



ANACAFÉ
GUATEMALA



CAFEX
34 CONGRESO DE LA CAFICULTURA
GUATEMALA



CAFEX
34 CONGRESO DE LA CAFICULTURA
GUATEMALA

“Del ADN al cultivo en campo: Cómo la biología molecular puede ayudar a la caficultura”

Dênia Pires de Almeida, PhD

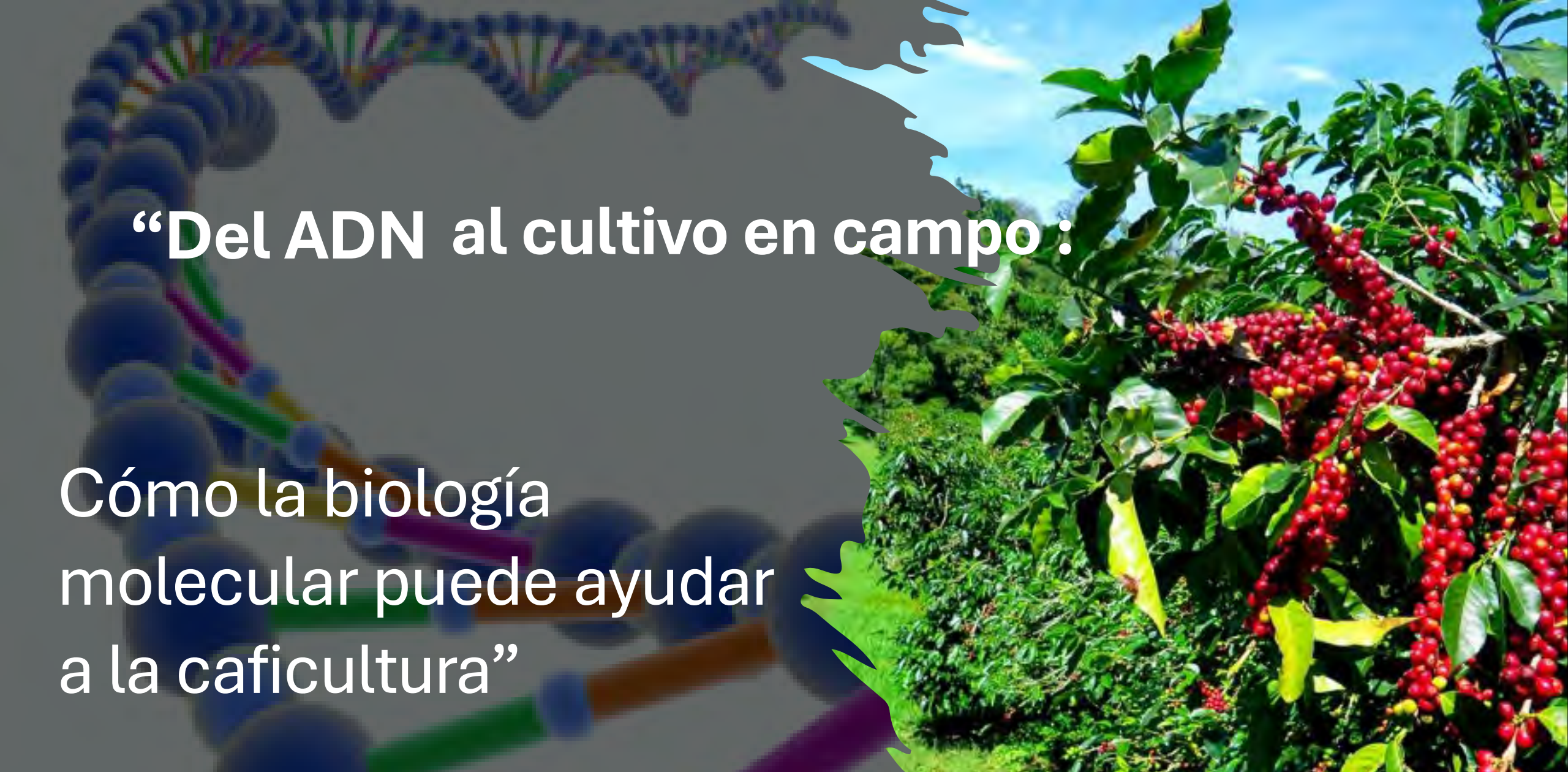




Laboratorio de Biotecnología del Café- Biocafé

- Instituto de Biotecnología Aplicada a la Agricultura - BIOAGRO/UFV
- Universidad Federal de Viçosa





“Del ADN al cultivo en campo :

**Cómo la biología
molecular puede ayudar
a la caficultura”**



CAFEX
34 CONGRESO DE LA CAFICULTURA
GUATEMALA



65
AÑOS

Programas de mejora y desafíos



Cultivar S795

Estación de investigación del café, Balehonnur (India)– año 1925



Cultivar Caturra

**Primer trabajo de selección en Brasil: 1932
Instituto Agronómico de Campinas- IAC**



Linajes como Kent

**Programas en Indonesia (Java) e India–
años 1940–1950**



Híbrido de Timor

**Énfasis mundial en la
resistencia a la roya: décadas de
1970 y 1980 en Brasil,
Centroamérica y África**



Fuente: Silva et al 2022. An Overview of the Mechanisms Involved in Coffee-*Hemileia vastatrix* Interactions: Plant and Pathogen Perspectives



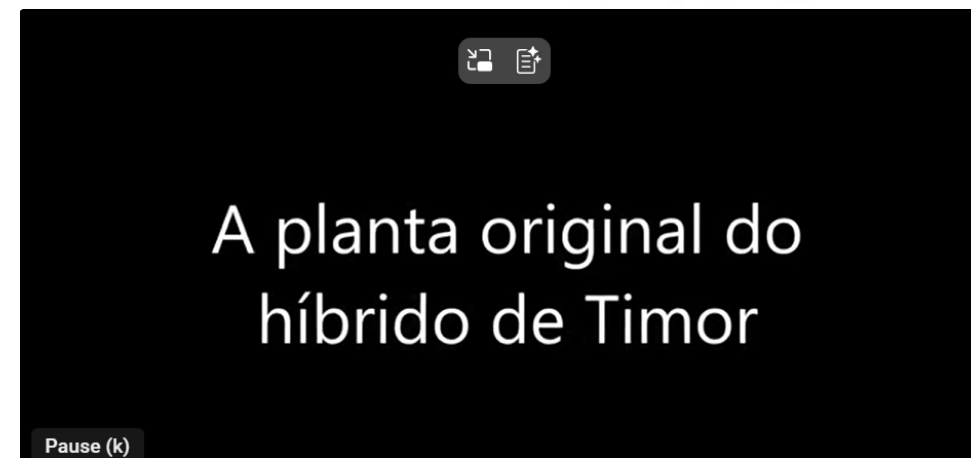
Planta original del Híbrido Timor



Fuente: https://www.researchgate.net/publication/360559071_ORIGINAL_COFFEE_PLANT



Fuente: G1 > Mundo - NOTÍCIAS - Conheça a história de Timor Leste



CIFC
“Centro Internacional de
Investigación de la Roca del
Café”

Biología molecular

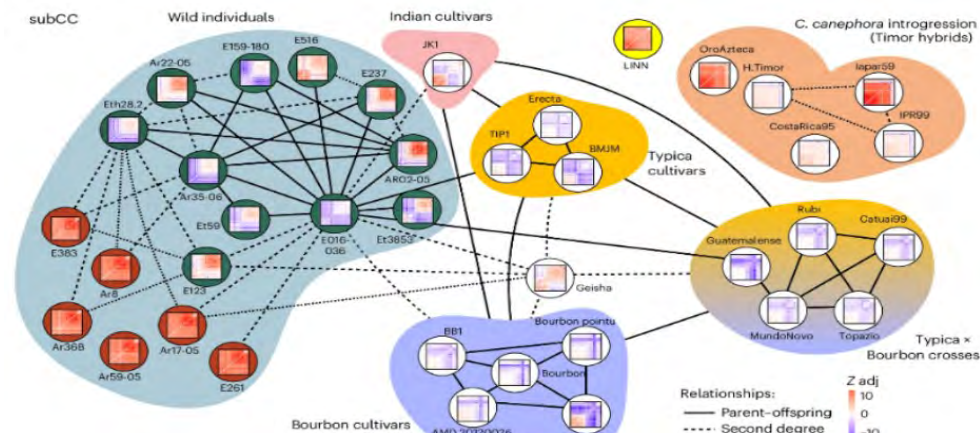


- Después de 1970: con la aparición de la roya del café y rápida propagación por todas las regiones productoras.



2004

Fuente: Projeto Genoma Café será disponibilizado em biblioteca internacional - Portal Embrapa



Genoma de referência, 2024

Salojärvi et al 2024. The genome and population genomics of allopolyploid *Coffea arabica* reveal the diversification history of modern coffee cultivars. *Nature Genetics*.

- Se iniciaron nuevos programas de mejoramiento en Brasil.
- Año 2000: Se inició con Técnicas de biología molecular en el mejoramiento del café.



Fuente: Café Imigrante - Celebrando 150 años de inmigración italiana



especiais produzidos no Brasil



A evolução da cafeicultura brasileira demonstra a importância dos trabalhos de pesquisa realizados



- 1997: Producción de 18,9 millones de sacos y 8 sacos de sesenta kilos por hectárea en Brasil.
- 2025: Producción estimada de 55,7 millones de sacos y 24,8 sacos de sesenta kilos por hectárea en Brasil.
- Mejora de la calidad general del producto (bebidas, proceso de producción y medio ambiente).

Tendencias del cambio climático global

Alta concentración de dióxido de carbono en la atmósfera

Mayor variabilidad de precipitación

Aumento de las temperaturas medias y la autonomía

Aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos El Niño

Mayor frecuencia de eventos climáticos extremos

Partes de los sistemas de producción de café afectadas



Tierras aptas para la producción de café



Desarrollo del fruto del café



Estrés sobre los recursos hídricos



Productividad y rendimiento



Brotes de plagas y enfermedades



Diversidad y poblaciones de polinizadores

Fuente: adaptado de Bracken et al., 2023.



Proporción actual de las regiones para el cultivo de café arábica hasta 2050.

Niveles actuales.



▼ 48%

América Central



▼ 60%

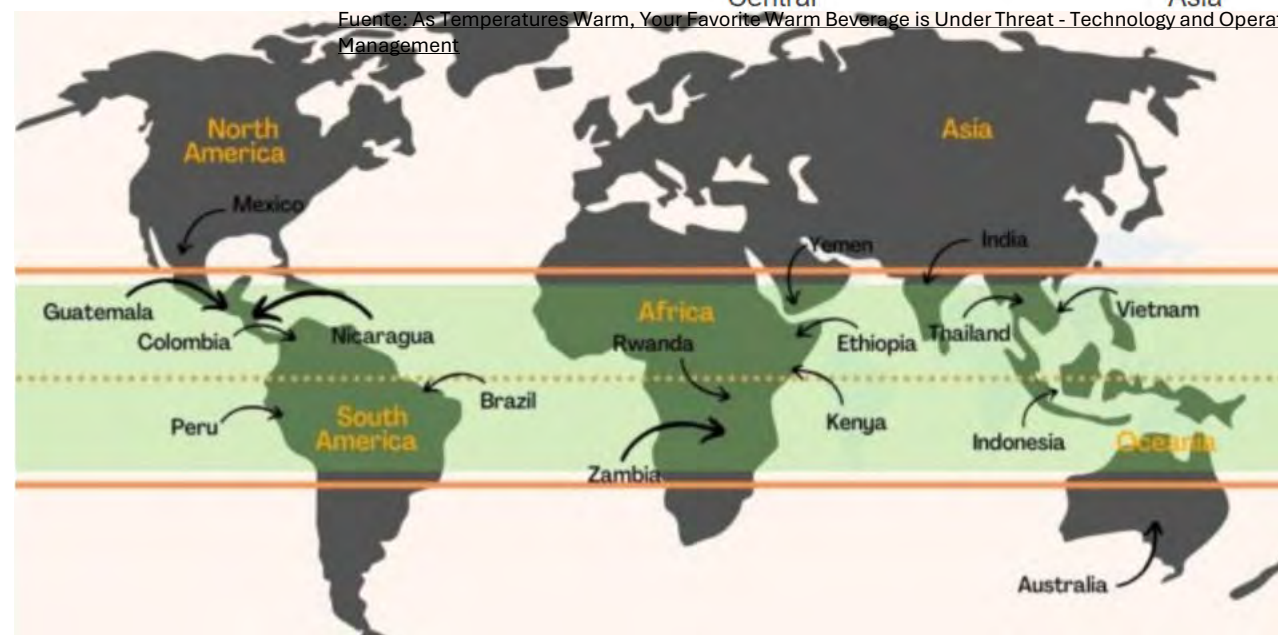
Brasil



▼ 70%

Sudeste da Ásia

Fuente: As Temperatures Warm, Your Favorite Warm Beverage is Under Threat - Technology and Operations Management



Fuente: The Coffee Belt: What Is It and Where Is It Located? - Two Chimps Coffee

Desafíos en el cultivo moderno del café: Cambio climático



Fuente: Fungo devasta cafezais

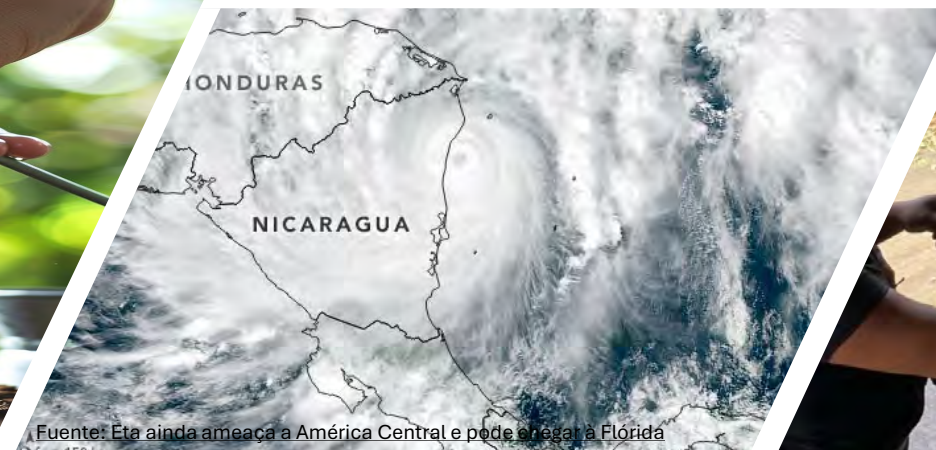


Fuente: Efeitos da seca na safra 2025/26 preocupam produtores de café - Revista Cafeicultura



Fuente: Vietnã: Parque cafeeiro em crise com seca devastadora

Desafíos en el cultivo moderno del café: Cambio climático

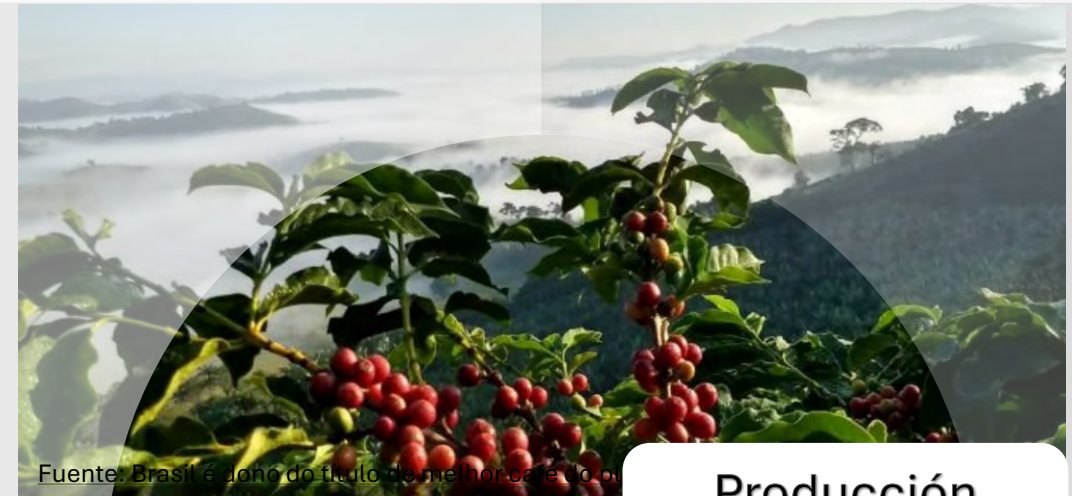


Fuente: Eta ainda ameaça a América Central e pode chegar à Flórida



Fuente: Cafeicultores da América Central relatam perdas de safra devido à temporada de furacões

La ciencia anticipando el futuro



Fuente: Brasil é dono do título de melhor café do p...

Producción
sostenible

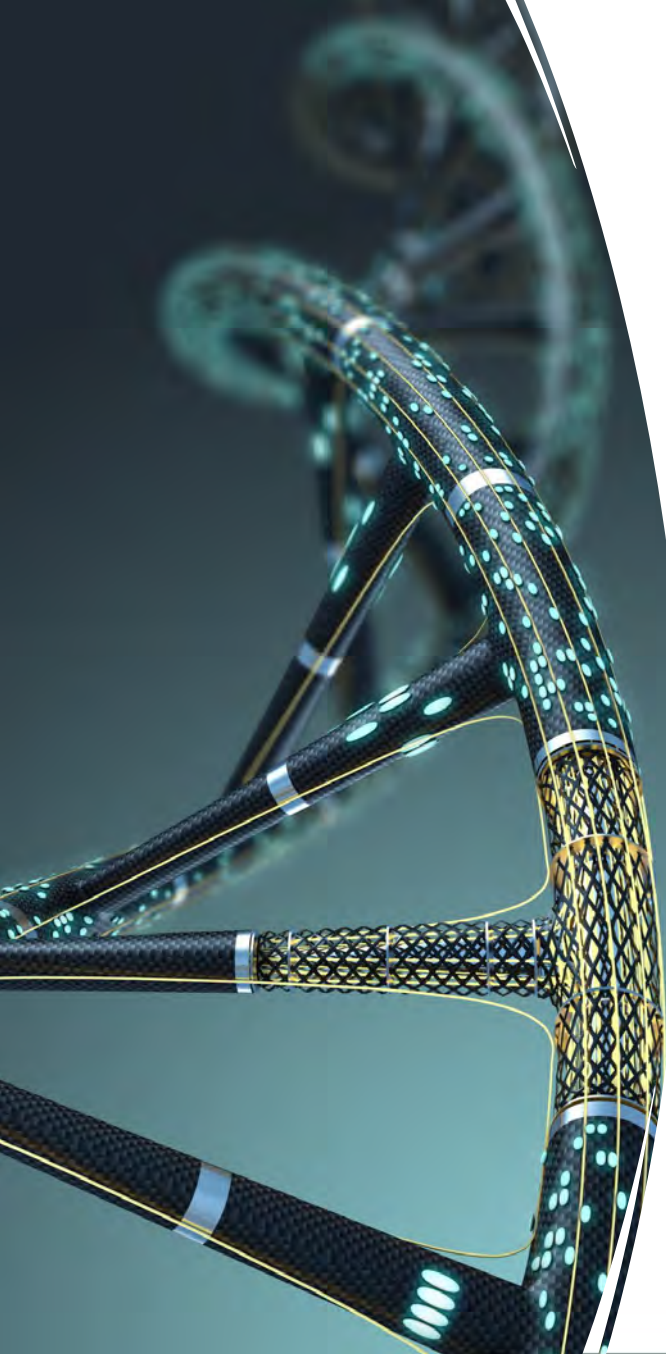


Inversión en
variedades de café
resilientes



Fuente: La agricultura climáticamente
inteligente - Grandes cultivos

Prácticas
agrícolas
climáticamente
inteligentes



Biología Molecular



- Identificación de cultivares resistentes a plagas y enfermedades.

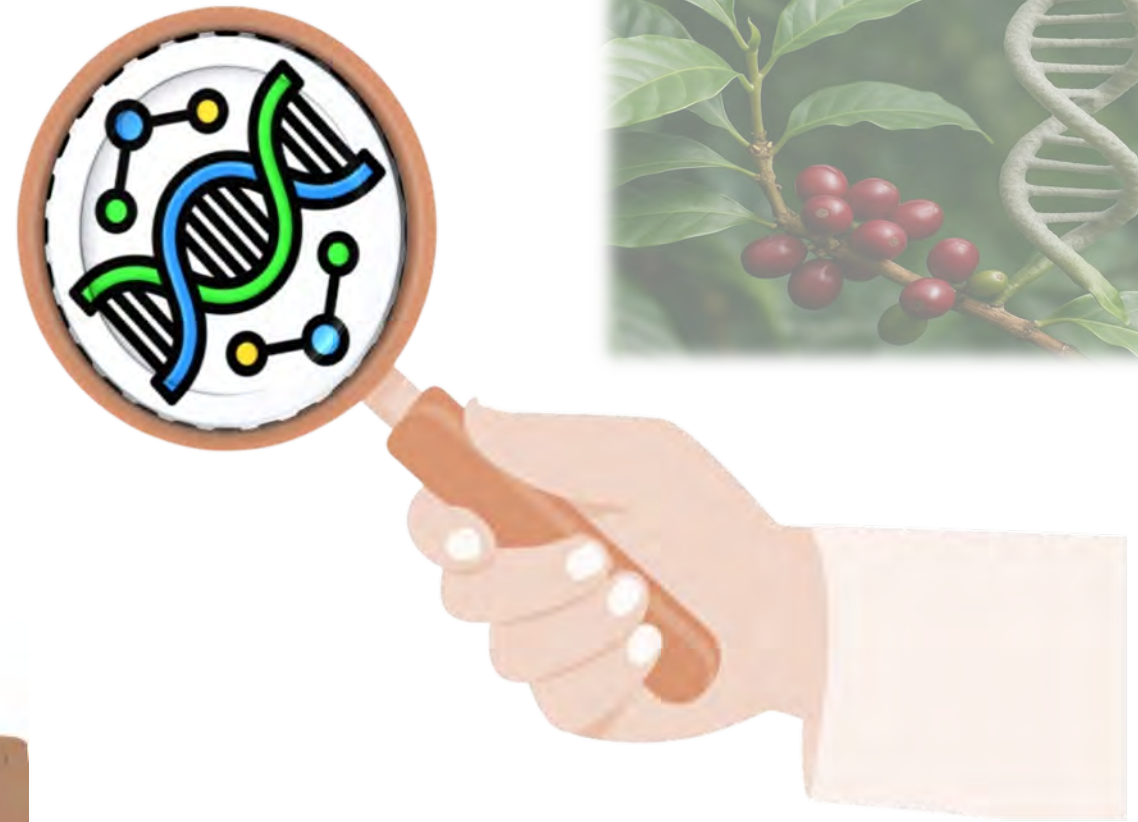
- Identificación de cultivares con otras características agronómicas deseables.

- Identificación de la variabilidad genética.

- Facilita la trazabilidad, ayuda en los programas de certificación.

- Cultivares más productivos.

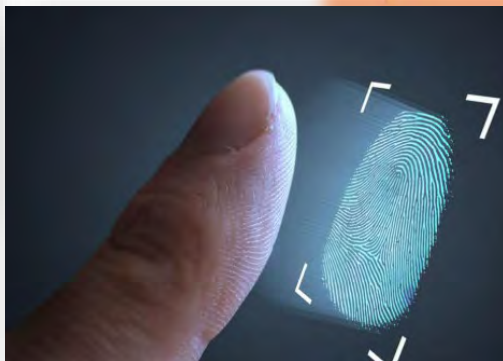
¿Qué es la biología molecular?



Por qué es tan importante el ADN?



- El ADN es como el «Documento de Identificación Personal (DPI)» de la planta: contiene toda la información.



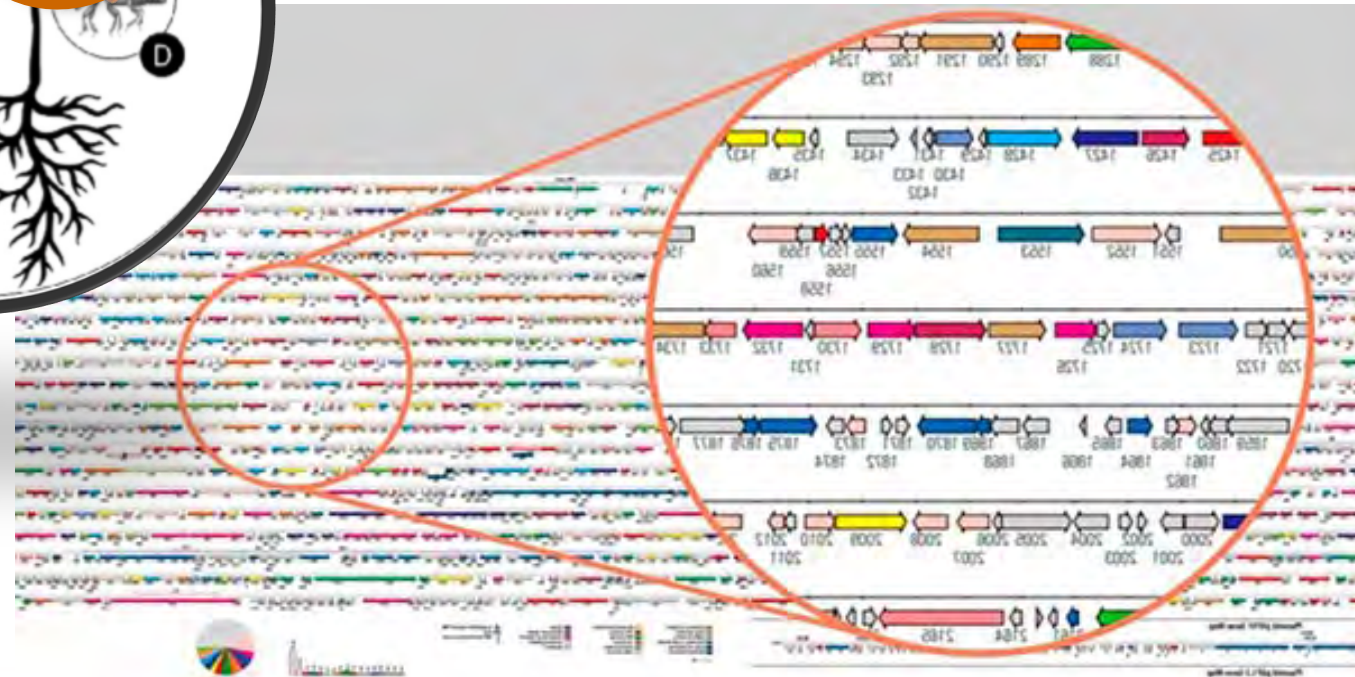
- Cada cultivar tiene un Fingerprint

AMPLIACIÓN TEMPORAL DE VIGENCIA DEL DOCUMENTO PERSONAL DE IDENTIFICACIÓN -DPI-

DECRETO 32-2022



¿Cómo acceder a esa información genética?



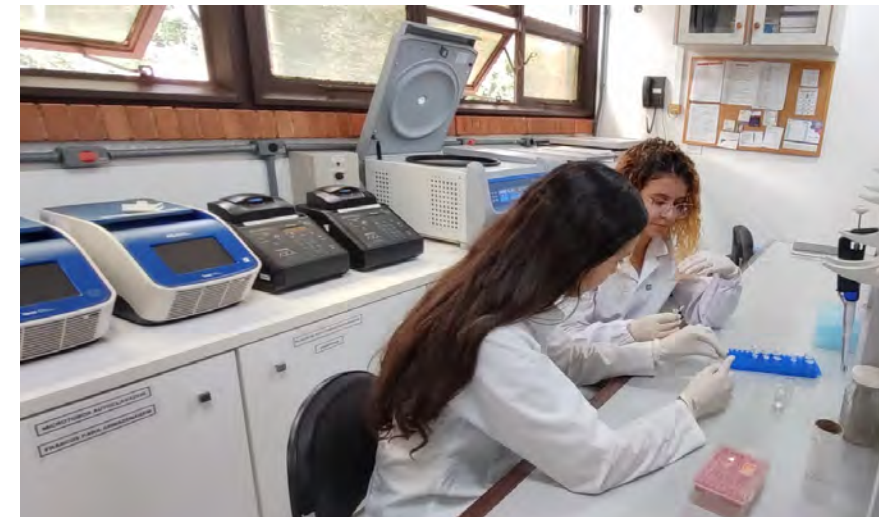
Marcadores moleculares

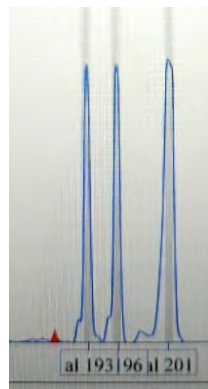
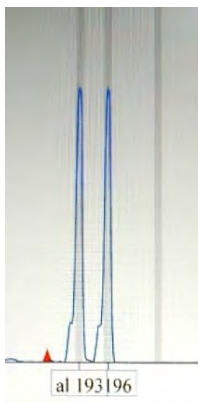
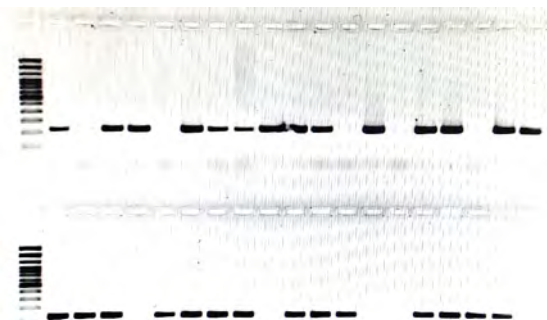
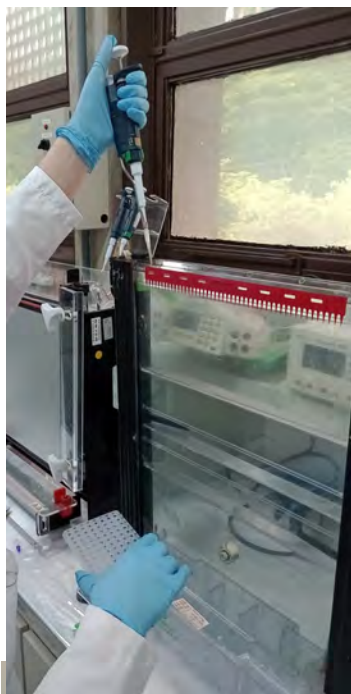


“El ADN revela lo que los ojos no ven”

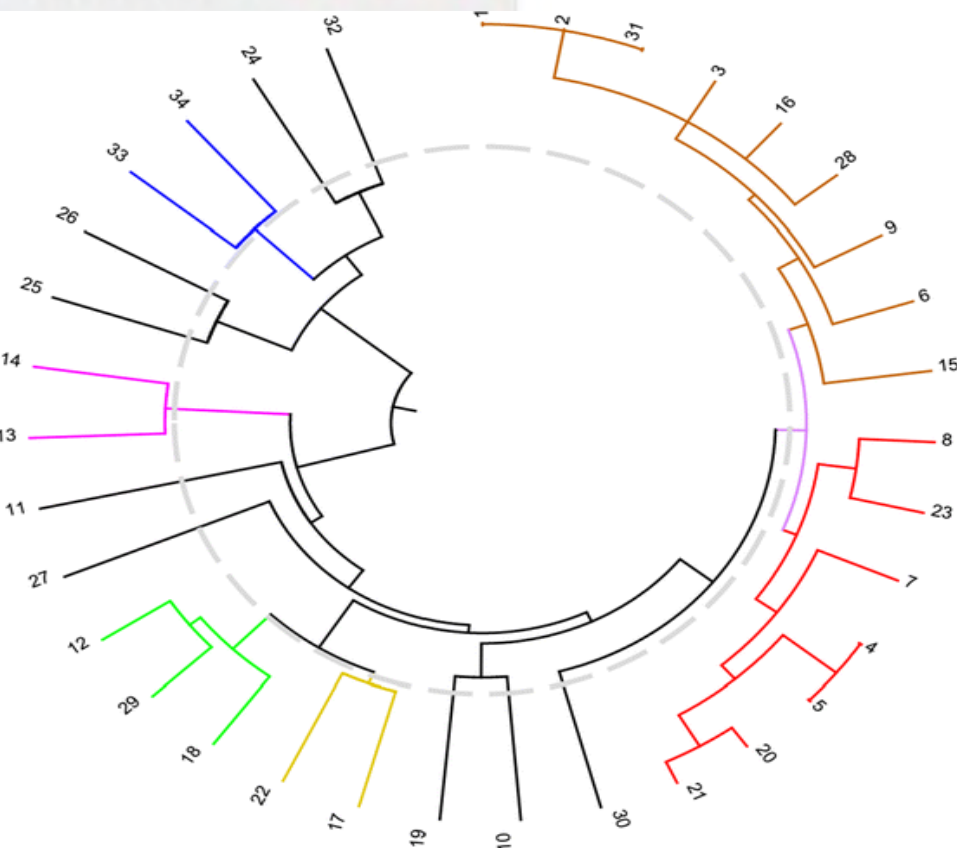


- Los productores pueden enviar hojas para análisis genético.
- Los laboratorios indican de qué variedad se trata y si es resistente a plagas y enfermedades.
- Permite tomar decisiones más rápidas y seguras en el campo.

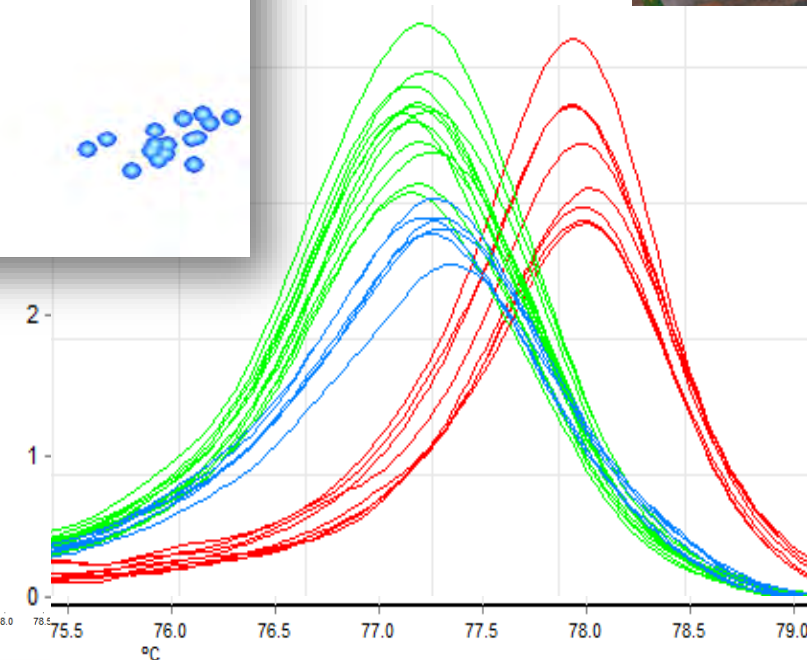
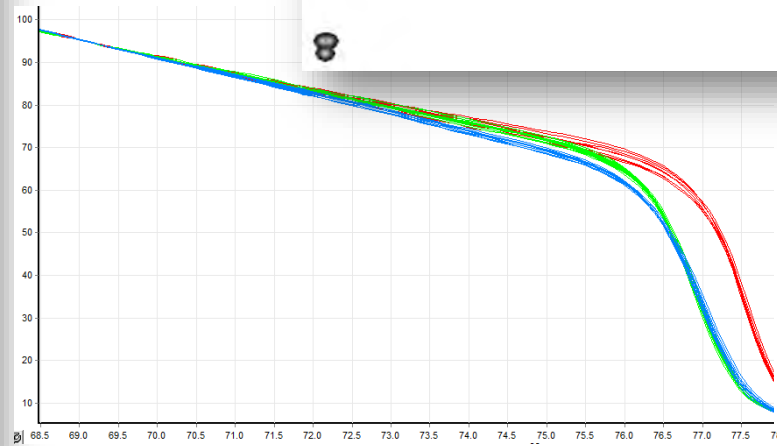
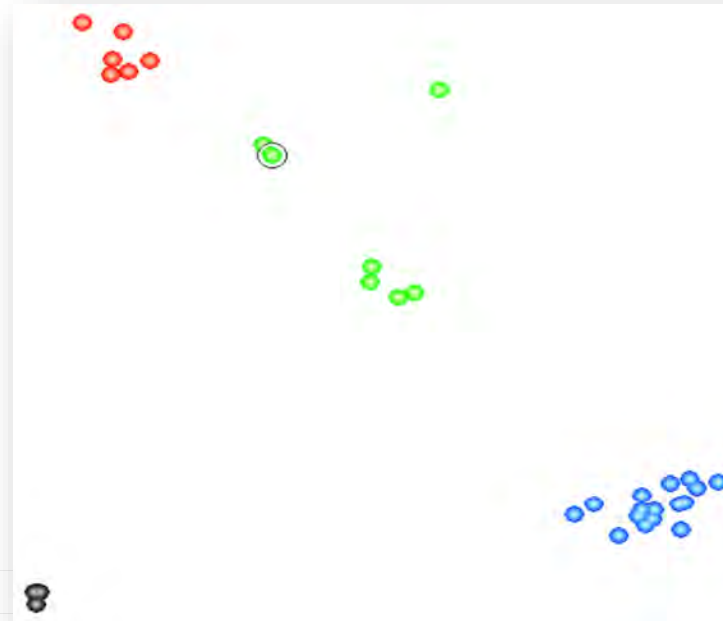
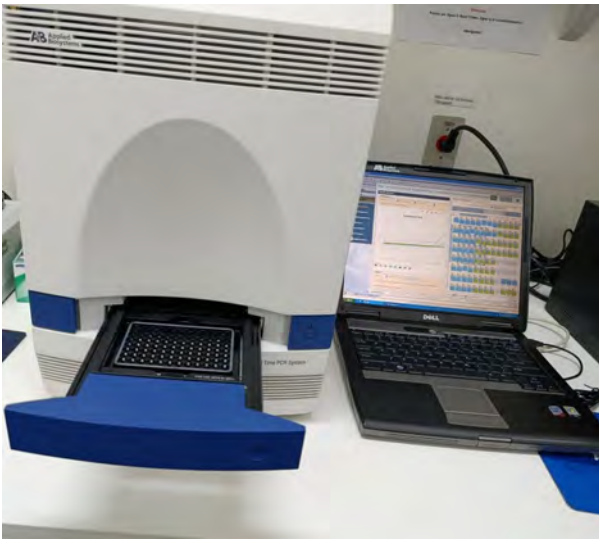




Cultivar/progeny	
1 Catuai Vermelho IAC 144	2
2 Catuai Vermelho IAC 15	2
3 Bourbon Amarelo UFV535	2
4 Catucaí Amarelo 2SL	2
5 Catucaíam 24137	2
6 Catucaíam 2015479	2
7 Catucaí 785-15	2
8 Catucaí Vermelho 20/15	2
9 Sabiá tardio	2
10 IBC-Palma-2	2
11 Acauã	12
12 Tupi Amarelo IAC 5162	2
13 Tupi IAC 1669-33	12
14 IAC 125 RN	2
15 Obatã IAC 1669-20	2
16 Obatã Amarelo 4932	2
17 Iapar 59	12
18 IPR 98	2
19 IPR 99	2
20 IPR 100	2 3 2 12 2 2 12 2 2 2 1 1 1 2 2 13
21 IPR 103	2 3 2 12 2 2 12 2 2 2 1 1 1 2 2 1



Marcador molecular-HRM





- Evite errores en viveros (almácigo) o campo.



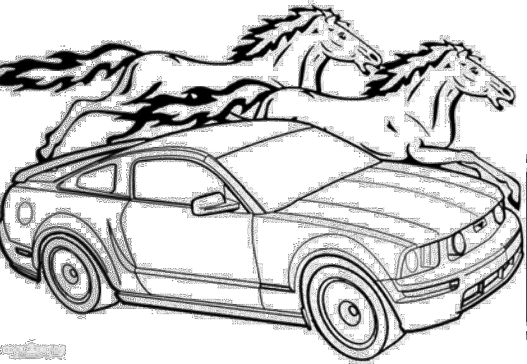
- Identifique variedades de café de forma rápida y precisa.

- Seleccione plántulas que sean resistentes a la roya.

Marcadores moleculares



25-30 años



Mejoramiento genético convencional



Cultivar



Mejoramiento genético
convencional +
mejoramiento molecular

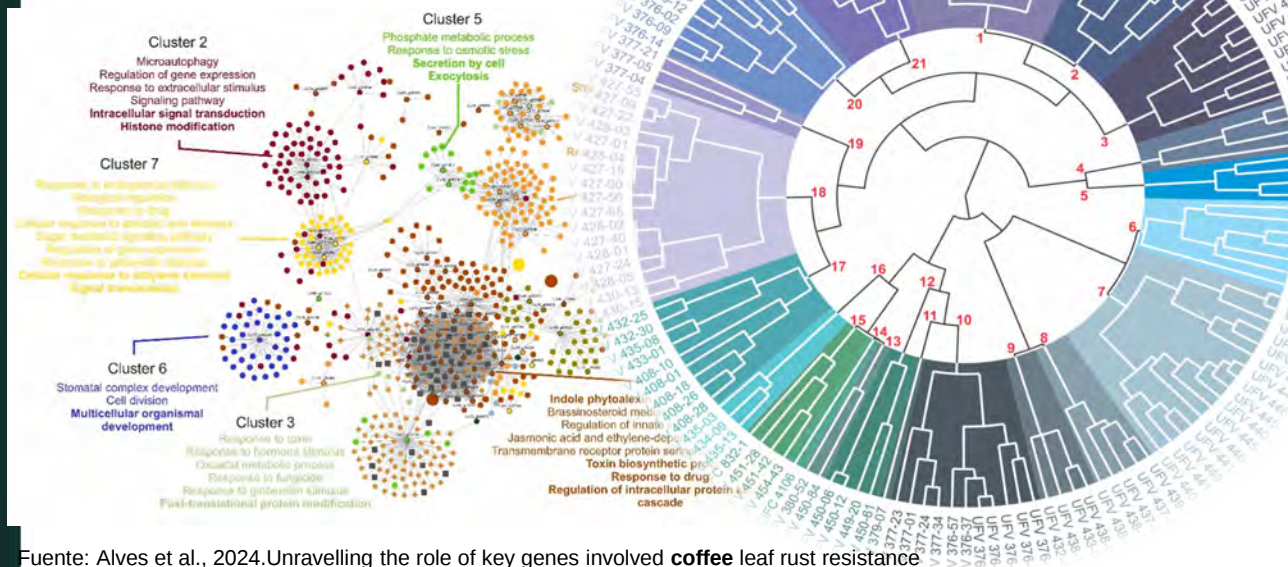
10- 15 años



Cultivar



Banco de germoplasma Híbridos de Timor

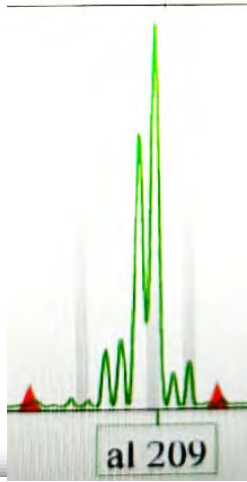
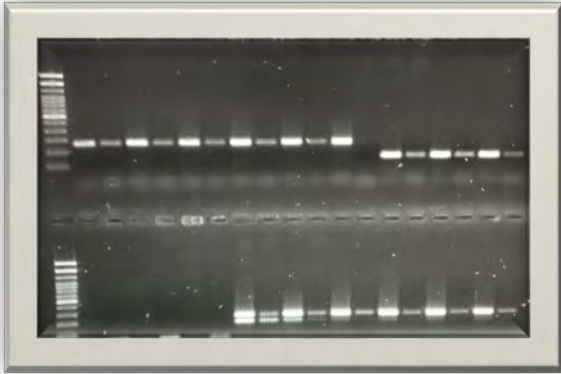


152 accesiones del banco de germoplasma-UFV

1596 accesiones del banco de germoplasma en Patrocínio-MG

¿Son todas las accesiones iguales?

- **¿Qué variabilidad presenta?**
- **¿Qué genes están presentes en el genoma?**
- **Caracterización fenotípica y molecular**



Guatemala



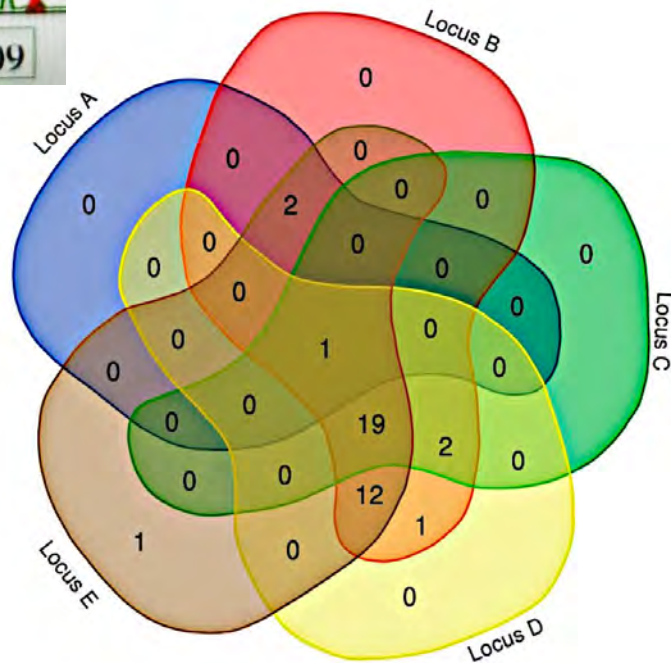
■ SH3 (Locus A)

■ SH? (Locus B/C)

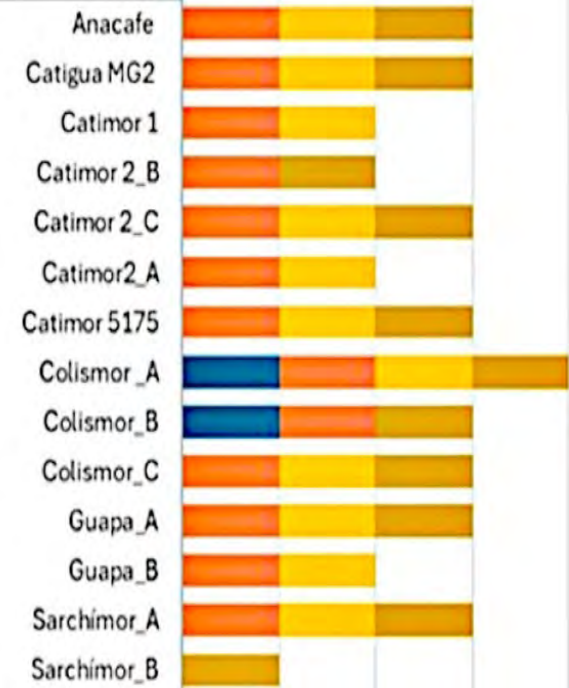
■ CC_NBS-LRR (Locus D)

■ CK1 (Locus E)

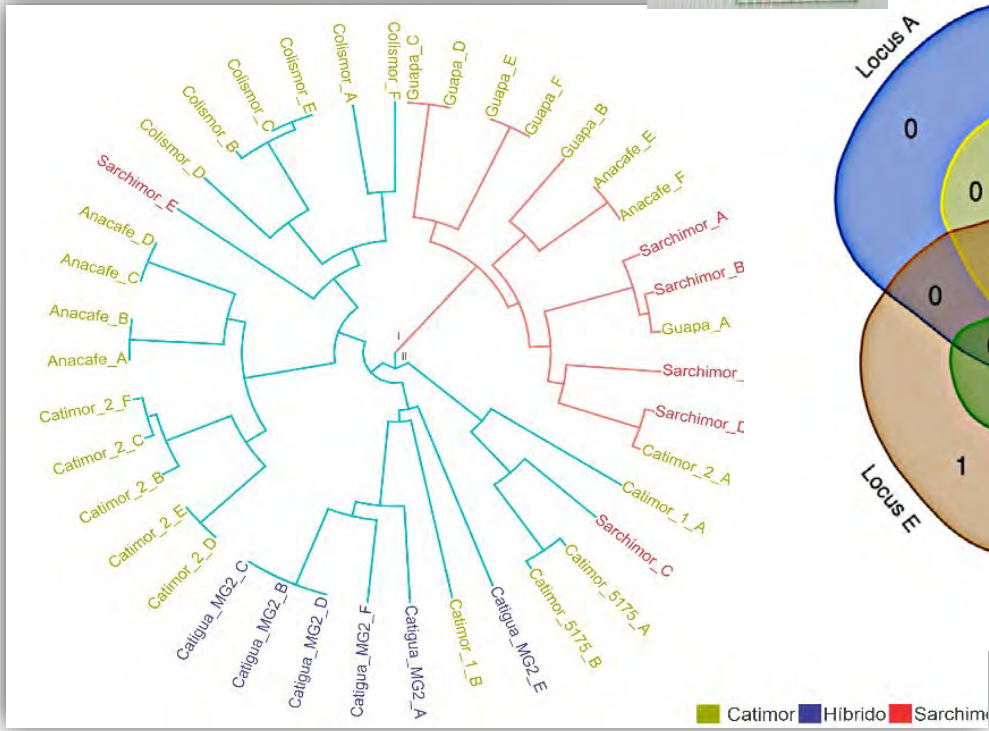
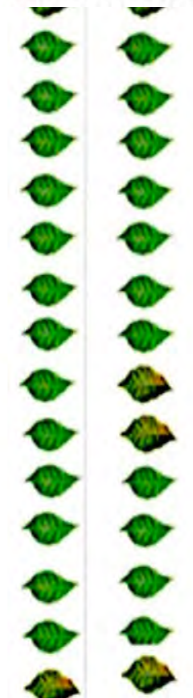
Resistant
Susceptible



Guatemala



Race1 RaceXXXIII

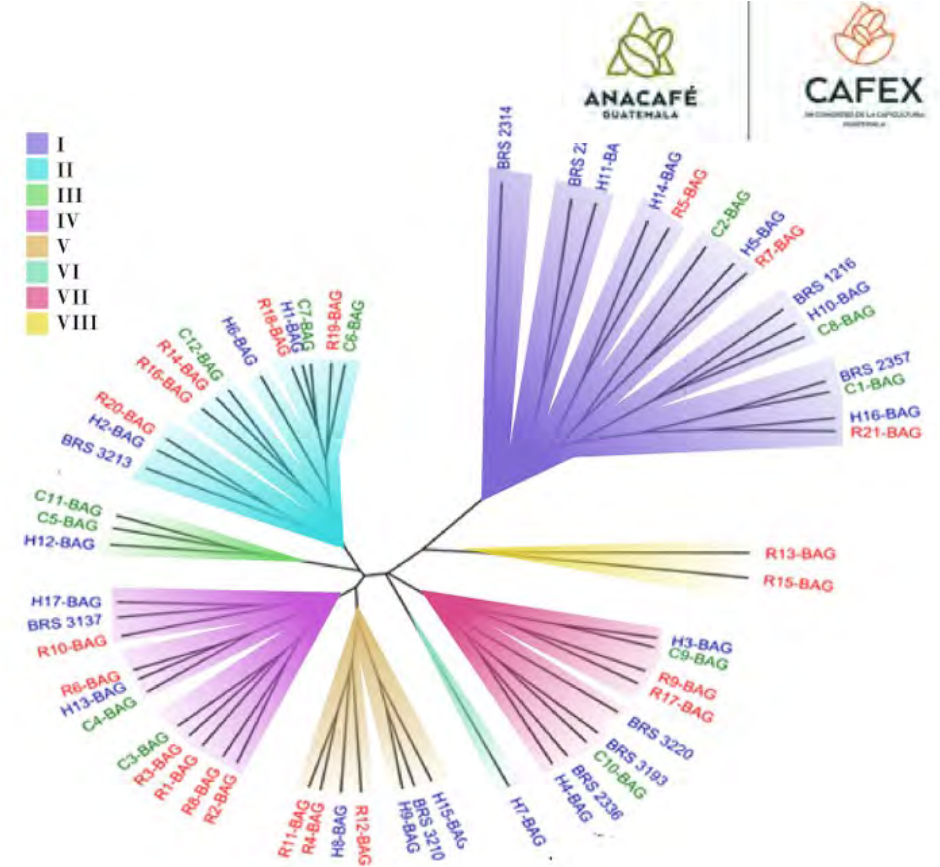




Fuente: Dia de Campo do Café apresenta 10 variedades do Robusta Amazônico em Porto Velho | Rondonia Rural | G1

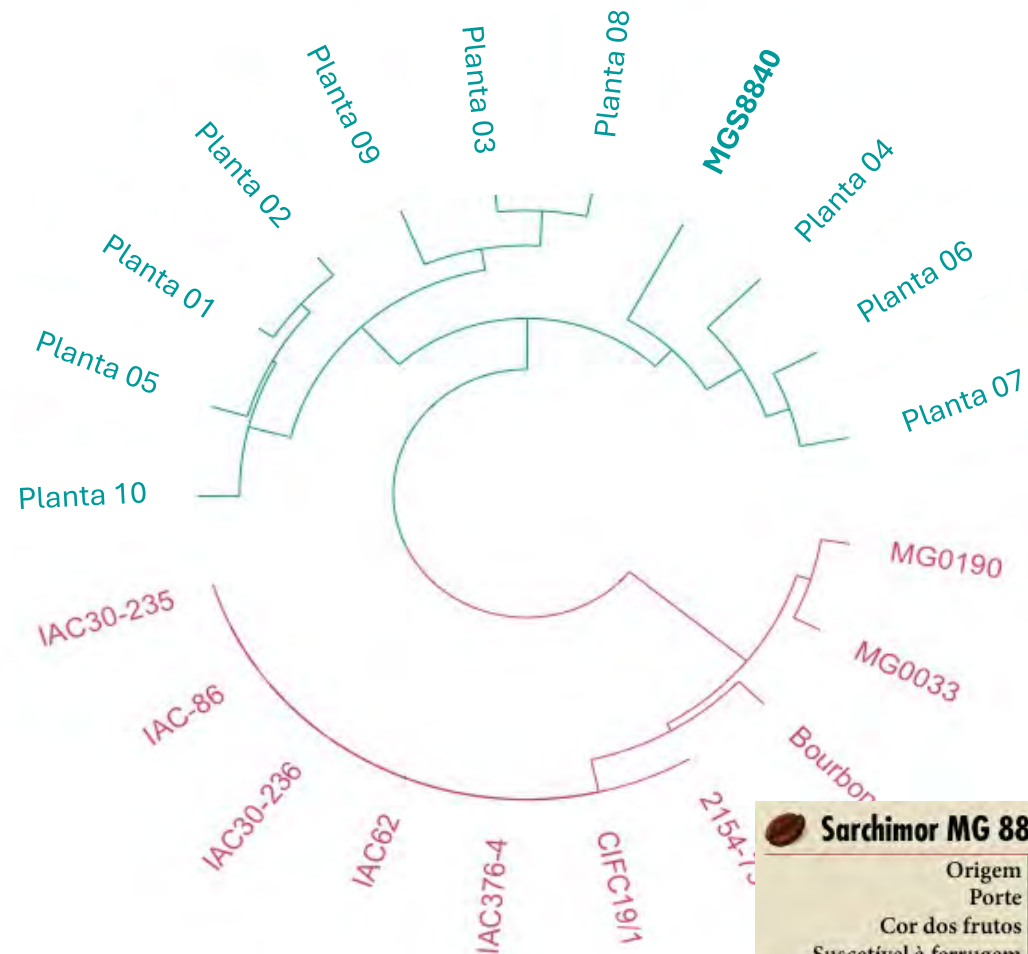


Fuente: Renata Silva/Embrapa- ESPEC AL CAPE: Robusta amazônico - Portal Campo Vivo



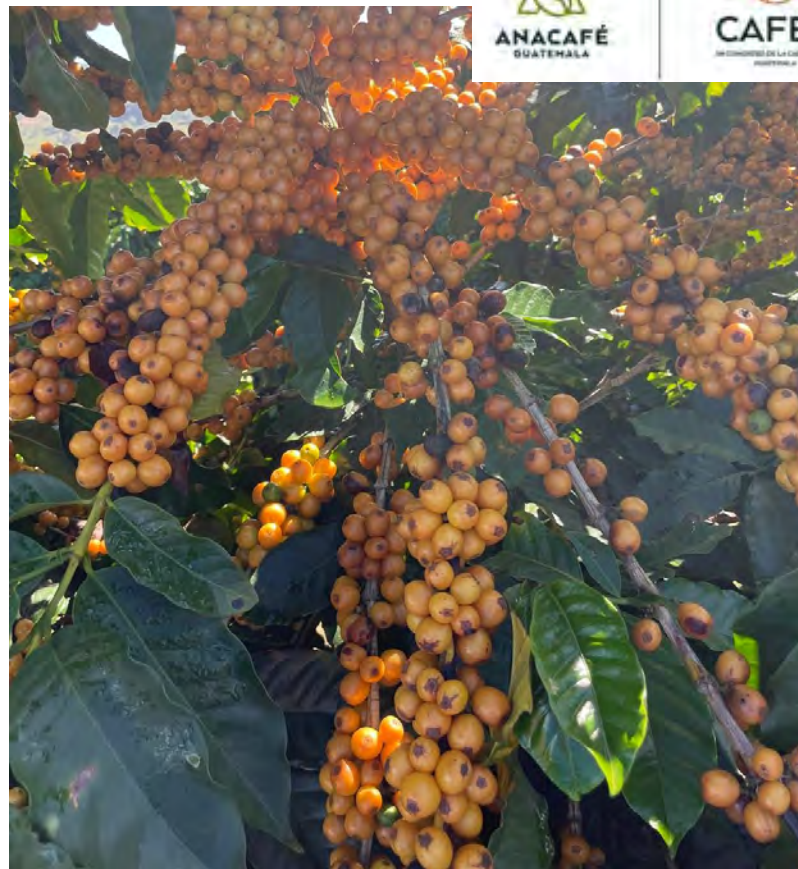
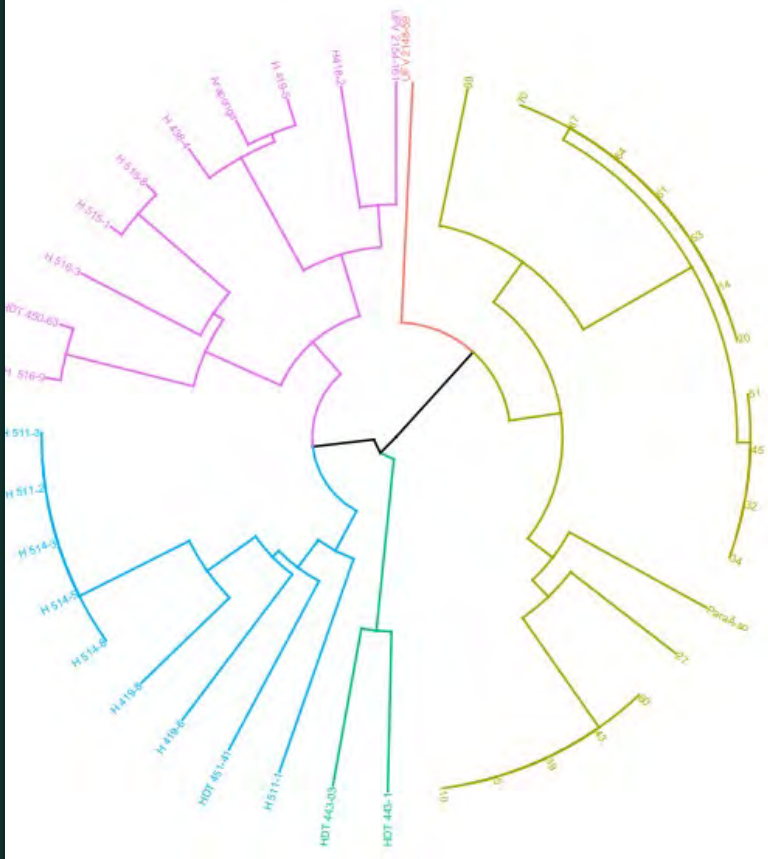
“Fingerprinting” de cafés amazónicos: evaluación de la diversidad mediante marcadores moleculares

¿Que café es este?



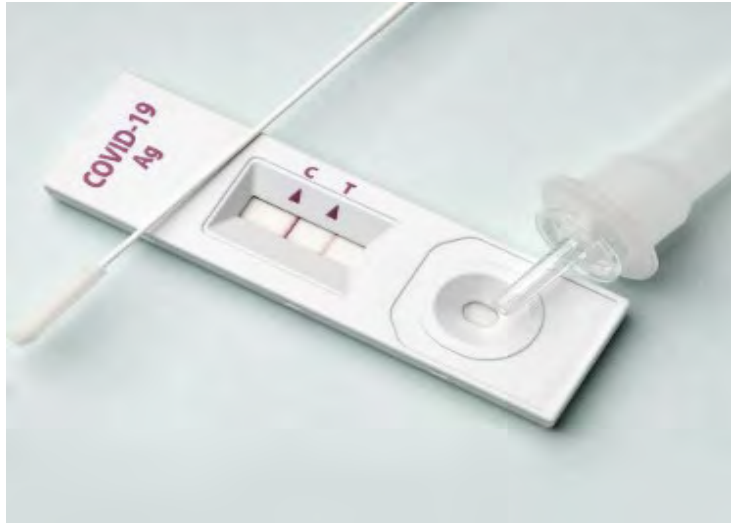
Sarchimor MG 8840	
Origem	Villa Sarchi (C1FC 971/10) x Híbrido de Timor C1FC 832/2)
Porte	Baixo
Cor dos frutos	Vermelhos
Suscetível à ferrugem	<i>Hemileia vastatrix</i>
Espaçamento entre plantas	0,5 a 1,0 m
Outras características	Elevada capacidade produtiva, chegou a 48,3 sacos/ha média de 5 safras nas condições de Patrocínio-MG, peneira elevada e boa qualidade de bebida.



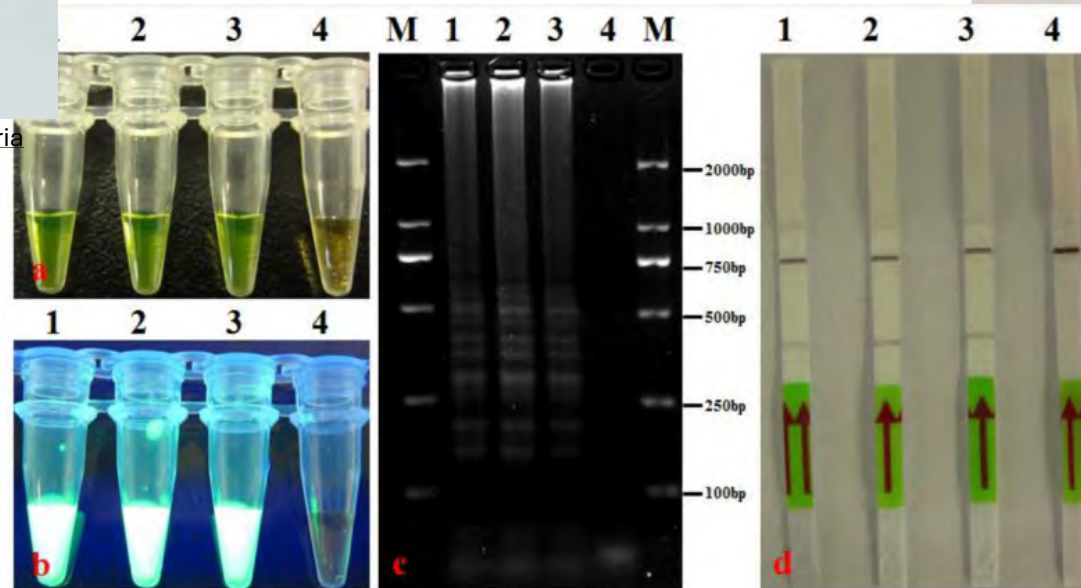
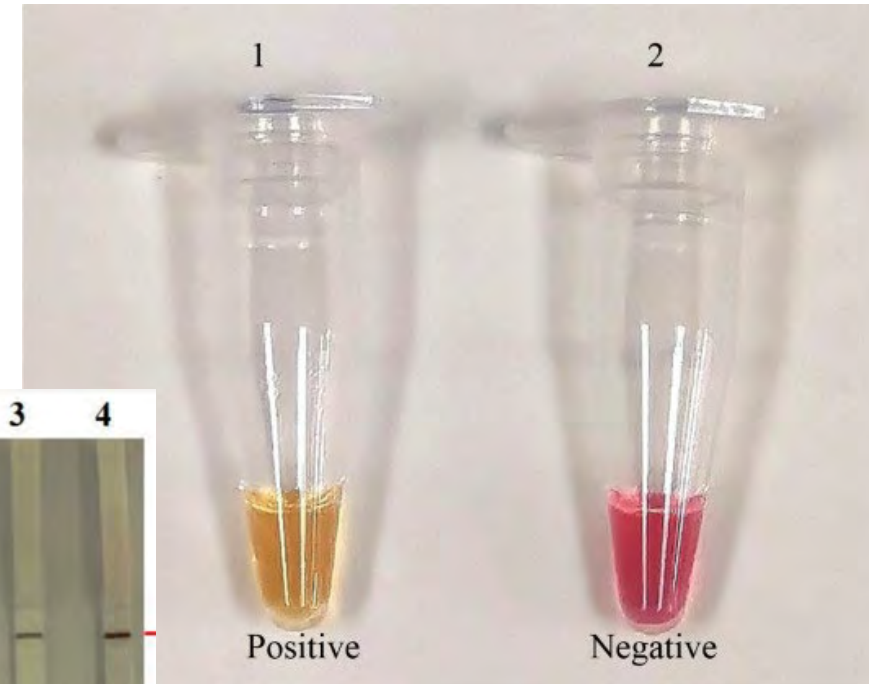


¿Que café es este?
MGS EPAMIG Amarelão

Marcador molecular LAMP-colorimétrico

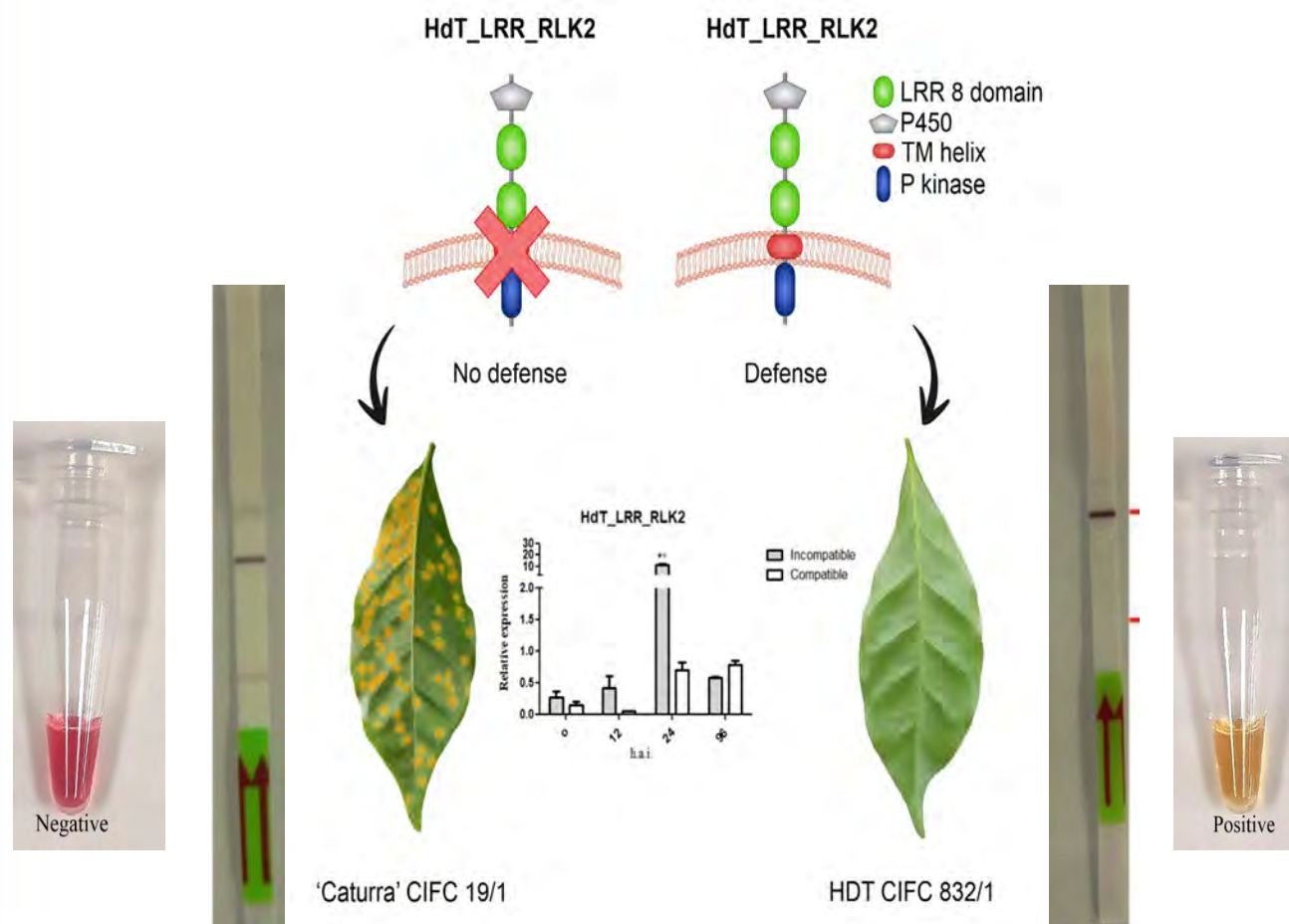


Autoteste COVID Ag Detect com 1 Unidade - Drogaria Araujo



Fuente: Lan et al., 2024. Application of Loop-Mediated Isothermal Amplification Assay Combined with Lateral Flow Dipstick (LAMP-LFD) for Specific and Sensitive Detection of *Acidovorax citrulli* (Seah et al.) Causing Bacterial Fruit Blotch in Cucurbit Plants. *Agronomy*, 14(8), 1804.

Marcador molecular LAMP- Diagnóstico rápido del café con resistencia a la roya

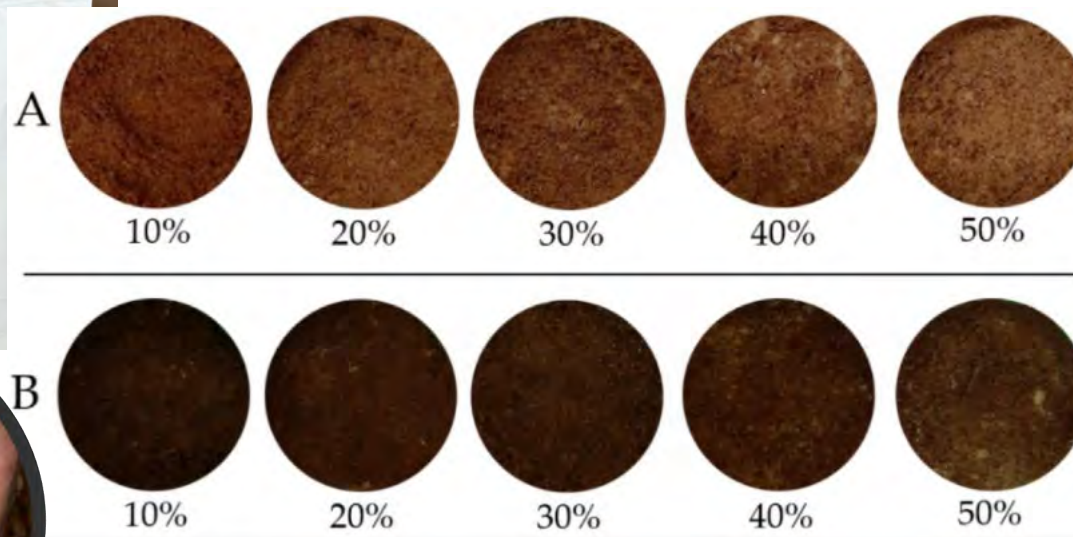


Almeida et al., 2021. Receptor-Like Kinase (RLK) as a candidate gene conferring resistance to *Hemileia vastatrix* in coffee. *Scientia Agricola*, 78(6), e20200023.

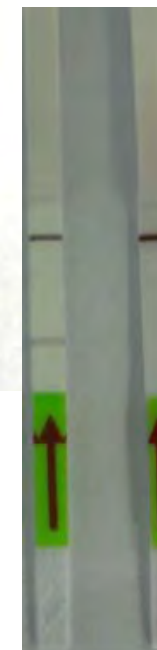


Fuente: Ibama flagra soja transgênica no entorno de parque da divisa de MS e GO - Meio Ambiente - Campo Grande News

Prueba rápida con marcador molecular- LAMP



Fuente: Yulia et al., 2021. Quantification of corn adulteration in wet and dry-processed peaberry ground roasted coffees by uv-vis spectroscopy and chemometrics



Legislación europea (Reglamento 178/2002 – Derecho alimentario general)

Reglamento MAPA y reglamento ANVISA (RDC n.º 014/2014 y RDC n.º 277/2005) y Ordenanza SDA n.º 570/2022

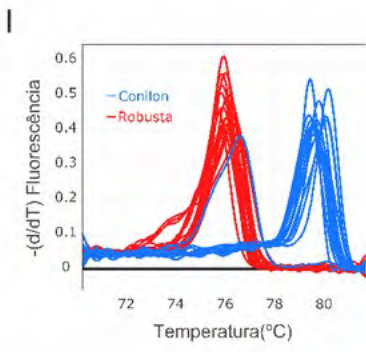
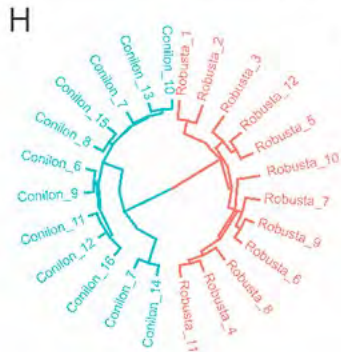
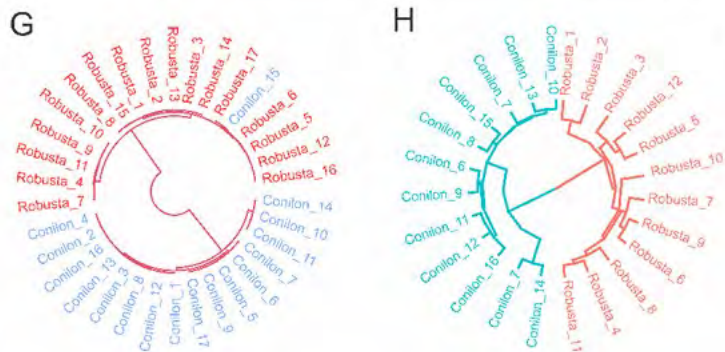
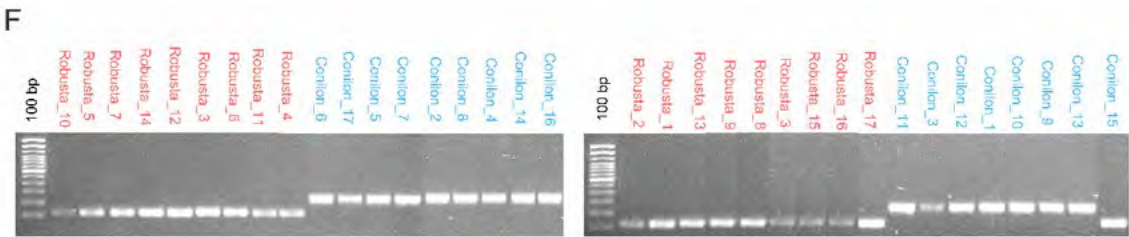
Prueba rápida de marcador molecular- LAMP



Método	Costo estimado por prueba	Equipo inicial
LAMP + LFA (cinta)	US\$ 1–6	Bajo/moderado (kits sencillos)
NIR + quimiometría	Moderado a alto	US\$ 6.000 –18.000
HPLC (tocoferóis)	Moderado a alto	US\$ 5.000 –50.000+
LC-MS / CE-MS/MS	Alto	US\$ 30.000 –100.000+
PCR / qPCR	Alto	Moderado

“Detectar la adulteración del maíz en el café no puede ser un lujo de laboratorio.”

Marcador molecular-HRM para el control genético y varietal



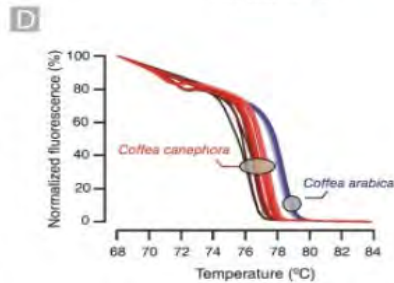
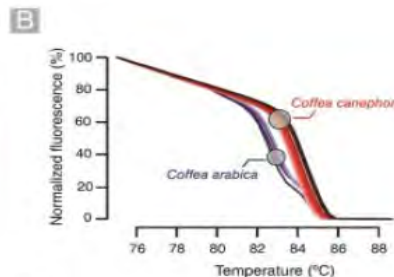
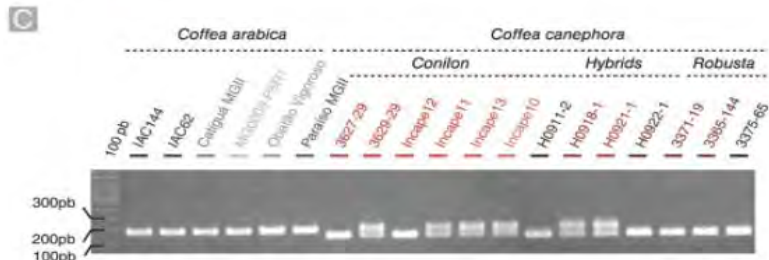
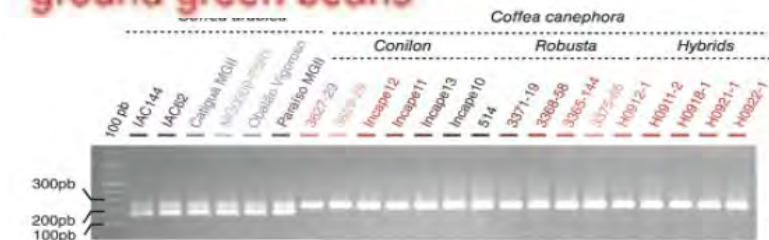
Reis et al., 2025.

**Dos patentes depositadas en el
INPI - Instituto Nacional De La
Propiedad Industrial-Brasil**

Coffea arabica
ground green beans

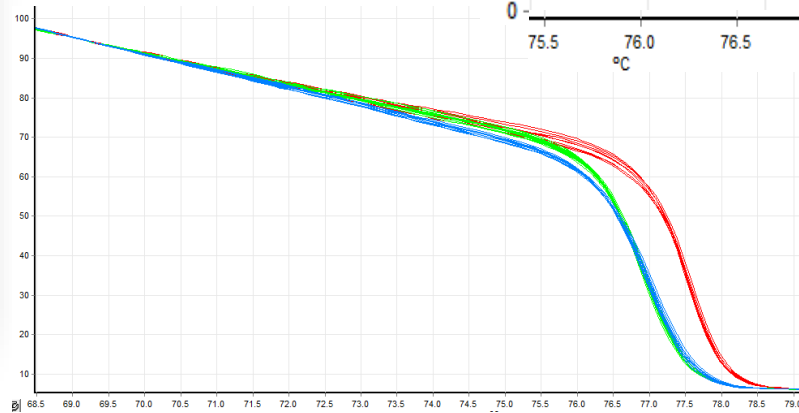
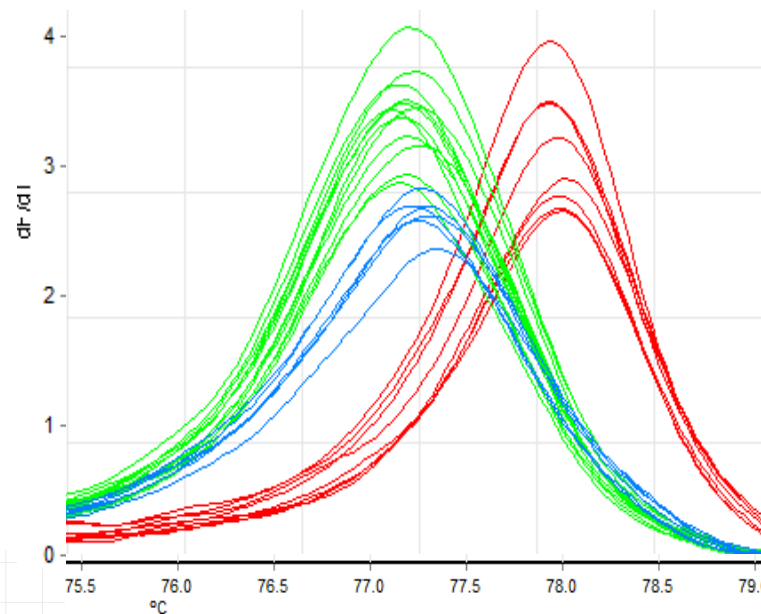
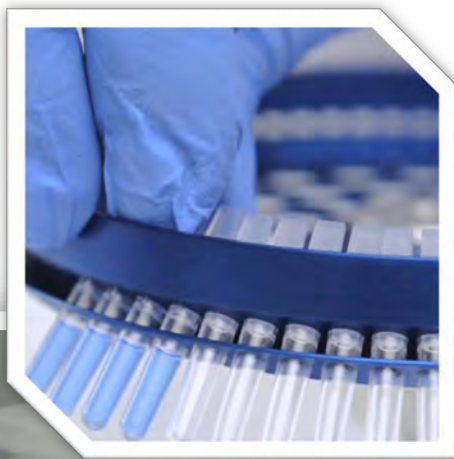


Coffea canephora
ground green beans

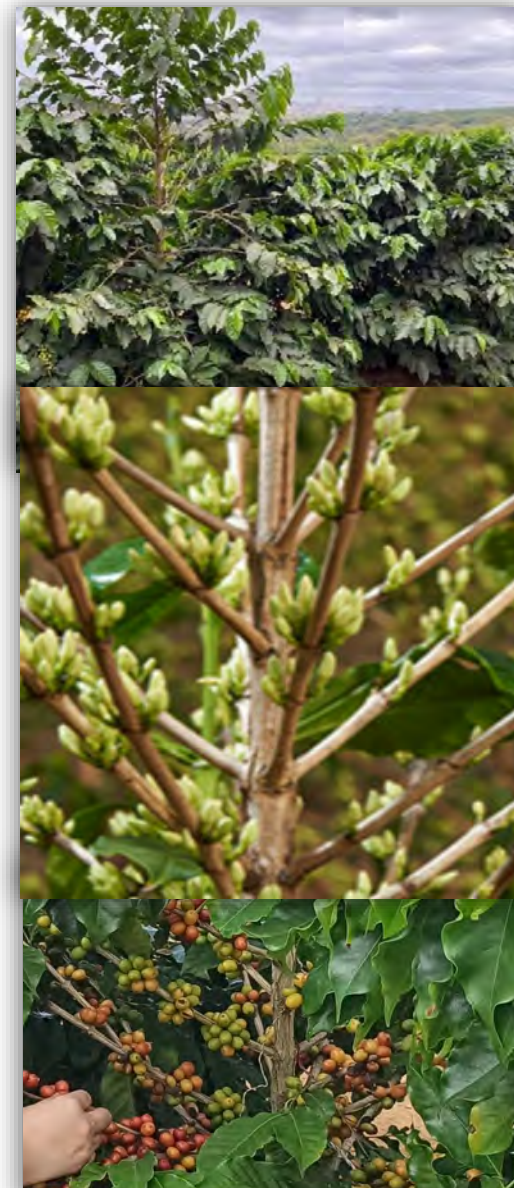


de Andrade Silva et al., 2023

Marcador molecular-HRM



AA
GG
AG



Edición genética



Drone com GPS



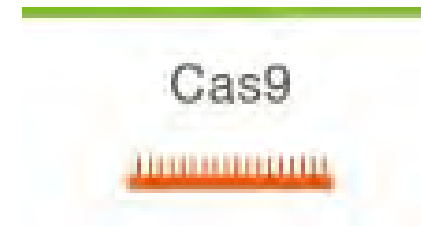
gRNA guia



Partícula de
agrotóxico



Cas9



Pé de café com
doenças e
pragas



DNA com gene



Edición genética



Fonte: Seca de ramos do cafeeiro - parte I: principais causas | CaféPoint

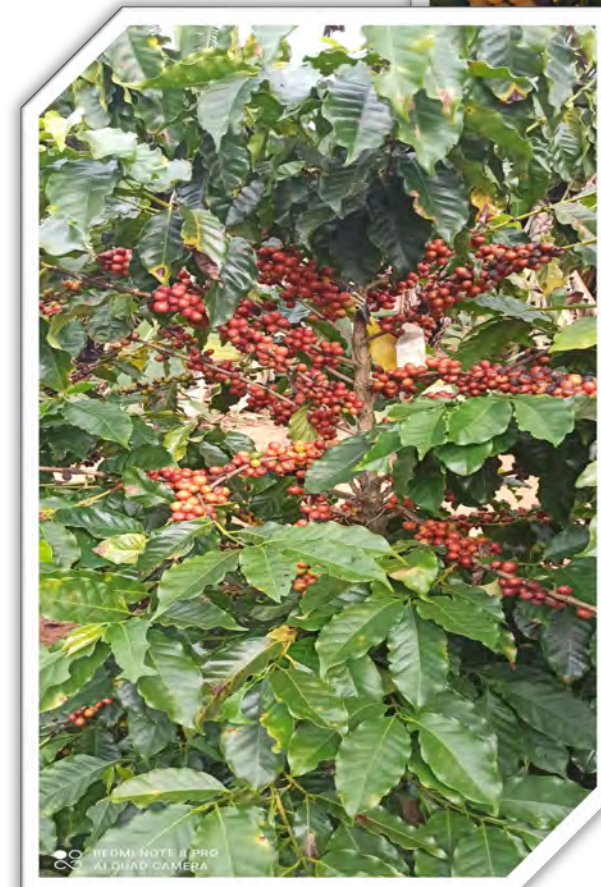
Biología molecular = garantía de identidad;

Garantiza el control genético y varietal para evitar la contaminación por cruces no deseados;

Facilita la verificación de la propiedad intelectual de las variedades registradas;

Cambio correcto = productividad y resistencia;

Invertir en diagnóstico genético y kits rápidos es invertir en calidad.





**Nos gustaría agradecer
a todos los socios,
productores, agencias
de financiación,
técnicos e
investigadores.**







Dênia Pires de Almeida, PhD

denia.almeida@ufv.br

¡Gracias por su atención! Abierto a preguntas y comentarios..



ANACAFÉ

GUATEMALA

