suelo

Area foliar

*Lecanicillium lecanii*



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



**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



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 la roya



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

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

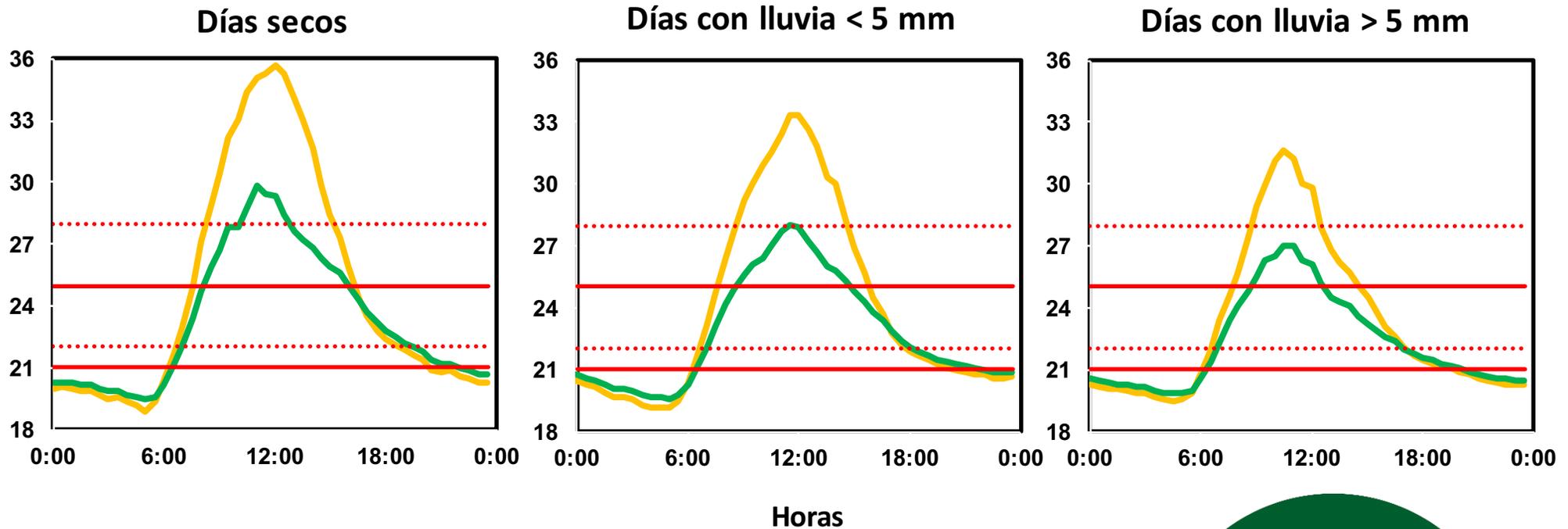
El balance es por lo tanto difícil de definir

(Avelino *et al.*, 2004)



# Efectos 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)



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

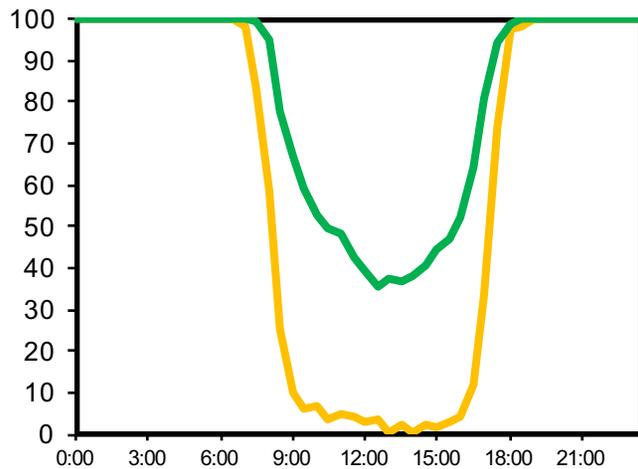


La sombra mantiene las temperaturas más cerca de los óptimos para el ciclo de vida de la roya

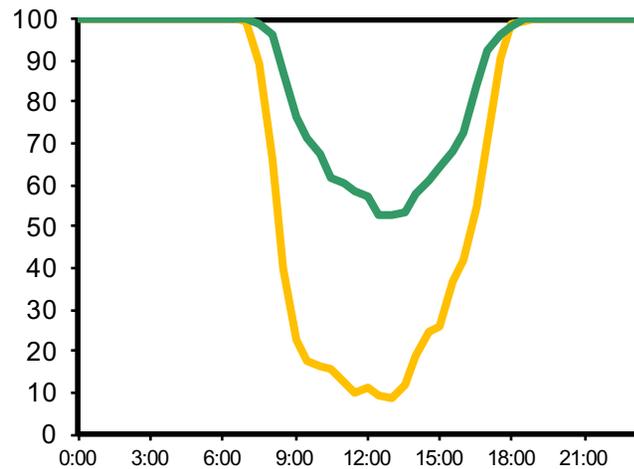
# Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*) sobre la mojadura de la hoja (López-Bravo et al., 2012)

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)

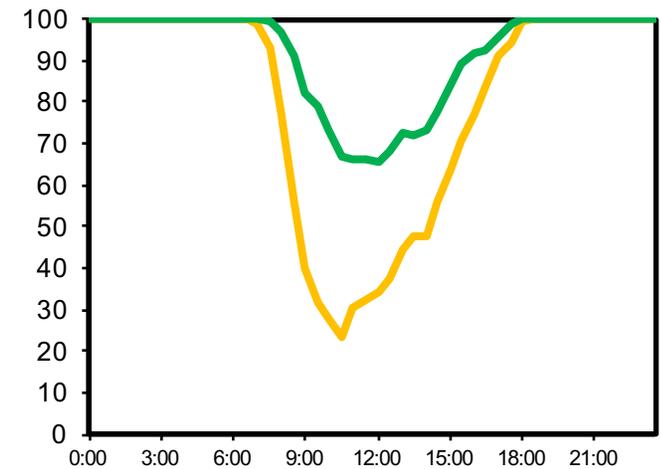
Días secos



Días con lluvia < 5 mm



Días con lluvia > 5 mm



Horas

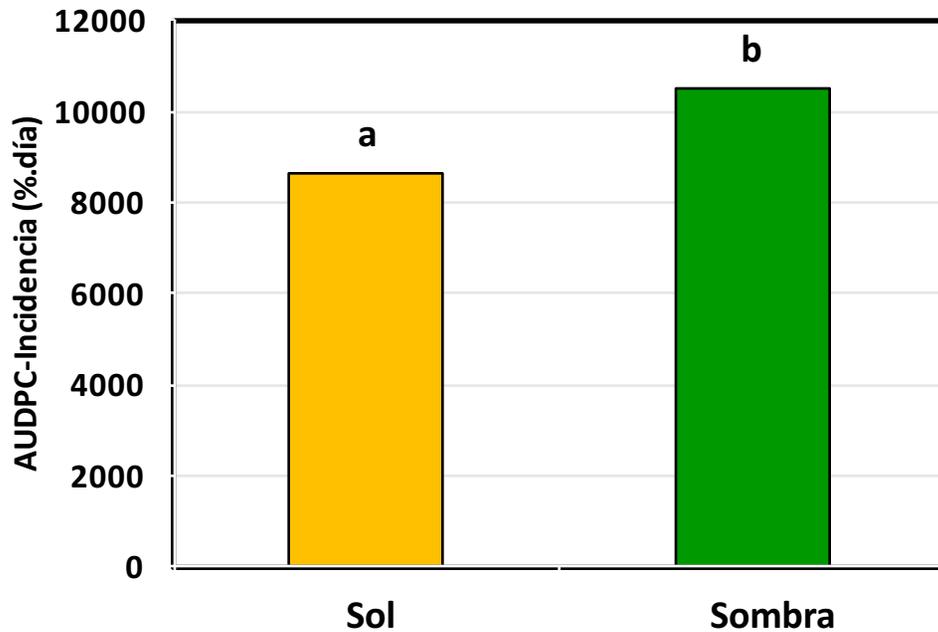


La sombra mantiene la mojadura de la hoja más alta durante la época de lluvias

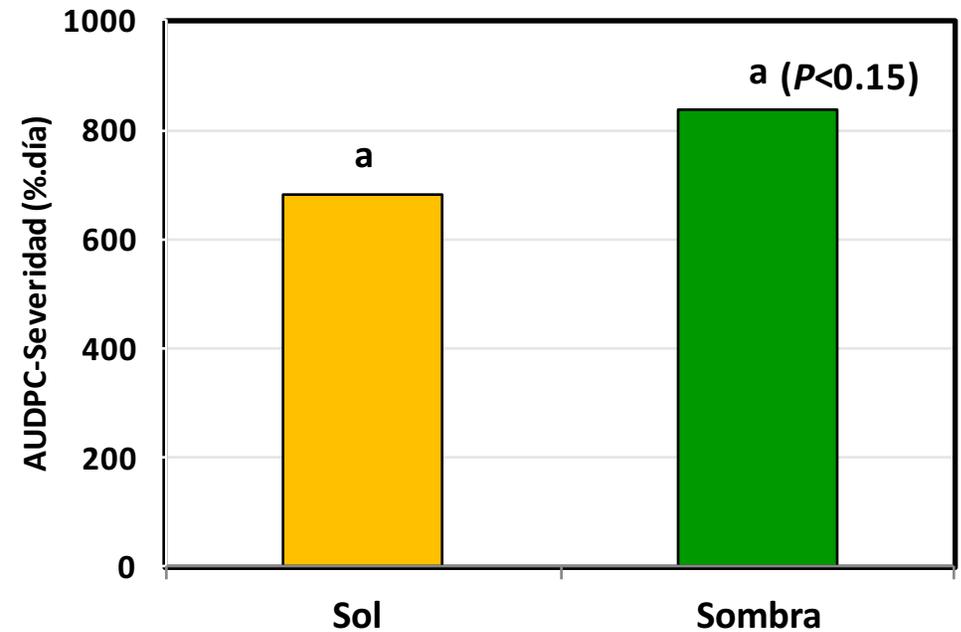


# Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*) sobre la incidencia y severidad de la roya en condiciones de carga fructífera idénticas (López-Bravo et al., 2012)

Incidencia (% de hojas infectadas)



Severidad (% de area infectada)

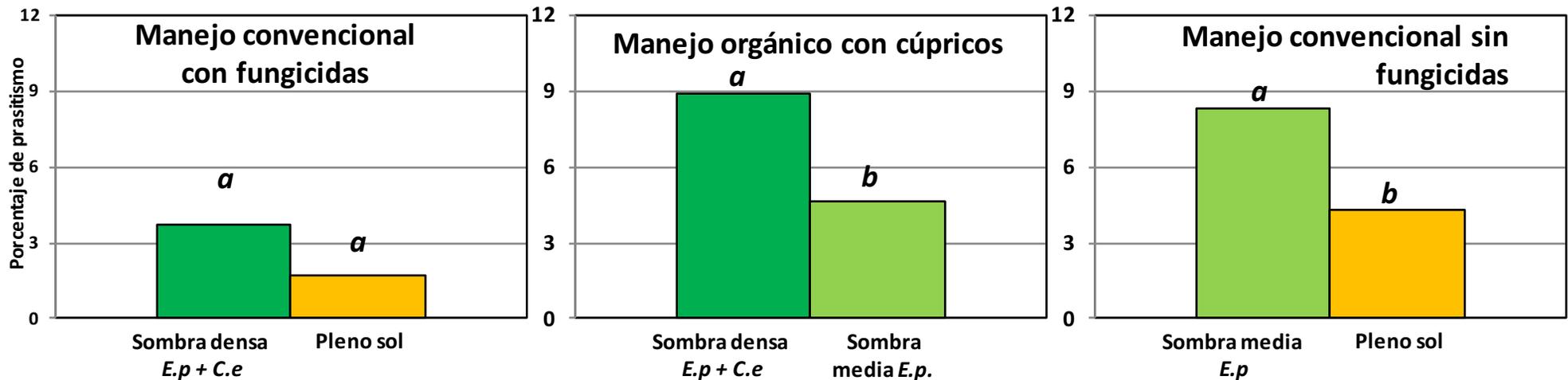
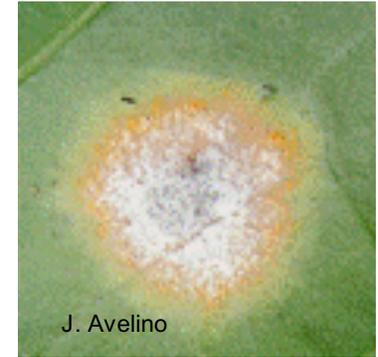


**Bajo condiciones estandarizadas de carga fructífera, la sombra incrementa la incidencia de roya y en un menor grado su severidad**

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



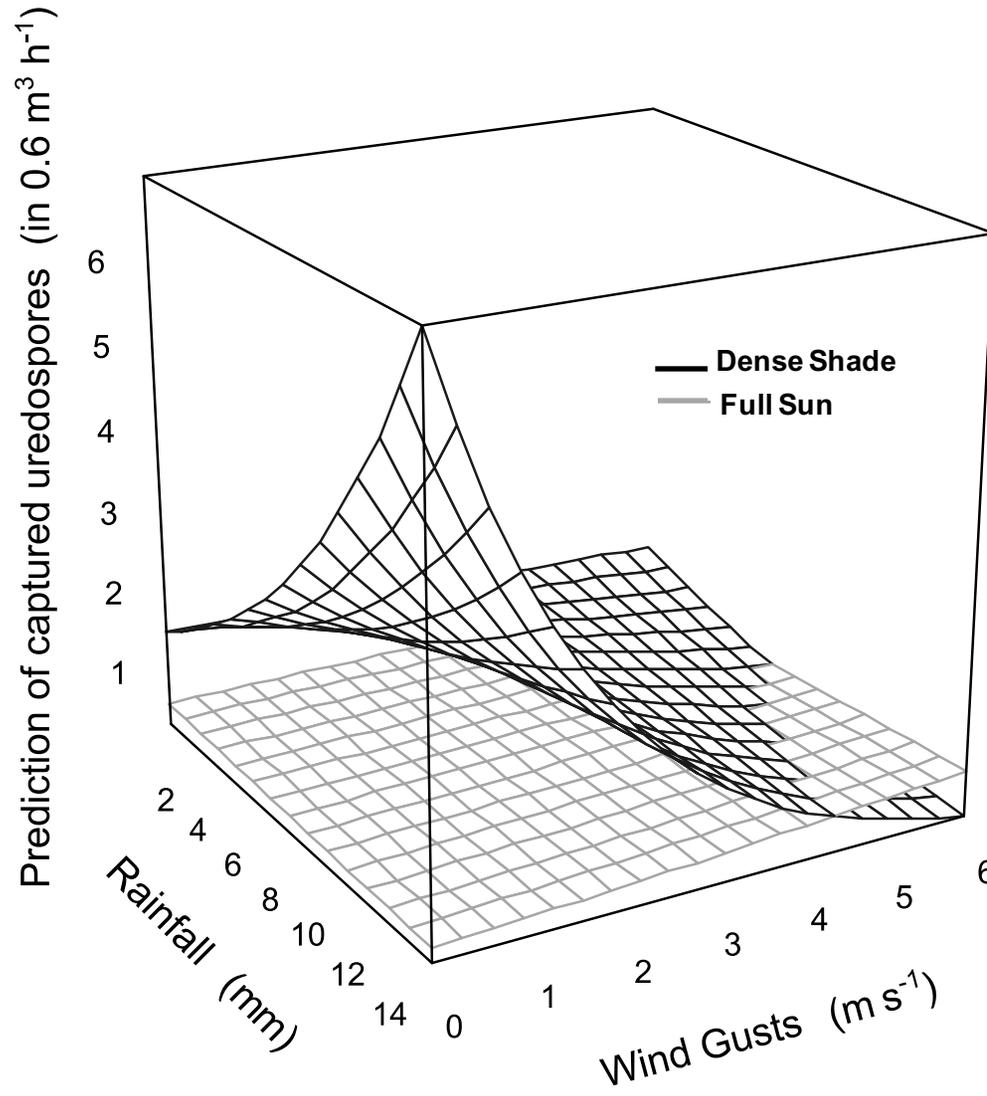
# Efectos de la sombra (*Erythrina poeppigiana*, *E. poeppigiana* + *Chloroleucon eurycyclum*) y el manejo sobre el parasitismo por *Lecanicillium lecanii* (Pico, 2014)



**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)

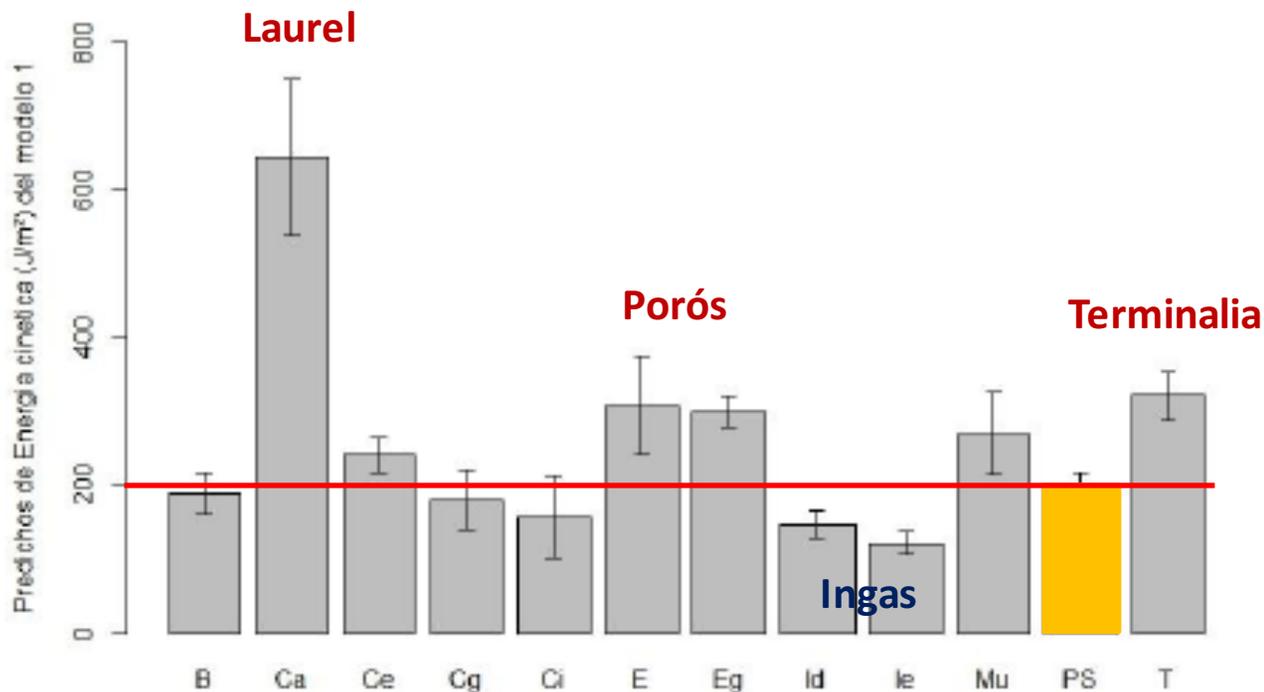


**Cuando llueve, bajo sombra, las gotas de agua adquieren energía cinética e impactan fuertemente las hojas liberando las esporas**

**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 las gotas de lluvia predicha en función de la especie de árbol o del pleno sol; las barras de error corresponden a la error estándar.



The CASCADE Project



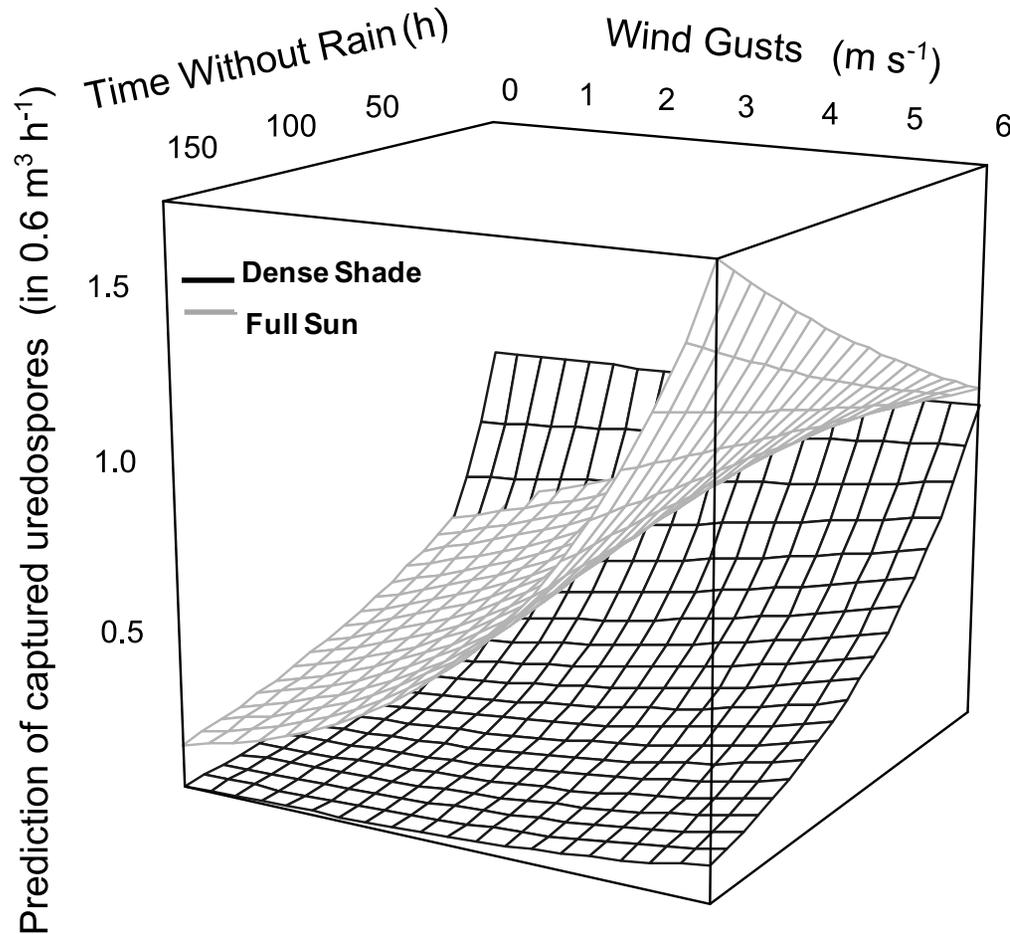
Fomentado por el:



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

# 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 mecanística)**
- **Estudios sobre los rasgos funcionales de la sombra (energía cinética de las gotas de agua)**

