

Coffee berry Disease
(CBD)
causado por
Colletotrichum kahawae

¡Atención! Acercade mí

- Soy investigadora estoy aquí para compartir mi conocimiento sobre el CBD
- Puede que no siempre sea claro, no dude en interrumpirme para hacer preguntas
- Si tienen unas preguntas mas especificas, me complacerá buscar la información y enviarla por correo electrónico

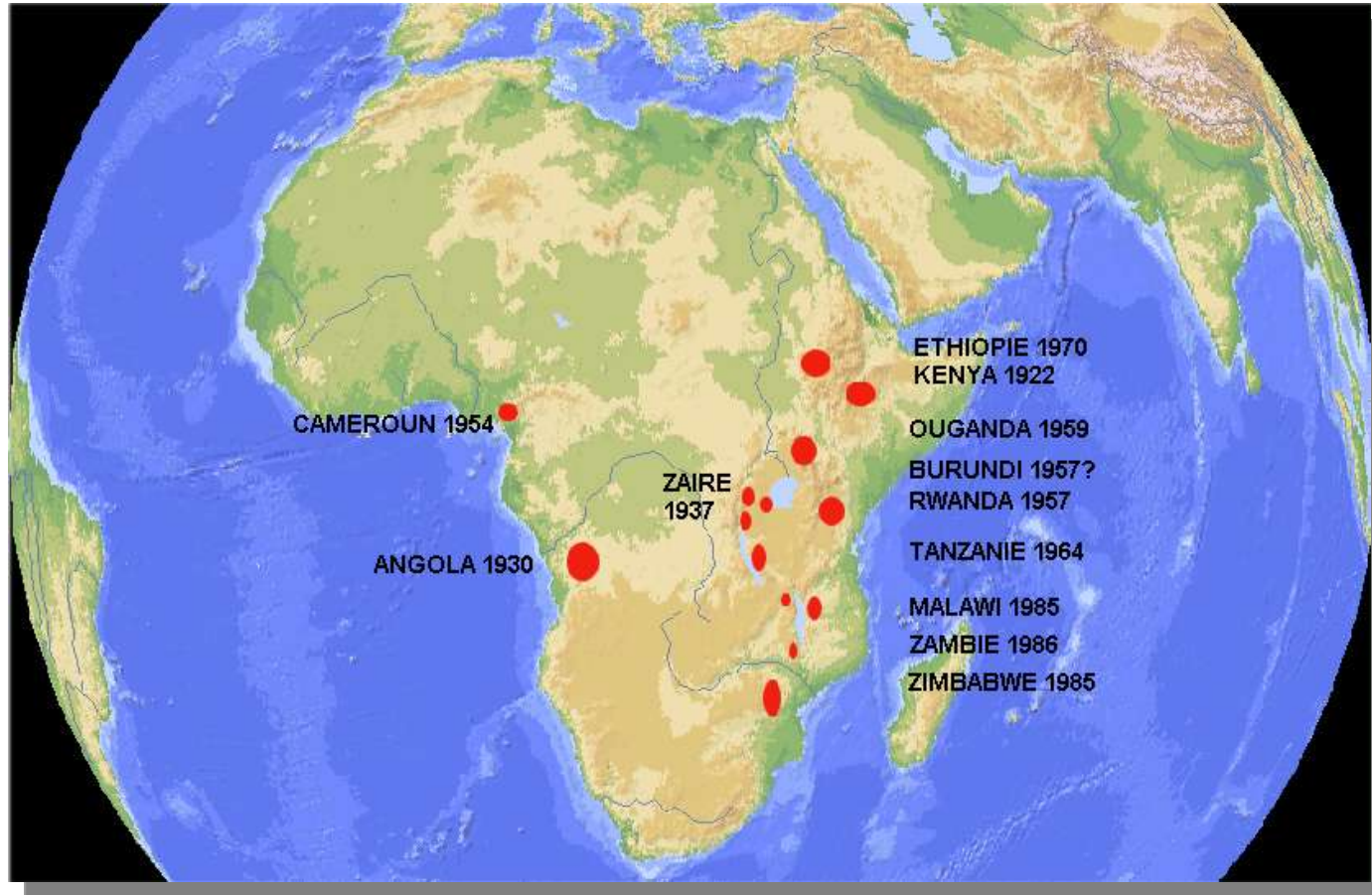
natacha.motisi@cirad.fr



Puntos generales

- Limitado al continente africano
- Hongo *Colletotrichum kahawae*
- Enfermedad que solo llega a los frutos
- Pérdidas: 40% en promedio.
 - Camerún: 80-90% de pérdida ya observada
- Presente en todos los países africanos productores de café arábica
- No afecta Robusta

Fechas de aparición de la enfermedad



- Primera Observacion en Kenia ≠ centro de origen del arabica
 - Salto de hospederos de *C. kahawae* de otra planta hospederos
 - *C. eugenioïdes* = pariente de arabica y susceptible a *kahawae* está presente en bosques. No observadas hasta 60's porque tiene hojas pequeñas y pocos frutos
- Angola & Camerún muy lejos de Kenia, hip : semillas infectadas traídas de Kenia

Los síntomas

- Negro y hundido



Los síntomas

**Forma activa: pudrición
húmeda**



**Forma scab (costra): podredumbre
seca, cicatriz**



Los síntomas

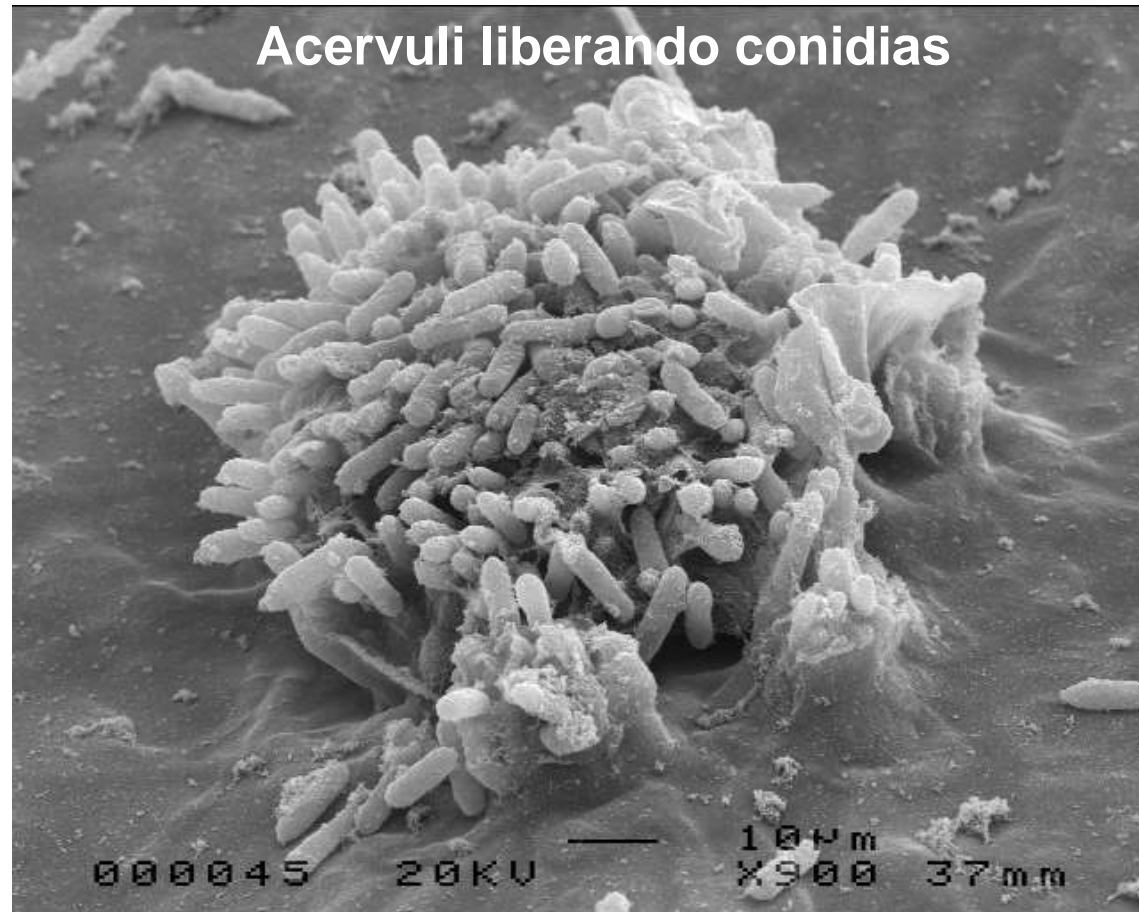


Los síntomas

- Etapa de Ultime: bayas momificadas

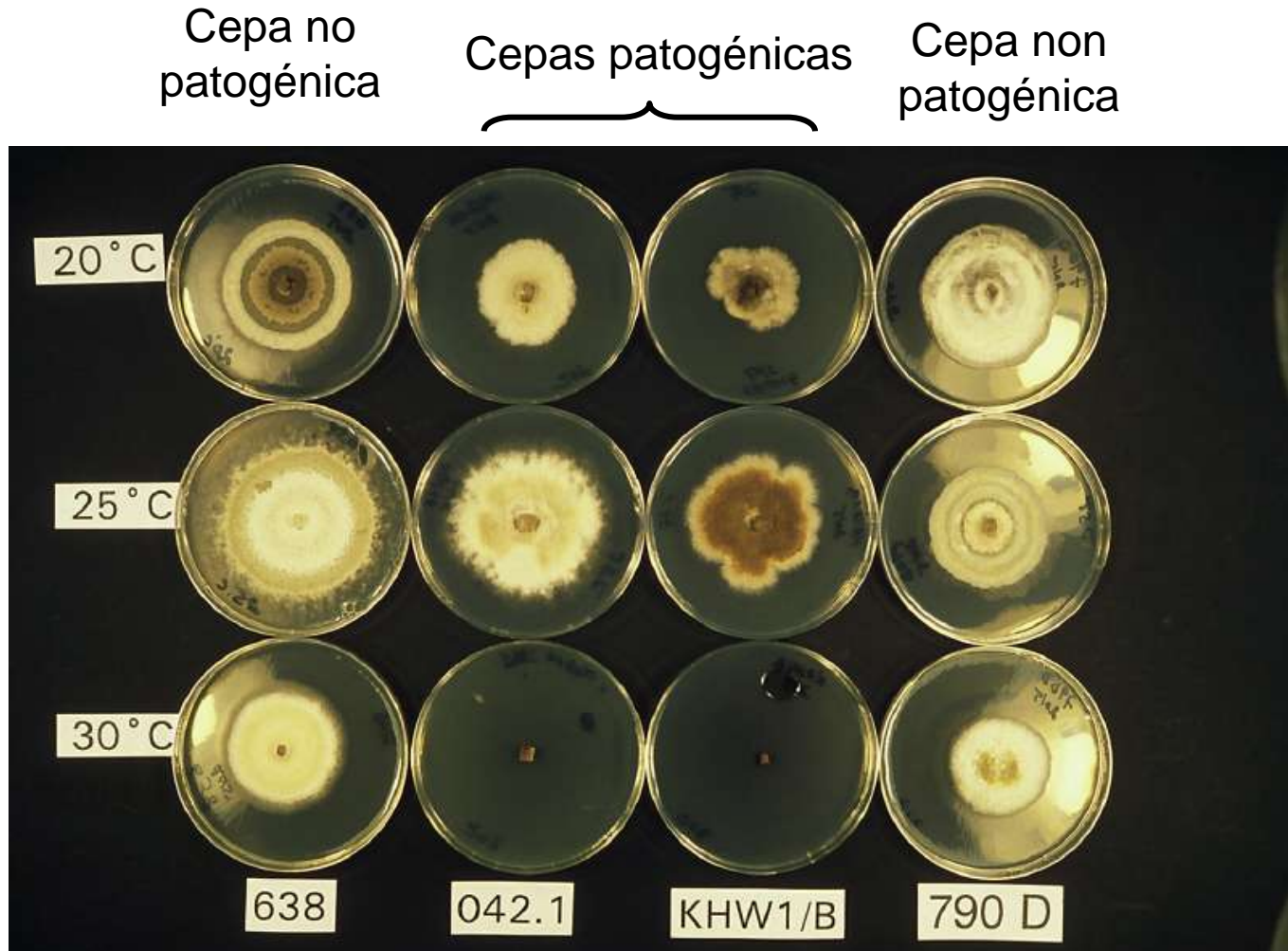


Forma de dispersión



Sin forma sexual

Forma de colonización



- Micelio color blanco/oliva
- Crecimiento inhibido a los 30° C

Otras microfloras presentes en frutos sintomáticos



Otras microfloras presentes en bayas sintomáticas

En 1960, la especificidad de *C. kahawae* como agente infeccioso no se había establecido, solo unos años más tarde, Hindorf describió claramente esta especie. Por ejemplo, Nutman y Roberts probablemente estudiaron *C. gloeosporioides* y no *C. kahawae*.

Esta es una controversia importante que ha llevado a un malentendido en el desarrollo de la enfermedad y ha conducido a errores de estrategia y de tratamiento en Kenia durante los años 60 y 70 y más allá.

Es importante identificar la enfermedad para no cometer errores

Die back ≠ CBD

El “die back” (acronecrosis) se debe a un complejo de microorganismos asociados (*C. gloeosporioides*) con la presencia de CDB

y

la combinación de condiciones que conducen al debilitamiento de los árboles:

- la falta de sombra,
- Nutrición deficiente
- Altas cargas fructíferas
- ...

CBD no es responsable del Die back

Métodos de Manejo de la Enfermedad

- Control químico = el método más utilizado
 - Cobre
 - Alrededor de 1 000 litros / ha / aplicación.
 - 7 a 12 aplicaciones por año

=> Pesado, difícil, dañino, caro

- ¿Qué estrategias de manejo?
 - Manejo integrado de plagas
 - Técnicas de control cultural (la poda es no suficiente, la eliminación de frutos momificados es difícil)
 - Factores ambientales del campo (sombra tiene efectos antagónicos).
 - Variedades resistentes (variabilidad de la susceptibilidad).
 - Uso racional de productos químicos



Resistencia

Genotipo de la Planta– Resistencia al CBD

KENIA

- Identificación de genotipos resistentes
 - Pretoria y K7 variedades
 - Pop. De Rume Sudan
 - Timor
 - = wild hybrid arabica*canephora
 - Resistant to CBD+coffee rust
- Selección y difusión de variedad Ruiru 11 = Resistant to CBD+coffee rust

CAMERÚN

- Resistencia observada en material introducido de Etiopía
- « Sélection massale » y difusión de variedad Java (Bouharmont 1992)

ETIOPÍA

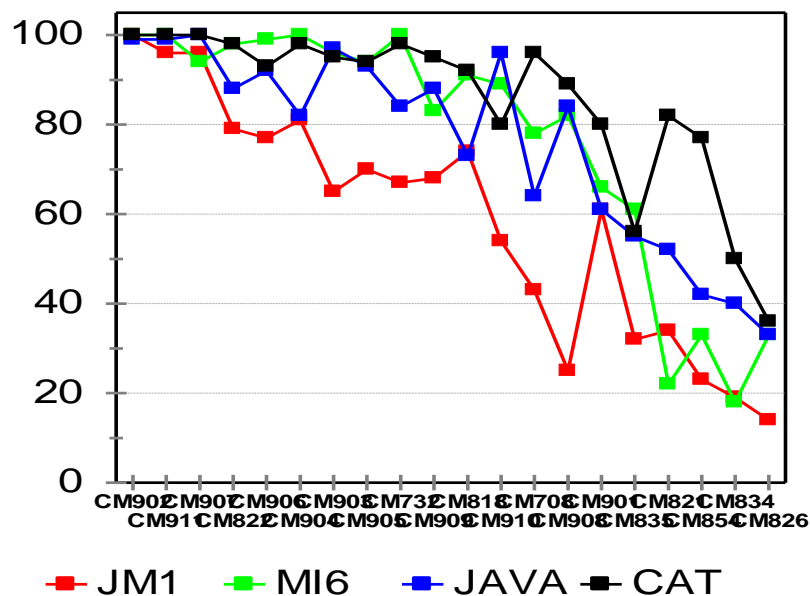
- Varios niveles de resistencia en poblaciones silvestres de *Coffea arabica*
- Resistencia Horizontal poligénica ? Van der Graaf 1981
- Selección de materiales parcialmente resistentes de material => futuro, comportamiento en campo difusión?

Sélection massale : selection of seeds, individuals that best correspond to the criteria of the farmers. This selection contributed to improve the performances of the cultures keeping the biodiversity (intra and inter varietal), so the crops can be heterogeneous and variable from a seed to an other one.

Límites y restricciones de trabajos de selección

- Ausencia de caracterización de poblaciones patógenas
- Especificidad regional de los resultados adquiridos
- *Coffea arabica*: base genética estrecha
- Estos límites han llevado a los países productores a reconsiderar sus objetivos y sus estrategias de selección con un enfoque en la creación de arabica x arabica híbridos con resistencia duradera a la antracnosis y buena "calidad de taza"

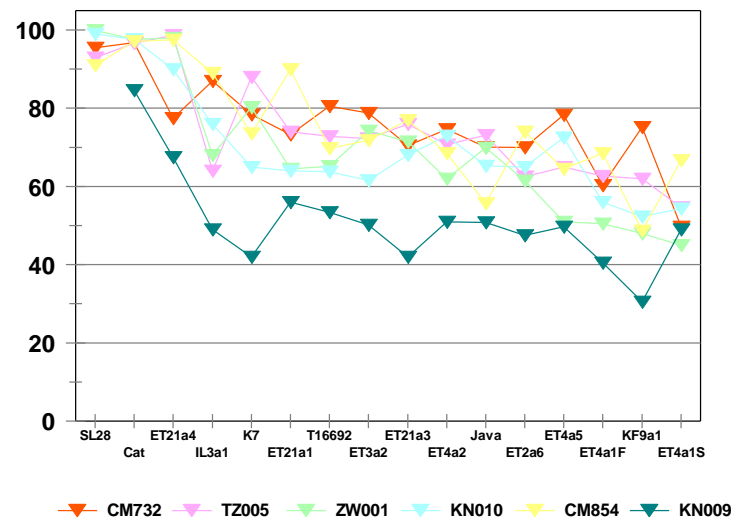
Relación hospederos– patógenos



Interacción entre 20 cepas de Camerún y 4 genotipos de *C. arabica*

- ⇒ Reducción débil de susceptibilidad a enfermedades
- ⇒ Interacciones no específicas

16 genotipos representativos de la conocida diversidad de especies de *C. arabica*
6 cepas de varias áreas de producción



Conclusion sobre relaciones de hospederos-patógenos

- No hay interacciones específicas : poligénico?
- Variabilidad de agresividad en aislamientos.
- Varios niveles de resistencia, no muy alto
- Identificación de genotipos arábigos mas resistentes

⇒ Resistencia no específica incompleta

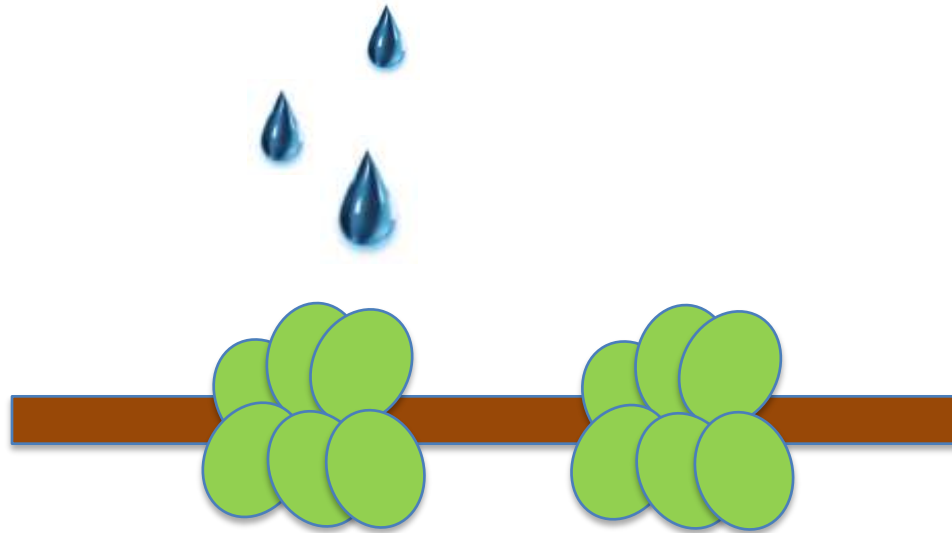
⇒ Necesita asociar varios métodos de control



Epidemiología

Nichos ecológicos

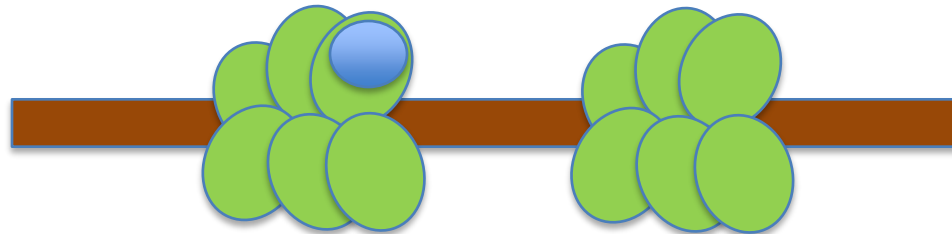
Mecanismos de dispersión de la enfermedad



Gotas de lluvia sobre las bayas que permiten la germinación del inóculo

Mecanismos de dispersión de la enfermedad

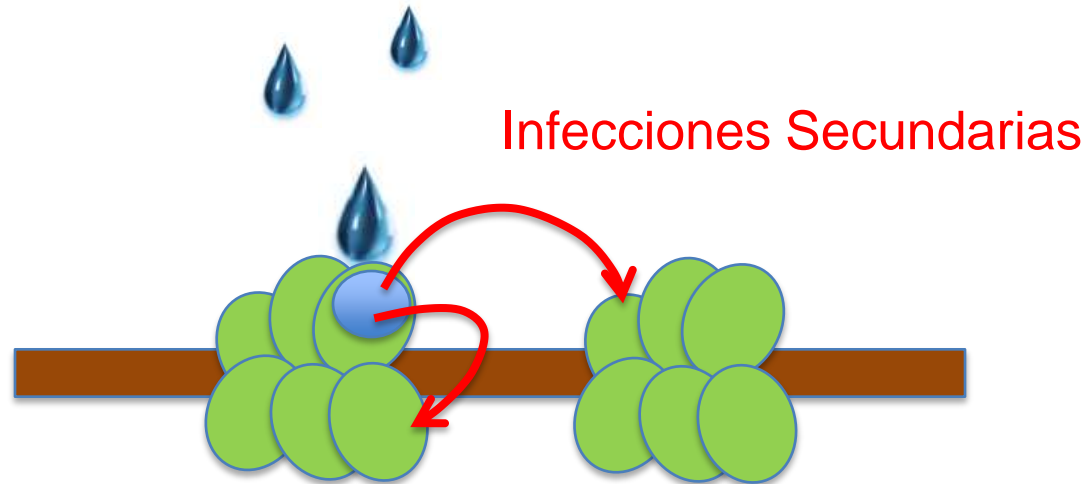
Infecciones primarias



Las primeras bayas están infectadas por infecciones primarias

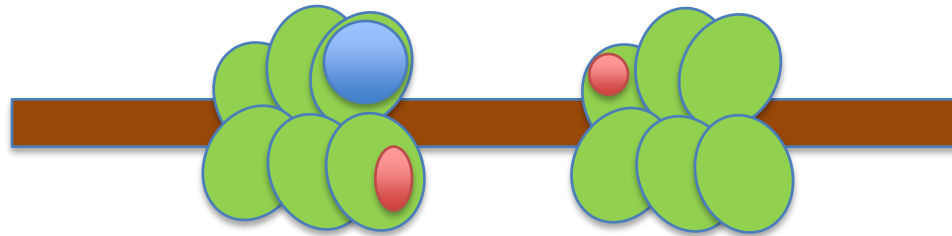
Aparece una necrosis ...

Mecanismos de dispersión de la enfermedad



... ya través de la lluvia que salpique, las conidias se dispersan a los frutos sanos ...

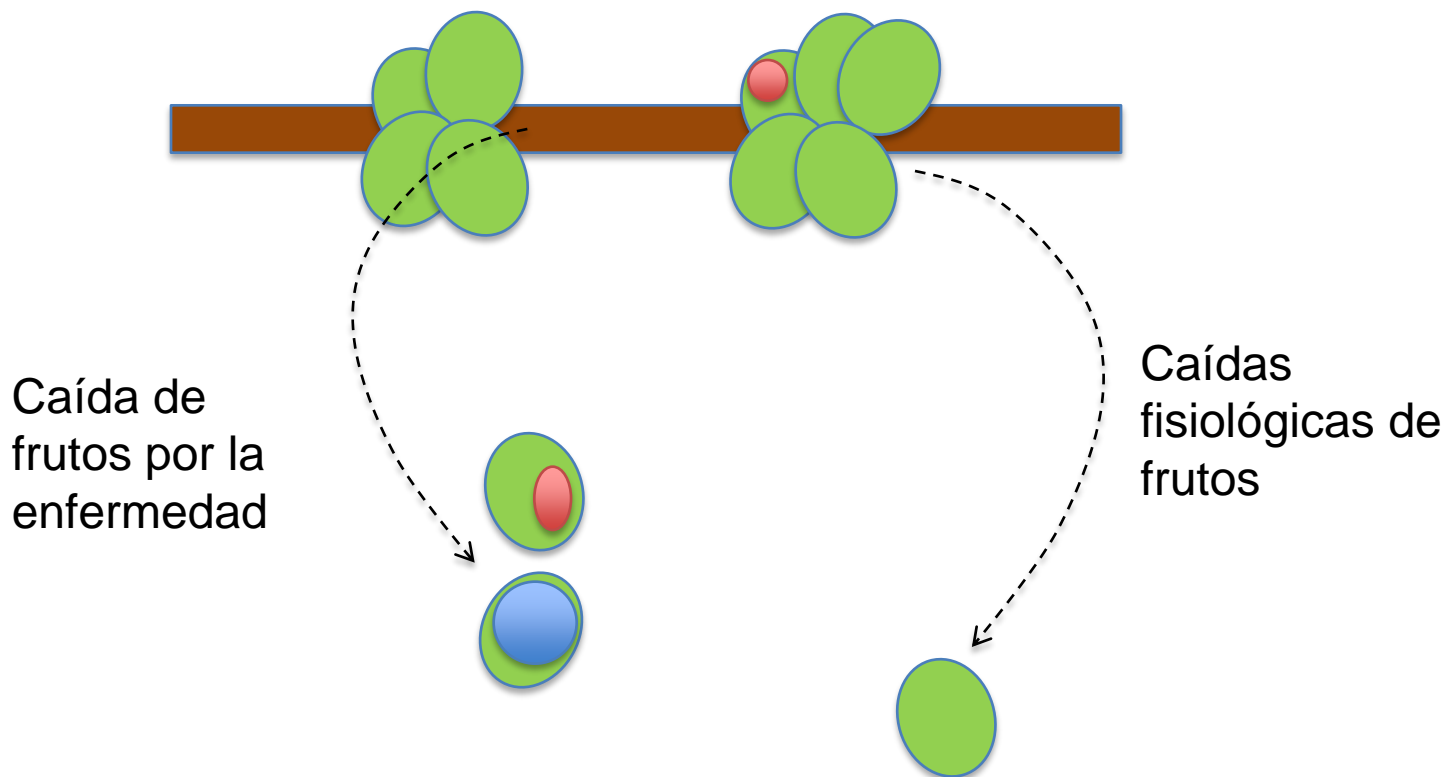
Mecanismos de dispersión de la enfermedad



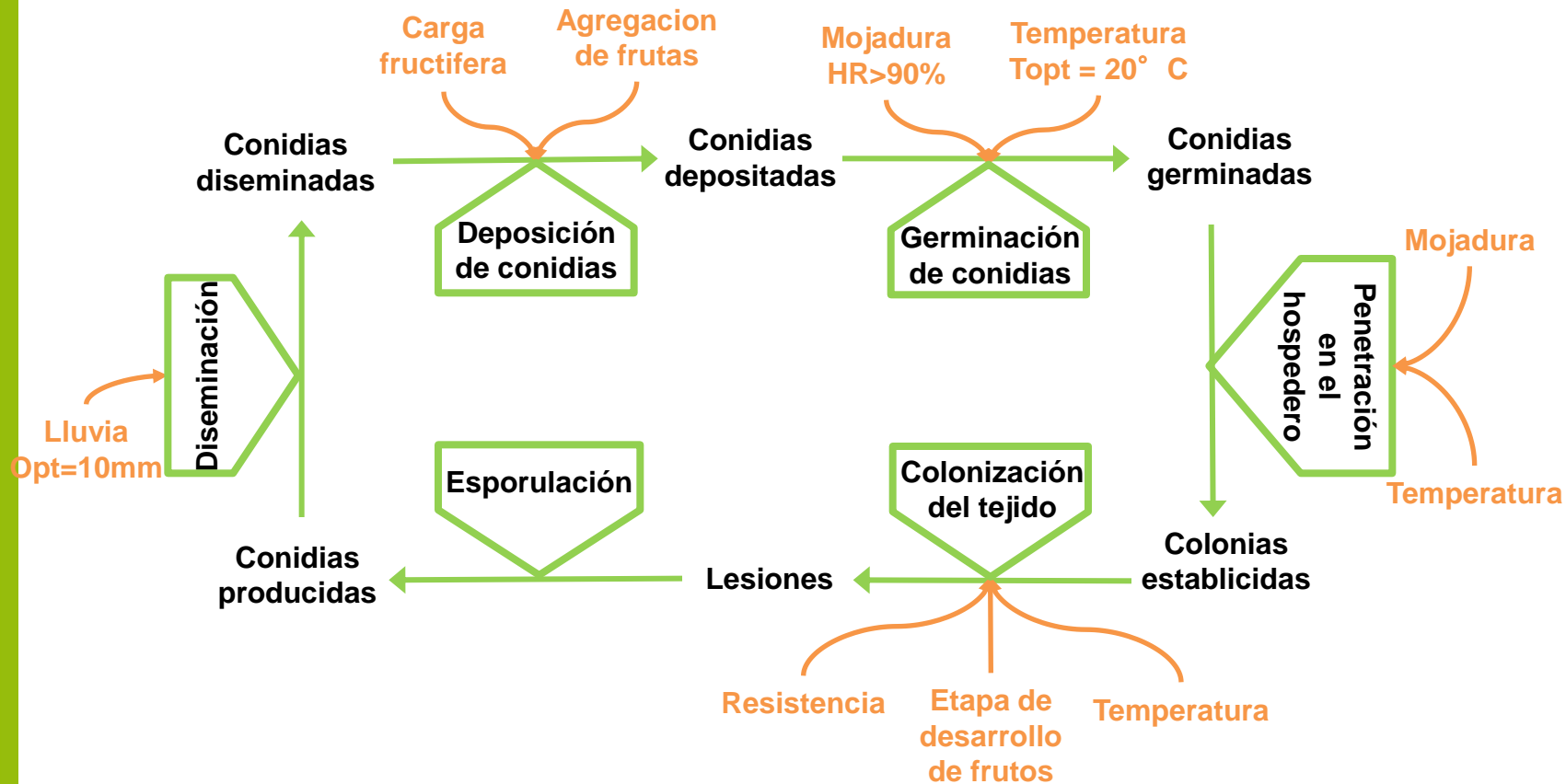
... que también pueden formar lesiones

Mecanismos de dispersión de la enfermedad

Entonces los frutos enfermos pueden caer.
Pero las bayas sanas también pueden caer por caídas fisiológicas.



Variables que afectan el ciclo de vida del patógeno



Incidencia y perdidas en función de la altura (Muller, 1980; Mulinge, 1972)

- 1000 m : Incidencia baja

- 1000 – 1600 m
 - Incidencia mediana
 - 20-30% pérdidas

- >1600 m
 - Incidencia alta
 - 50-90% pérdidas



La sombra :
efectos antagónicos
sobre la propagación de
la enfermedad

Efectos en algunas prácticas de cultivo en hospederas y factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida del CBD como se reporta en la literatura.



Prácticas de cultivo

Factores que afectan el Ciclo de vida de CBD	Sombra	Variedades enanas	Irrigación
Lluvia (salpique)		<ul style="list-style-type: none"> - La sombra intercepta la lluvia - Aumenta el tamaño de las gotas de agua - Pueden disminuir la lixiviación de conidia 	
Temperatura			
Humedad del fruto			
Carga del fruto			
Desarrollo del fruto			
Agregación del fruto			

- 
Efectos diversos de CBD
- 
Efectos desfavorables en CBD
- 
Efectos favorables en CBD

Efectos en algunas prácticas de cultivo en hospederas y factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de CBD como se reporta en la literatura.



Prácticas de cultivo

Sombra Variedades enanas Irrigación

Factores que afectan el Ciclo de vida de CBD

Lluvia (salpicadura)



Temperatura



La sombra amortigua las temperaturas

Humedad del fruto

Carga del fruto

Desarrollo del fruto

Agregación del fruto



Efectos diversos de CBD



Efectos desfavorables en CBD



Efectos favorables en CBD

Efectos en algunas prácticas de cultivo en hospederas y factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de CBD como se reporta en la literatura.



Prácticas de cultivo

Sombra Variedades enanas Irrigación

Factores que afectan el Ciclo de vida de CBD

Lluvia (salpicadura)



Temperatura



La sombra probablemente aumenta la humedad en la plantación

Humedad del fruto



- Porque reduce el déficit de presión del vapor y la evaporación
- Sin embargo, en altitudes altas, la sombra puede evitar la formación de rocío en plantas de café.

Carga del fruto

Desarrollo del fruto

Agregación del fruto



Efectos diversos de CBD



Efectos desfavorables en CBD



Efectos favorables en CBD

Efectos en algunas prácticas de cultivo en hospederas y factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de CBD como se reporta en la literatura.



Prácticas de cultivo

Sombra Variedades enanas Irrigación

Factores que afectan el Ciclo de vida de CBD

Lluvia (salpicadura)



Temperatura



Humedad del fruto



Carga del fruto



La sombra estabiliza los niveles de carga de fruto sobre años sucesivos => lo cual asegura la captura regular de conidia.



Efectos diversos de CBD

Desarrollo del fruto



Efectos desfavorables en CBD

Agregación del fruto



Efectos favorables en CBD

Efectos en algunas prácticas de cultivo en hospederas y factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de CBD como se reporta en la literatura.



Prácticas de cultivo

Sombra Variedades enanas Irrigación

Factores que afectan el Ciclo de vida de CBD

Lluvia (salpicadura)



Temperatura



Humedad del fruto



Carga del fruto



Desarrollo del fruto



Agregación del fruto



La sombra retrasa la maduración de la superficie de la cereza => se extiende probablemente la duración de todas las etapas del fruto y así el período de susceptibilidad de las cerezas.



Efectos diversos de CBD



Efectos desfavorables en CBD



Efectos favorables en CBD

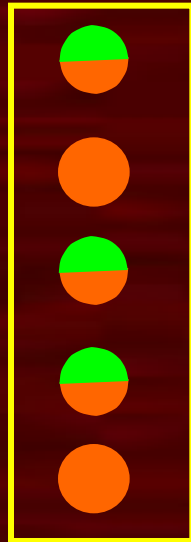
Efectos en algunas prácticas de cultivo en hospederas y factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de CBD como se reporta en la literatura.



Prácticas de cultivo

Sombra Variedades enanas Irrigación

Factores que afectan el Ciclo de vida de CBD



Al dar estos efectos antagónicos

- Es muy difícil ver superficialmente qué impacto tiene la sombra en la enfermedad
- Además, existen observaciones contradictorias.



Efectos en algunas prácticas de cultivo en hospederas y factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de CBD como se reporta en la literatura.



Prácticas de cultivo

Sombra Variedades enanas Irrigación

Factores que afectan el Ciclo de vida de CBD

Lluvia (salpicadura)



Temperatura



Humedad del fruto



Carga del fruto



La irrigación durante la temporada seca hace que el fruto se desarrolle antes, de esta manera evitando el periodo más propenso al desarrollo de CBD.

Desarrollo del fruto



Agregación del fruto



Utilizando variedades enanas deben favorecer el desarrollo CBD debido a la fuerte agregación de frutos en esas variedades.



Efectos diversos de CBD



Efectos desfavorables en CBD



Efectos favorables en CBD







Efectos en algunas prácticas de cultivo en hospederas y factores microclimáticos que afectan el ciclo de vida de CBD como se reporta en la literatura.



Prácticas de cultivo

Sombra Variedades enanas Irrigación

Factores que afectan el Ciclo de vida de CBD

Lluvia (salpicadura)		Estas relaciones sugieren que existen maneras de racionalizar el control de CBD.
Temperatura		
Humedad del fruto		Claramente existen posibilidades de control culturales.
Carga del fruto		
Desarrollo del fruto		Pero dependerán en el ambiente, la planta y el sistema de cultivo.
Agregación del fruto		Las recomendaciones deben ser específicas.

 Efectos diversos de CBD

 Efectos desfavorables en CBD

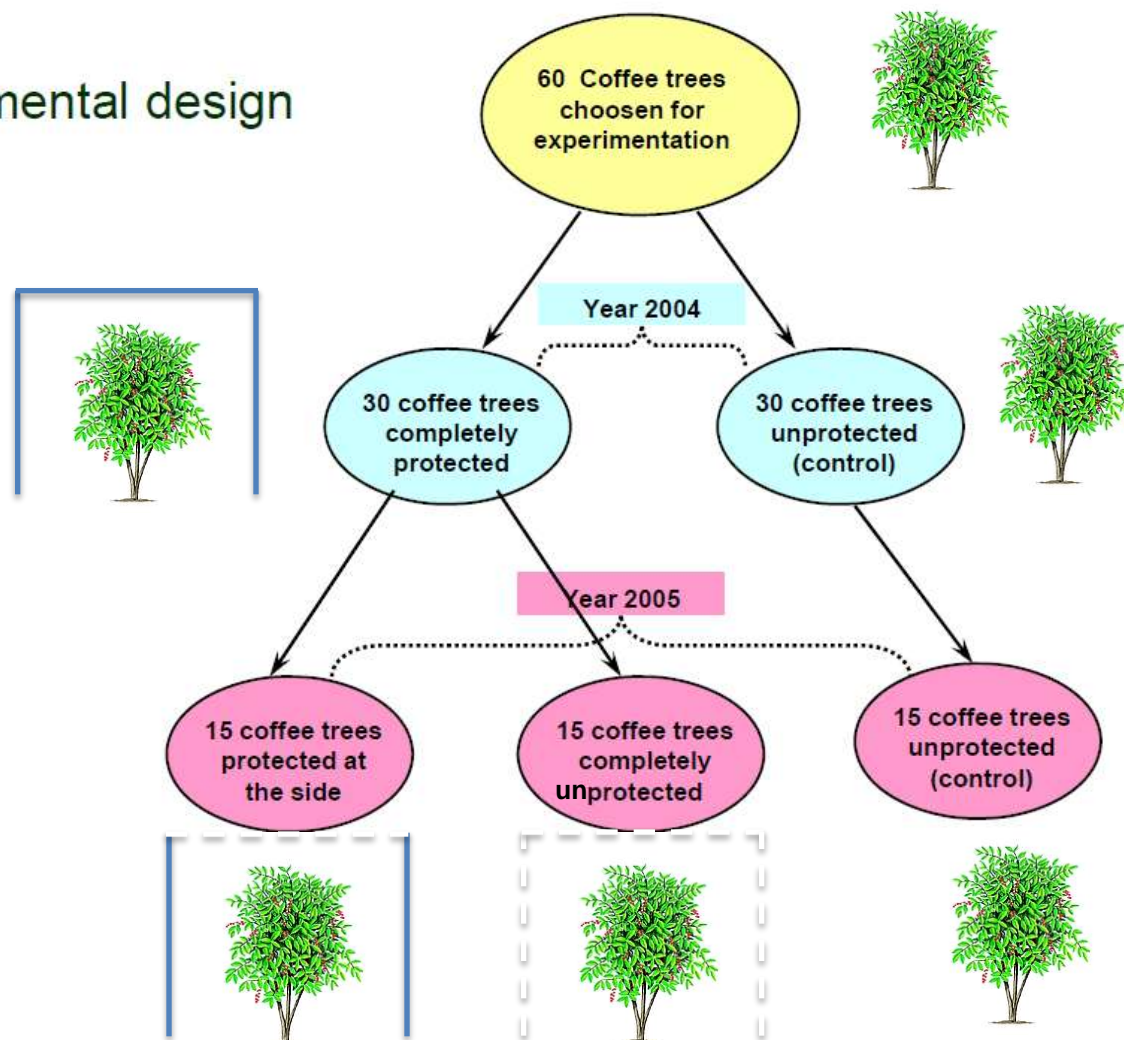
 Efectos favorables en CBD



Algunos estudios en el efecto de sombra en CDB

Librase de la lluvia (Mouen et al., 2010)

Experimental design



Árboles completamente cubiertos por plástico(Mouen et al., 2010)



Árboles protegidos únicamente por los lados (Mouen et al., 2010)



Side view



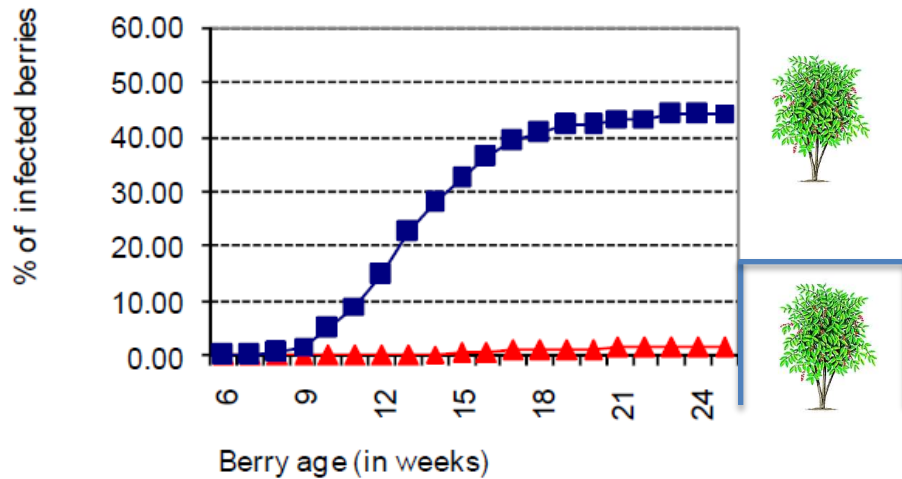
Upper view

Debajo de los plásticos



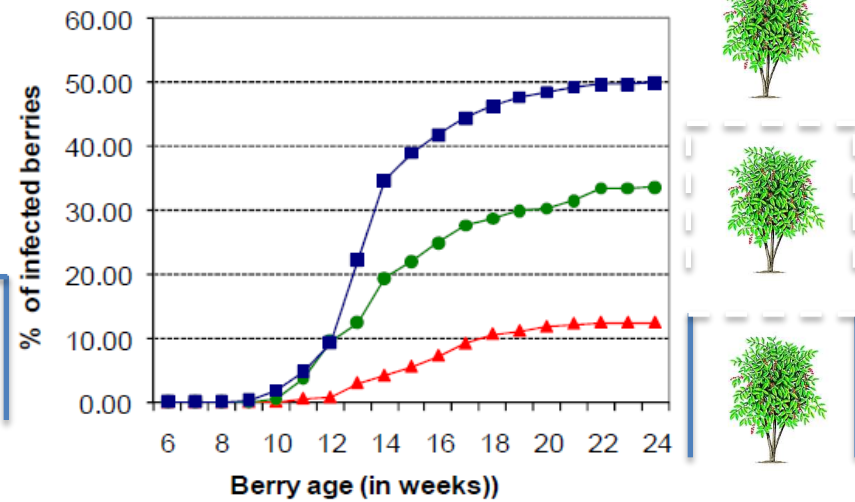
Resultados (Mouen et al., 2010)

Impact of complete protection of coffee trees over CBD – Year 2004



- ▲— Coffee trees completely protected from rain fall
- Coffee trees unprotected (control)

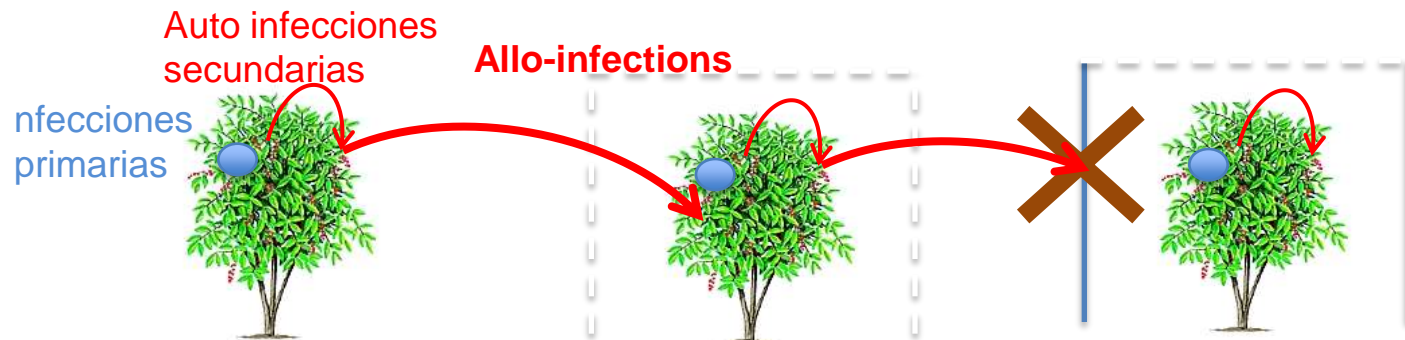
Evaluation of subsequent effect of the complete protection of coffee trees – Year 2005



- Control
- Coffee trees unprotected in 2005
- ▲— Coffee trees protected at the side

Interpretaciones

- Proteger los árboles contra la lluvia reduce la propagación de la enfermedad:
 - Sin agua para la germinación
 - Aumento probable de la temperatura bajo el plástico lo cual es desfavorable para la germinación de *C. kahawae*
- La importancia de la contaminación lateral de árboles de café for árboles vecinos.



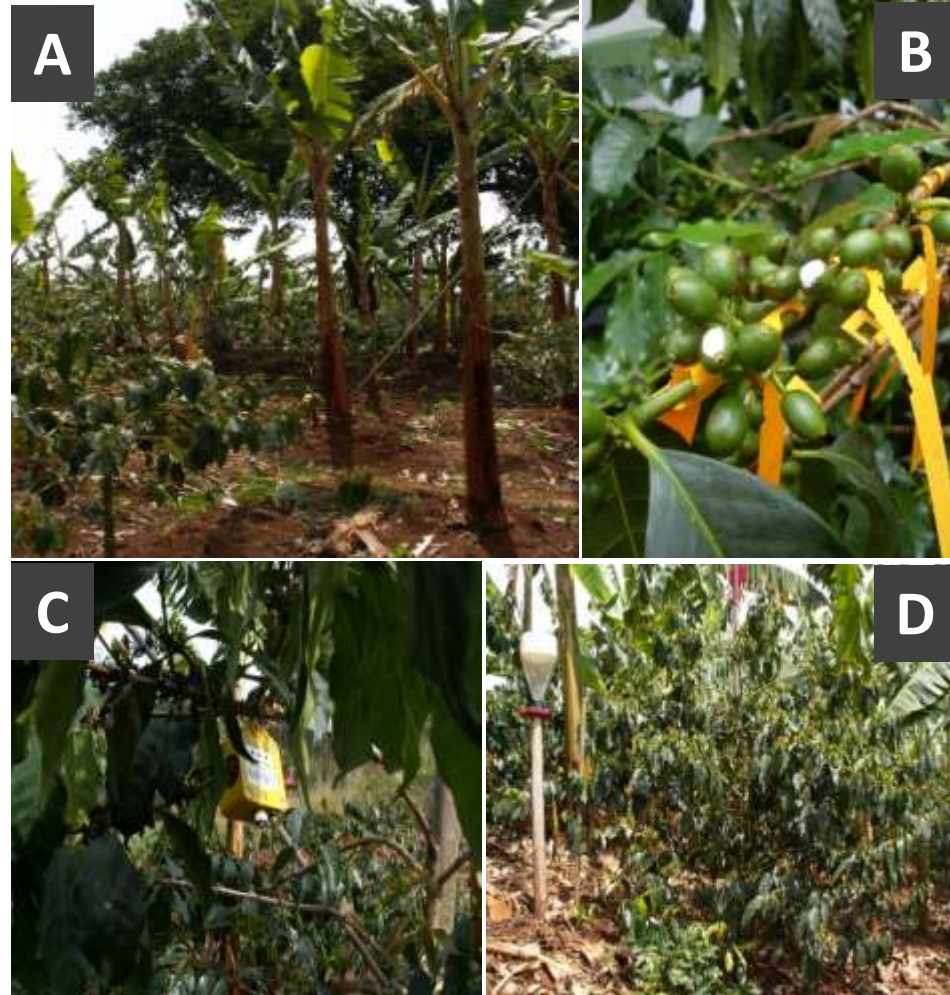
Objetivos de mi proyecto de investigación

Dilucidar la posibilidad de efectos antagónicos de árboles de sombras en la dinámica de CBD

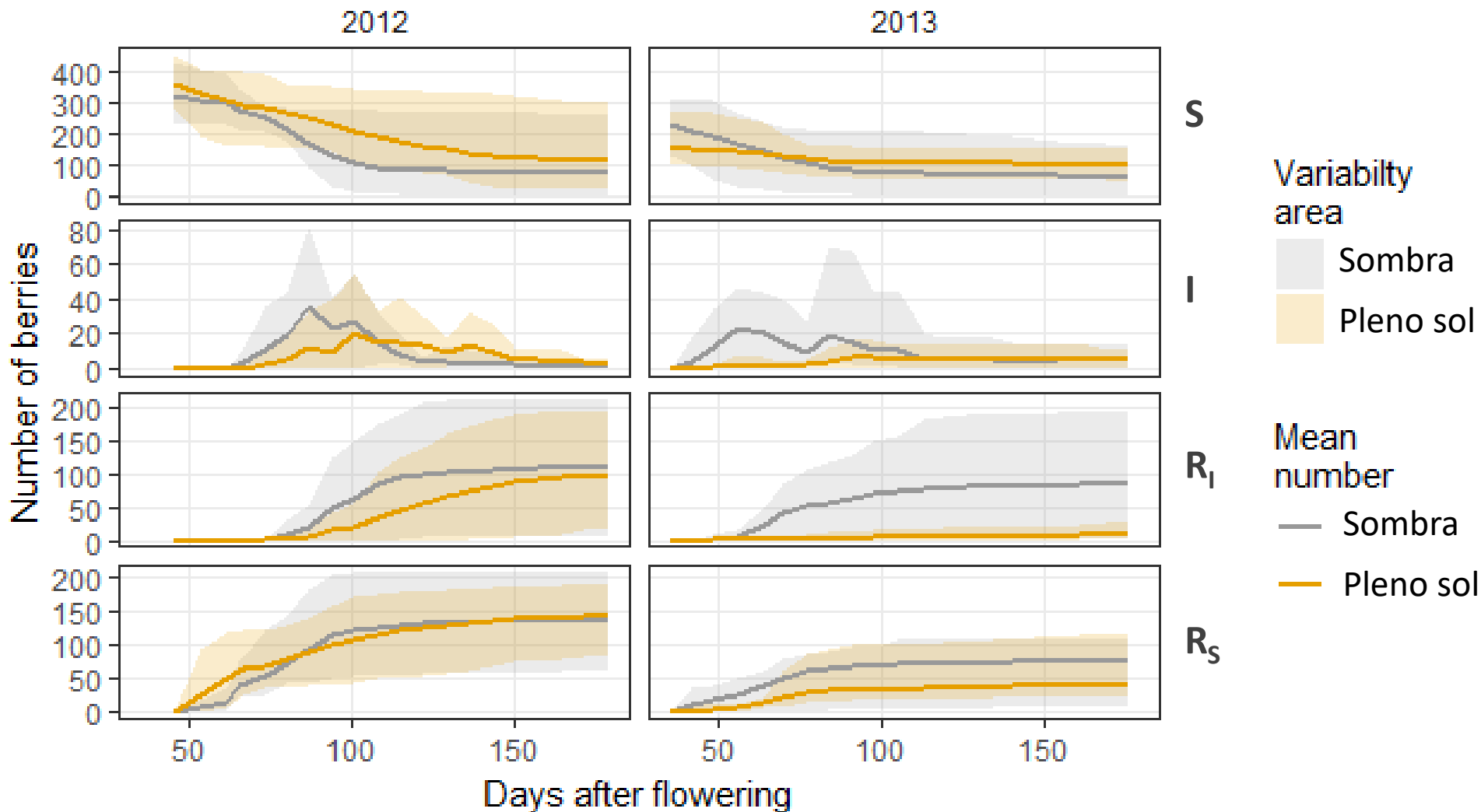
=> Parámetros Epidemiológicos

Experimentación de campo

- Finca en Bamendjou, Camerún del Oeste (**A**)
- 2 tratamientos: sombra kola contra pleno sol
- Monitoreo semanal de la cereza (**B**)
 - 12 árboles/ tratamiento
 - 3 ramas/ árbol
 - Observaciones de más de ~30 semanas:
 N_{obs} , I_{obs} , Ri_{obs}
- Monitoreo del clima
 - Temperatura cada hora (**C**)
 - Humedad relativa por hora
 - Lluvia diaria (**D**)

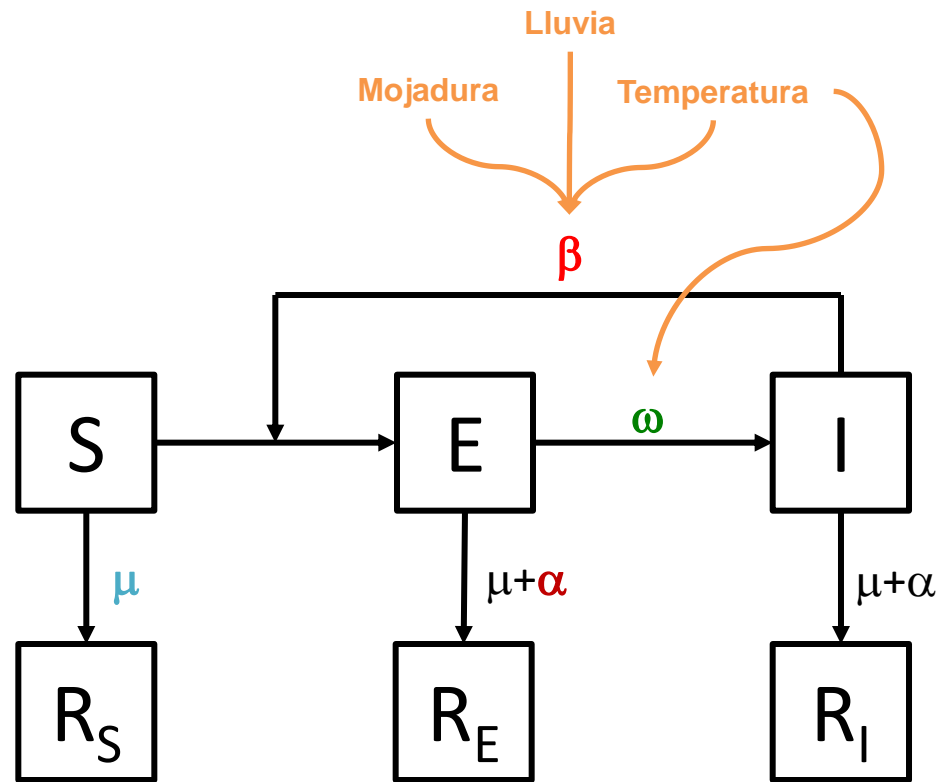


Resultados



➡ Variability and amplitude of disease can be increased by shade

Modelo



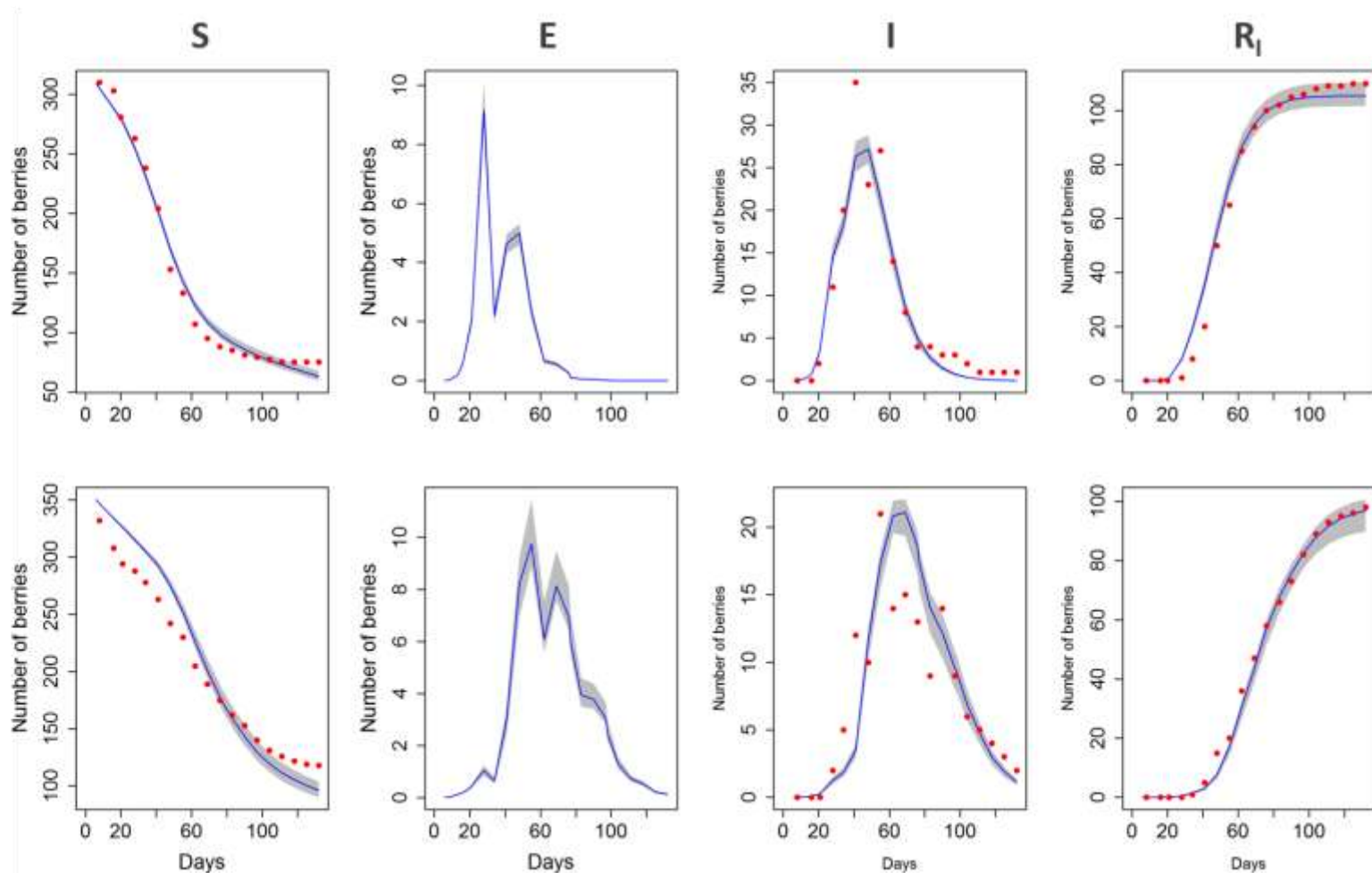
β : rango de transmisión

$1/\omega$: período de latencia

μ : mortalidad fisiológica

α : mortalidad de enfermedad inducida

Modelo de resultados



2012
«sombra»

2012
«pleno sol»

➔ Modelo razonable se ajusta a ambos años bajo estudios

Resultados principales

- ▶ El tratamiento de sombra muestra efectos antagónicos en mecanismos epidemiológicos.

La sombra reduce la transmisión de la enfermedad pero también el período de latencia

- ▶ Dependiendo de las condiciones climáticas locales, un mecanismo específico puede fomentarse, de esta manera aumentar la variabilidad de la eficacia de la sombra.

¿Qué hacer en caso de introducción?

- Respuesta de mi compañero Daniel Bieysse
- La primera pregunta que debe hacerse si hay una introducción es en qué forma? Hay dos
 1. **Introducción accidental** : Frutos verdes infectados o semillas que han estado en contacto con frutos infectados
 2. **Introducción voluntaria** : muestras de laboratorio

¿Qué hacer en caso de introducción?

1. Introducción involuntaria de semillas o frutos infectadas

- Es un riesgo real del "pocket breeding".
 - un plantador de América del Sur que visita plantaciones africanas podría querer introducir variedades muy productivas a su plantación.

- A partir de una semilla infectada la enfermedad puede desarrollarse en un vivero en un semicírculo joven. Pero que para ir de la semilla al vivero en un fruto en el campo hay muchos pasos. En este caso es el hombre el que sería el vector.

- La conidia no es un órgano de conservación, sino de reproducción

- **Que hacer** : Si se observa una semilla sospechosa en el vivero y la sembradora regresa de una visita a África en una plantación, todas sus plantas de semillero deben ser destruidas lo antes posible.

¿Qué hacer en caso de introducción?

2. Introducción voluntaria

- Cabe señalar que *C. kahawae* se considera un agente bioterrorista. En el caso del CBD es poco probable que se juegue también
- **Que hacer** : si hay dudas sobre los síntomas de campo, se necesita una evaluación rápida para evaluar la extensión del área y tratar las plantaciones con fungicidas de dosis altas.
- Dicho esto, cuando se detecta CBD en el campo por primera vez en un área donde se desconoce de antemano, ya ha cubierto docenas de hectáreas. Solo quedan los ojos para llorar y el plantador tendrá que decirse que tendrá que vivir con eso.
- **Que hacer bis** : Así que la fórmula correcta es informar a los plantadores del riesgo y en la hipótesis de que los plantadores van a África para no traer semillas de café, esquejes o injertos.

Conclusiones

- El control químico es altamente restrictivo.
 - Requiere numerosas aplicaciones de fungicidas por año.
 - Por lo tanto es caro

- El control genético es obviamente una solución indispensable, pero las resistencias en Arábica solo parecen ser parciales y ponen en juego pocos genes. Su durabilidad es por lo tanto expuesta.

- Necesita combinaciones de estrategias de manejo
- Pero necesito comprender los efectos antagonistas, por ejemplo de los sistemas agroforestales en la propagación del CDB

- Tengo que entender
 - Mecanismos por los cuales el patógeno se dispersa dentro del árbol y dentro de la parcela.
 - Cómo el ambiente y las prácticas culturales pueden afectar los mecanismos epidemiológicos de la enfermedad.