



Revelando desencadenantes de la floración del café. Una revisión sistemática

José Raúl Rendón Sáenz
Investigador Científico- Fitotecnia Cenicafe
Ingeniero agrónomo Msc, PhD (c)

1er Simposio Colombo - Brasileño

Ecofisiología del Café

Avances científicos e innovaciones para enfrentar los desafíos actuales y futuros en los agrosistemas

Organizan

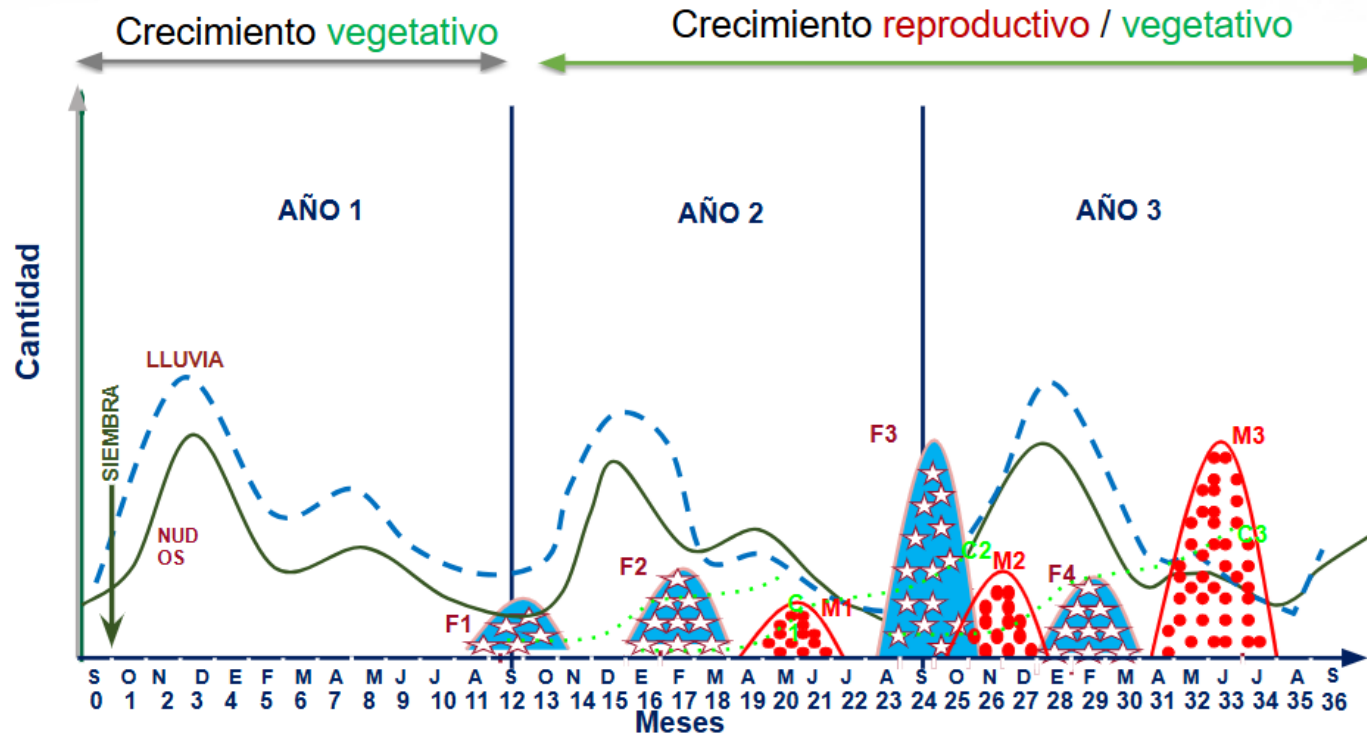


Apoyan





Introducción

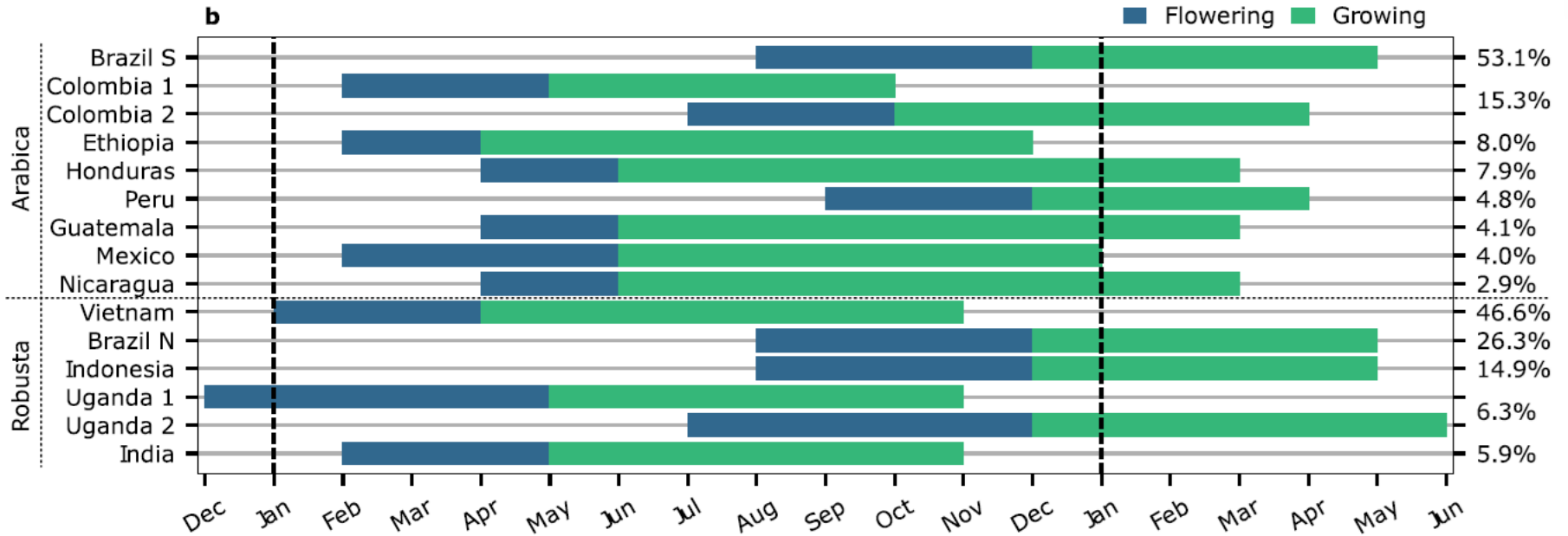


Arcila *et al.* (2001)



Periodos de floración y crecimiento del fruto de café

Producción 2019



Richardson *et al.* (2023)



Floración del café

3-5 meses

8-12 días

Inducción e
iniciación
(BBCH-51)



Diferenciación
Yemas visibles
(BBCH-53)



Inflorescencias
multiflorales
(BBCH-54-57)



2,6
mm

Latencia
(BBCH-58)



4 - 6
mm

Preantesis
(BBCH-59)



12-18
mm

Arcila *et al.* (2002); Manual Cafetero - Tomo I (2013)



(Jaramillo, 2018)



Riesgos climáticos para la floración y el crecimiento del fruto de café

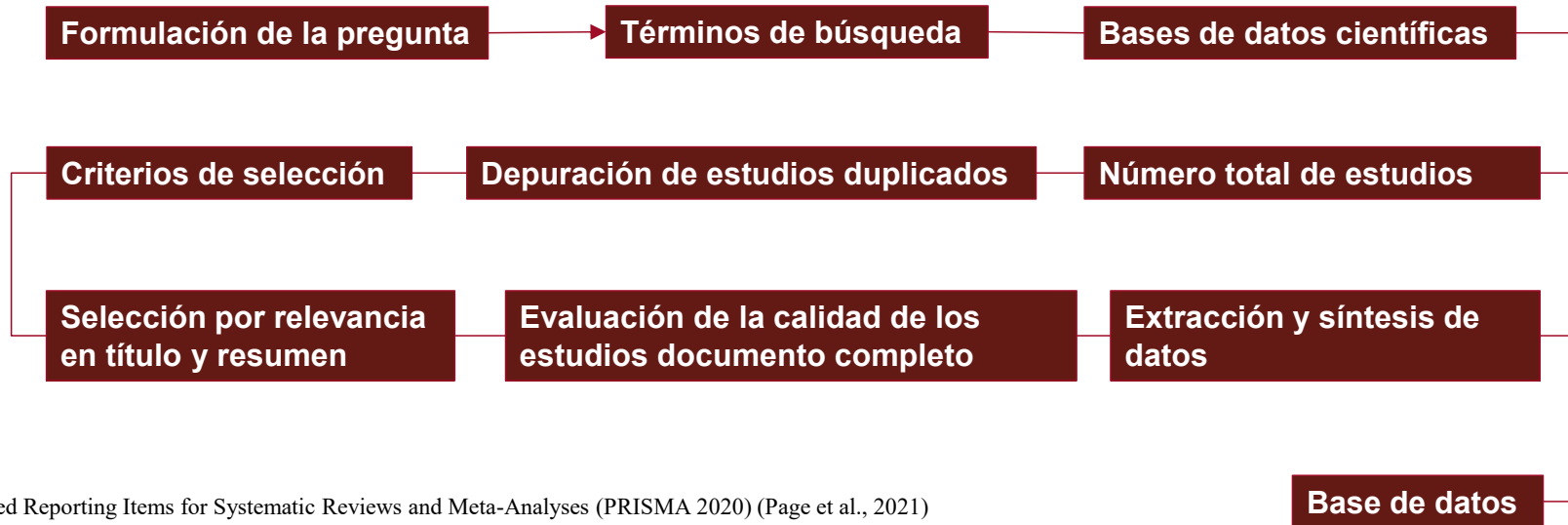
Climate variable	Statistic	Hazard	Species	Type
Vapour Pressure Deficit	Growing mean	$VPD_{gr} > 0.82 \text{ kPa}$	Arabica	Dry
Daily maximum temperature	Growing mean	$T_{max,gr} > 29.5^{\circ}\text{C}$	Arabica	Warm
Daily minimum temperature	Flowering mean	$T_{min,fl} < 15.8^{\circ}\text{C}$	Robusta	Cold
	Growing mean	$T_{min,gr} > 18.6^{\circ}\text{C}$	Robusta	Warm
Daily mean temperature	Growing mean	$T_{gr} < 18^{\circ}\text{C}$	Arabica	Cold
		$T_{gr} > 22^{\circ}\text{C}$	Arabica	Warm
		$T_{gr} < 22^{\circ}\text{C}$	Robusta	Cold
		$T_{gr} > 28^{\circ}\text{C}$	Robusta	Warm
Precipitation	Annual total	$P_{an} < 1400 \text{ mm}$	Arabica	Dry
		$P_{an} > 2000 \text{ mm}$	Arabica	Wet
		$P_{an} < 2000 \text{ mm}$	Robusta	Dry
		$P_{an} > 2500 \text{ mm}$	Robusta	Wet

Richardson *et al.* (2023)



Materiales y métodos

Revisión sistemática



Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020) (Page et al., 2021)



¿Qué factores ambientales desencadenan la floración del café?

1. ("coffee bloom" OR "coffee flowering" OR "coffee flower" OR "coffee flowers")
1. ("solar radiation" OR "brightness" OR "sunshine" OR "shade" OR "insolation")
1. ("temperature" OR "atmospheric temperature" OR "thermal time" OR "thermal amplitude" OR "degree day")
1. ("soil moisture" OR "drought" OR "irrigation" OR "precipitation" OR "rain" OR "water stress" OR "water logging")
1. ("relative humidity" OR "atmospheric humidity" OR "vapor pressure deficit")

Combinación
de grupos

1 AND 2

1 AND 4

1 AND 3

1 AND 5

Bases de datos científicas seleccionadas

Conglomerados editoriales privados



Grandes indexadores



Recursos especializados y plataformas de amplio alcance en la comunidad académica





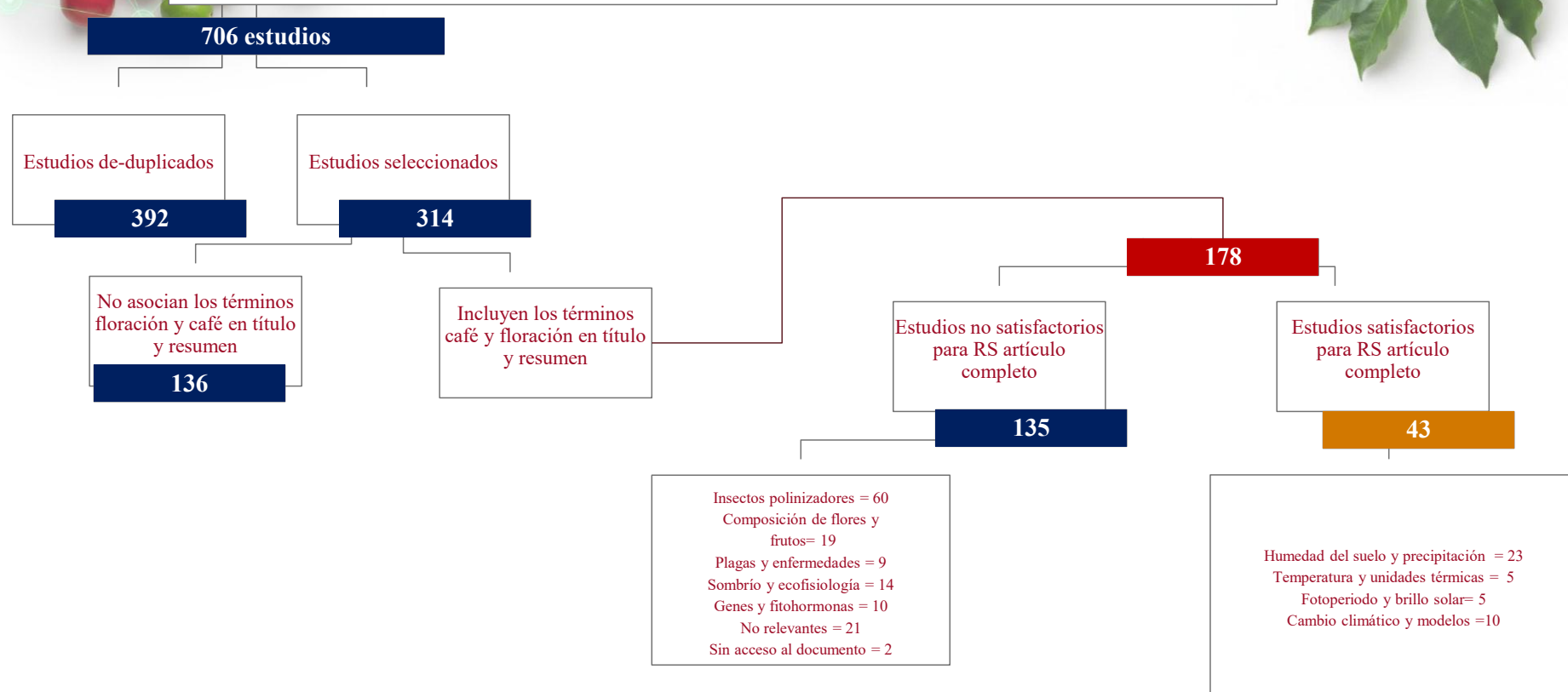
Resultados

Factores ambientales que desencadenan la floración del café

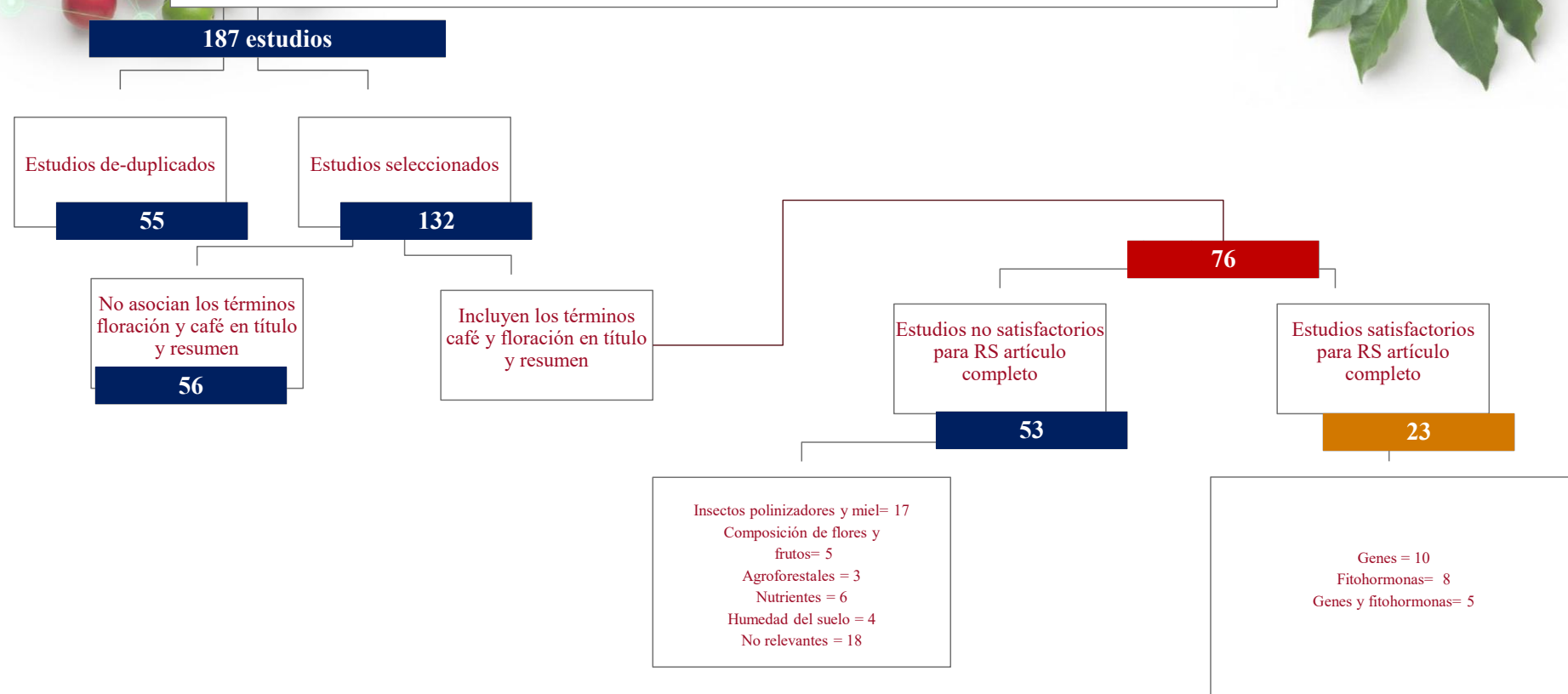
68.404 documentos



Factores ambientales que desencadenan la floración del café

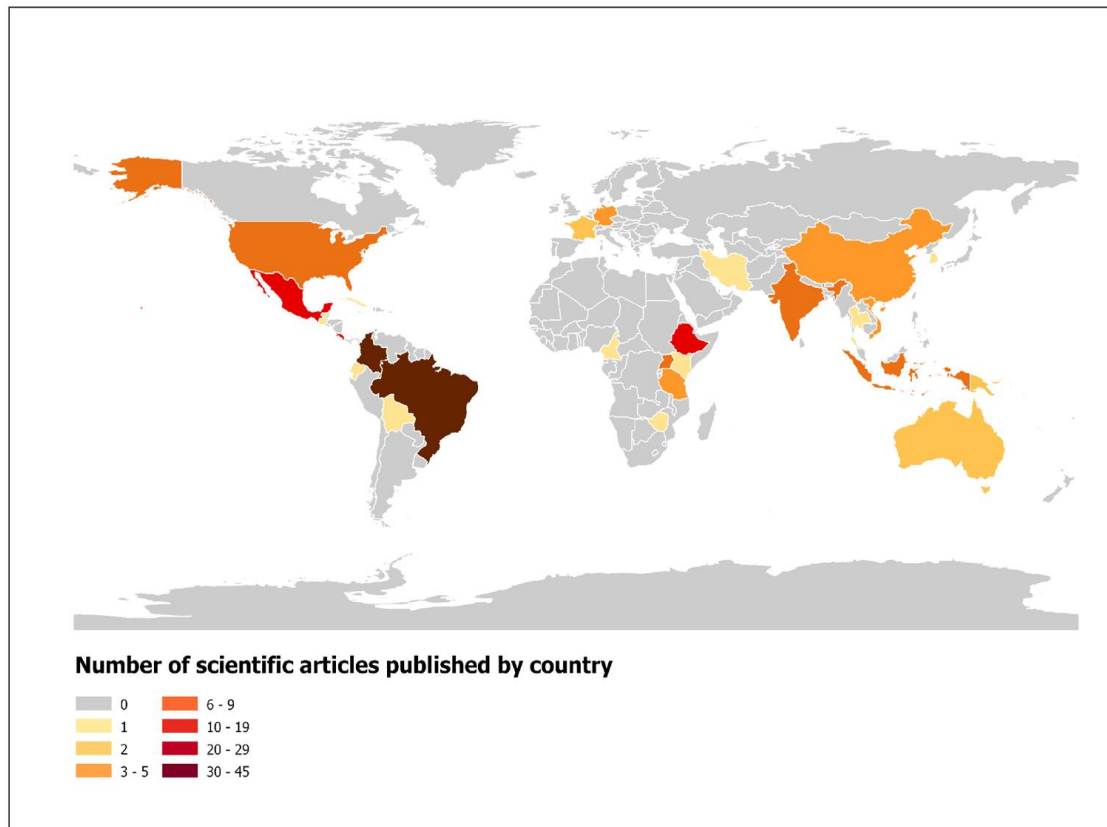


Factores endógenos que desencadenan la floración del café





Producción científica por país café- floración



Co-ocurrencia de términos en los estudios recuperados

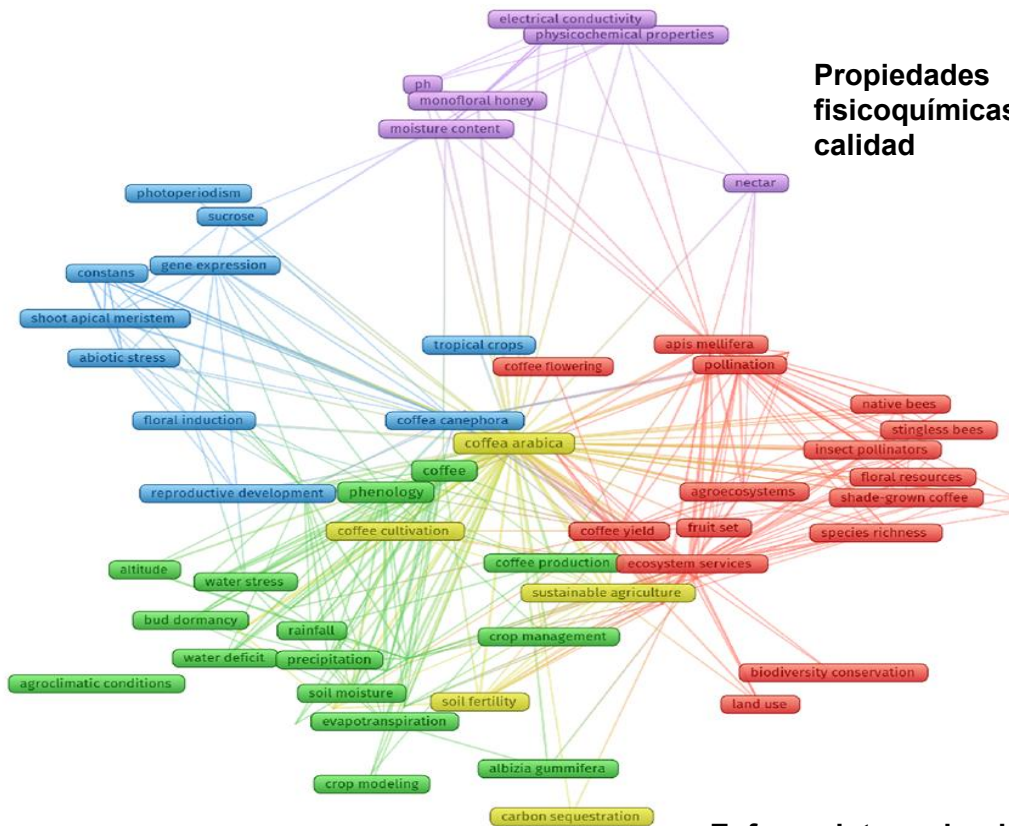
Aspectos genéticos y fisiológicos

Propiedades fisicoquímicas y de calidad

Interacciones biológicas y ecosistémicas

Factores ambientales y climáticos

Enfoque integrador del cultivo

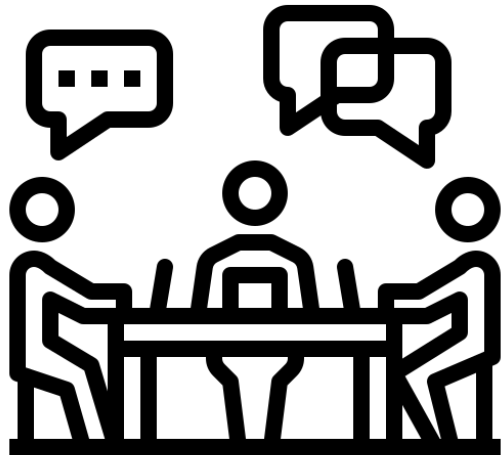




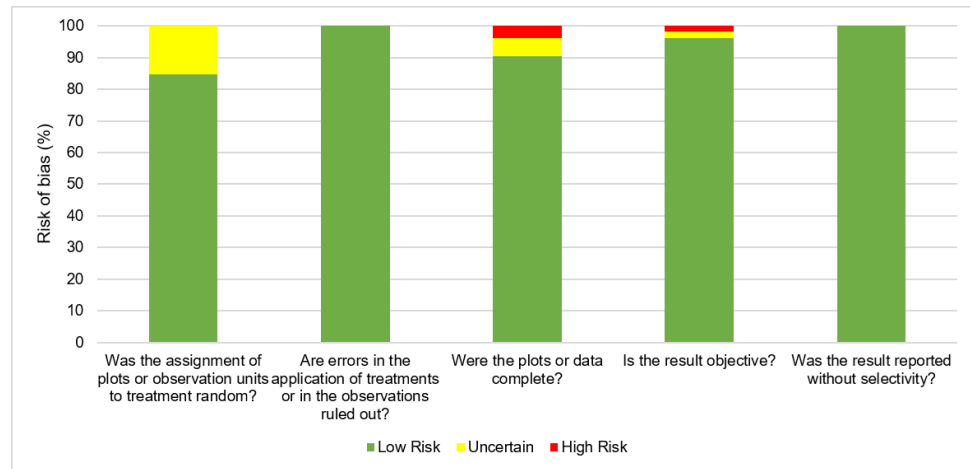
Estrategia de extracción de la información y evaluación de la calidad de los estudios

NUMERO	DOI	TITLE	PUBLICACION	AÑO DE PUBLICACIÓN	ABSTRACT	PROMPT	¿El título y el	¿El título y el	¿El título y el	¿El título y el	¿El título y el	¿El título y el
01	10.1007/s0011-010-0001-0	1-MCP Triggers Ethylene Release in Plant Tissues	Journal of Plant Growth Regulation	2024	SI	Ethylene is a pivotal regulator of plant growth and development.	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
02	10.1186/0712-9276-1-1	Activities of cAMP-dependent protein kinase in biological regulation	Biological Reviews	2015	SI	Abstract Background: Hormonal regulation of plant growth and development.	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Equipo de evaluadores



Evaluación del riesgo de sesgo



Condiciones hídricas suelo - atmósfera



Coffea arabica

La captación de agua de los botones florales en plantas estresadas es mayor a un Ψ_s de -23,0 MPa, respecto a plantas no estresadas a Ψ_s -0,3 Mpa (Astegiano et al., 1988)

La suspensión del riego durante 70 días favorece una mayor concentración de la floración 10 días después de reiniciado el riego (Leite y Faria, 2016)



El riego programado a 20 cb con aplicación de 25 litros de agua/árbol condujo 96,3 flores/rama (Masarirambi et al., 2009)



Humedad del suelo > 15 % en plantas de café con riego semanal, impide la antesis. Entre 9,4 y 10 %, la floración ocurre de 10 a 11 días después del riego (Alvin, 1960)

Colombia



Condiciones hídricas suelo - atmósfera

Coffea arabica

IDH < 0,3 en la zona central cafetera de Colombia, se registraron 2.546 botones florales/180 ramas por evento (Ramírez et al., 2010)

La distribución de periodos secos y húmedos en las regiones cafeteras definen la floración (Jaramillo et al., 2011)

Francia



Coffea arabica, *Coffea liberica*, *Coffea canephora*

Precipitación > 10 mm en un solo día, precedido de al menos 11 días consecutivos sin lluvia. La floración es más temprana en *C. liberica* y *C. canephora* (Gomez et al., 2016)

Coffea arabica

Floraciones de mayor intensidad ocurren más rápidamente (8 a 10 días) después de un evento de lluvia ≥ 10 mm, en comparación con las de menor intensidad (10 a 13 días) (Lara-Estrada et al., 2024)

Nicaragua



Condiciones térmicas

Coffea arabica

Tanzania

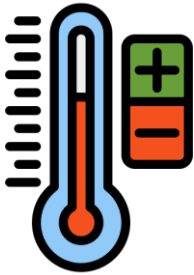
La floración del café se ve afectada negativamente por el incremento de la temperatura mínima (Capraro et al., 2015)

Etiopía

Efectos negativos en el desarrollo de la floración con el incremento de la temperatura, con tasas medias anuales de 0,02 °C en la temperatura mínima, y entre 0,02 y 0,03 °C de temperatura máxima (Mamuye et al., 2024)

Colombia

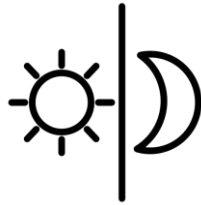
Para que ocurra la primera floración del café se requieren aproximadamente 3.250 unidades térmicas y transcurren 330 días después de siembra en campo (Jaramillo y Guzmán 1984)



Luminosidad - fotoperiodo

Colombia

Coffea arabica



Floraciones concentradas en un solo semestre del año están relacionadas con una reducción de más de 30 minutos en la duración del día, en los primeros estadios (Unigarro et al., 2023)

Los periodos de floración más importantes están relacionados con días cortos, en los primeros estadios (menos de 13 o 14 horas de luz) (Peña et al., 2011)

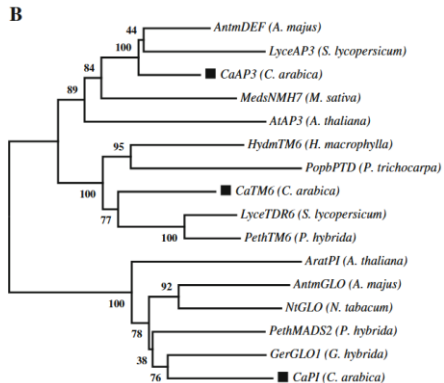
En la zona central cafetera la floración aumenta a mayor intensidad de luz (Castillo y López, 1966)

Factores Genéticos

Brasil

Genes *CaCYP76C4*, *CaCYP74A1* y *CaCYP82C2* involucrados en las biosíntesis de diterpenos CAF y KAH, muestran mayor actividad en las flores (Lima et al., 2024)

Coffea arabica



Los genes *CaAP1/CAL*, *CaAP3*, *CaPI* y *CaAG* se expresan en todos los estadios de la floración (De Oliveira et al., 2014)

Bajo déficit hídrico las plantas de café expresan los genes *CaACS1*, *CaACS3*, *CaACO4* en yemas florales y de *CaACS3* en flores abiertas, vinculados con la biosíntesis de etileno (Silva et al., 2022)

Familias MADS-box - ACS - ACO - FT y FD



Aspectos fisiológicos



Coffea arabica

Cuba

El IAA retarda el periodo de inducción floral por 25 días, y la aplicación de 2,4-D la prolonga por 20 días (Cueto y Dathe, 1986)

Hawái

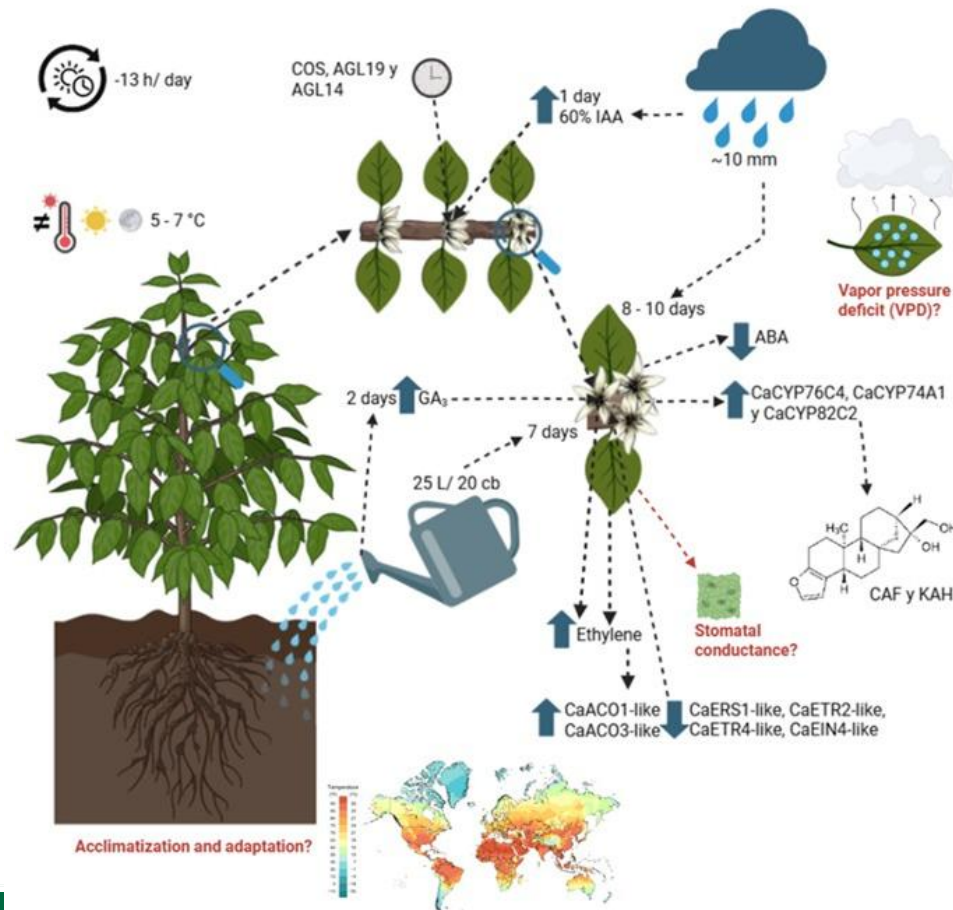
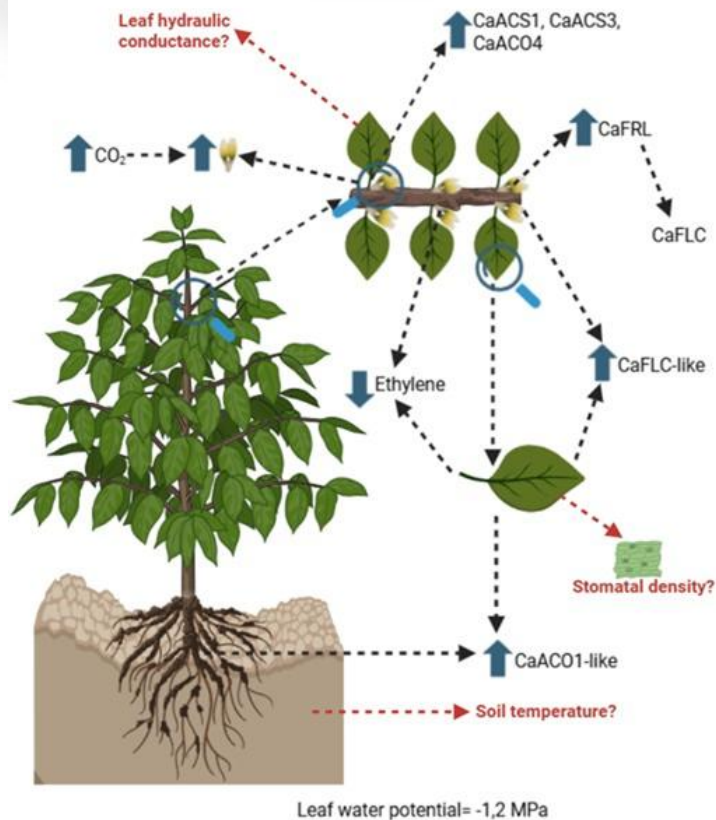
El GA₃ en yemas florales mayores a 4 mm promueve una floración temprana (20 días antes) (Schuch et al., 1990)

Colombia

GA₃ y nitrato de potasio (KNO₃) durante la inducción de nudos, no incrementa de manera significativa el número de botones florales por rama (Unigarro et al., 2019)

Ecofisiología (Señalización de estrés)





(Rendón et al., 2025)

Browning, 1973a; Mohan Ram and Rao, 1984; Schuch et al., 1994; DaMatta et al., 2007; Masarirambi et al., 2009; Barreto et al., 2012; Craparo et al., 2015; Boreux et al., 2016; Iwamoto et al., 2017; Vieira et al., 2019; Rakocevic et al., 2020; Lima et al., 2021; Santos et al., 2022; Rume et al., 2023; Unigarro et al., 2023; Lara-Estrada et al., 2024; Lima et al., 2024



OPEN ACCESS

EDITED BY

Isabel Marques,
Universidade de Lisboa, Portugal

REVIEWED BY

Weverton Pereira Rodrigues,
Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão (UEMASUL), Brazil
Julieta Andrea Silva De Almeida,
Centro de Solos e Recursos Ambientais,
Instituto Agronômico de Campinas (IAC),
Brazil
Asaw Degu,
Agricultural Research Organization (ARO),
Israel

*CORRESPONDENCE

José Raúl Rendón-Sáenz
✉ joser.rendon@cafedecolombia.com

Unveiling triggers for flowering in coffee plants: a systematic review of endogenous and environmental factors

José Raúl Rendón-Sáenz^{1*}, Carolina Zamorano-Montañez²,
Juan Carlos García-López³, Nelson Ceballos-Aguirre²,
Miguel Alfonso Castiblanco-Carranza⁴ and
Juliana Vargas-López²

¹Department of Crop Science, National Coffee Research Center - Cenicafe, Manizales, Colombia,

²Faculty of Agricultural Sciences, University of Caldas, Manizales, Colombia, ³Department of
Agroclimatology, National Coffee Research Center - Cenicafe, Manizales, Colombia, ⁴Documentation
Center, National Coffee Research Center - Cenicafe, Manizales, Colombia



Cenicafé[®]
Centro Nacional de Investigaciones de Café



cenicafe.org



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC



@cenicafefnc