

¿Cómo crece la planta de café según la cantidad de frutos?



Andrés Felipe León Burgos
Disciplina de Fitotecnia





01

Introducción

02

Respuesta del estado nutricional foliar, fisiología de la planta y componentes de producción

03

Efectos en el crecimiento, desempeño agronómico y calidad en taza de café

04

Asociación del crecimiento y carga de frutos por progenie

05

Consideraciones generales

06

Agradecimientos



FIT 102035: Evaluación del efecto de la carga de frutos en el crecimiento y producción de la planta de café

Andrés Felipe León-Burgos

Duración: 28 meses

Fecha de aprobación: 11/08/2022

Fecha de finalización: 12/12/2024

Introducción

Problemática: Influencia de la alta carga de frutos en la planta de *C. arabica*



Agotamiento de las plantas de café en fase de plena producción

Efectos reportados:

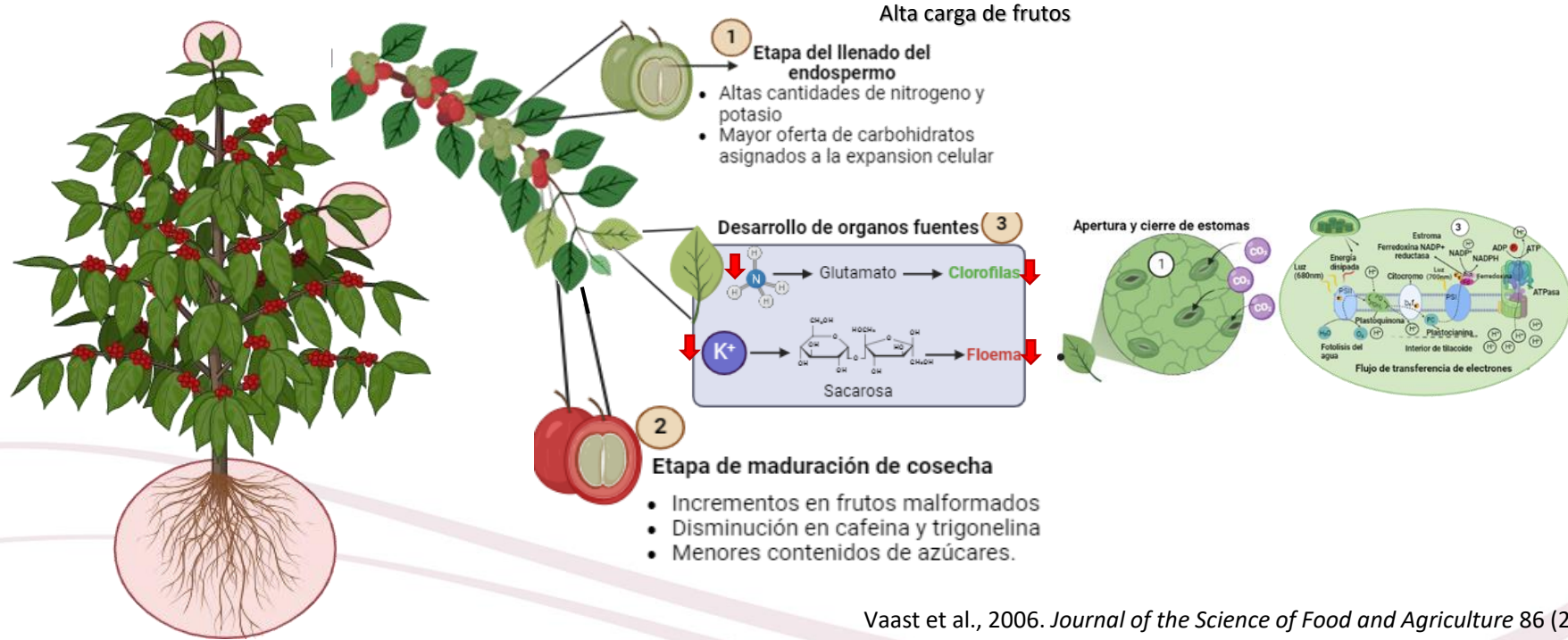
- ❖ Pérdida intensa de hojas.
- ❖ Secamiento de ramas plagiotrópicas.
- ❖ Deficiencias nutricionales
- ❖ Ingreso de patógenos
- ❖ **Reduce el número de brotes disponibles para la floración del siguiente año**

DaMatta et al. (2007). *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4).

DaMatta et al. (2008). *New Phytologist*, 178 (2).

Introducción

Generalidades de la relación fuente-vertedero en *C. arabica*



Planta de café en fase reproductiva

Vaast et al., 2006. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86 (2).
Chaves et al., 2012. *Environmental and Experimental Botany* 77;
Avila et al., 2022. *Trees* 34 (1)

Objetivo del estudio



Evaluar el efecto de la carga de frutos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de *C. arabica*, en fase de producción, en un cultivo ubicado en la zona central cafetera colombiana.

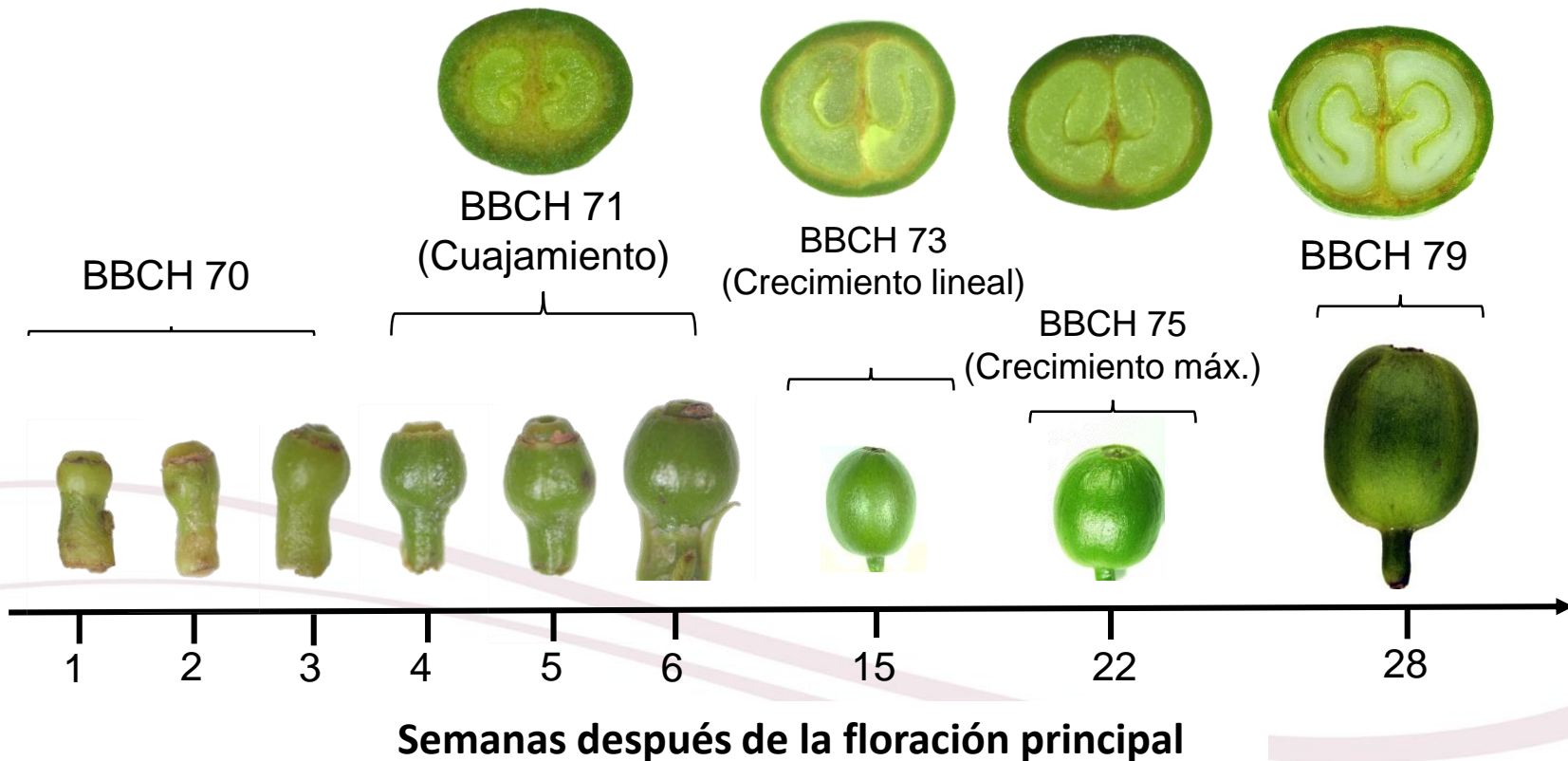
- Material vegetal: Var Cenicafé 1 con plantas de 3 años de edad
- Ubicación: Estación Experimenta de Naranjal (Caldas)



Planta en fase de producción Var. "Cenicafé 1"

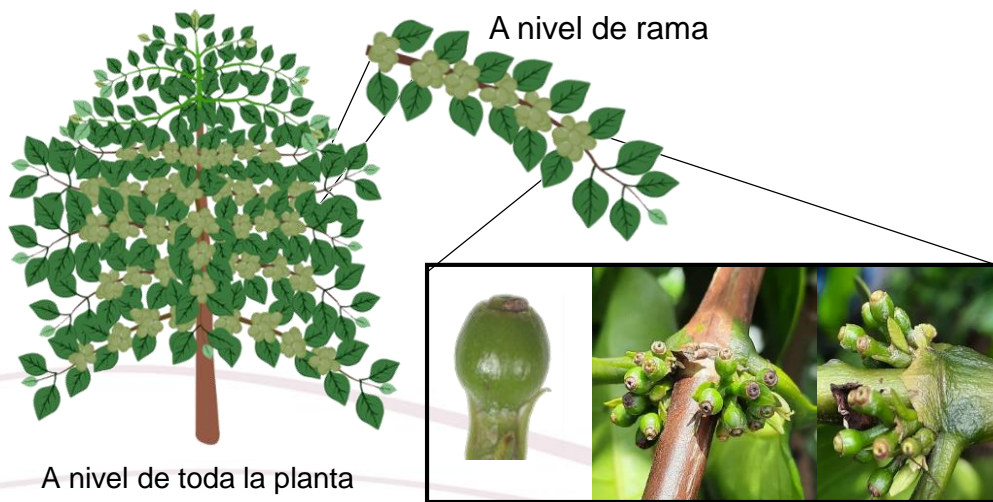
Evaluación del número total de frutos por planta

Crecimiento y desarrollo del fruto de café después de la floración



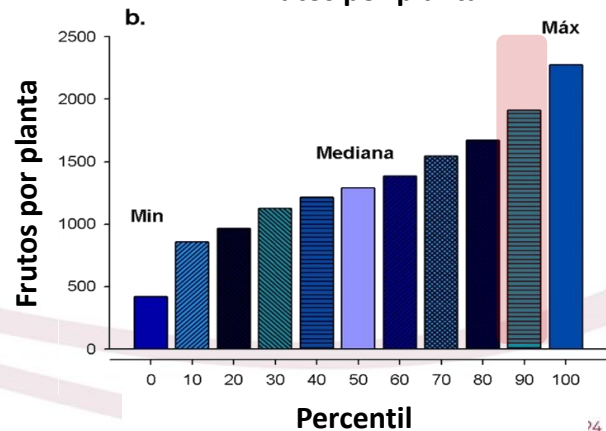
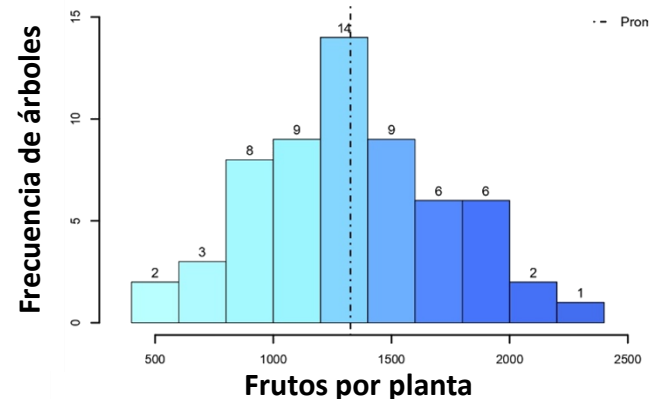
Evaluación del número total de frutos por planta

Para la asignación de los tratamientos, fueron evaluadas 60 plantas seleccionadas de forma aleatoria en el lote



BBCH 71 (45 a 60 días después del pico de la floración-DDF)

Número de frutos en cabeza de alfiler



Descripción de tratamientos o cargas de frutos



Características de las plantas que fueron seleccionadas, para evaluar el efecto de las diferentes intensidades de carga de frutos.

Carga de frutos (%)	Frutos por planta	Altura (cm)	NRP*
20	382	174,50 ± 0,56	33 ± 4,37
30	573	175,67 ± 0,71	36 ± 2,40
40	764	174,83 ± 0,70	36 ± 1,71
50	955	174,83 ± 0,60	42 ± 1,84
60	1.146	175,67 ± 0,80	39 ± 2,35
70	1.337	174,83 ± 0,91	41 ± 2,29
80	1.528	175,33 ± 0,95	42 ± 2,55
90	1.719	174,83 ± 0,61	39 ± 1,98
100	1.910	175,33 ± 1,05	42 ± 3,03

Raleo de frutos por cada rama



BBCH 71

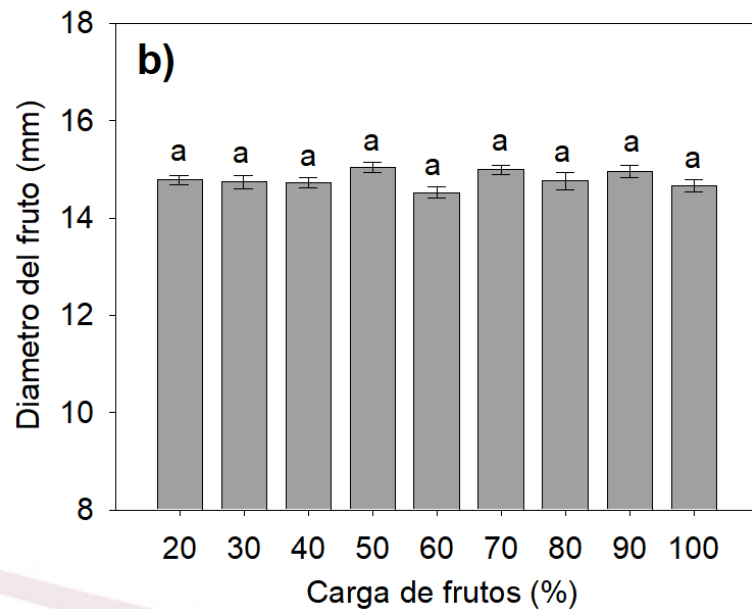
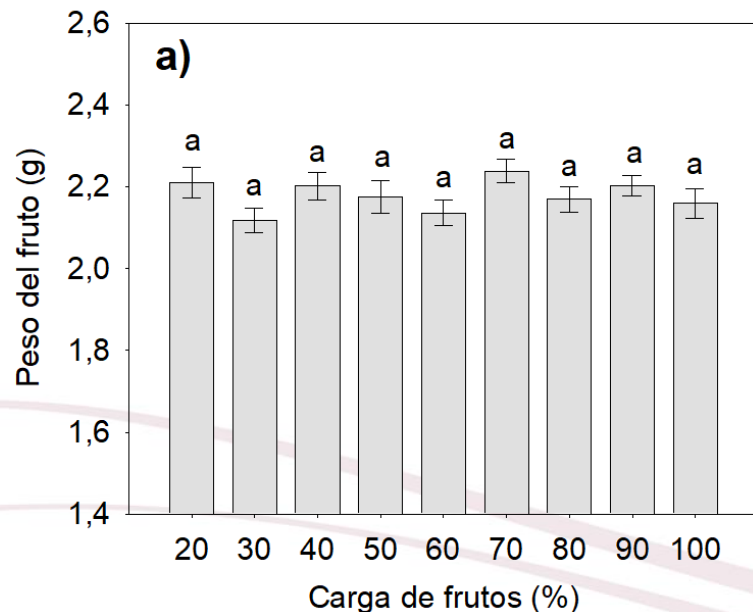
Cada dato es el promedio (n=6) ± error estándar. *Número de ramas productivas-NRP

Respuesta del estado nutricional foliar, fisiología de la planta y componentes de producción de café





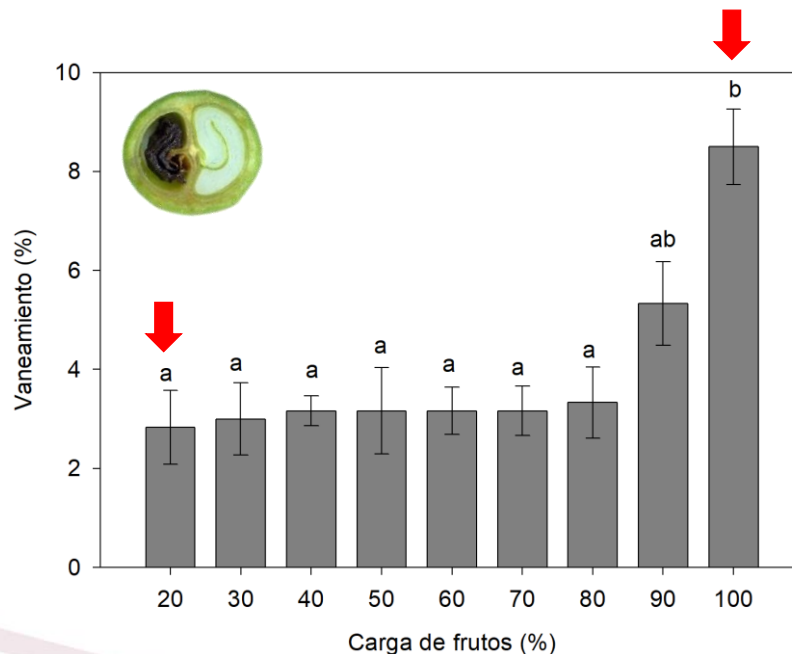
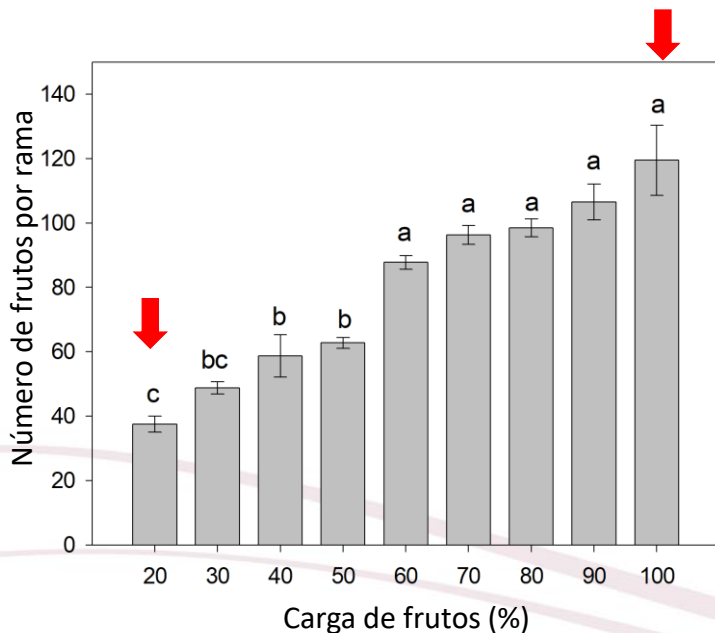
Efecto de la carga de frutos en componentes de producción de café



Cada barra representa la media ($n=6$) \pm error estándar. Letras diferentes denotan diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento según la prueba Tukey ($p < 0,05$).



Efecto de la carga de frutos en componentes de producción de café



Cada barra representa la media ($n=6$) \pm error estándar. Letras diferentes denotan diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento según la prueba Tukey ($p < 0,05$).

Estado nutricional foliar de las plantas

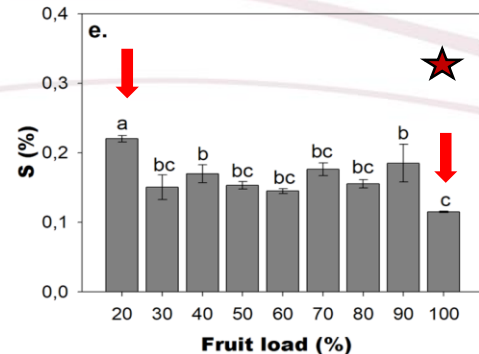
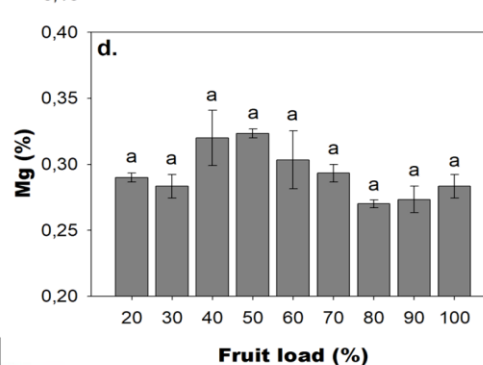
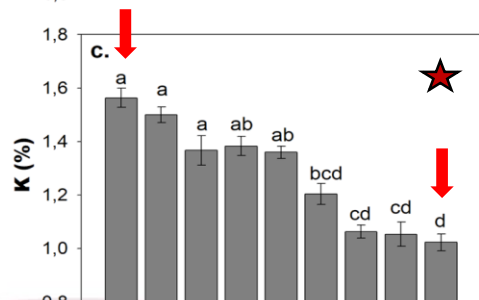
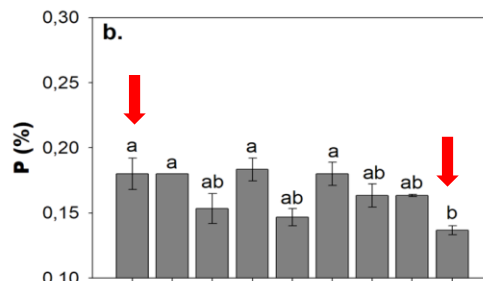
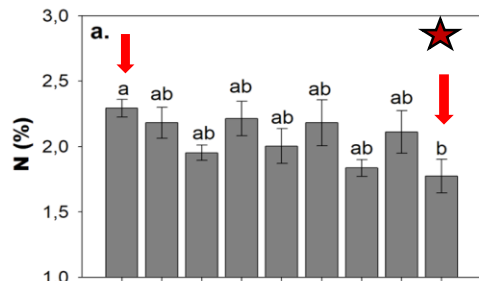


Tabla 1. Rangos críticos de nutrientes en hojas de café.

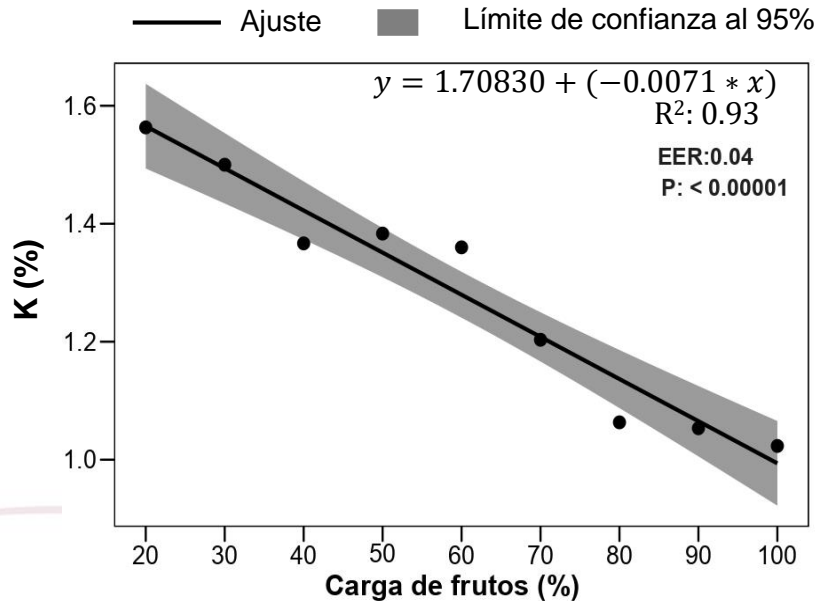
Nutriente	Rango crítico	Nutriente	Rango crítico
Nitrógeno	2,36%-2,78%	Manganeso	106-278 mg kg ⁻¹
Fósforo	0,14%-0,20%	Hierro	54-121 mg kg ⁻¹
Potasio	1,58%-2,15%	Boro	29-55 mg kg ⁻¹
Calcio	0,75%-1,29%	Cobre	8-17 mg kg ⁻¹
Magnesio	0,18%-0,45%	Zinc	6-12 mg kg ⁻¹
Azufre	0,15%-0,19%		

Fuente: Sadeghian, (2020). *Avance Técnico* N° 515

Macronutrientes. Cada dato es la media ($n=3$) \pm SE. Las letras diferentes denotan diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento según Tukey test ($p < 0.05$).

Estado nutricional foliar de las plantas

Relación de la concentración del nutriente y los incrementos de la carga de frutos



Ajuste de regresión lineal de la concentración de potasio foliar en relación con la carga de frutos. Cada punto es el valor promedio (n=3). R² coeficiente de determinación y EER: error estándar residual.

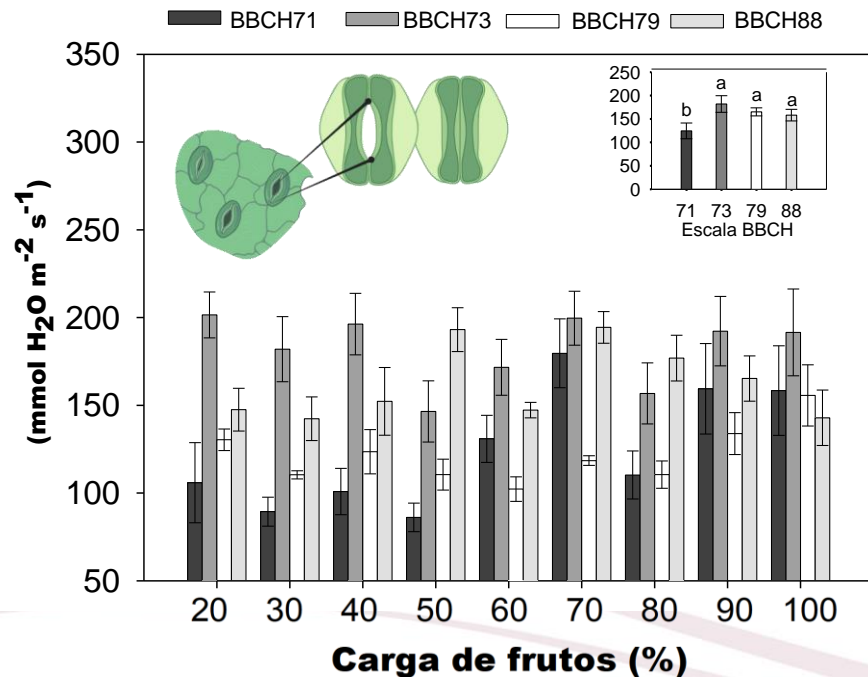


Desempeño fisiológico foliar de las plantas

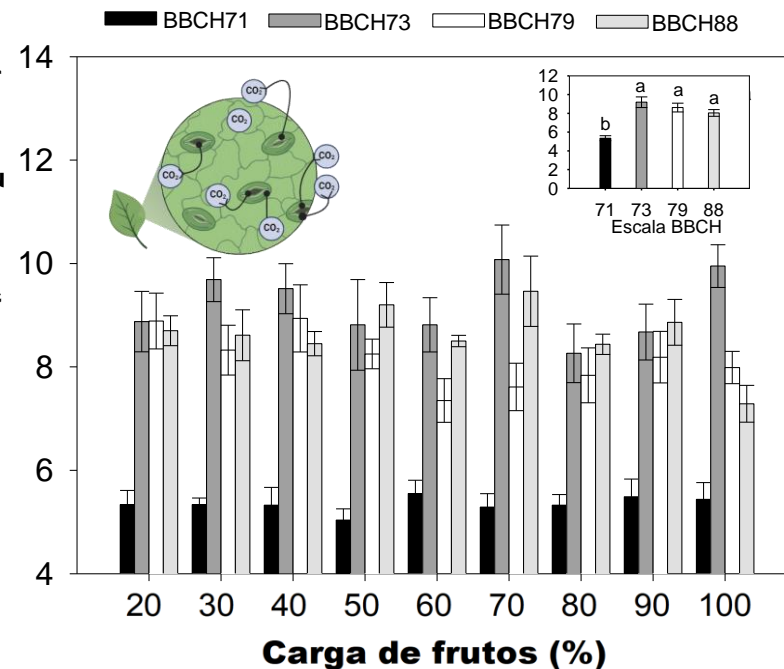
Fase de asimilación del CO₂



Conductancia estomatal



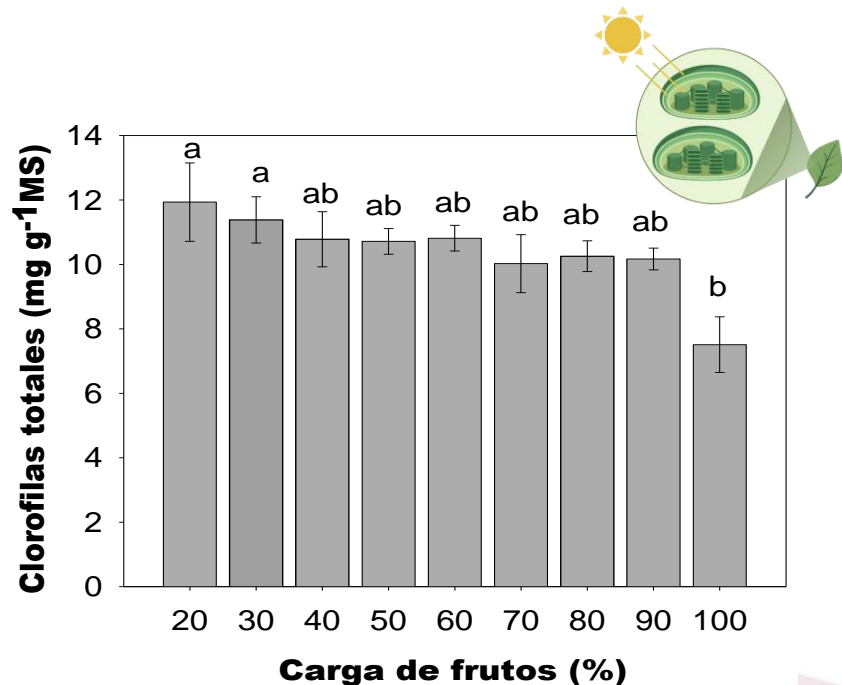
Fotosíntesis (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)



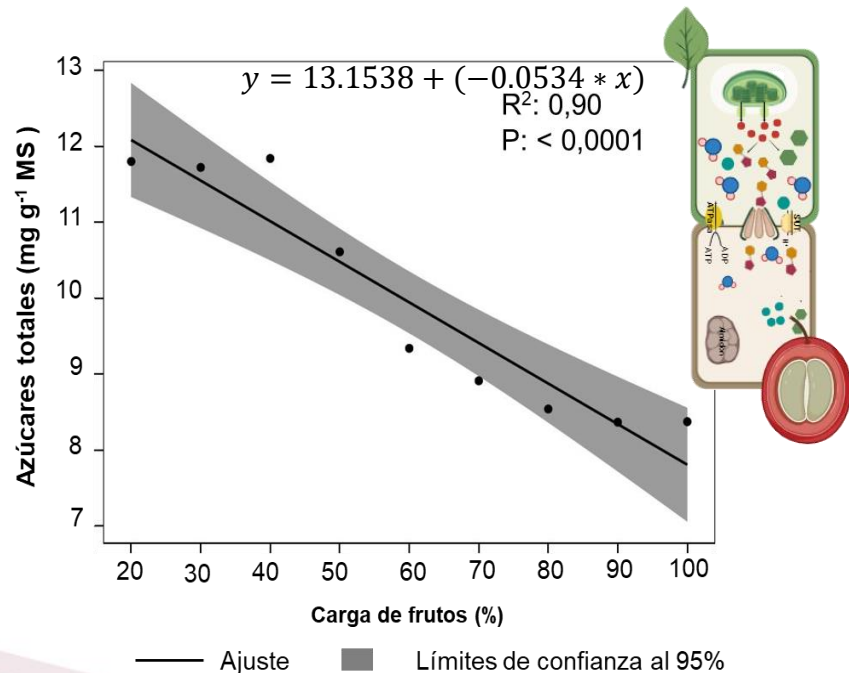
Cada dato es el promedio (n=8) ± error estándar. En los recuadros se muestra los valores medios de conductancia estomática y fotosíntesis según la escala BBCH para el desarrollo del fruto. Letras diferentes denotan diferencias significativas entre el promedio de cada escala BBCH de acuerdo con el test Tukey (p < 0.05).

Desempeño fisiológico foliar de las plantas

Fase lumínica

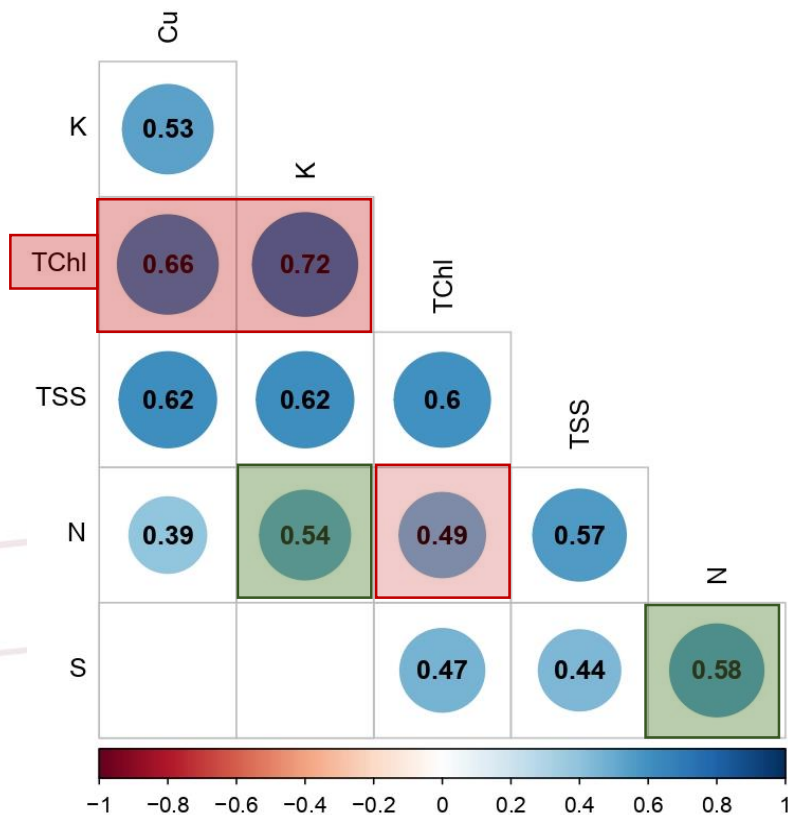


Contenido de pigmentos fotosintéticos según la carga de frutos. Cada punto representa la media (n=4).



Concentración de azúcares solubles totales según la carga de frutos. Cada punto representa la media (n=4).

Desempeño fisiológico foliar de las plantas



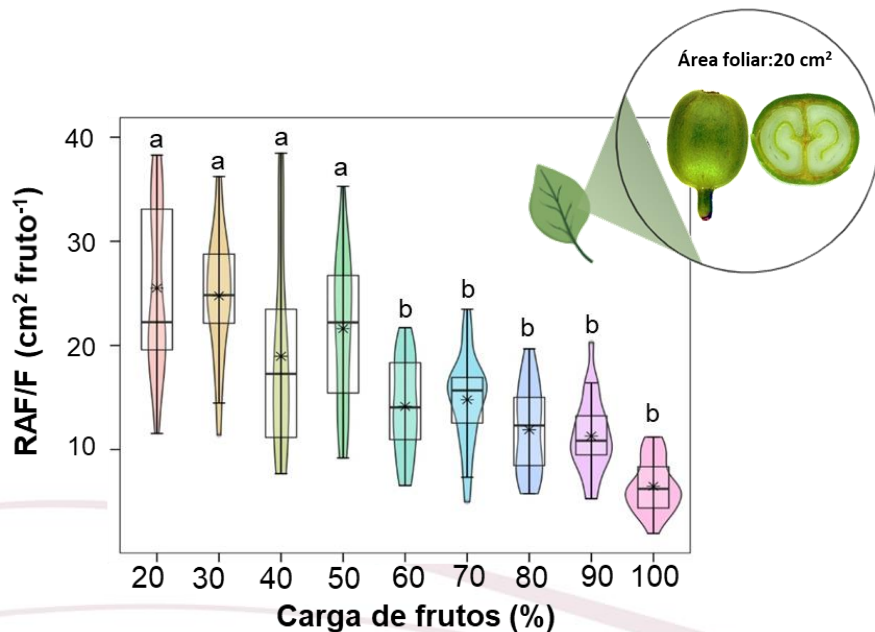
Análisis de correlación Pearson entre la carga de frutos y concentraciones foliares N, K, S, Cu, clorofilas totales-*TChl* and azúcares solubles totales-*TSS* durante la etapa fenológica BBCH79. Correlaciones positivas (Círculos azules), y no correlación (Cuadros blancos). Nivel de significancia de correlación ($p < 0.05$).

Efectos en el crecimiento, desempeño agronómico y calidad en taza de café

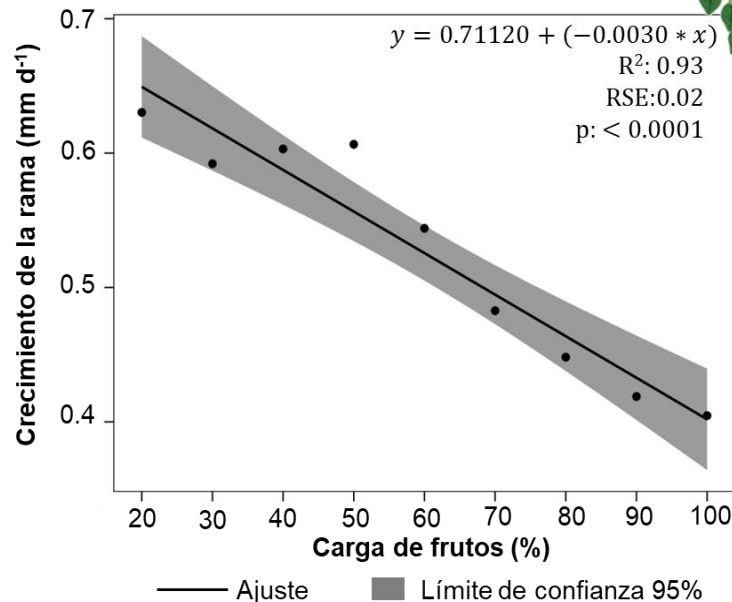


Crecimiento vegetativo

Relación del área foliar por fruto-RAF/F y crecimiento de las ramas



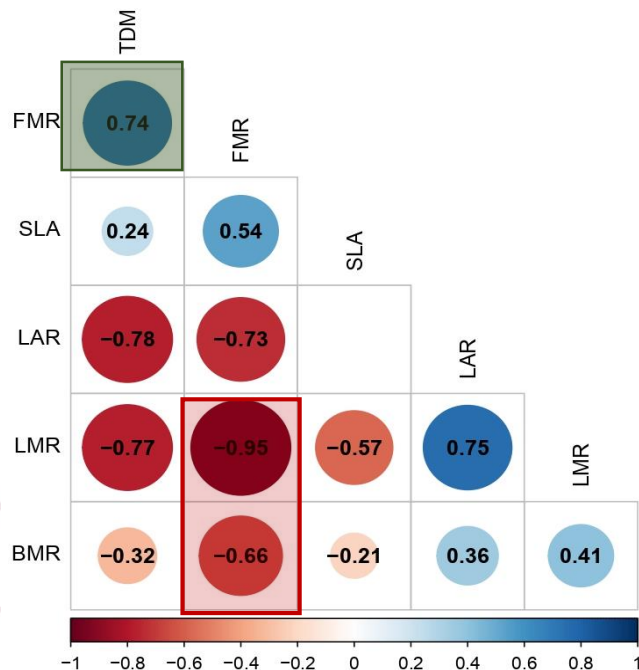
Efecto de la carga de frutos en la relación del área foliar sobre el fruto-RAF/F (d) durante la etapa de madurez fisiológica de los frutos (BBCH79). Los datos representan la media (n=24) ± error estándar. Letras diferentes denotan diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento según la prueba Tukey (p < 0,05)



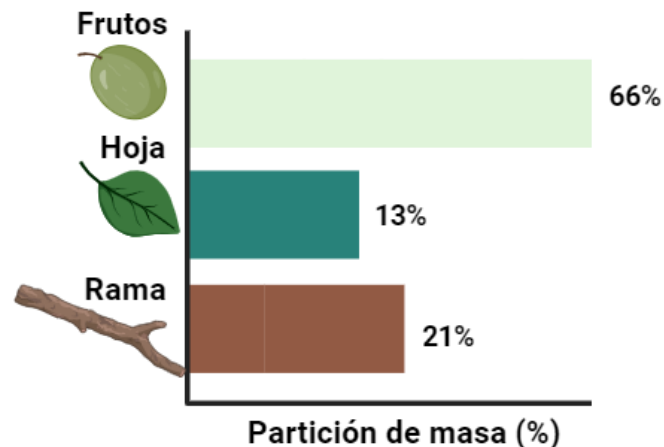
Crecimiento de las ramas en longitud según las carga de frutos. Cada punto representa la media (n=24).

Crecimiento vegetativo

Acumulación y partición de la masa seca

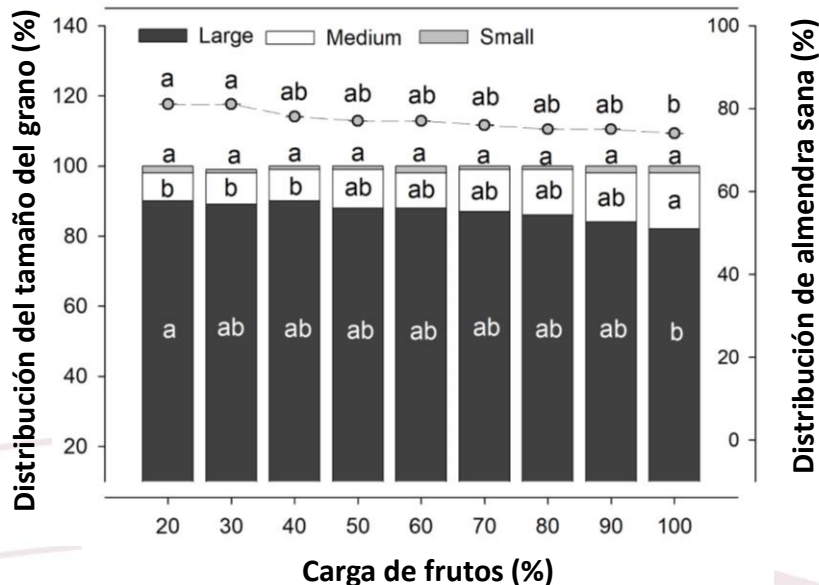


Árboles con alta carga de frutos



Análisis de correlación Pearson entre las medidas de acumulación de la masa seca por rama. **BMR**, relación de la masa en la rama; **FMR**, relación de la masa en frutos; **LAR**, relación de área foliar específica; **LMR**, relación de la masa en hojas; **SLA**, área foliar específica; **TDM**, masa seca total.

Calidad física y sensorial del grano



Efecto de la carga en los atributos sensoriales de la bebida del café. Cada dato es el promedio (n=6) ± error estándar.

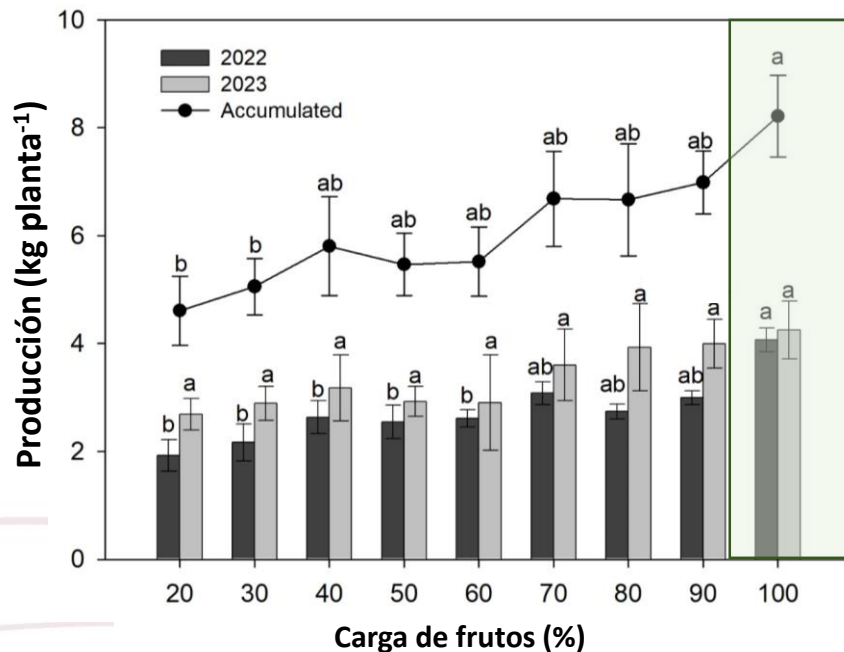
Carga de frutos (%)	Atributos sensoriales					
	Acidez	Aroma/Fragancia	Balace	Cuerpo	Sabor	Total SCA
20	7,33	7,40	7,28	7,40	7,25	80,97
30	7,17	7,38	7,15	7,31	7,18	80,49
40	7,10	7,25	7,08	7,10	7,06	80,39
50	7,13	7,39	7,06	7,17	7,08	80,23
60	7,7	7,49	7,13	7,18	7,19	80,59
70	7,14	7,32	7,08	7,31	7,10	80,36
80	7,15	7,21	7,13	7,21	7,15	80,54
90	7,21	7,34	7,18	7,32	7,19	80,50
100	7,21	7,22	7,16	7,21	7,25	80,56
P (<0,05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Las almendras fueron categorizadas en tres grupos basados en su tamaño: **grande** (Número de mallas 18 and 17), **mediano** (Número de mallas 16 and 15), y **pequeño** (Número de mallas 14, 13, and 12). Cada barra y punto resume la media (n = 6). Barra vertical corresponde a error estándar. Letras diferentes denotas diferencias entre tratamientos según prueba Tukey (p< 0,05)

Producción de café anual y acumulada



Producción total de café cereza

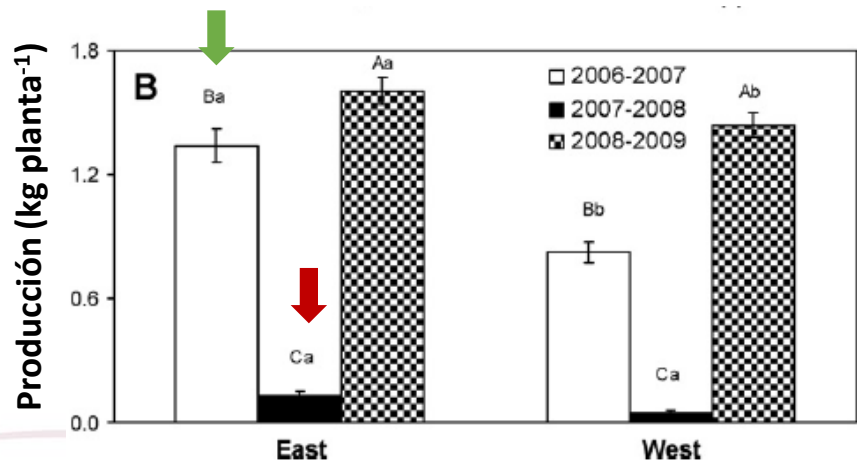


Cada barra y punto resume el promedio (n = 6). Barra vertical corresponde al error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas entre las medias de producción por carga de frutos para cada año según prueba Tukey ($p < 0,05$). Los asteriscos describen diferencias entre años para las carga de frutos según prueba t-Student

Producción de café anual y acumulada

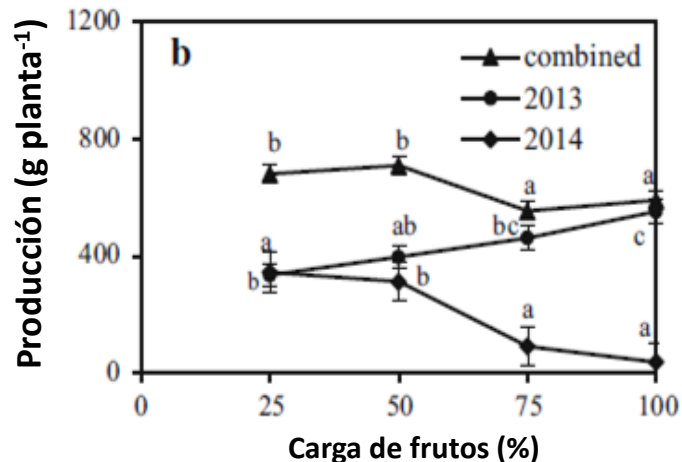


Comparación con estudios en Brasil y Etiopia



Chaves et al. (2012). Producción total de frutos de café en relación a la posición de las ramas

Árboles con alta carga de frutos: RAF/F 3 a 6 cm² por fruto



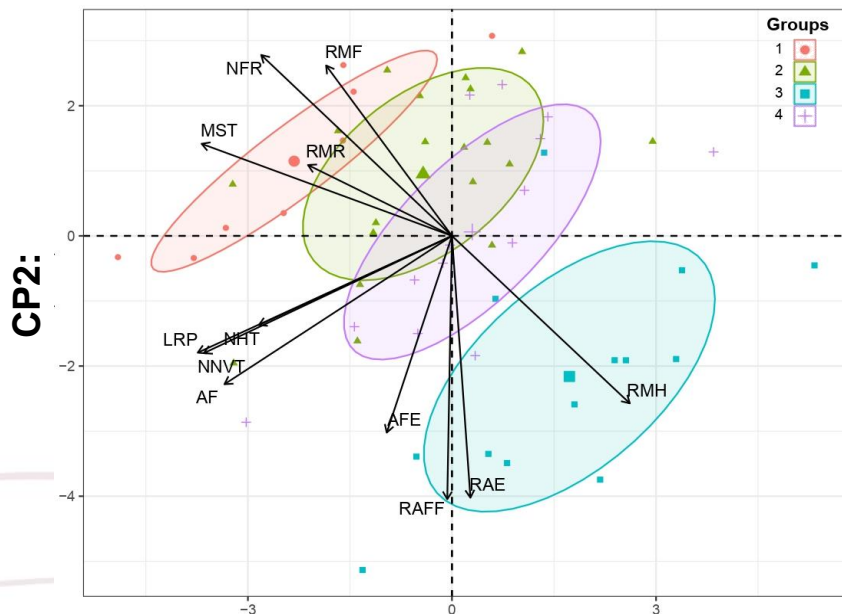
Bote y Vos. (2016). Rendimiento del grano seco en función de la carga de frutos



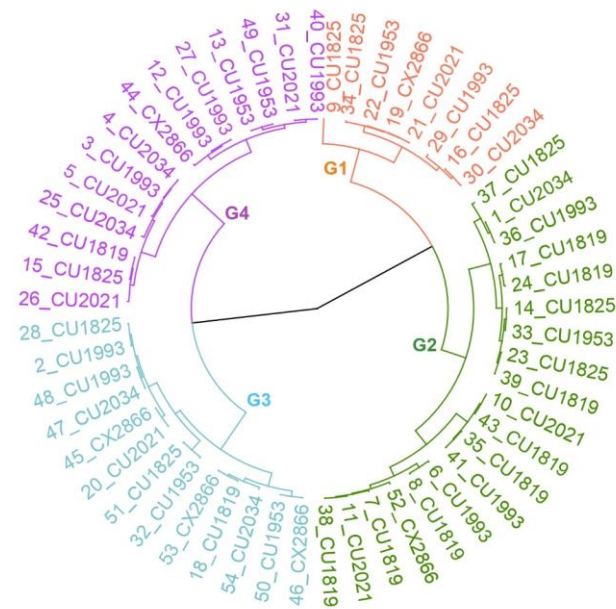
Asociación del crecimiento y carga de frutos por progenie



Caracterización de las progenies según el crecimiento vegetativo y carga de frutos



CP1: 40,11%

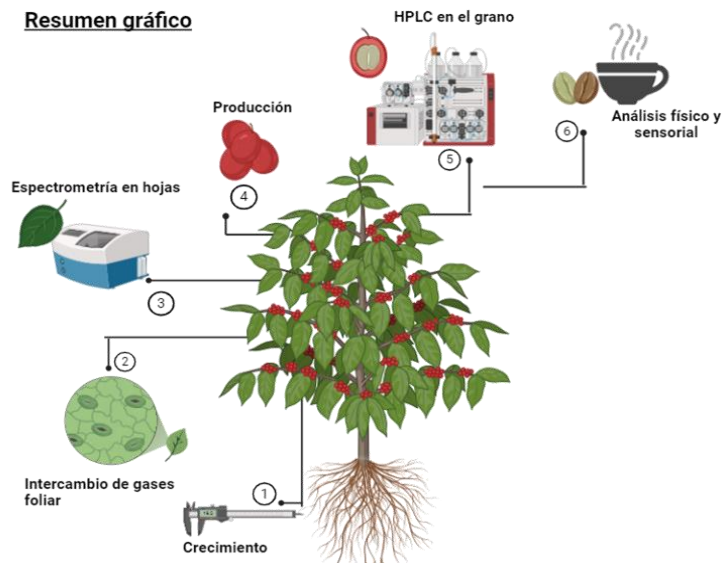


Análisis de componentes principales (ACP) en relación con la primera y segunda componente, con elipses de confianza al 95% agrupadas por la cantidad de frutos por rama. **AF**, área foliar, **AFE**, área foliar específica, **LRP**, longitud de la rama plagiotrópica, **MST**, masa seca total, **NHT**, número de hojas totales, **NNVT**, número de nudos vegetativos totales, **RAFF**, relación del área foliar por fruto, **RAE**, relación del área foliar específica, **RMF**, relación de la masa de los frutos, **RMH**, relación de la masa de las hojas, **RMR**, relación de la masa de la rama.

Consideraciones generales

- ✓ Se corroboró la correlación negativa entre la alta carga de frutos y el crecimiento vegetativo
- ✓ Los frutos de café son vertederos con mayor fuerza para competir en comparación con otros órganos como hojas en formación y crecimiento de la rama
- ✓ La relación de la formación foliar por fruto, revela que eventualmente se puede promover un desbalance negativo en el desempeño fisiológico de las plantas
- ✓ Las concentraciones de potasio en las hojas fueron las más sensibles a los cambios en la producción por frutos

Resumen gráfico



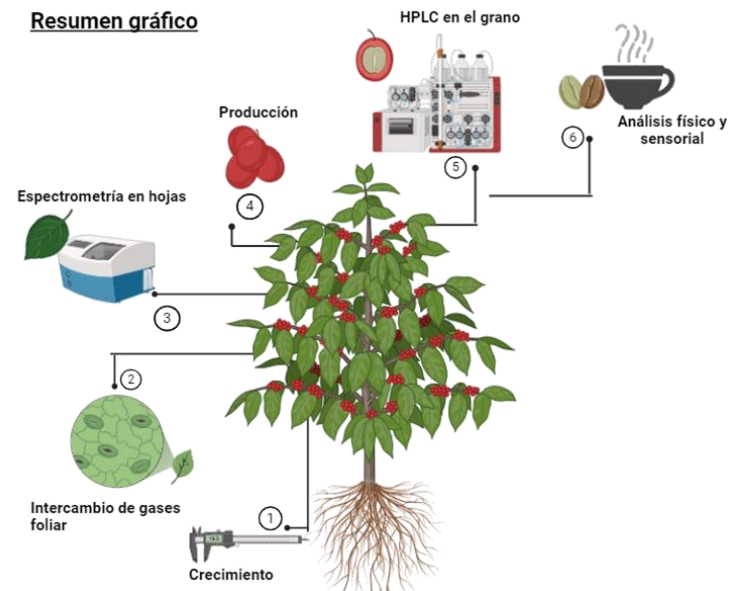
Desde la planta hacia la calidad en taza

Consideraciones generales



- ✓ En plantas con producción de café cereza superior a 4 kg, se presentaron **deficiencias de N, K, S**.
- ✓ En las condiciones de la zona cafetera central no hubo bienalidad en la producción con el uso de la variedad de Cenicafé 1
- ✓ **La oportunidad en la fertilización con cantidad adecuadas, pueden reducir los efectos del agotamiento de la planta después de la cosecha principal**
- ✓ No hay efectos de la carga de frutos en la calidad en taza del café
- ✓ **Preliminarmente**, se resalta el potencial de producción de las progenies CU1819 y CU1825 con los impactos negativos en su crecimiento vegetativo con carga mayores a los 75 frutos por rama

Resumen gráfico



Desde la planta hacia la calidad en taza

Agradecimientos



Jurados: Dr. Mayra Alejandra Toro-Herrera. **University of Connecticut. USA**
Dr. José Ricardo Acuña Zornosa. **Fisiología Vegetal, Cenicafé. Colombia**

Directores: Prof. Helber Enrique Balaguera López. **Unal-Bogotá, Colombia.**
Inv. José Raúl Rendón Sáenz. **Cenicafé. Colombia**



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

- Dr. Álvaro León Gaitán Bustamante. **Director de Cenicafé.**
- Dr. Siavosh Sadeghian Khalajabadi. **Suelos, Cenicafé.**
- Luis Carlos Imbachi Quinchua. **Biometría, Cenicafé**
- Alexander Jaramillo Jiménez. **Fitotecnia, Cenicafé.**
- Valentina Osorio Pérez. **Calidad, Cenicafé.**
- Carlos Andrés Unigarro. **Fisiología Vegetal, Cenicafé.**
- Vanessa Díaz Poveda. **Suelos, Cenicafé.**
- Jhon Félix Trejos. **Experimentación, Cenicafé**
- Carlos Gonzalo Mejía. **Experimentación, Cenicafé**
- Aristófeles Ortiz. **Fisiología Vegetal, Cenicafé.**
- Jenny Paola Pabón. **Calidad, Cenicafé**
- Paola Andrea Calderón. **Calidad, Cenicafé.**
- Luz Fanny Echeverry. **Calidad, Cenicafé.**
- Oscar Jaime Loaiza. **Divulgación, Cenicafé.**

Scientia Horticulturae 329 (2024) 113005

Contents lists available at ScienceDirect

Scientia Horticulturae

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scihorti



Varying fruit loads modified leaf nutritional status, photosynthetic performance, and bean biochemical composition of coffee trees

Andrés Felipe León-Burgos^{a,b}, José Raúl Rendón Sáenz^a, Luis Carlos Imbachi Quinchua^a, Carlos Andrés Unigarro^a, Valentina Osorio^a, Siavosh Sadeghian Khalajabadi^a, Helber Enrique Balaguera-López^{b,*}

^a National Coffee Research Center-Cenicafé, Manizales 170009, Colombia

^b Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 111321, Colombia

ARTICLE INFO

Keywords:

Chlorophyll stability
Fruit thinning
Leaf nutrition
Leaf photosynthesis
Malformed fruits
Sink strength

ABSTRACT

Changes in the intensity of the sink organs in coffee trees can alter photosynthetic activity and accumulation of nutrients at the foliar level and increase the magnitude of malformed fruits, as well as affecting bean biochemical composition. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of different intensities of fruit loads on photosynthetic performance, nutritional status, yield, and bean biochemical composition of *Coffea arabica* trees established under full sun field-grown conditions. The evaluations were carried out on three-year-old 'Cenicafé 1' variety trees after their establishment in the field. Nine treatments (fruit load), of 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, and 100 % according to total crop load, were applied at the whole-plant level. Gas exchange, nutrient composition, chlorophylls, and soluble sugars were determined in the leaves. Yield components, sugars, organic acids, and alkaloid concentration were determined in the fruits and beans. With a high fruit load, significant leaf nutrient concentration changes were detected, with deficiencies in nitrogen, potassium, sulphur and copper. Furthermore, significant decreases in the chlorophyll content and stability, as well as in the total soluble sugars at the leaf level, were reported. On the other hand, it is evident that the production per plant was higher, although the number of malformed fruits increased with elevated fruit load. Finally, accumulation of sugars, organic acids, and alkaloids in the bean was modified as a function of the increase in fruit load. These results indicate that, in coffee 'Cenicafé 1' variety trees with high fruit load, the nutrient concentration decreased to critical levels considered to nutritional deficiencies, which modified photosynthetic performance, number of malformed fruits, and bean biochemical composition.

frontiers | Frontiers in Sustainable Food Systems

TYPE Original Research
PUBLISHED 23 April 2024
DOI 10.3389/fsufs.2024.11379207



OPEN ACCESS

EDITED BY
Fábio Luiz Partell,
Federal University of Espírito Santo, Brazil

REVIEWED BY
Benoît Bertrand,
Institut National de la Recherche
Agronomique (INRA), France
Willian Dos Santos Gomes,
Federal University of Espírito Santo, Brazil

*CORRESPONDENCE
Helber Enrique Balaguera-López
✉ hebalaguera@unal.edu.co
Andrés Felipe León-Burgos
✉ felipeleon27@gmail.com

RECEIVED 30 January 2024
ACCEPTED 12 April 2024
PUBLISHED 23 April 2024

CITATION
León-Burgos AF, Sáenz JRR, Quinchua LCI,
Toro-Herrera MA, Unigarro CA, Osorio V and
Balaguera-López HE (2024) Increased fruit
load influences vegetative growth, dry mass
partitioning, and bean quality attributes in
full-sun coffee cultivation.
Front. Sustain. Food Syst. 8:11379207
doi: 10.3389/fsufs.2024.11379207

COPYRIGHT

© 2024 León-Burgos, Sáenz, Quinchua,
Toro-Herrera, Unigarro, Osorio and
Balaguera-López. This is an open-access
article distributed under the terms of the
Creative Commons Attribution License
(CC BY). The use, distribution or reproduction
in other forums is permitted, provided the
original author(s) and the copyright owner(s)
are credited and that the original publication
in this journal is cited, in accordance with

Increased fruit load influences vegetative growth, dry mass partitioning, and bean quality attributes in full-sun coffee cultivation

Andrés Felipe León-Burgos^{1,2*}, José Raúl Rendón Sáenz¹,
Luis Carlos Imbachi Quinchua¹, Mayra Alejandra Toro-Herrera³,
Carlos Andrés Unigarro¹, Valentina Osorio¹ and
Helber Enrique Balaguera-López^{2*}

¹National Coffee Research Center-Cenicafé, Manizales, Colombia, ²Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, ³Department of Plant Science and Landscape Architecture, University of Connecticut, Storrs, CT, United States

Coffee fruits are highly competitive compared to other functional sink organs. This can affect the vegetative growth of the shoot, dry mass partitioning, and the size and amount of healthy beans. Therefore, this research aimed to evaluate changes in vegetative growth, physical and sensory attributes of the coffee bean, and total crop yield in response to varying fruit load at the tree level established under full-sun cultivation. The experiment was carried out for two consecutive years under field conditions with coffee trees of the cultivar 'Cenicafé 1.' Nine different fruit load intensities at the whole-plant level of 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, and 100% were evaluated. The vegetative growth of leaves and branches, leaf area-to-fruit ratio, and dry mass accumulation were evaluated, and growth indices were calculated. Total coffee fruit production, size and distribution of healthy beans, and sensory analysis were determined. As expected, for coffee trees with a 100% fruit load, we found significant decreases in the total number of leaves, leaf area to fruit ratio, and branch growth. Less dry

GRACIAS



cenicafe@cafedecolombia.com

PORTALES WEB



cenicafe.org



agroclima.cenicafe.org



biblioteca.cenicafe.org

REDES OFICIALES



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC



@cenicafefnc