



Respuesta a la aplicación de partículas de Caolinita en café – Revisión y avances de una tecnología emergente.

Carlos Andres Unigarro Muñoz
Disciplina de Fisiología Vegetal - Cenicafé.
Manizales - Caldas.



id



Equipo de trabajo



Fisiología vegetal

Claudia Marcela Mora Agudelo.
Claudia Patricia Valencia Vera.
Marta Bibiana Escobar Pulgarín.
Natalia Catalina Flechas Bejarano.
Aristófeles Ortiz.
José Ricardo Acuña Zornosa.
Mario Franco Arcila.

Biometría

Luis Carlos Imbachi.

Experimentación

Myriam Cañón Hernández.

Personal en campo

CONTENIDO

La temperatura y el cultivo del café - Un breve contexto.

Películas de partículas antitranspirantes - Características.

Partículas caolinita - Funcionamiento y Acción.

Partículas de caolinita en café – casos de estudio.





La temperatura y el cultivo del café

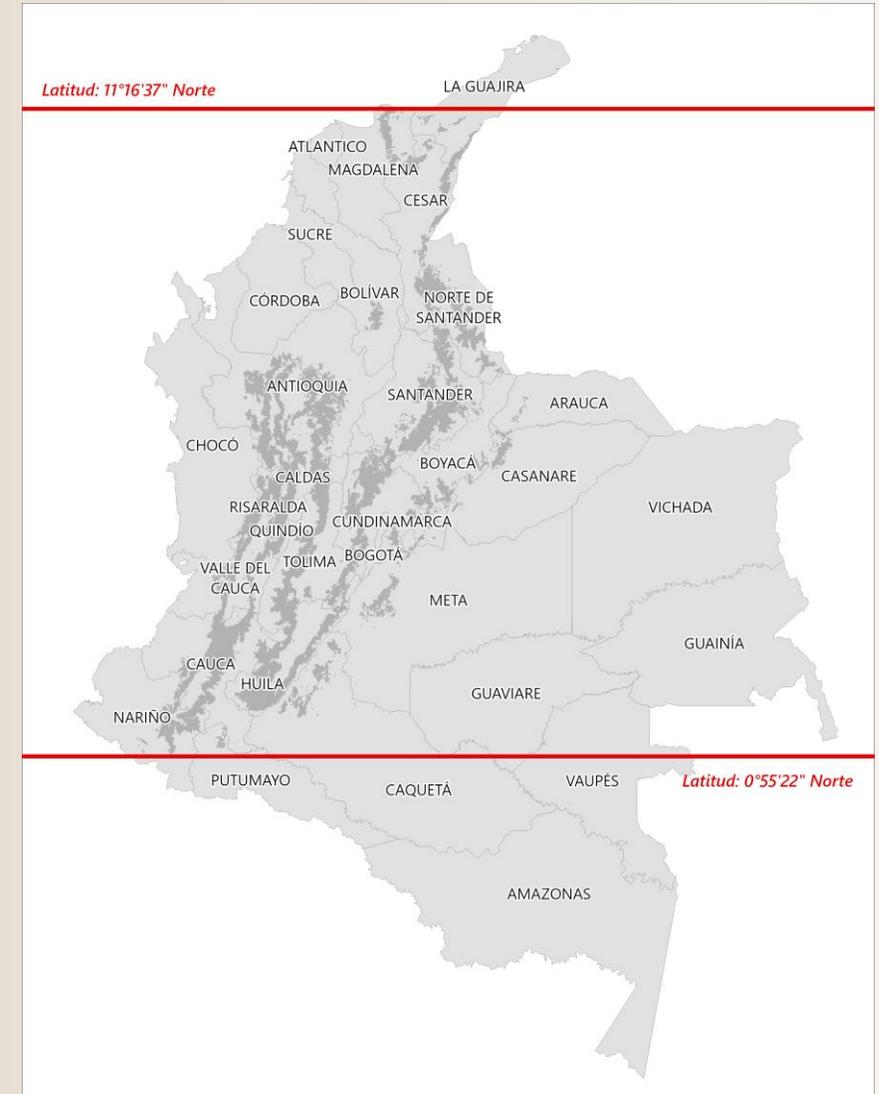
Un breve contexto.

La producción de café (*Coffea arabica* L.) en Colombia

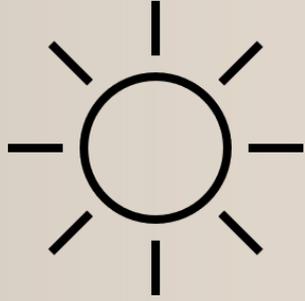


En Colombia a 2022:

- Los cultivos se ubican entre los **0° y 11° latitud Norte**.
- Esta sembrado en 842.420 hectáreas
- Producción fue de 11'084.000 sacos de 60 kg de café verde.



Condiciones ambientales para *C. arabica* L.



Brillo solar

1500 a 2100 horas año⁻¹



Lluvia

1,550 mm y 2,000 mm
año⁻¹



Temperatura

Optimo
18 a 23 °C

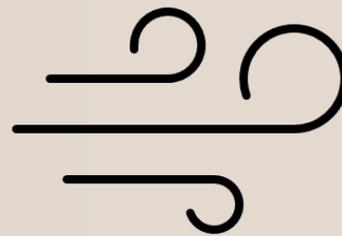
Min. y Max.
10 °C y 32 °C

El IPCC del 2019 advierte un incremento en la temperatura del planeta de 1.5 °C entre 2030-2050.



Altitud

1500 a 2000 m



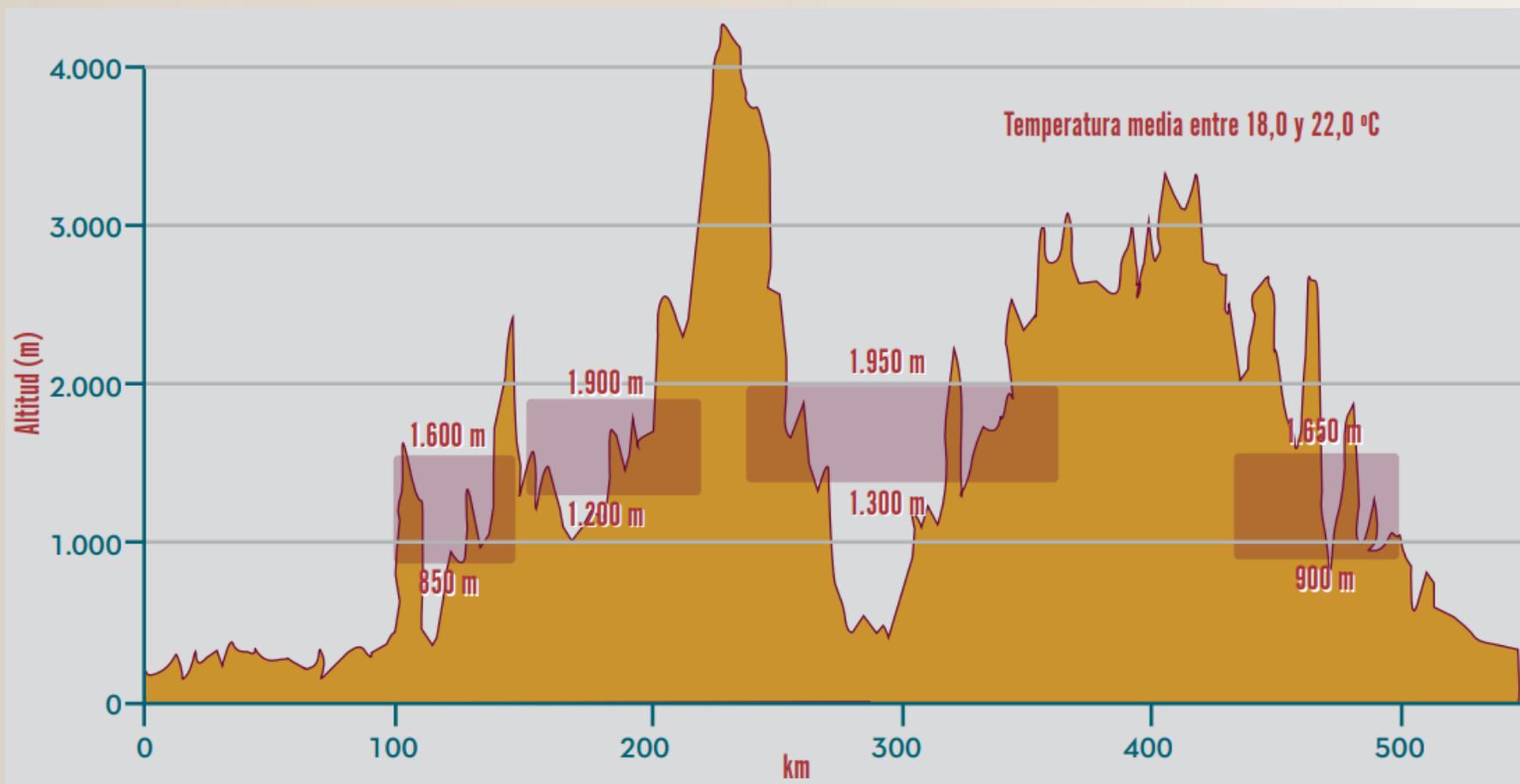
Viento

1 y 2 m s⁻¹

La temperatura y el cultivo del café



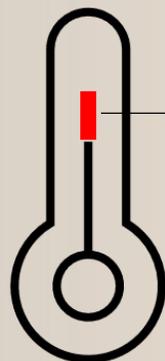
Altitud y temperatura media anual para el cultivo de café en Colombia.



La temperatura y el cultivo del café



Un nuevo contexto.



Temperatura

Óptimo
18 a 23 °C

Min. y Max.
10 °C y 30 °C



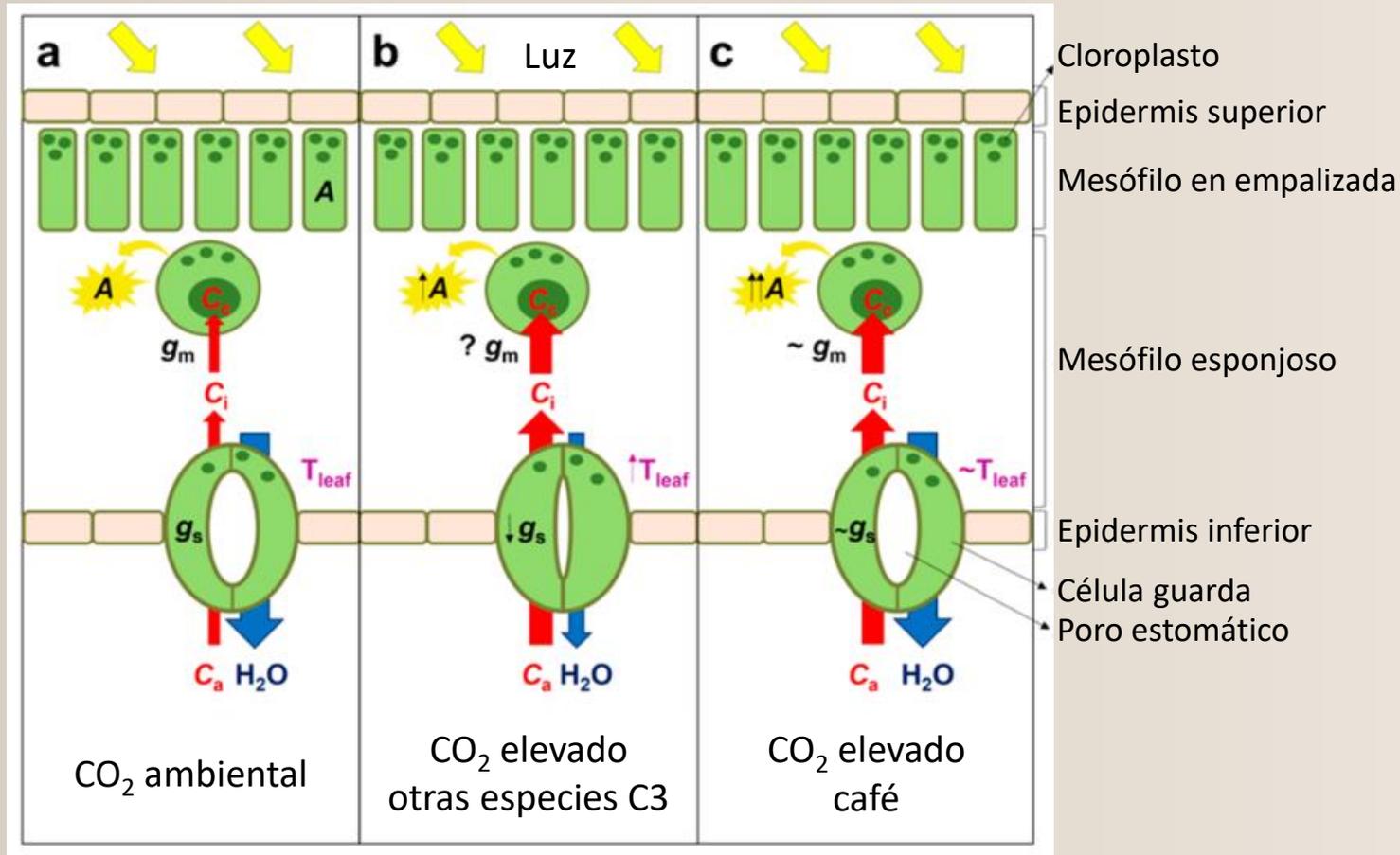
Variedades de *C. arabica* procedentes principalmente de introgresiones con *C. canaphora*, crecen y producen bien en ambientes con temperaturas entre 24-25° C.

La tasa fotosintética puede llegar a aumentar entre los 30-35 °C, si la conductancia estomática (g_s) se mantiene en respuesta al DPV.

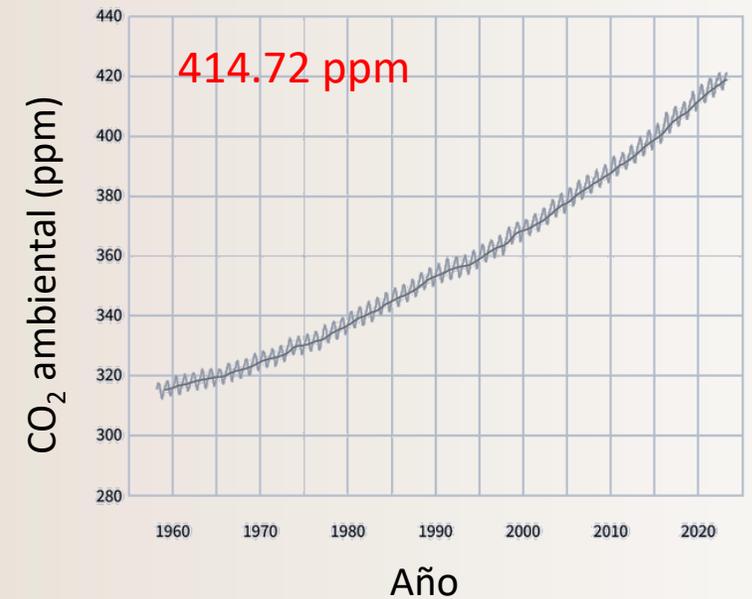
La temperatura y el cultivo del café



Efecto fisiológico del CO₂ en café.

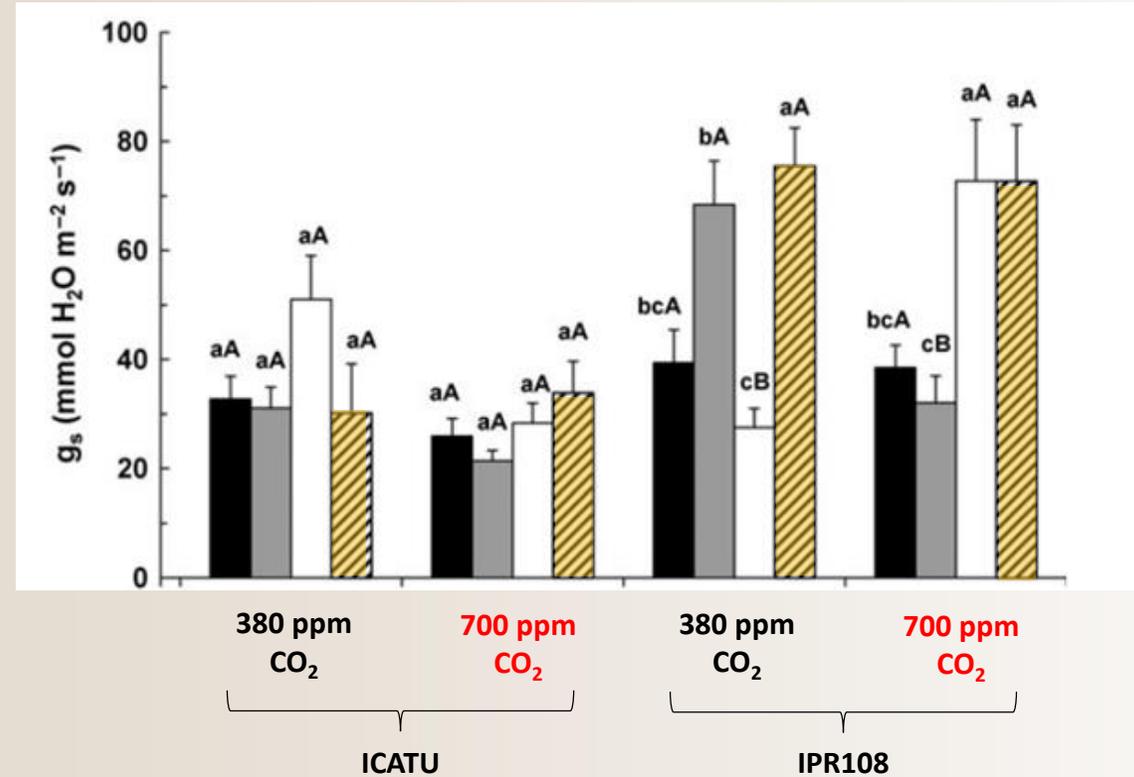
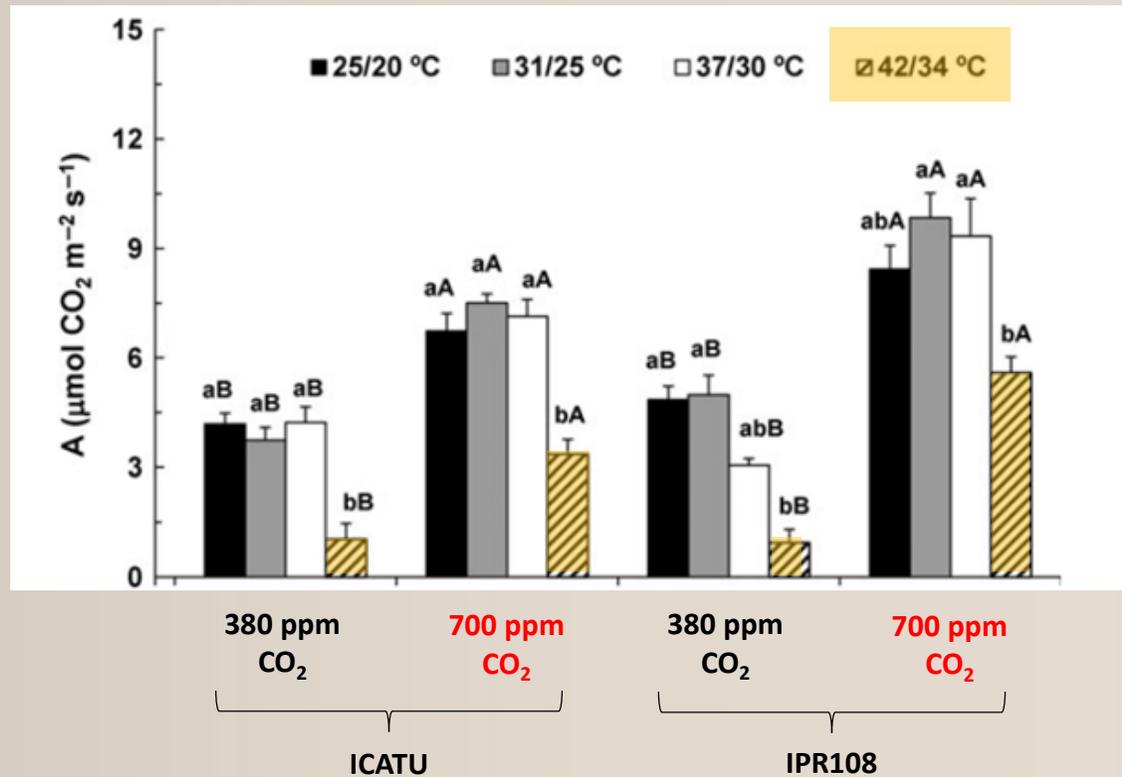


CO₂ atmosférico a nivel global



La temperatura y el cultivo del café

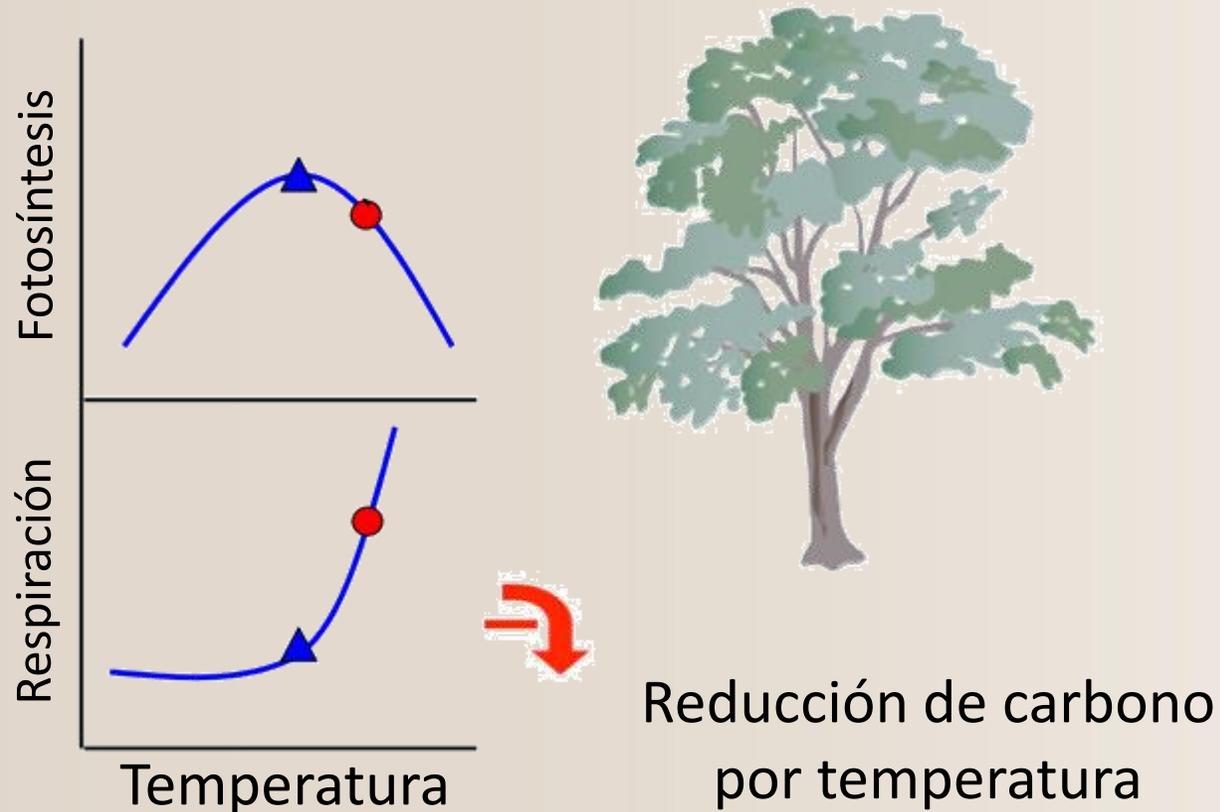
Efecto fisiológico del CO₂ en café.



A pesar de las disminuciones significativas en A en 42/34 °C (en relación con 25/20 °C), los valores de A fueron 2.5 veces más altos en C_a elevada que en el nivel ambiente.

Efectos de la temperatura

Plantas limitadas o sin aclimatación térmica.



Efectos de la temperatura

Disturbios fisiológicos (golpe de sol, flores estrella y secamiento)



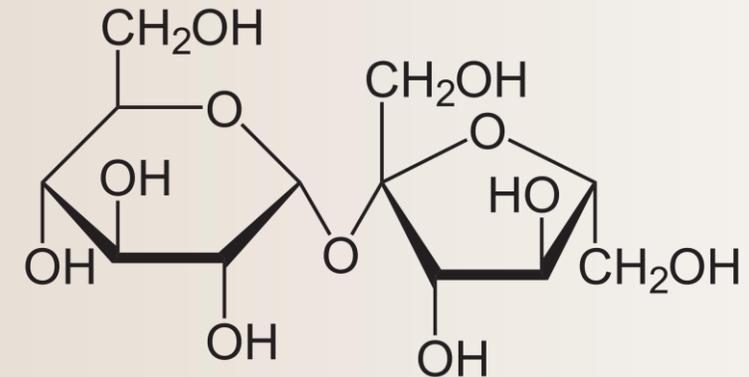
Llenado del grano incompleto



Proceso de maduración acelerado en el pericarpio (pulpa)



Reducción de la sacarosa en los granos



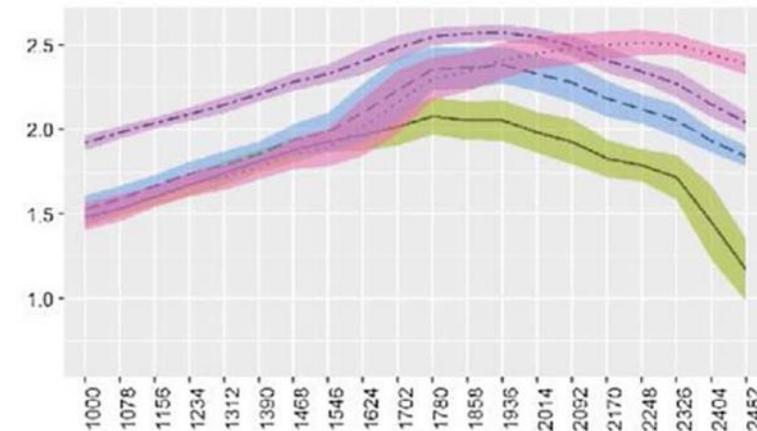
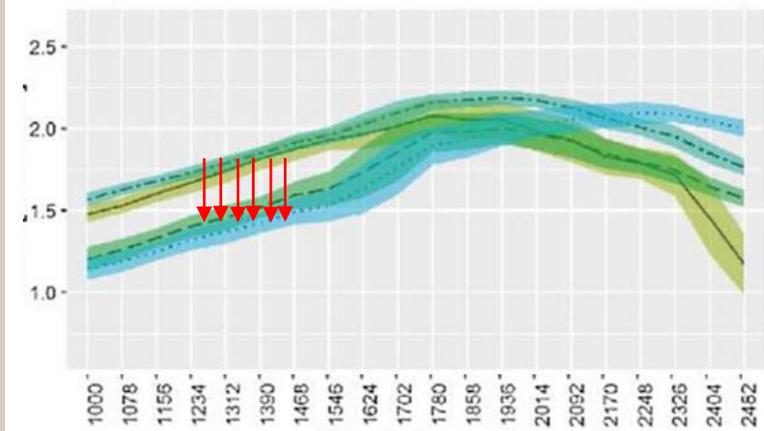
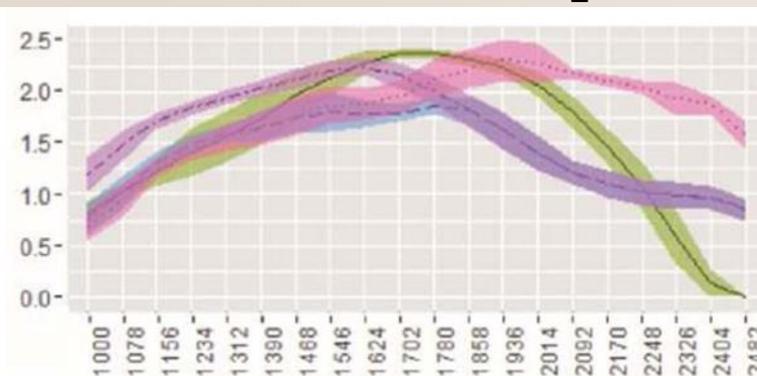
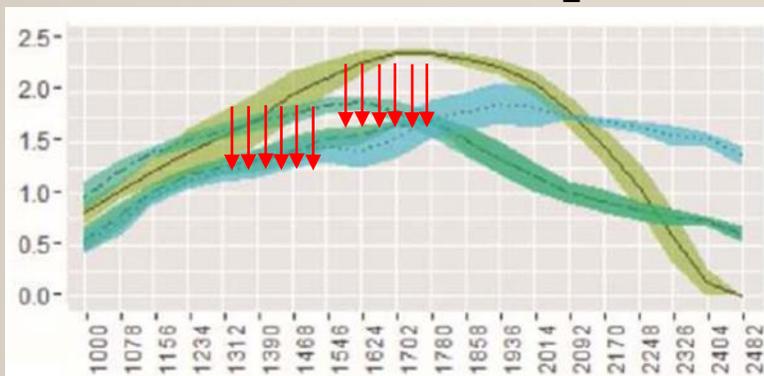
Efectos de la temperatura



Producción de café (t DM ha⁻¹)

380 ppm CO₂

478 ppm CO₂



Altura (m. s. n. m)

Seca y Cálida



Húmeda y Cálida

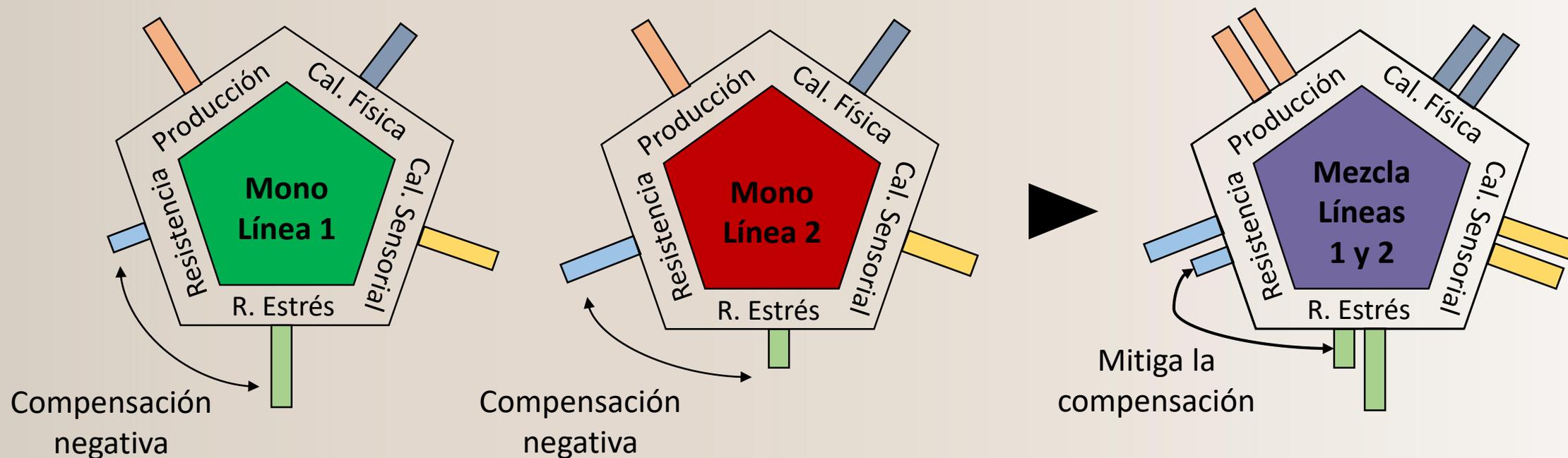


Escenarios de producción de café

- Actual al Sol
- Futuro A al Sol
- Futuro B al Sol

Estrategias para mitigar la temperatura

- Variedades con tolerancia al estrés térmico.



- Sombrío mediante sistemas agroforestales.
- Películas de partículas antitranspirantes (Caolinita).

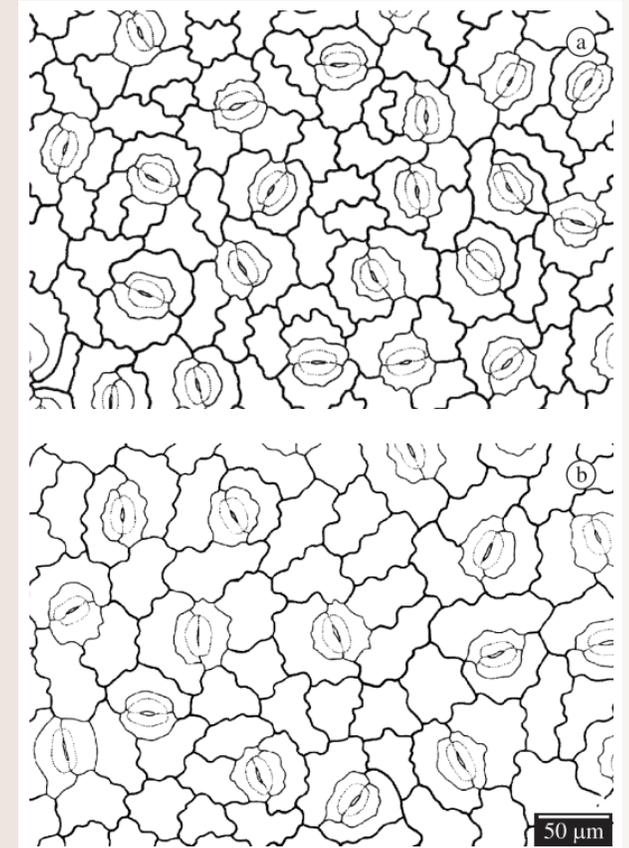
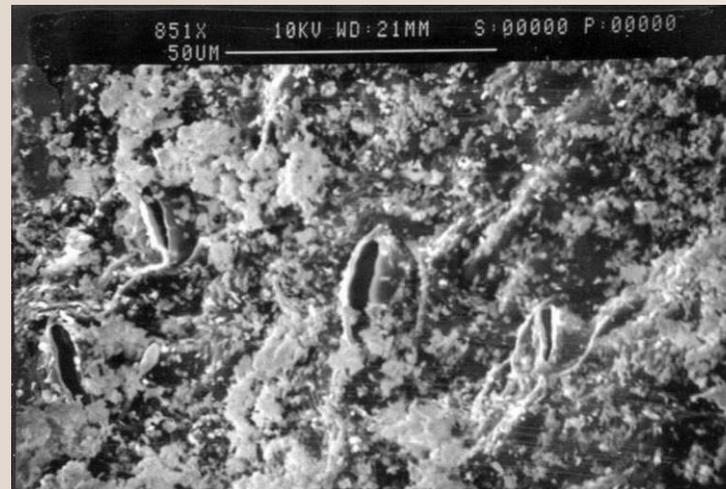
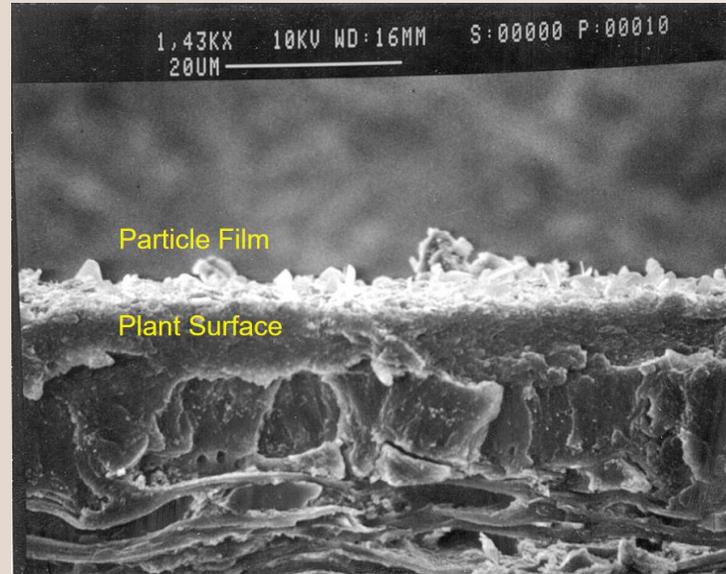


Películas de partículas antitranspirantes

Características.

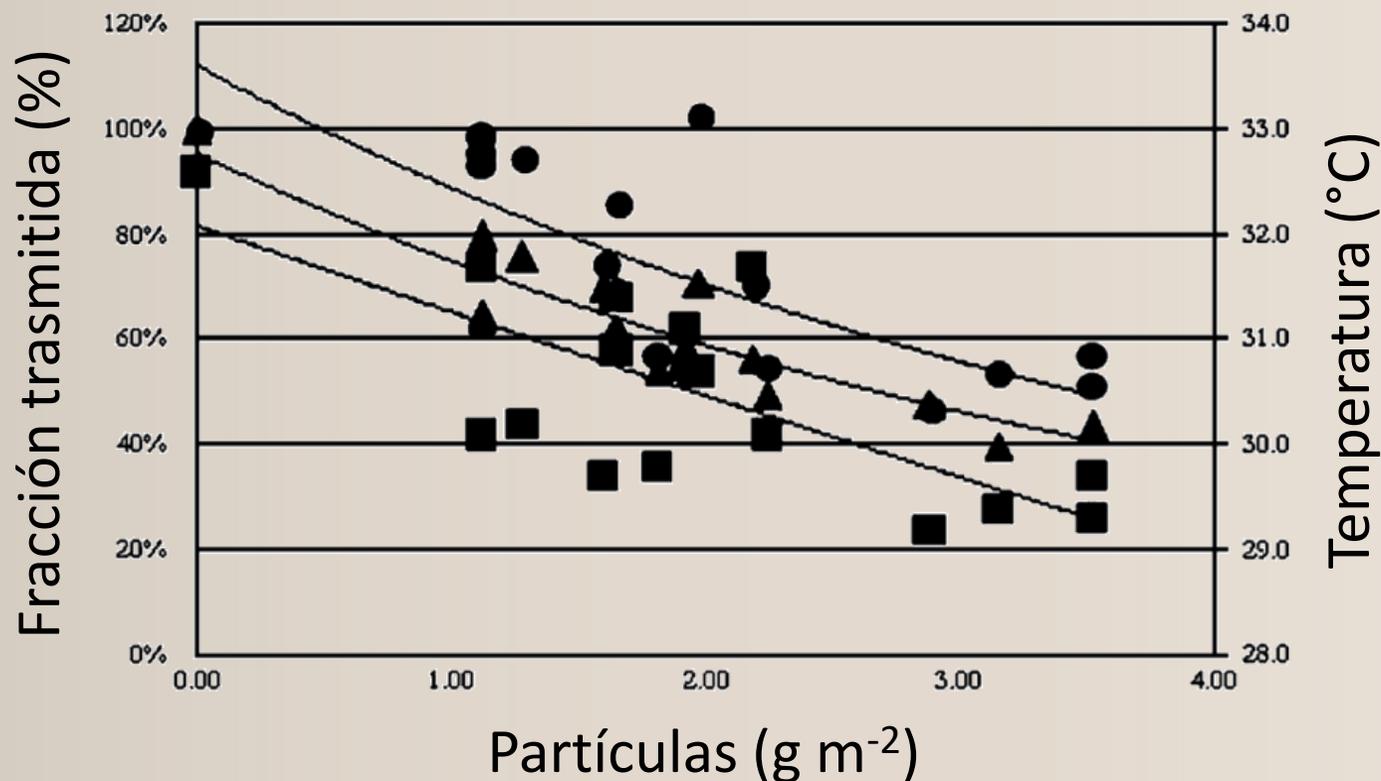
Características de una película de partículas

- Partícula mineral químicamente inerte con un $\varnothing < 2 \mu\text{m}$.
- Capacidad para crear una película uniforme y porosa, que no interfiera en el intercambio de gases.



Epidermis abaxial en *C. arabica*
(Estomas: Ancho $26.8 \mu\text{m}$, Largo $17.85 \mu\text{m}$)

Características de una película de partículas



PAR ▼ 56% (497 a 217 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

UV ▼ 48% (47.5 a 24.9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Temperatura ▼ 10% (32.6 a 29.4 °C).

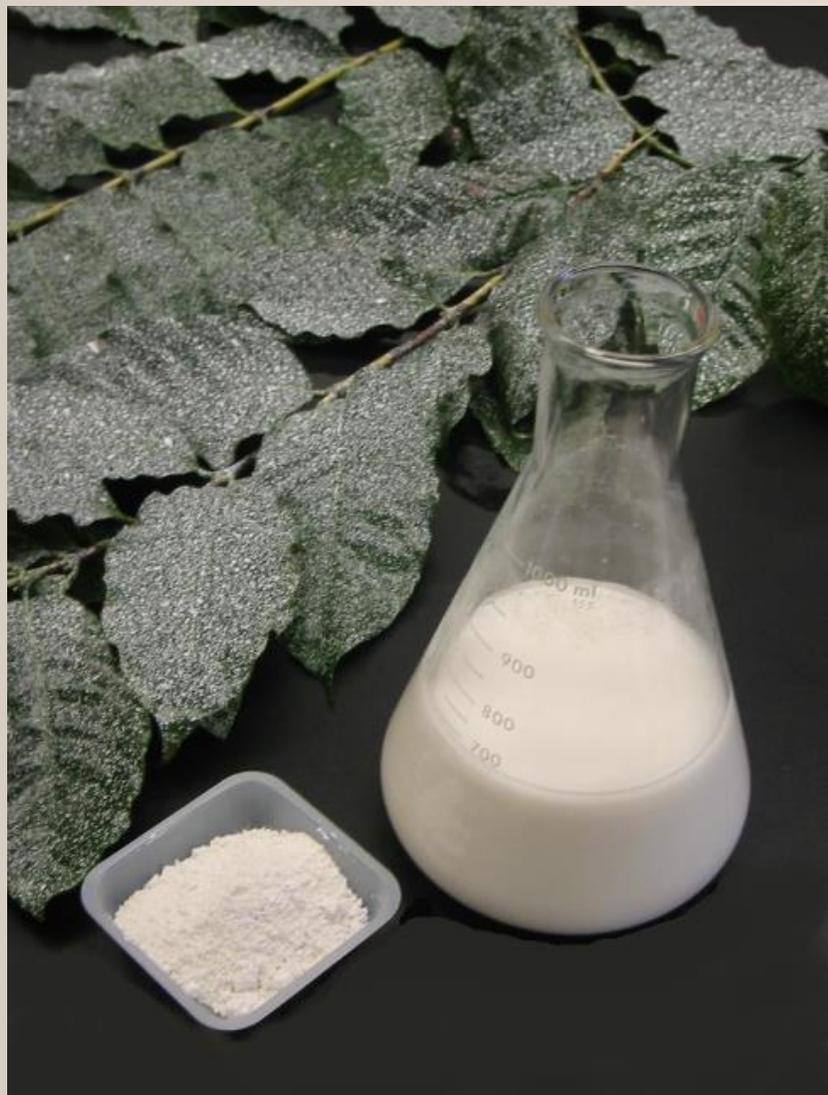
- Capacidad de transmitir radiación fotosintéticamente activa (PAR), pero excluir en cierta medida la radiación ultravioleta (UV) e infrarroja (IR).
- Capacidad de removerse fácilmente de los productos cosechados.



Partículas caolinita

Funcionamiento y Acción.

Película de partículas de caolinita calcinada



Caolín Natural:

39.50% óxido de aluminio.

46.54% dióxido de silicio.

13.96% agua.

Óxido de hierro (Fe_2O_3).

Dióxido de titanio (TiO_2).

Caolinita calcinada y purificada:

$\text{Al}_4 \text{Si}_4 \text{O}_{14}$ [$\varnothing \sim 1 \mu\text{m}$].

Película de partículas de caolinita calcinada



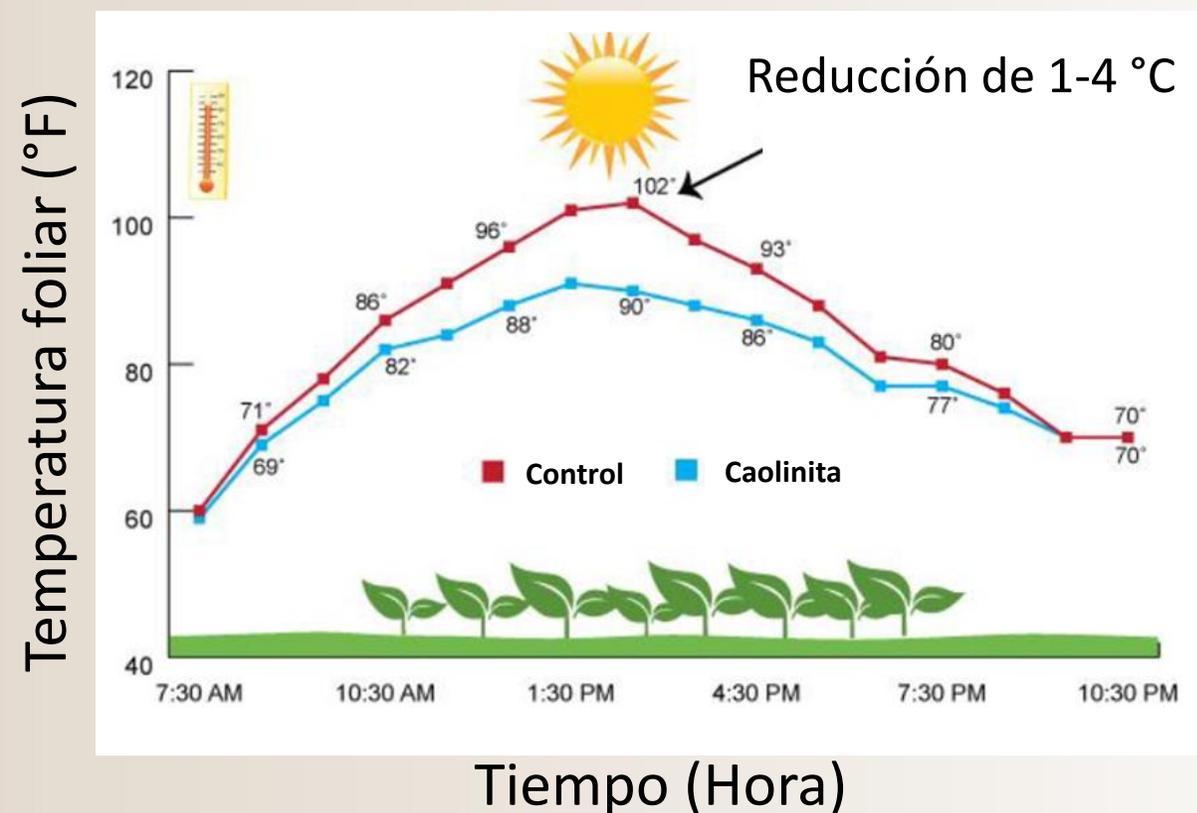
- Químicamente inerte
- Textura suave
- Alta capacidad higroscópica
- Amplio rango de pH
- Color blanco
- No sufre dilatación
- No es abrasivo
- Tiene bajas conductividades térmicas y eléctricas.

Organic Materials
Review Institute



¿Cómo trabaja la caolinita?

Refracta parte de la radiación (UV, PAR, IR) y reduce la temperatura foliar.

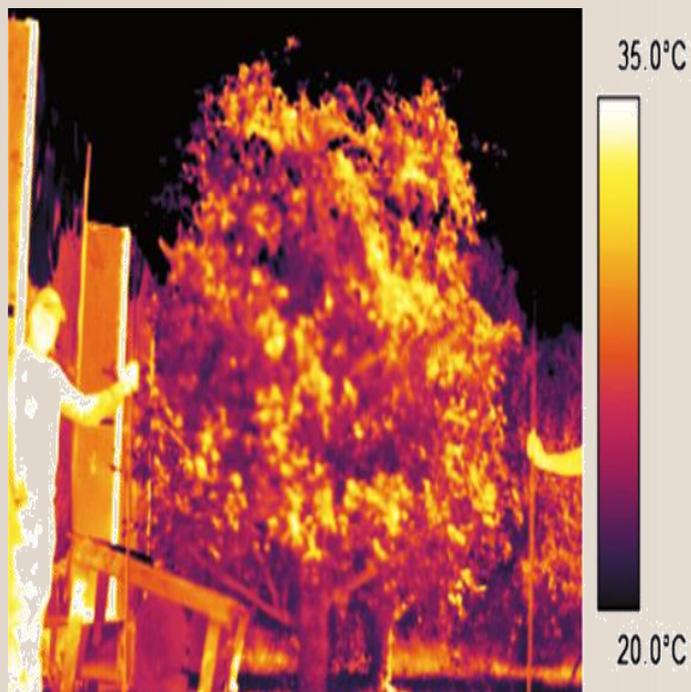


¿Cómo trabaja la caolinita?

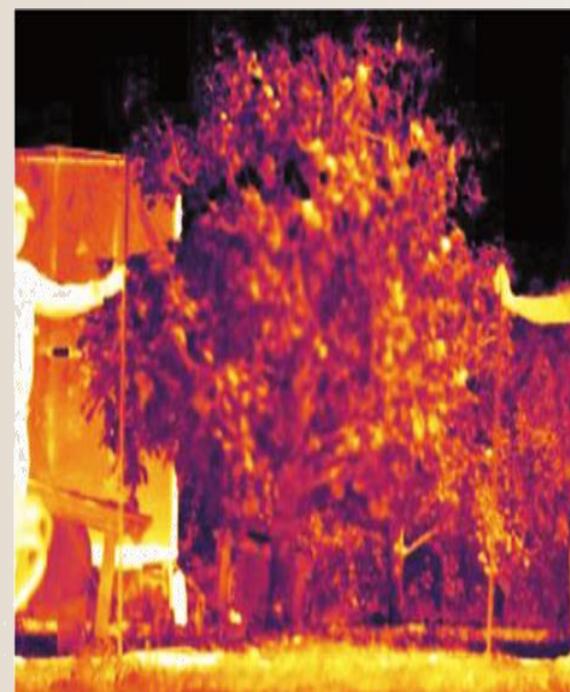


Reducción de la temperatura foliar (Imagen infrarroja de manzana 'Empire').

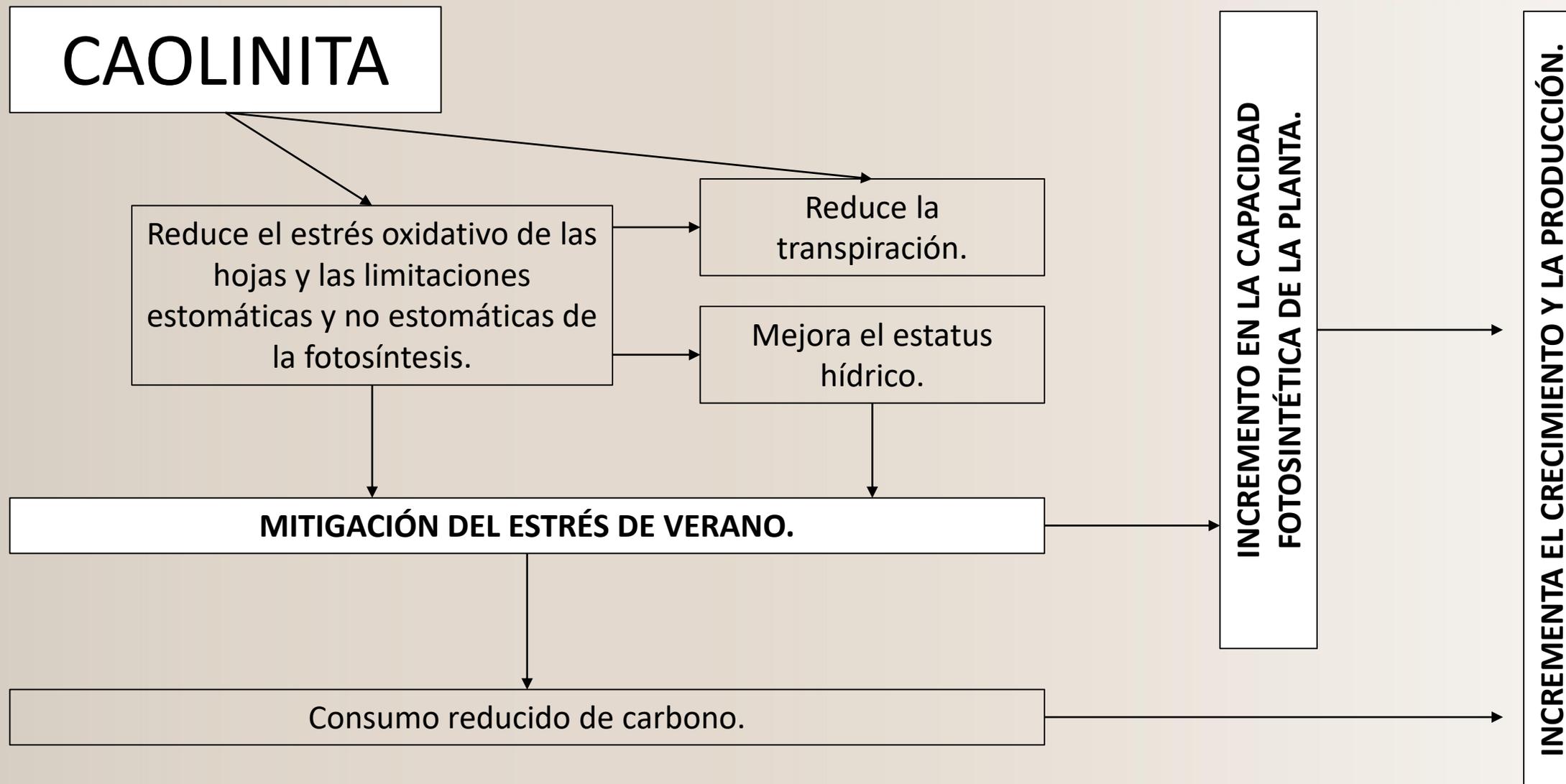
Control



Caolinita



Esquema de acción de la caolinita





Partículas de caolinita en café

Casos de estudio.

Caolinita en café



Mediciones fisiológicas en plantas de café “Tipica” (1m x 5m - 2000 planta ha⁻¹) y producción.

Trait	Kaolin	Sun	Significant at $P < 0.05$
Specific leaf area (cm ² ·g ⁻¹)	133.4	136.3	No
Leaf temp (°C)	33.7	37.1	Yes
Nodes per branch	13	12	No
A (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹ CO ₂)	14.2	8.3	Yes
WUE (A·G _s ⁻¹)	0.44	0.12	No
¹³ C (‰)	-25.3	-25.9	No
Yield (kg·ha ⁻¹ green)			
2005	1581	1381	No
2006	3031	1520	Yes

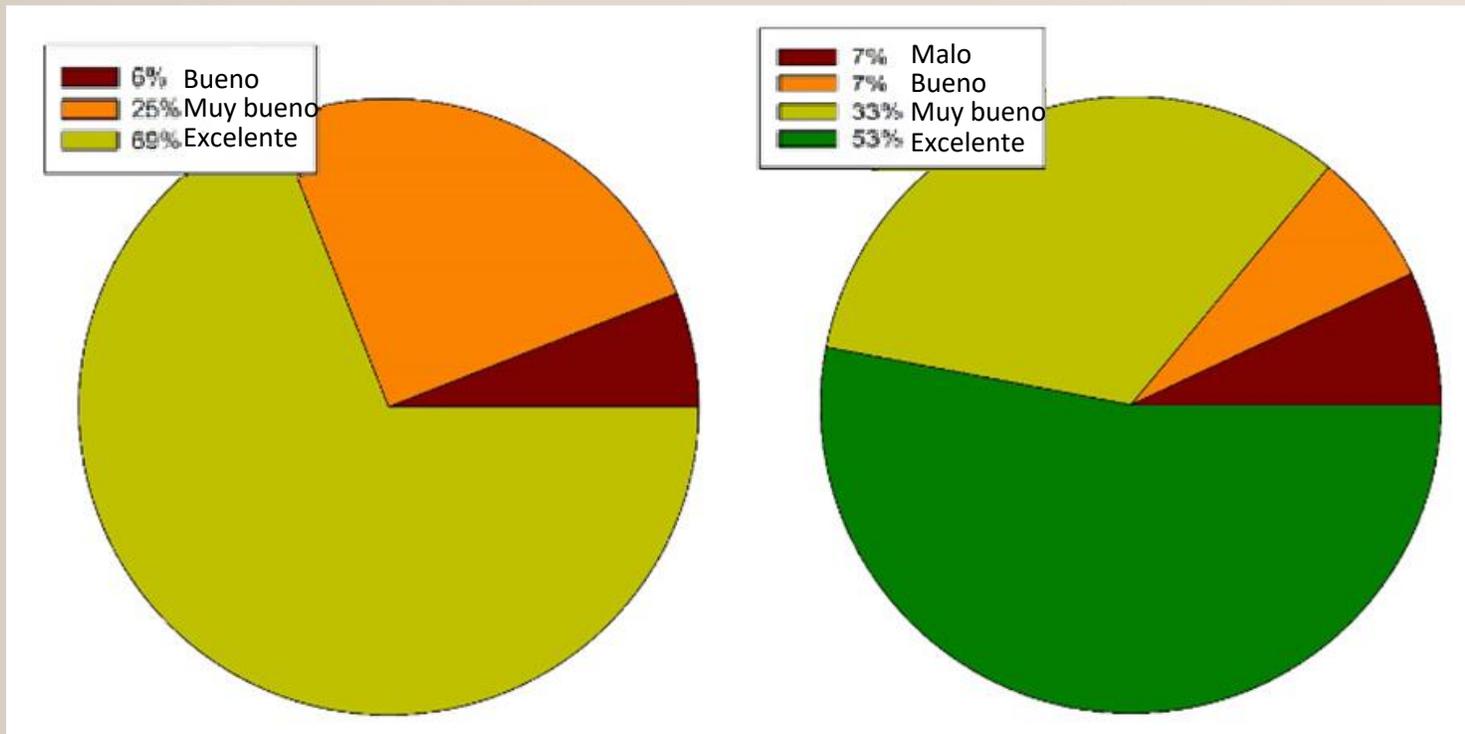
A = assimilation; WUE = water use efficiency.



Shawn Steiman, café “Tipica”, Hawaii

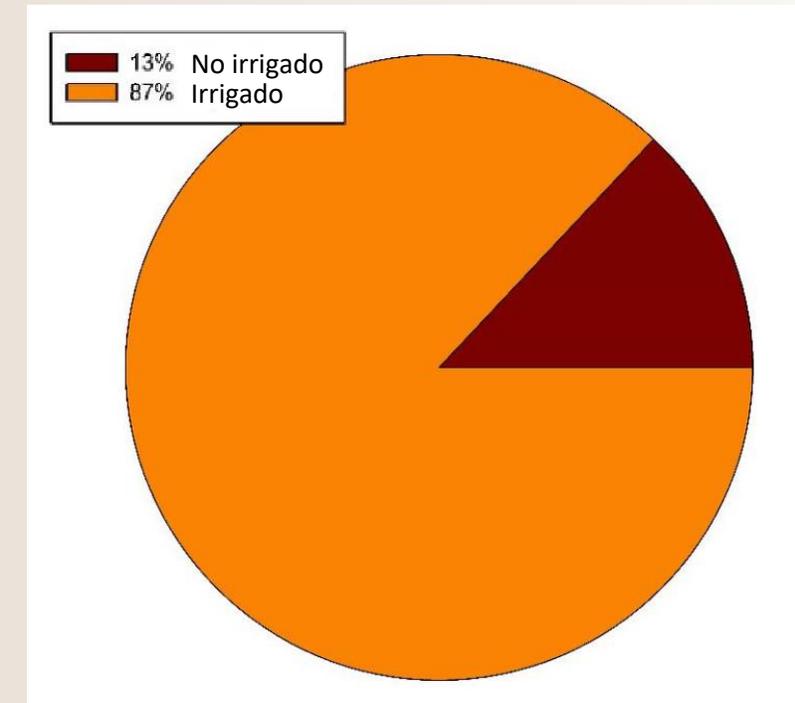
Caolinita en café

Percepción sobre la caolinita por caficultores en Brasil



Caolinita como protector de hojas a una temperatura atmosférica media superior a 30 °C.

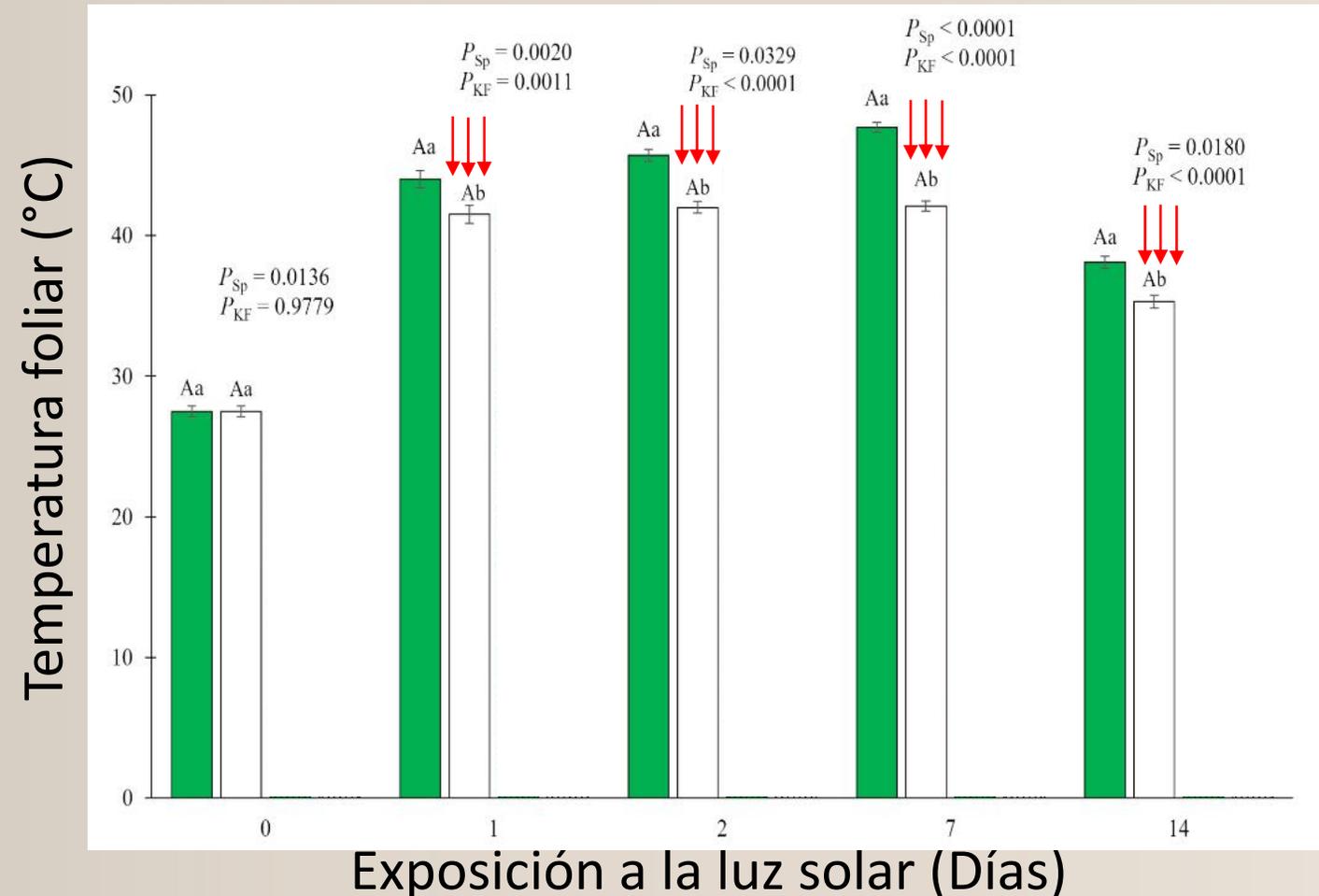
Caolinita como protector de frutos a una temperatura atmosférica media superior a 30 °C.



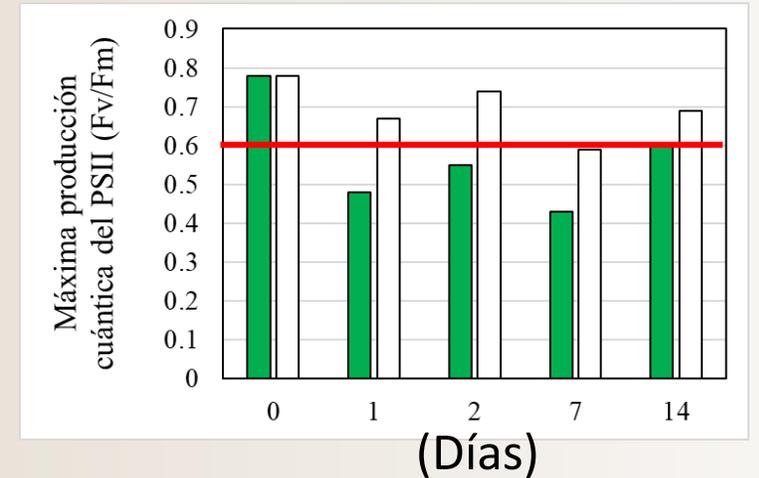
Tipo de gestión en la producción de café.

Caolinita en café

C. arabica L. cv. Catuaí Vermelho IAC 44 – Trasplante a campo (simulado).



■ Sin Caolinita □ Con Caolinita



La Caolinita minimizo los posibles daños del aparato fotoquímico, evitando el cierre estomático y permitiendo una mayor asimilación neta de CO₂.

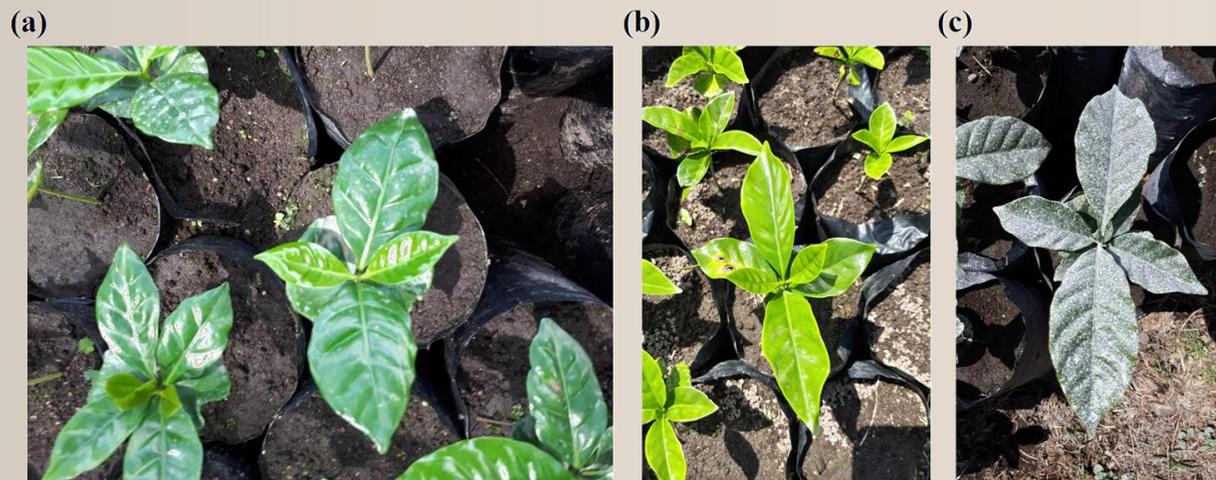
Caolinita en café

Café variedad Cenicafé 1 en almacigo.



Sombra

Sol



Tratamientos

Diseño

Caolinita
30 gL⁻¹

Caolinita
60 gL⁻¹

SOL

SOMBRA

Factorial simple en bloques completos generalizados y al azar con los almacigos en dos tiempos actuando de bloques y los tratamientos como los efectos de grupo.

Caolinita en café



Café variedad Cenicafé 1 en almacigo (análisis de crecimiento).

Biomasa seca total

Tratamiento	Valor
Caolinita 30 gL ⁻¹	3.01 ± 1.54 (2.93) ^{AB}
Caolinita 60 gL ⁻¹	3.47 ± 1.51 (3.43) ^A
SOL	3.50 ± 1.38 (3.38) ^A
SOMBRA	2.76 ± 1.00 (2.89) ^B
WJ=8.245; p= 0.0001	

Área foliar total

Tratamiento	Valor
Caolinita 30 gL ⁻¹	204 ± 82.4 (198) ^B
Caolinita 60 gL ⁻¹	209 ± 85.5 (206) ^B
SOL	243 ± 89.5 (220) ^{AB}
SOMBRA	274 ± 80.7 (266) ^A
WJ=14.487; p= <0.0001	

Área foliar específica

Tratamiento	Valor
Caolinita 30 gL ⁻¹	12.7 ± 5.9 (10.4) ^{AB}
Caolinita 60 gL ⁻¹	11.5 ± 3.7 (10.6) ^C
SOL	12.4 ± 3.0 (12.1) ^B
SOMBRA	16.3 ± 3.2 (15.7) ^A
WJ=101.406; p=<0.0001	

Relación MS Raíz / Área foliar total

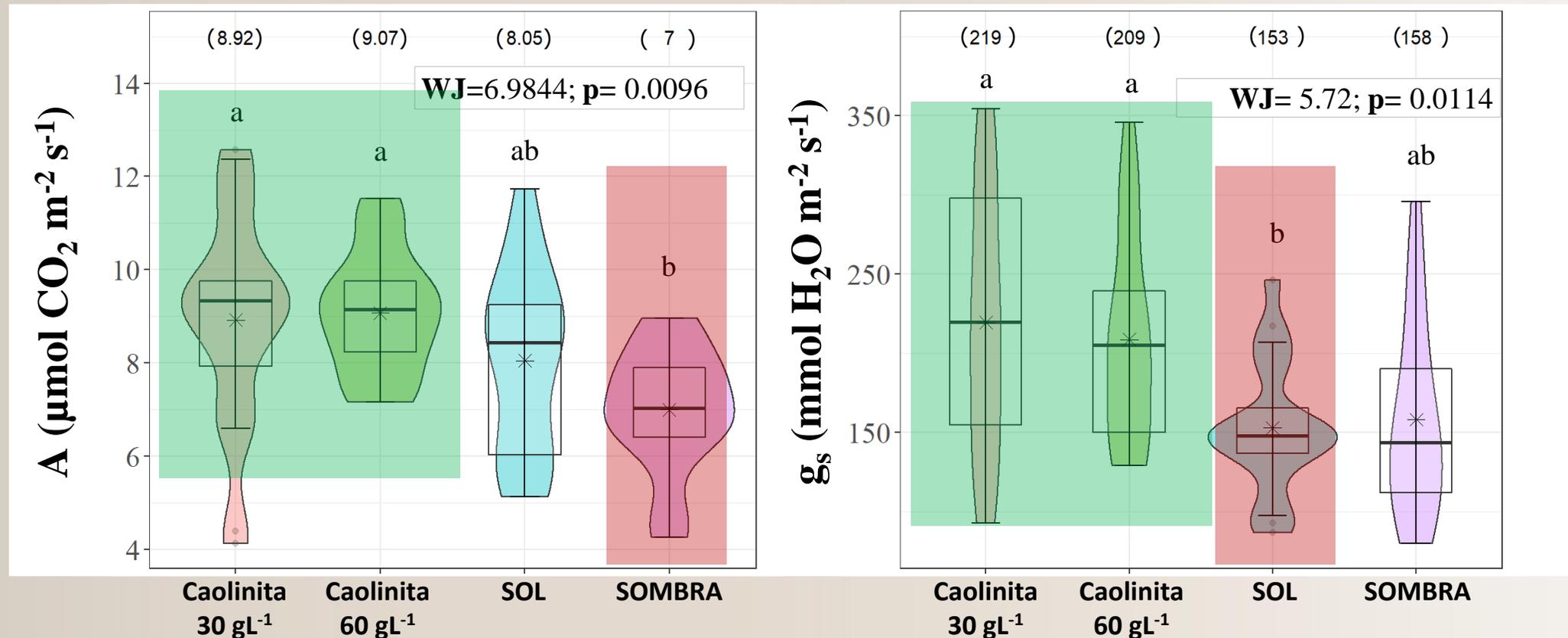
Tratamiento	Valor
Caolinita 30 gL ⁻¹	31.1 ± 11.9 (29.2) ^B
Caolinita 60 gL ⁻¹	36.7 ± 13.4 (35.1) ^A
SOL	28.5 ± 11.7 (27.3) ^B
SOMBRA	19.5 ± 6.26 (18.5) ^C
WJ=72.82; p=<0.0001	

Tasa de unidad de hoja

Tratamiento	Valor
Caolinita 30 gL ⁻¹	2.44 ± 0.67 (2.54) ^A
Caolinita 60 gL ⁻¹	2.49 ± 0.61 (2.50) ^A
SOL	2.78 ± 0.75 (2.76) ^A
SOMBRA	1.56 ± 0.32 (1.47) ^B
WJ=186.72; p=<0.0001	

Caolinita en café

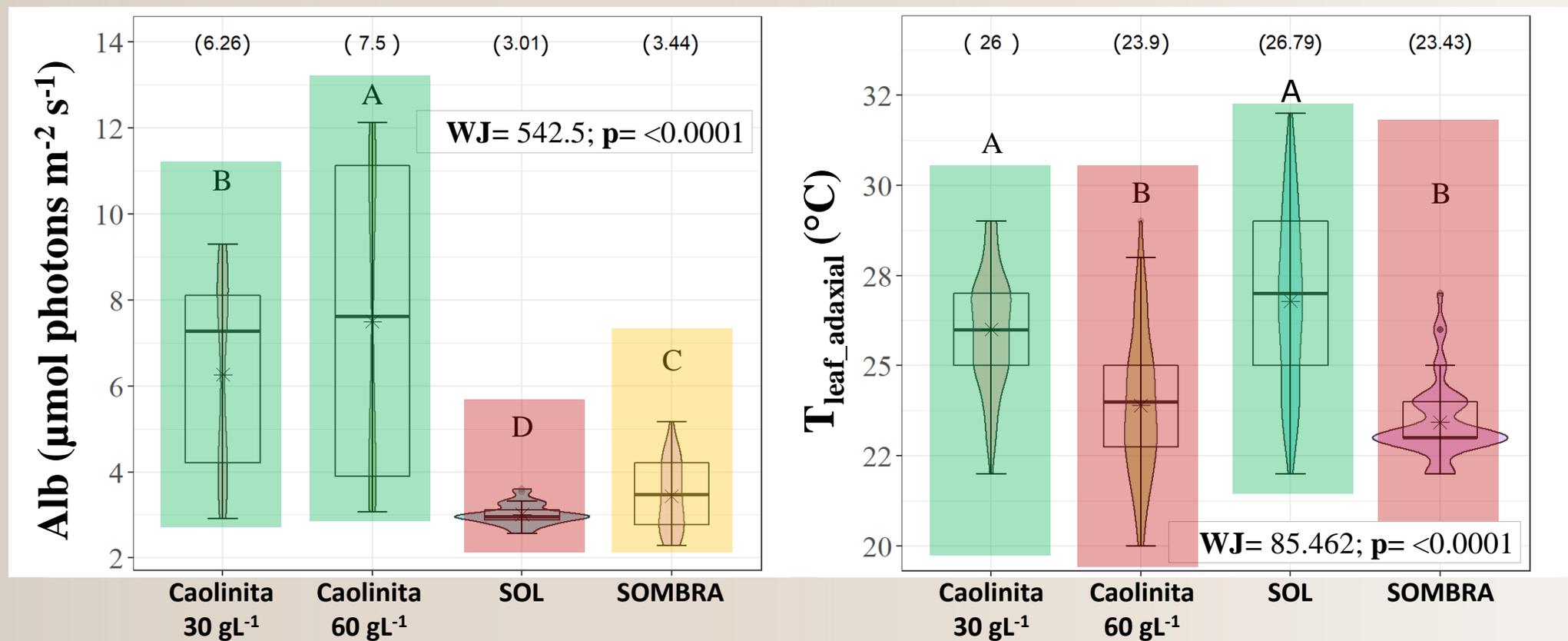
Café variedad Cenicafé 1 en almacigo: Tasa de fotosíntesis neta (A) y conductancia estomática (g_s) a 30°C.



Caolinita en café



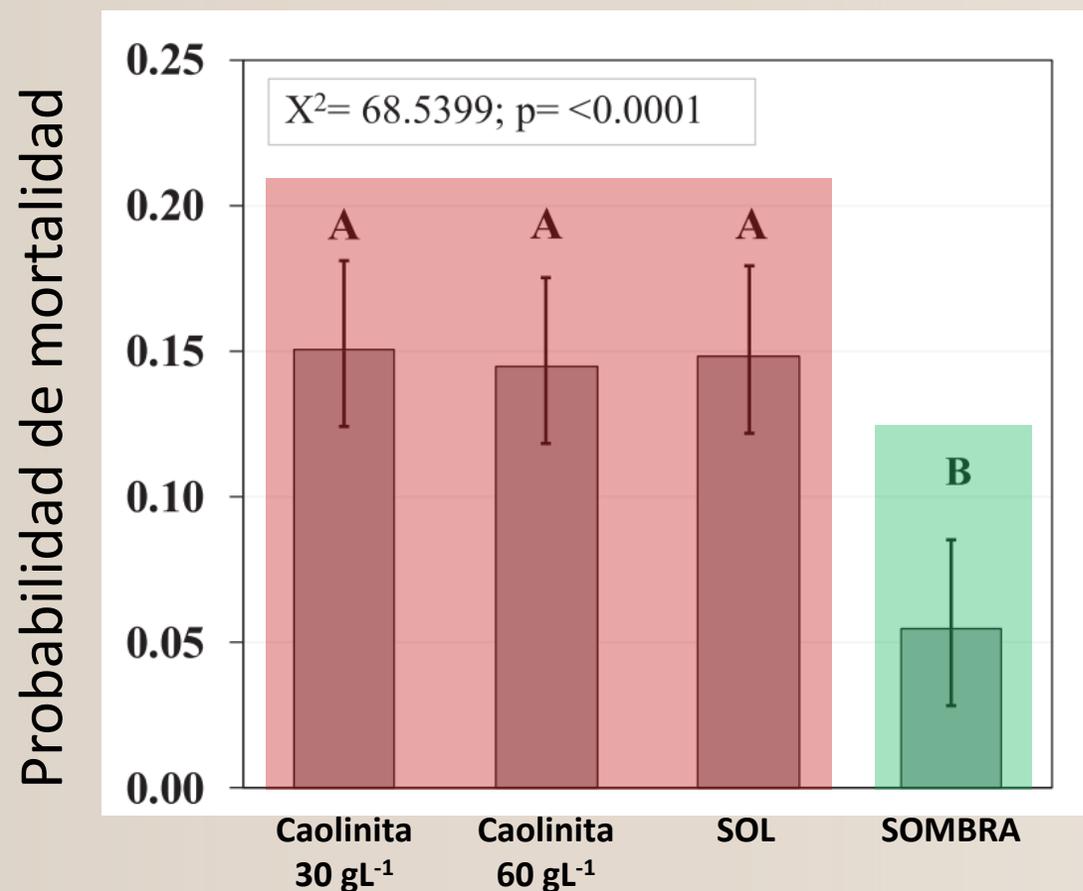
Albedo (Alb) y Temperatura adaxial de hoja ($T_{\text{leaf_adaxial}}$)



Caolinita en café



Probabilidad de mortalidad (MP).



- 1.2 kg de Caolinita en 20 L de agua (60 g L⁻¹) puede proteger 1.300 m² de almacigo.

- 0.07 g / plántula de café.

Caolinita en café



Valores de referencia para plántulas al sol, sombra y con caolinita en almacigo.

HOSTED BY  ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences

journal homepage: www.sciencedirect.com



Full length article

Response to applying kaolinite particles in coffee variety Cenicafé 1 seedlings during the nursery stage

Carlos Andres Unigarro ^{a,*}, Luis Carlos Imbachi Quinchua ^b, Myriam Cañon Hernandez ^c, José Ricardo Acuña Zornosa ^d

Conclusión y perspectiva



En esta primera fase de almacigo, se logró demostrar que las partículas de caolinita tienen un efecto positivo en la tasa de fotosíntesis neta y en la conductancia estomática de las hojas del café (Cenicafé 1), mediante la reducción de la temperatura foliar y el aumento de la refracción de la radiación. Sin embargo, para llegar a una recomendación práctica aún se necesita investigar más a fondo en otras fases del cultivo.

Futuros estudios deben enfocarse en evaluar el efecto de las aplicaciones de caolinita sobre la población de plantas después del trasplante a campo, y en la mitigación del impacto térmico sobre la producción, especialmente durante la condición climática de “El Niño”.



Gracias

cenicafe@cafedecolombia.com 



www.cenicafe.org



agroclima.cenicafe.org



biblioteca.cenicafe.org



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC