



Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café



Fermentación en café: innovando sobre lo construido

Aida Esther Peñuela M. - Investigador Científico II
Disciplina de Poscosecha

Grupo de trabajo

Asistentes de investigación

Carol Osorio G.

Camila Buitrago

Sandra Moreno

Jhoan García D.

Anyela Velásquez

Poscosecha

Biometría. Rubén Darío Medina.

Experimentación. Alejandra Garcés

Calidad – Panel de Catación

Comités Departamentales de cafeteros y Servicio de extensión

SGR Quindío

SGR Cesar

SGR Huila

La Fermentación de mucílago de café: un proceso por descifrar

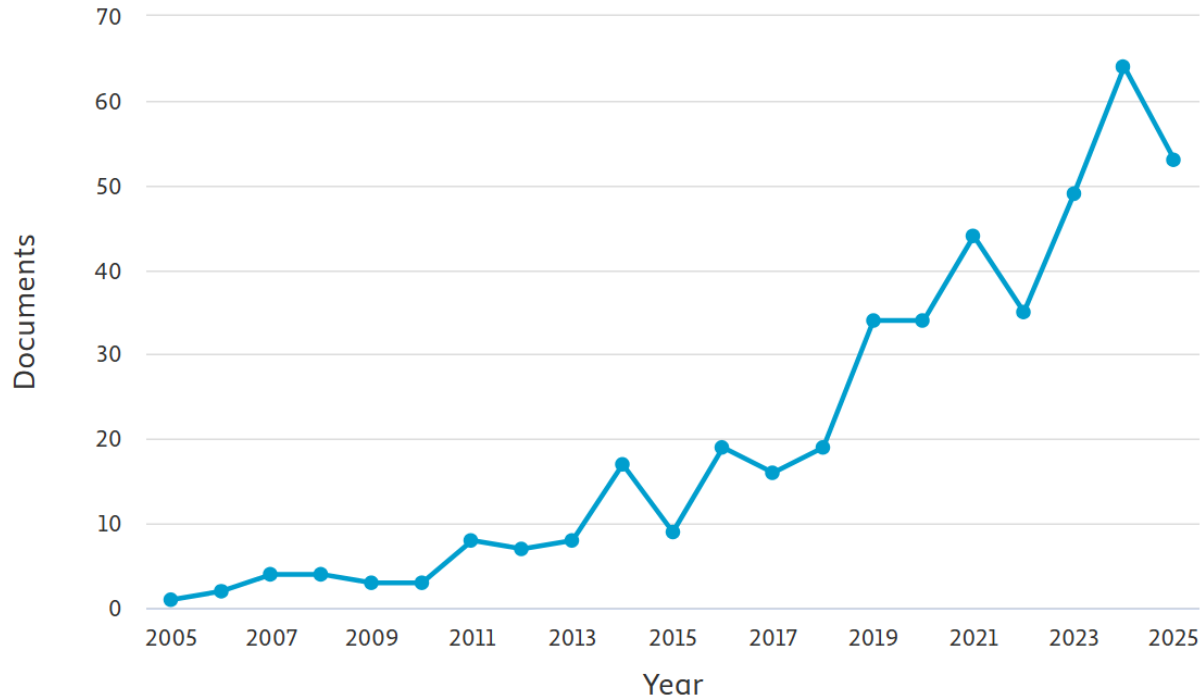
Aida Peñuela M.



Evolución del conocimiento

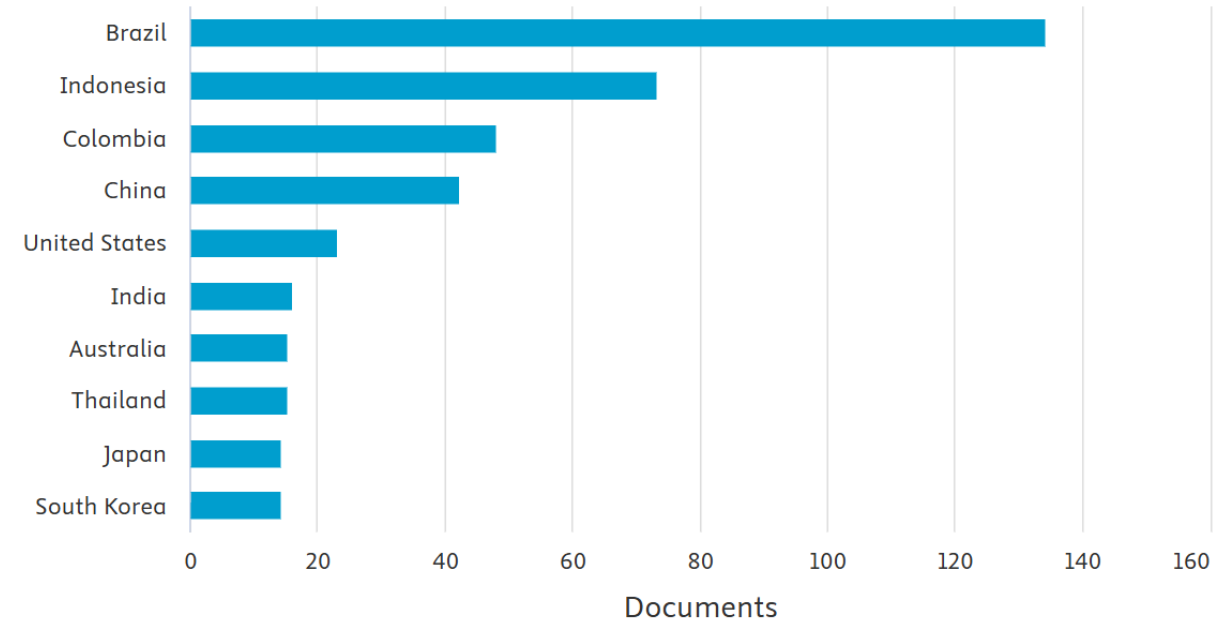
Scopus
Coffee fermentation
481 documentos

Documents by year

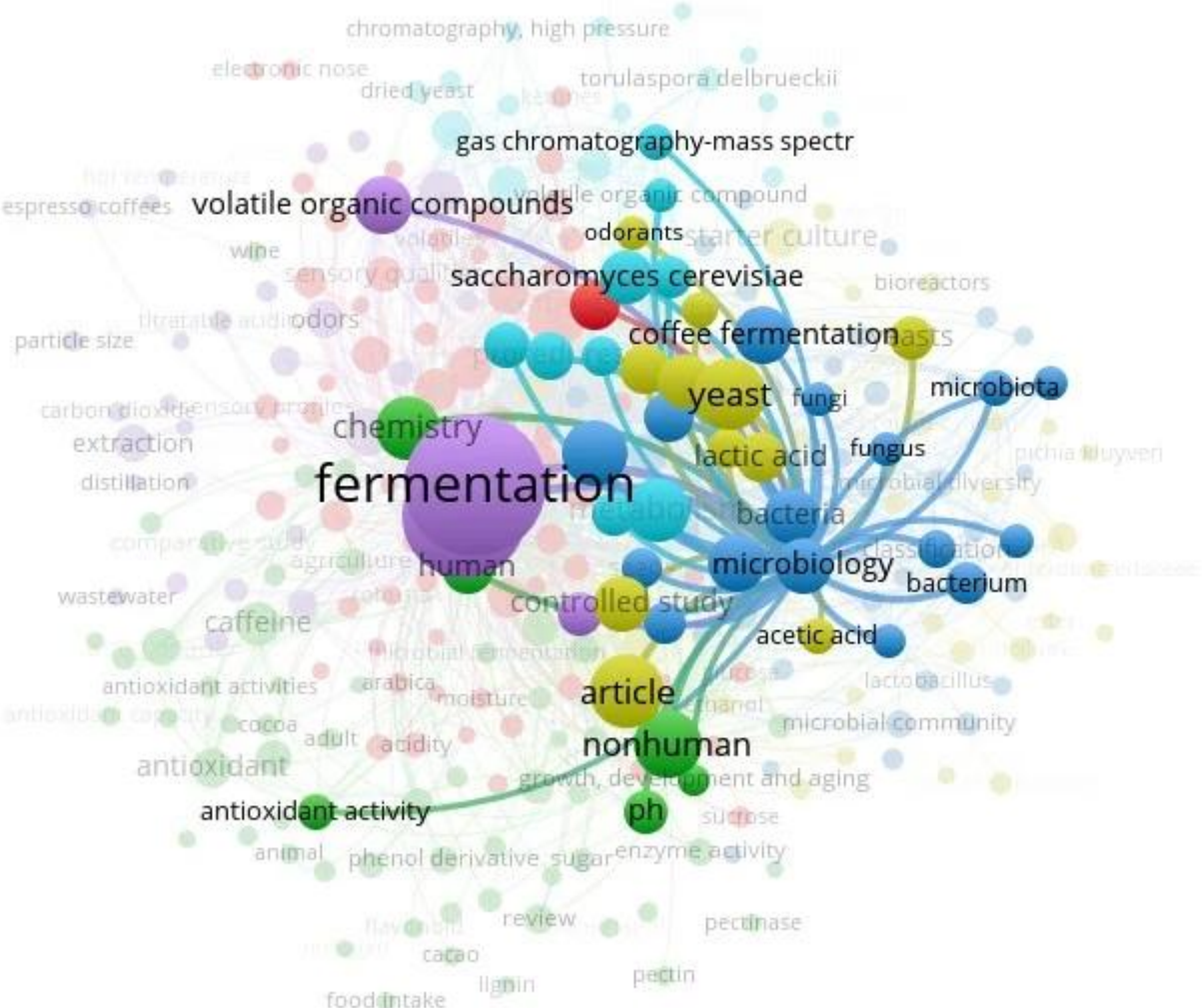


Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

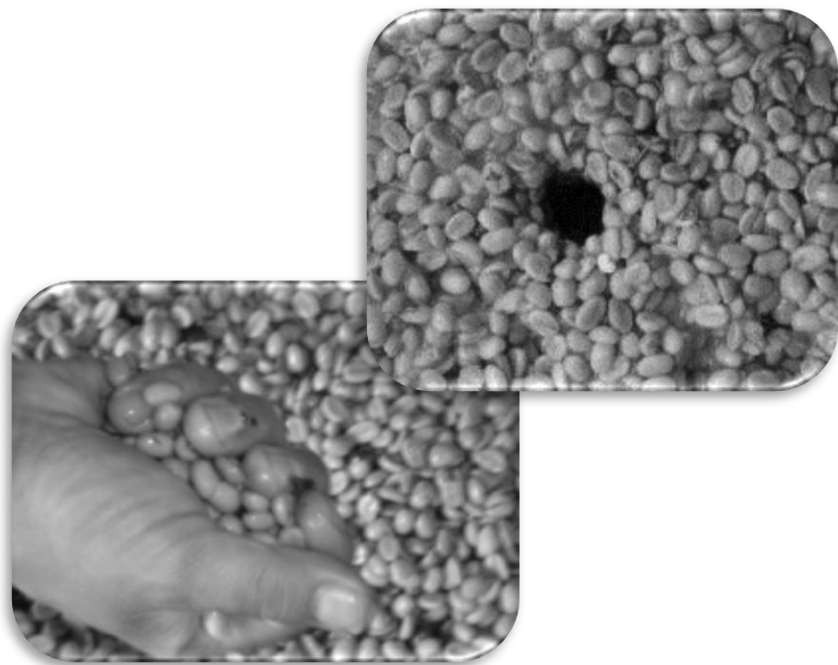


Evolución del conocimiento



Determinar el punto de lavado

- Subjetivos
- Altos niveles de error



- Objetivo
- Exacto
- Sencillo y económico

Lavado del café obtenido por fermentación

- Altos consumos de agua
- Alta demanda de mano de obra



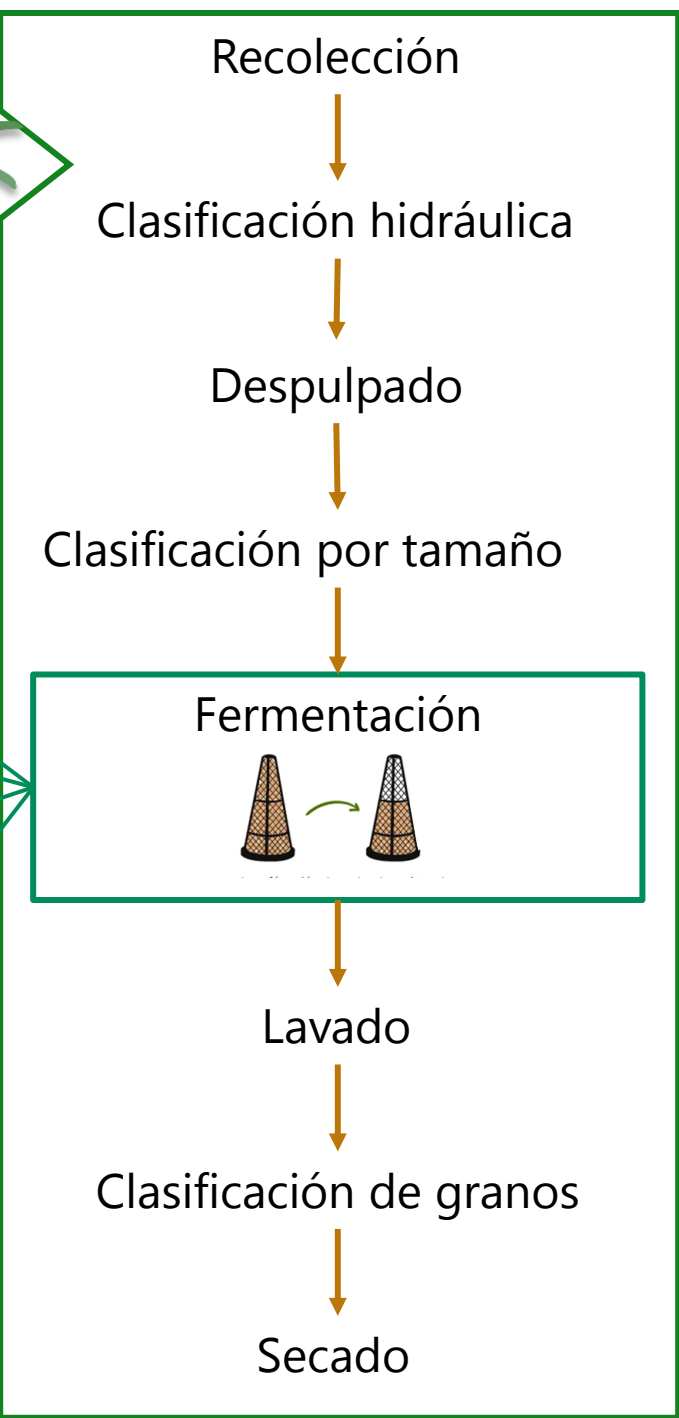
- Bajo consumo de agua
- Bajo consumo de energía
- Bajo requerimiento de mano de obra

Tanques de fermentación

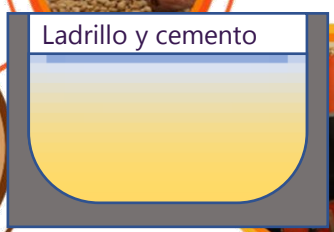
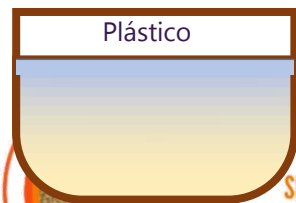
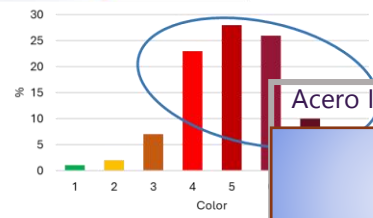




Factores internos



Factores externos



Humedad: 11,0 ± 0,4% b.h.
 Aw: 0,588 ± 0,041
 Puntos SCA: 80,6 ± 0,7
 Germinación: 89,2 ± 4,5%
 Grasa total: 4,2 ± 0,8%

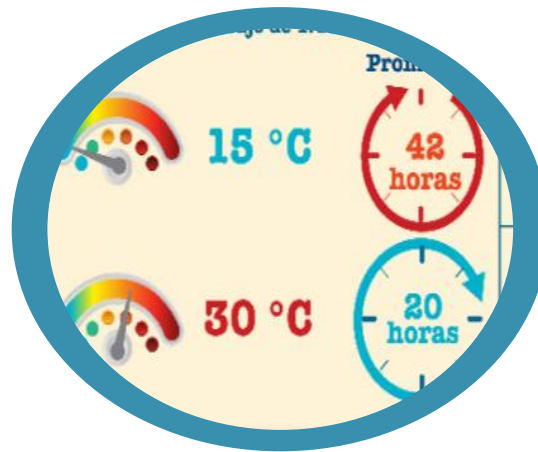
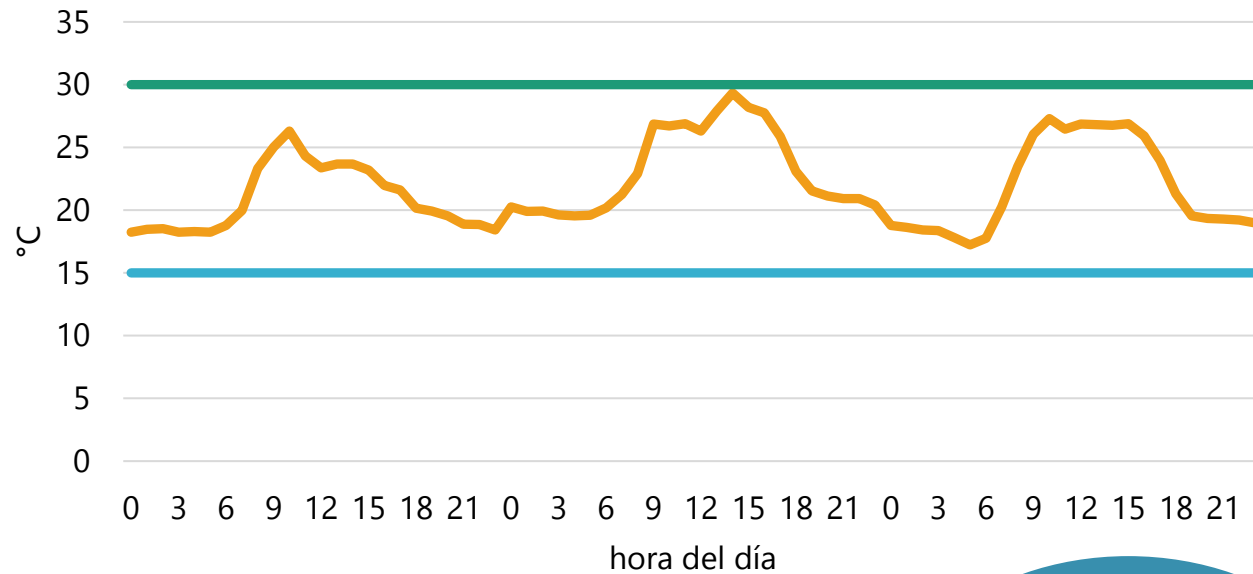
Humedad: 10,9 ± 0,2% b.h.
 Aw: 0,586 ± 0,023
 Puntos SCA: 80,9 ± 1,1
 Germinación: 88,0 ± 4,7%
 Grasa total: 4,9 ± 1,4%
 Secado solar

Humedad: 10,8 ± 0,2% b.h.
 Aw: 0,588 ± 0,024
 Puntos SCA: 81,0 ± 0,7
 Germinación: 39,2 ± 22,2%
 Grasa total: 7,4 ± 2,1%

Cuando los frutos presentan madurez avanzada (colores 6 y 7), no se recomienda su uso pues produce defecto fermento

La calidad del café se mantiene en el almacenamiento

Control de temperatura



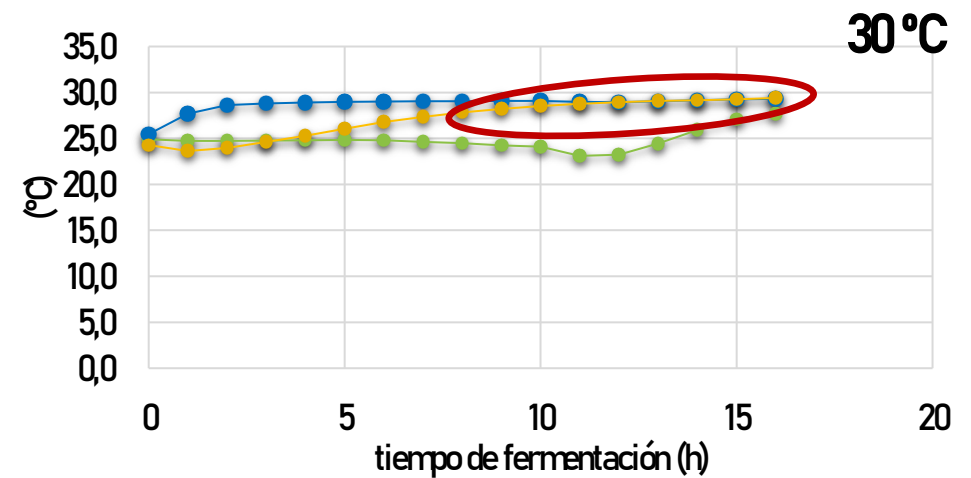
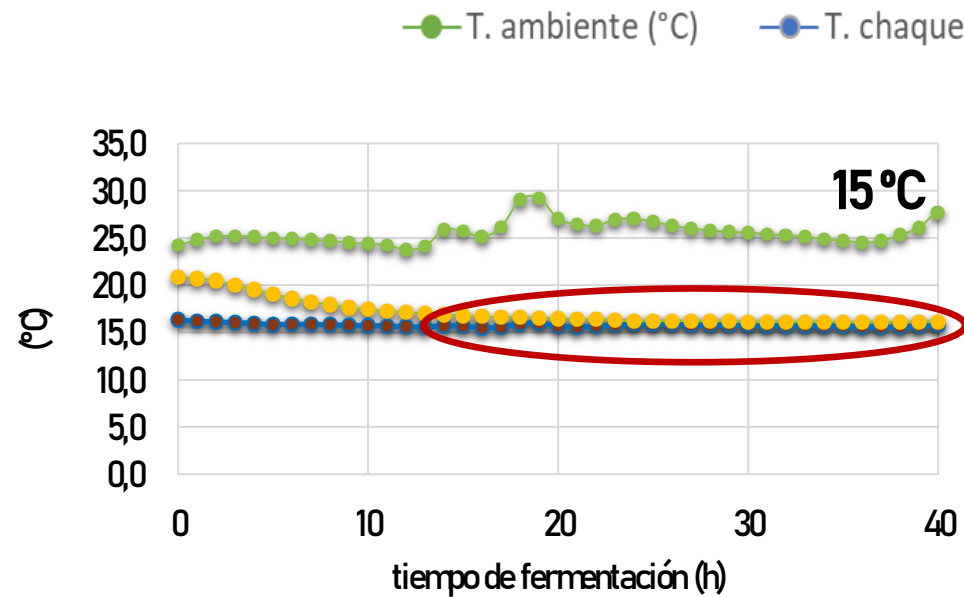
POS 110003.

Control de temperatura durante la fermentación en **tres variedades** de café - Cesar

POS 110006.

Control de temperatura durante la fermentación de café producido en diferentes **rangos de altitud** - Quindío

Control de temperatura

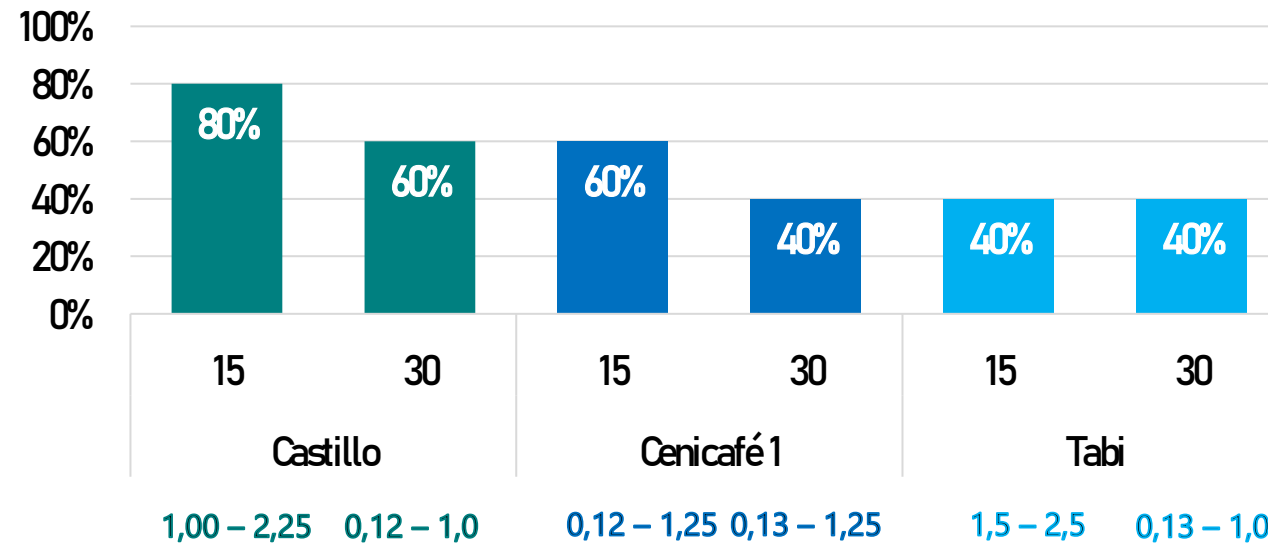
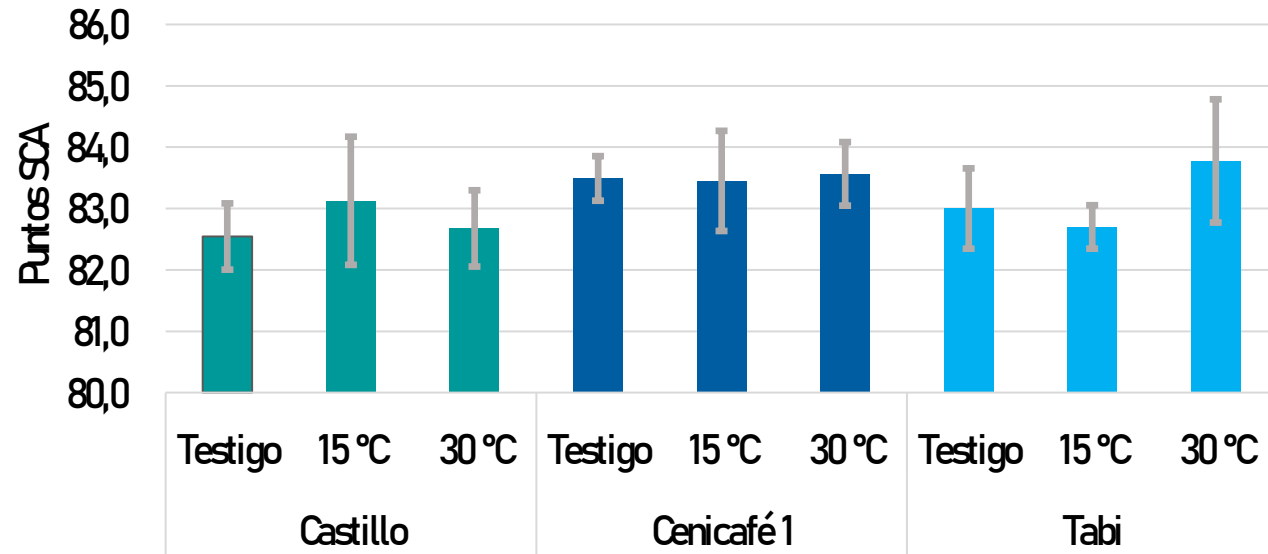


Velocidad : 3 rpm
Tiempo : 2 min
Periodo : 6 h

Control de temperatura

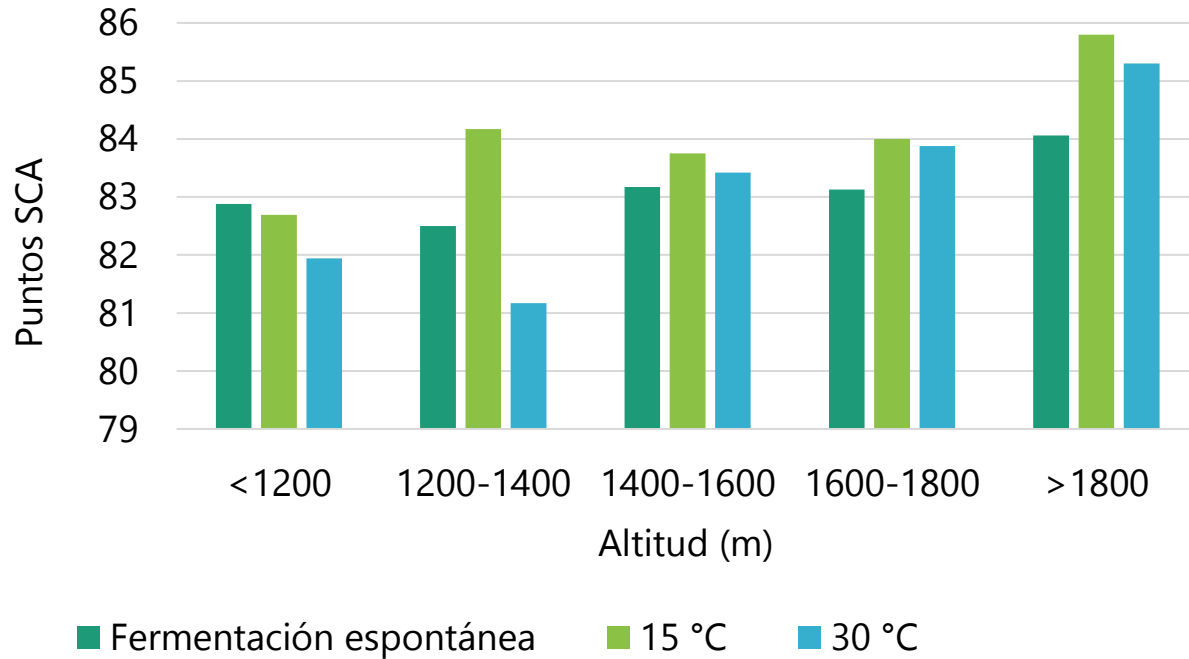
Variedad

Estación Experimental Pueblo Bello

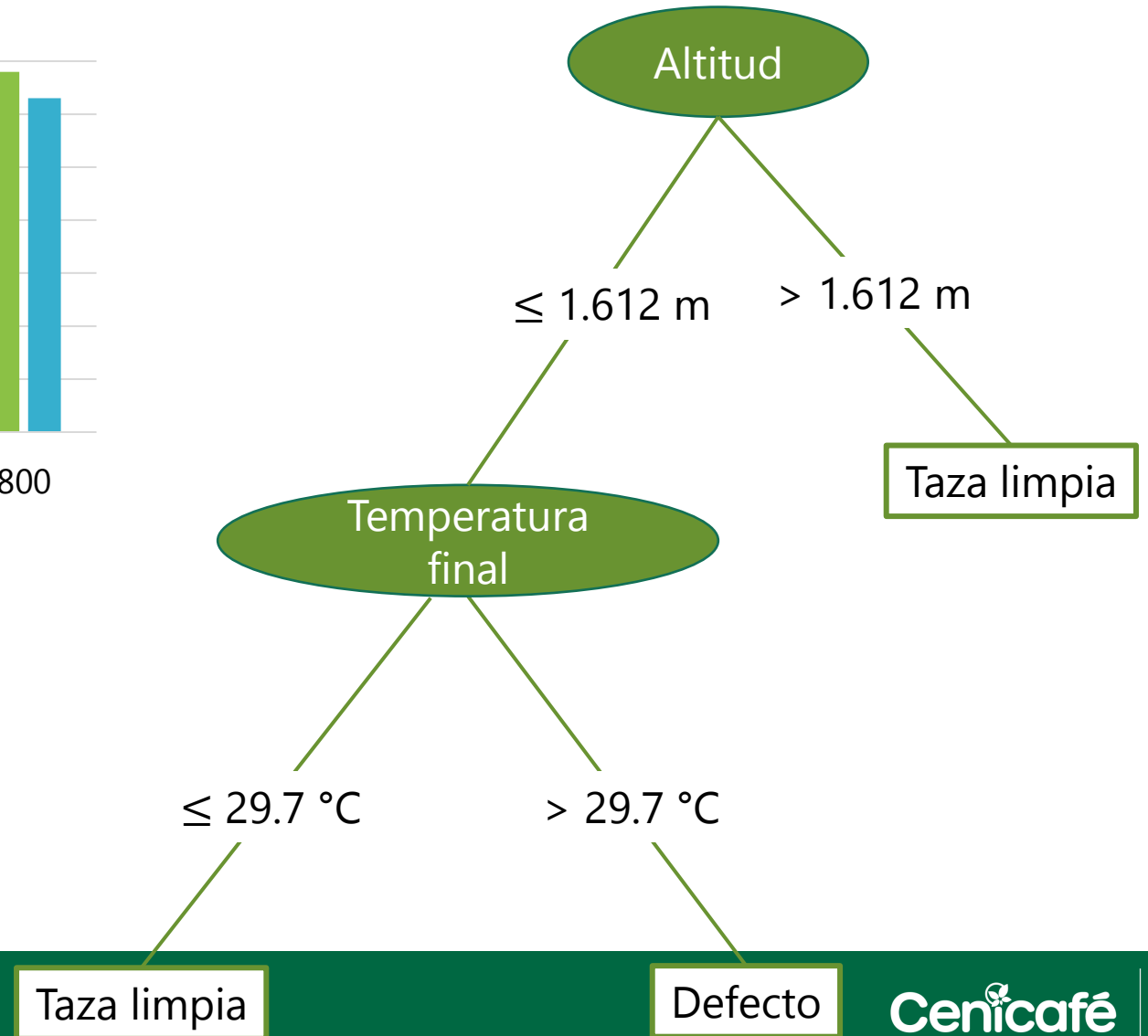


Control de temperatura

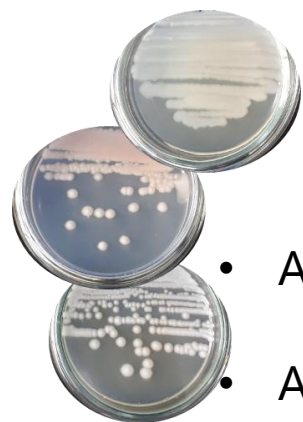
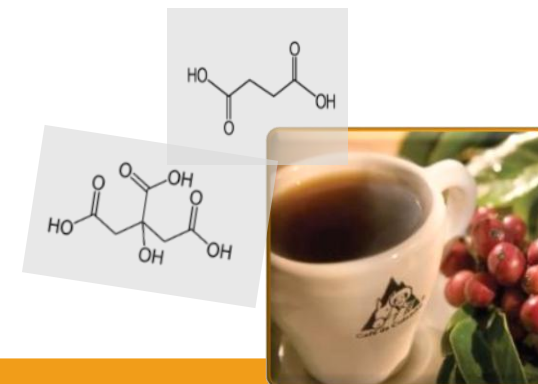
Altitud



Árbol de decisión
clasificación adecuada del 84,4%,



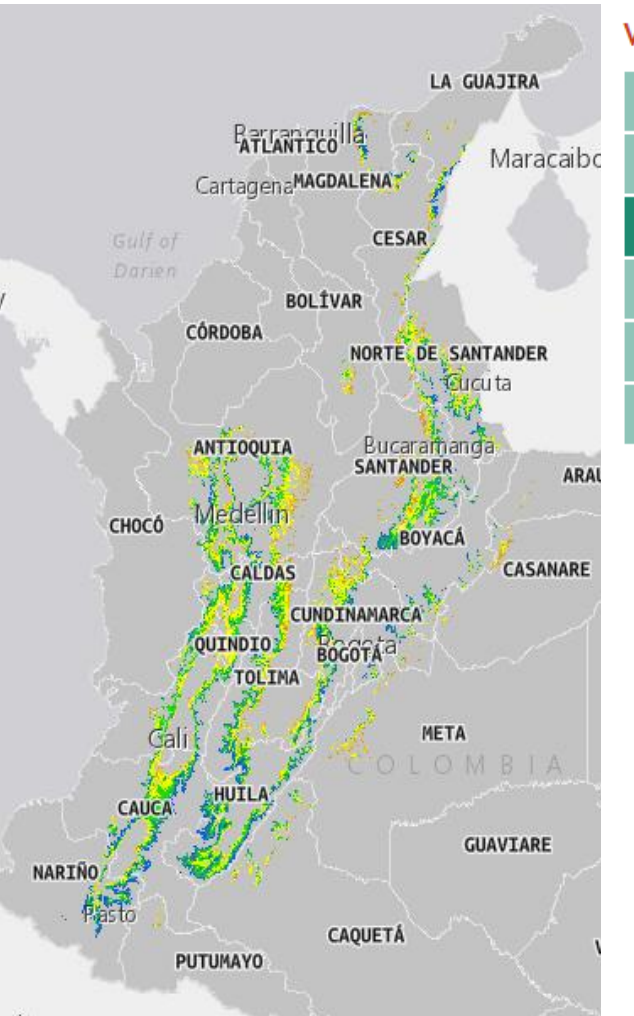
Papel de los microorganismos



- Alta diversidad y riqueza
- Actividad pectinolítica involucrada en la degradación del mucílago
- Producción de metabolitos - precursores del aroma del café

Compuesto	Fermentación	Sin fermentación	Perfil de aroma
3-metil-1-Butanol	39,9	2,0	Alcohol penetrante
3-metil-2-Buten-1-ol	27,5	3,0	Nuez cocida, Fruta, Hierba
Etil-Formato	4,4	0,3	Picante
Metil-acetato	145,9	0,2	Placentero
Etil-acetato	820,1	1,8	Afrutado, Banano
Metil-lactato	4,0	0,0	Afrutado
Etil-lactato	1,5	0,3	Queso, floral, fruta, picante, caucho
3-metil-1-Butanolacetato	11,4	7,6	Afrutado, Banano
Etil-isovalerato	45,1	0,4	Afrutado, Manzana
Acetaldehído	183,1	28,8	Penetrante
2-metil-Propanal	68,5	0,7	Quemado, Caramelo, Verde, Malta
n-Hexanal	18,8	3,1	Verde, aceitoso
2,3-Butanodiona	31,7	7,8	Mantequilla, Levadura
3-hidroxi-2-Butanona	271,8	54,8	Placentero olor a mantequilla

Actividad microbiana

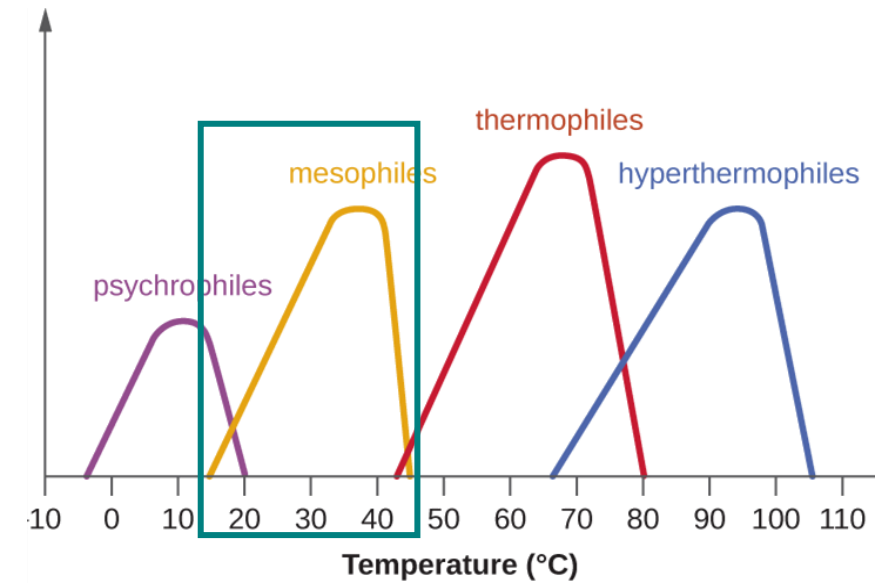


Variable climática:

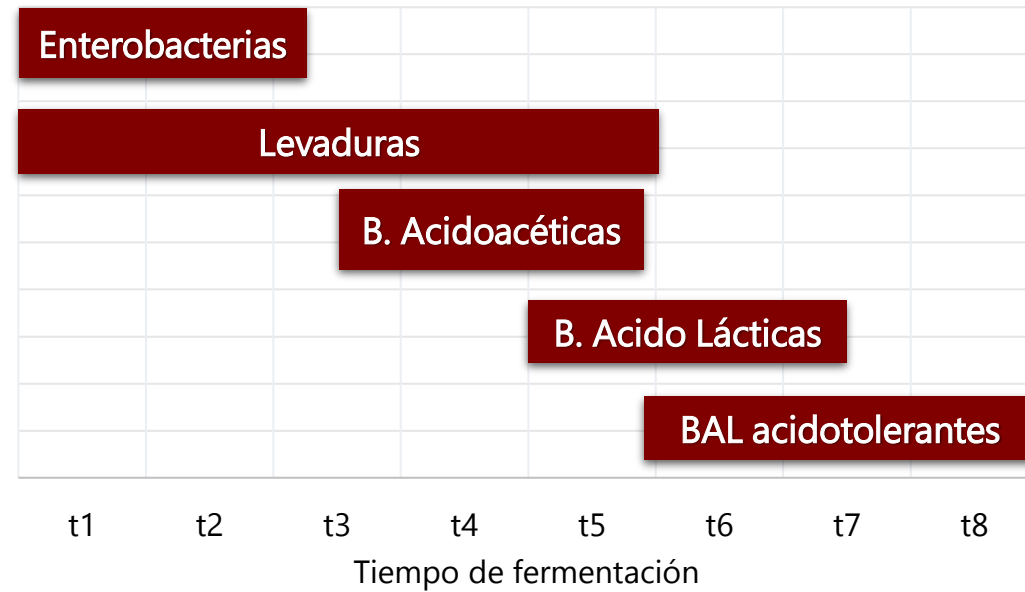
- Precipitación i
- Temperatura máxima i
- Temperatura media i
- Temperatura mínima i
- Brillo solar i
- Humedad relativa i

Temperatura media anual

- <math><17\text{ }^\circ\text{C}</math>
- 17-18 °C
- 18-19 °C
- 19-20 °C
- 20-21 °C
- 21-22 °C
- 22-23 °C
- >23 °C

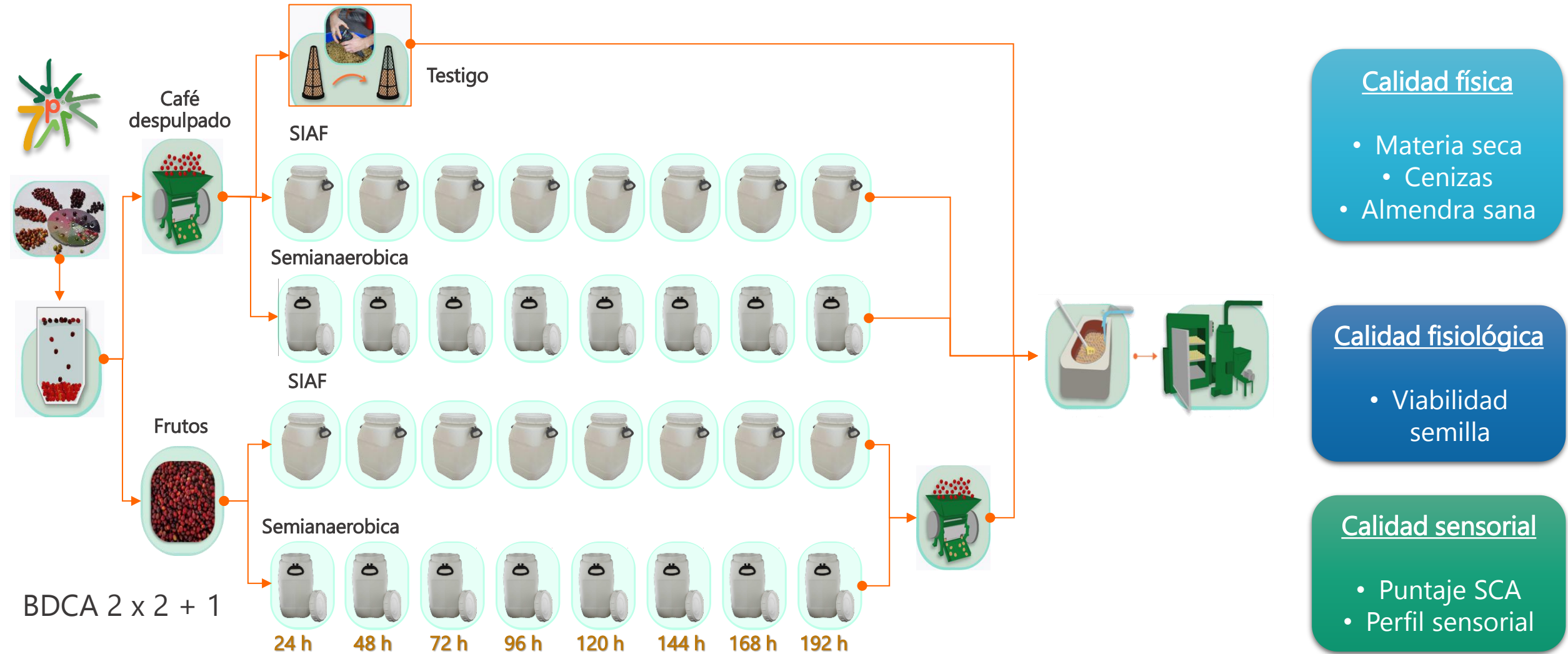


- Sucesión microbiana



POS 110008.

Condiciones de fermentación – (Semianaerobia, Anaerobia autoinducida) en el tiempo



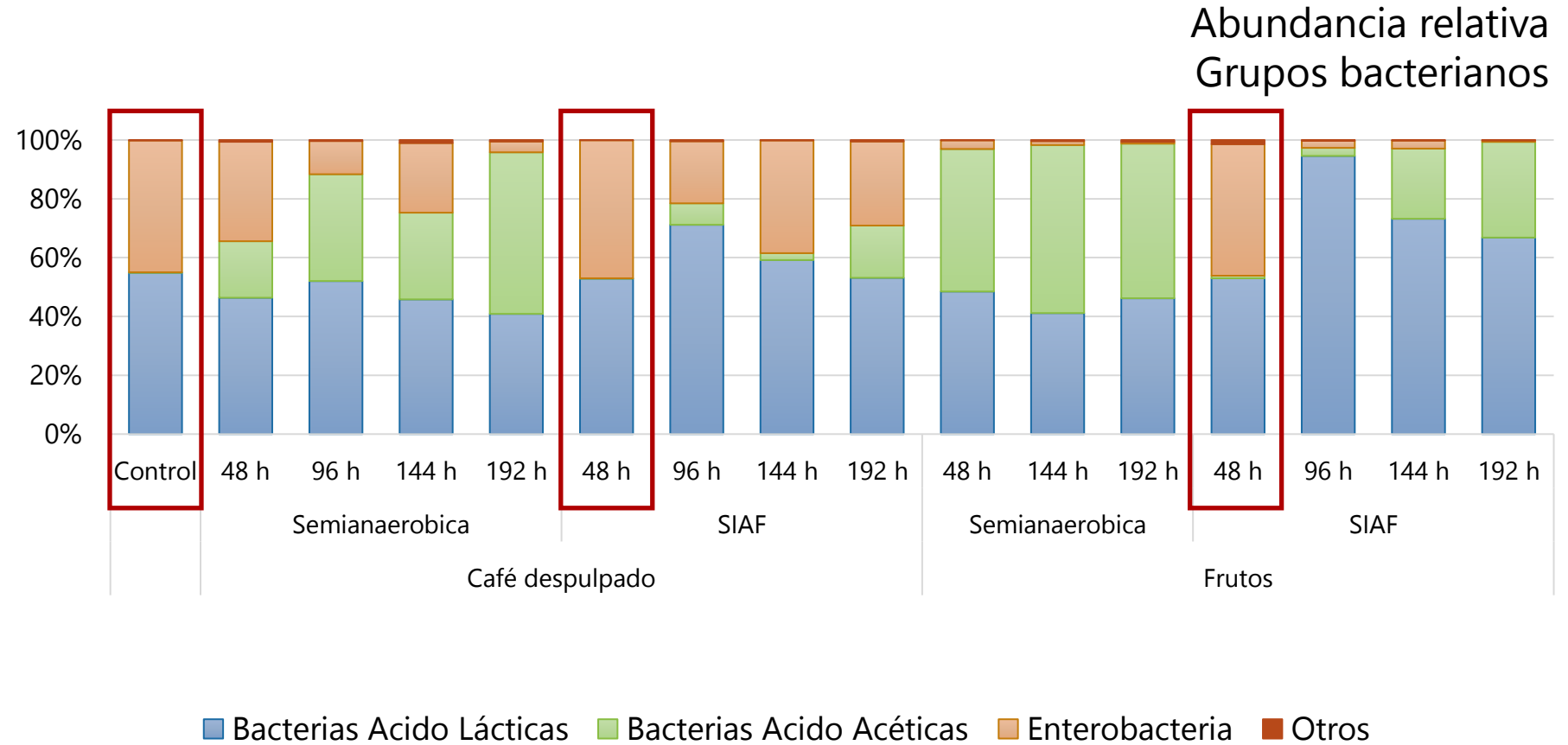
Evolución del proceso

pH, Temperatura, Contenido de mucilago, Glucosa y Ácido Láctico.
High Throughput Sequencing 16S gen e ITS región

Comportamiento microbiano

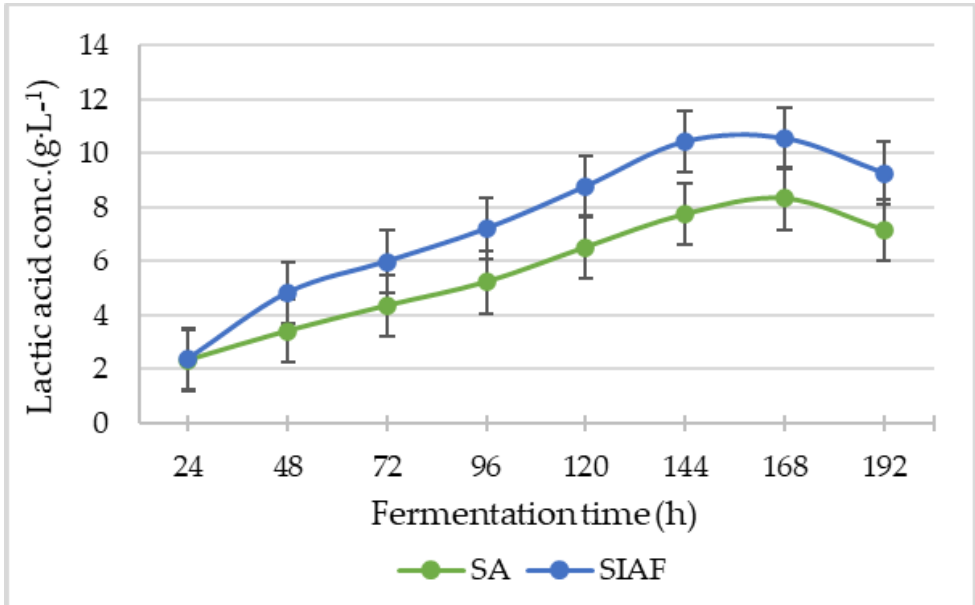
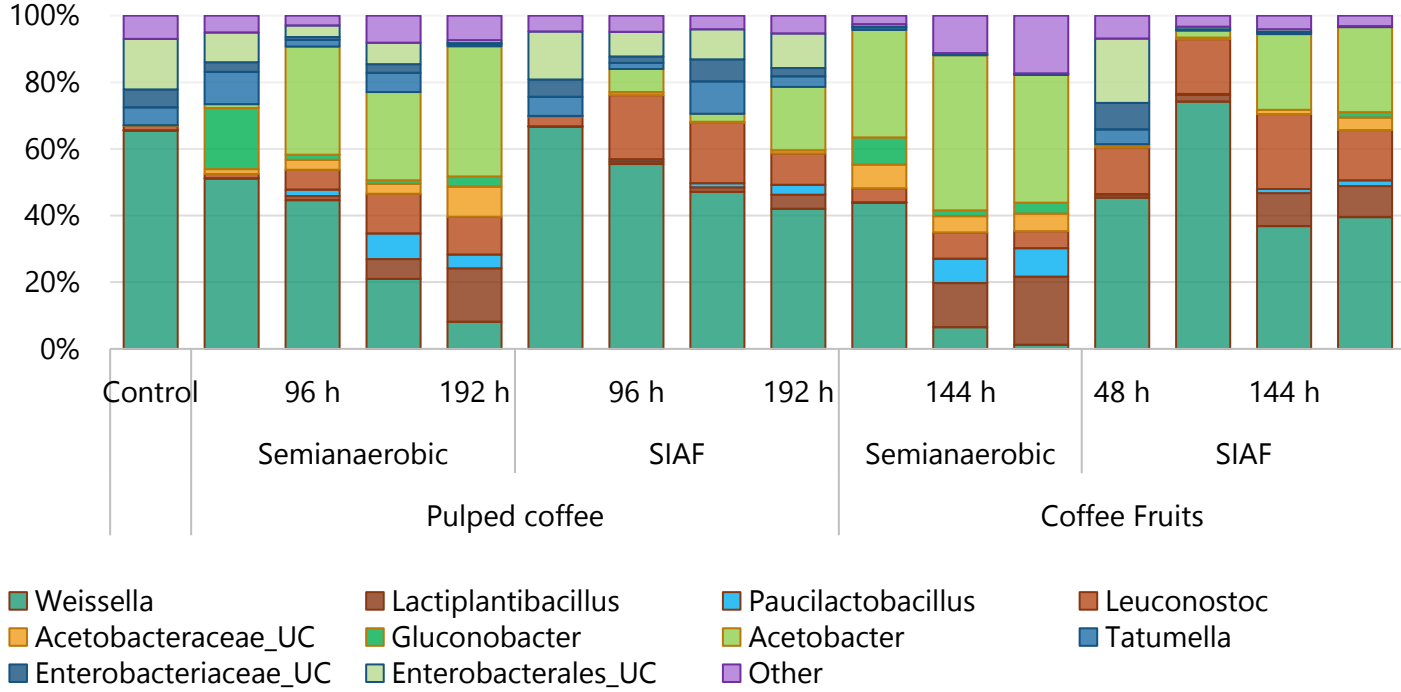
Bacterias

260 ± 71 OTUs



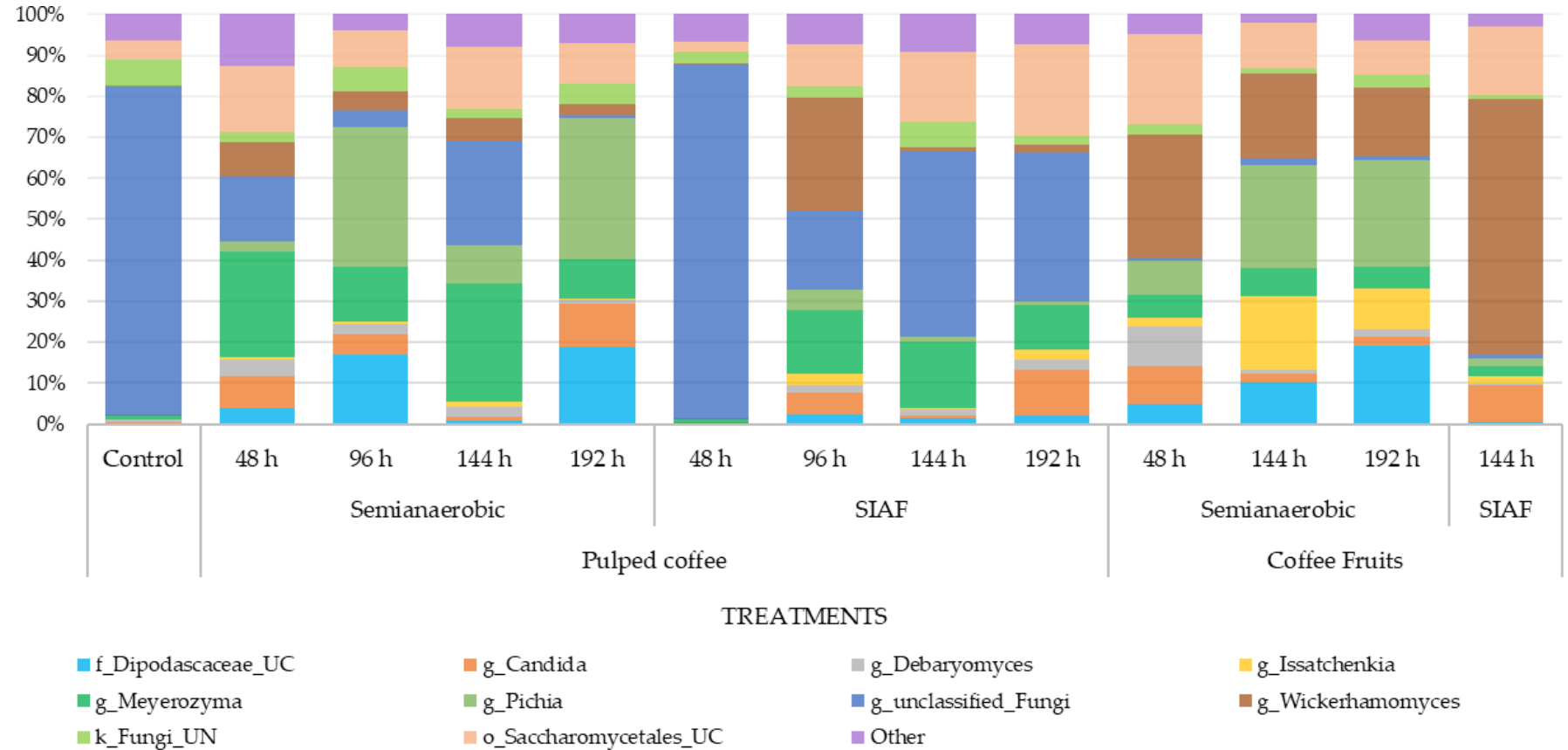
Comportamiento microbiano

Bacterias



Comportamiento microbiano

Hongos - Levaduras
101 ± 24 OTUs



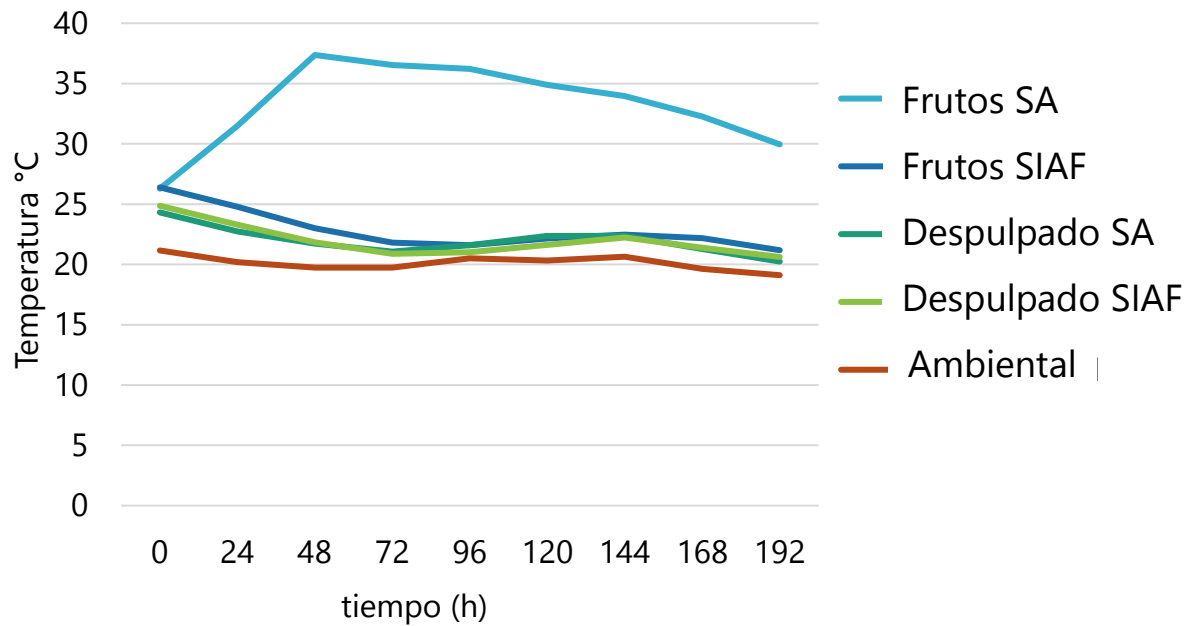
- Fruto bajo SIAF a 48 h, 96 h y 192 h no amplificaron
- calidad y cantidad del DNA amplificación para 16S
- muy baja o nula población de OTUs correspondientes a la región ITS.

Análisis estadístico

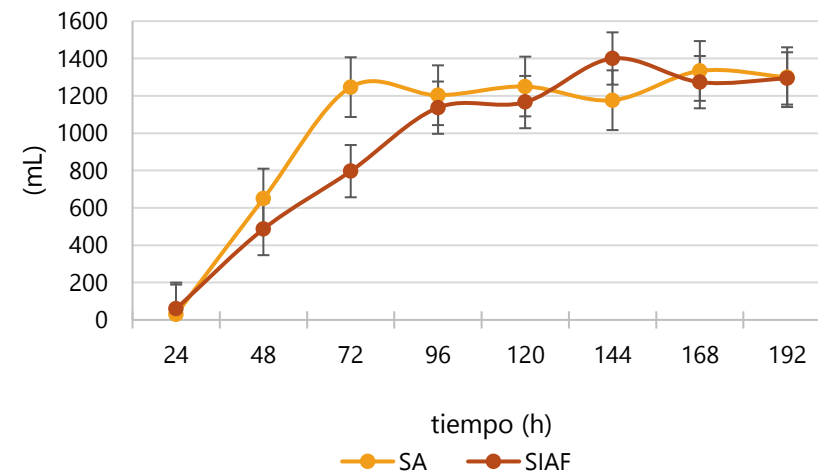
ANOVA n.s. 5%

Medidas repetidas n.s. 5%

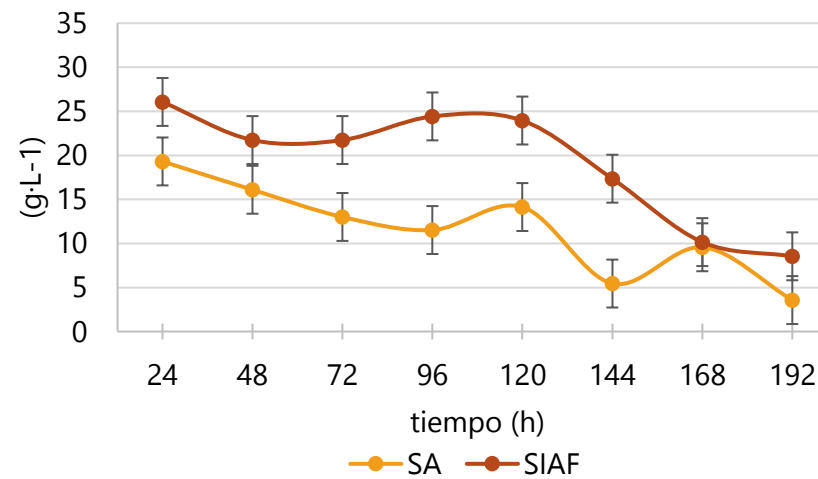
Variable	Tipo MP	Condición	tiempo	Tipo MP x condición	Tipo MP x tiempo	Condición x Tiempo	Tipo MP x Condición x tiempo
Contenido de Mucílago	N/A	0.2727	<0.0001	N/A	N/A	0.5042	N/A
pH	0.0024	0.0954	<0.0001	0.5978	0.8823	<0.0001	0.0512
Glucosa	0.0230	0.0073	0.0006	0.0068	0.8423	0.7882	0.2997
Ácido Láctico	0.0182	0.0088	<0.0001	0.1429	0.9800	0.7848	0.1708
Viabilidad de la semilla	0.2743	0.0002	<0.0001	0.0043	0.5912	0.0151	0.0596
Materia seca	0.3456	0.9226	0.0286	0.7960	0.5957	0.0614	0.4861
Almendra Sana	0.2276	0.0126	<0.0001	0.2127	0.4910	0.001	0.8279
Factor de rendimiento	0.0905	0.0041	<0.0001	0.1118	0.1631	<0.0001	0.6677



Volumen de lixiviados



Glucosa

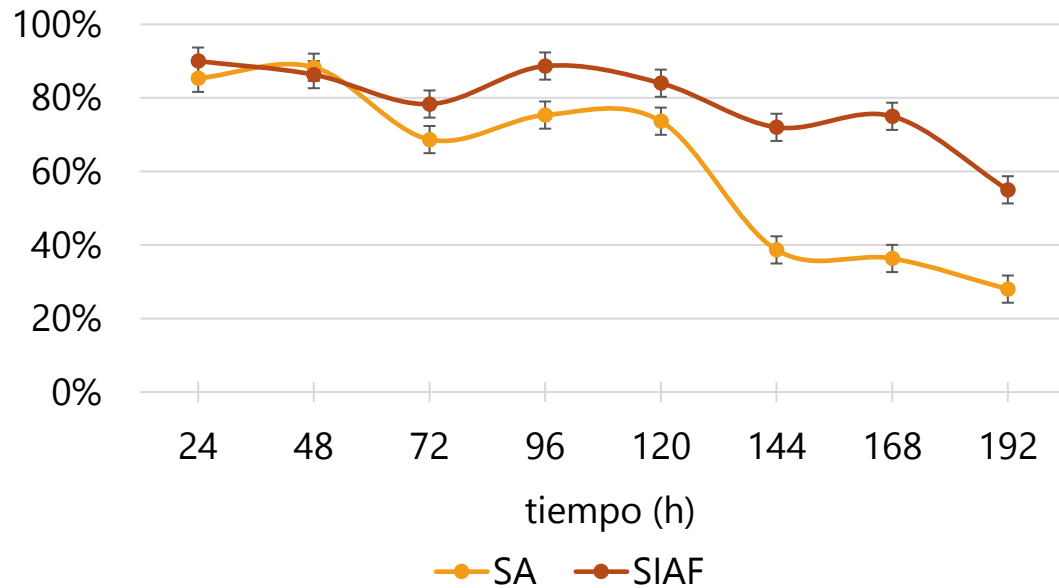


Calidad física

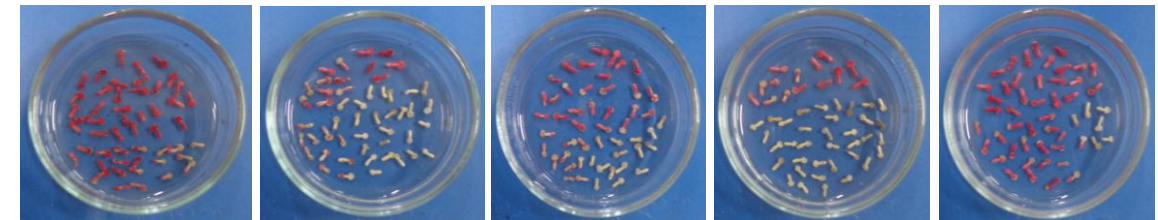
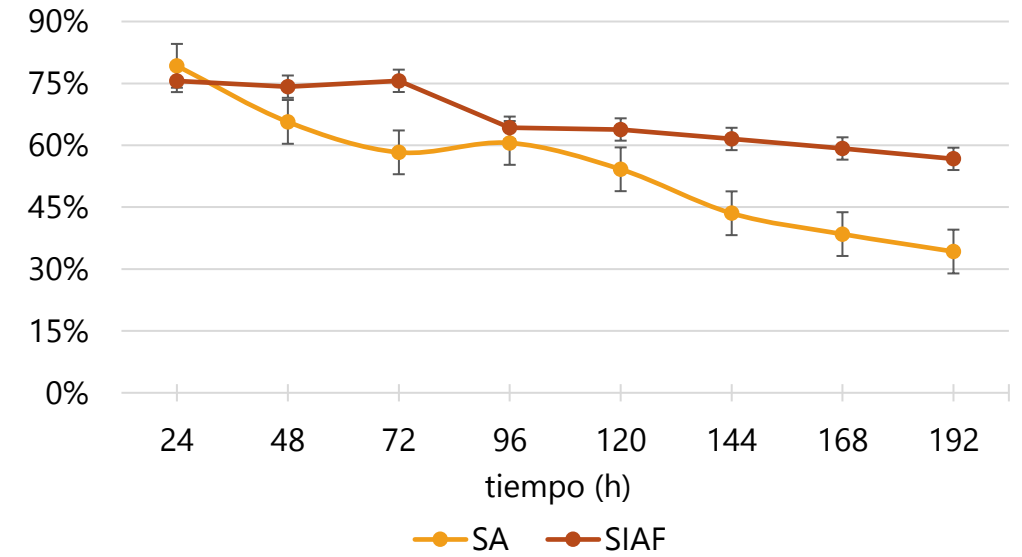
Testigo

Materia seca: $48\% \pm 0.01\%$.

Almendra sana: $84.3\% \pm 10.7\%$



Viabilidad del embrión: $83.3\% \pm 12.2\%$



Testigo

Despulpado

Frutos

SA

(SIAF)

SA

SIAF

192 horas



Calidad sensorial

Puntaje total

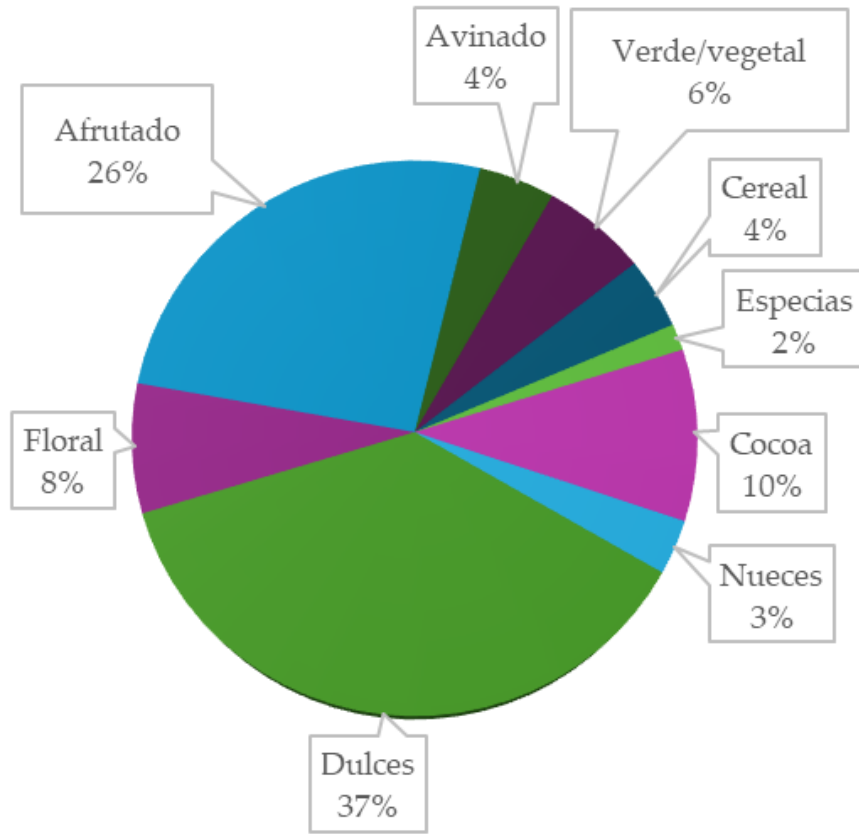
Testigo: 83.14 ± 0.39
 $p=0.1804$

Tipo de materia prima: $p = 0.6669$
 Condición: $p = 0.5740$
 Tiempo de fermentación: $p = 0.3338$
 Interacción: $p > 0.05$

tiempo (h)	Semi-anaeróbica								SIAF							
	Café despulpado				Frutos de café				Café despulpado				Frutos de café			
	Prom	Min	Max	Desv.E	Prom	Min	Max	Desv.E	Prom	Min	Max	Desv.E	Prom	Min	Max	Desv.E
24	81,83	81,67	82,00	0,17	83,03	82,50	83,75	0,65	83,22	82,33	84,00	0,84	83,33	83,25	83,50	0,14
48	83,39	83,25	83,50	0,13	83,47	83,17	83,75	0,29	82,69	81,42	83,75	1,18	83,36	83,08	83,83	0,41
72	81,67	80,75	83,17	1,31	83,92	83,67	84,17	0,35	83,22	82,75	83,67	0,46	83,53	82,67	84,00	0,75
96	83,36	82,33	84,75	1,25	84,11	83,25	85,00	0,88	82,94	82,75	83,17	0,21	82,92	82,17	83,42	0,66
120	82,64	82,25	83,00	0,38	83,47	82,83	83,83	0,55	83,50	82,50	84,08	0,87	83,39	83,00	83,58	0,34
144	83,92	83,75	84,17	0,22	84,19	83,67	85,00	0,71	82,81	82,25	83,33	0,54	82,92	82,33	83,42	0,55
168	83,42	83,25	83,50	0,14	83,06	82,92	83,17	0,13	83,00	82,17	84,42	1,23	82,72	82,33	83,17	0,42
192	83,56	82,75	84,00	0,70	84,11	83,75	84,50	0,38	83,39	83,00	83,75	0,38	83,39	82,75	83,92	0,59

Perfil sensorial

Descriptorios sensoriales



Group	Pulped		Fruits		Time (h)								
	SA	SIAF	SA	SIAF	20	24	48	72	96	120	144	168	192
Dulces	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
Afrutados	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue	Medium Blue
Citricos	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Bayas	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Frutos secos	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Otras frutas	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Cacao	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Floral	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Avinado	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Espicias	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Nueces	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Cereal	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Verde/Vegetal	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Defectuoso	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Aspero/Astringente	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue

Índice de calidad

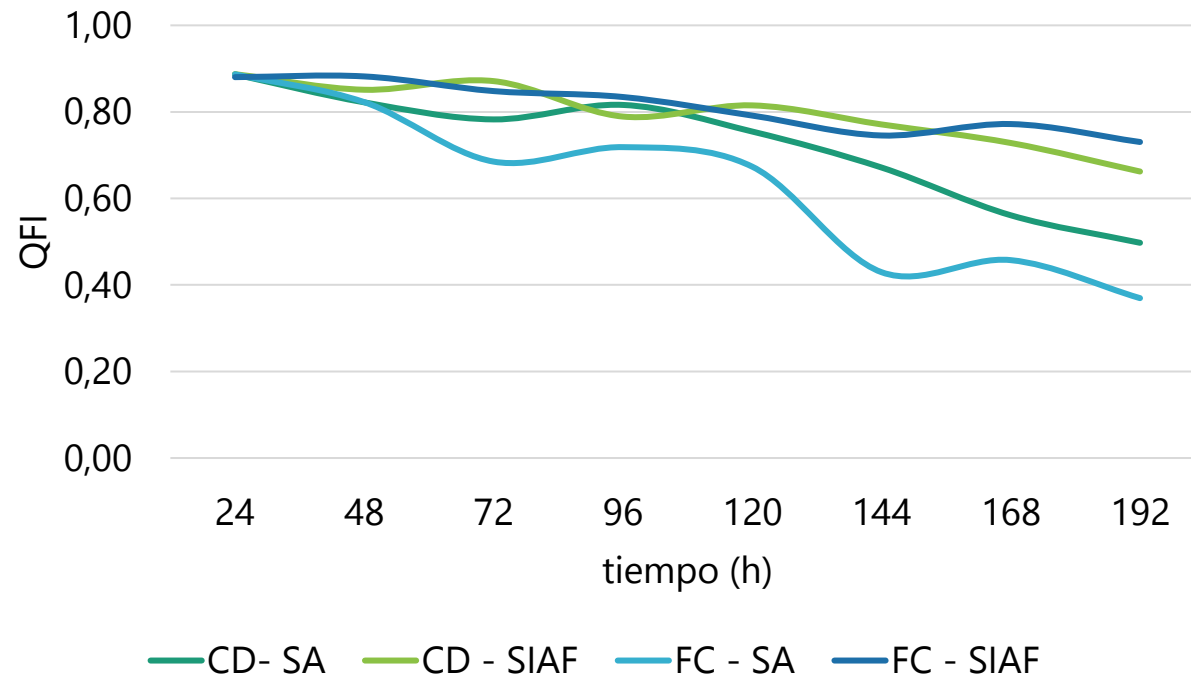
Análisis de componentes principales

- Puntaje total SCA
- Almendra sana (%)
- Viabilidad del embrión (%)
- Factor de rendimiento

$$\text{Quality Fermentation Index (QFI)} = \text{Index } P_{c_{1i}}(\text{Weighted}_{PC1}) + \text{Índice } P_{c_{2i}}(1 - \text{Weighted}_{PC1})$$

Varianza total:
87.73%
62,70% para PC1
25,03 % para PC2

99 observaciones



Conclusiones

- El uso de frutos o café despulpado, influyó en la evolución de las fermentaciones, debido a las diferencias en composición química y carga microbiológica, más no en la calidad sensorial.
- El tiempo de fermentación fue el factor que mayor cantidad de variables afectó, especialmente con tiempos superiores a 72 h.
- Influencia de la disponibilidad de oxígeno durante las fermentaciones, sobre la microbiota participante en los procesos de transformación.
- La fermentación anaerobia autoinducida – SIAF, influyó significativamente en el comportamiento del consumo de glucosa y la producción de ácido láctico, relacionado con las mayores poblaciones de LAB y baja prevalencia de levaduras, así como en la mayor viabilidad embrionaria.
- La fermentación en fruto bajo condición semianaerobia o en tanque abierto, también conocida como doble fermentación, cereza previa, no es un sistema de fermentación recomendable más allá de las 24 horas, dado el deterioro de la calidad física, viabilidad del embrión.

Fermentación

Proceso estándar

- Proceso de transformación del mucílago para la formación de compuestos solubles en agua y realizar el lavado
- No hay control de variables
- Se afecta su desarrollo debido a la calidad de la materia prima
- El tiempo del proceso depende de muchos factores
- El control más objetivo es el uso del Fermaestro® con el que se aumenta la probabilidad de tener taza limpia
- Hay garantía de compra
- Se valora la calidad física y el puntaje final



Método de Fermentación Modificado

- Proceso de transformación del mucílago para la formación de compuestos deseados, que generen un perfil sensorial diferente
- Se puede variar la materia prima, sin afectar la calidad inicial
- El tiempo es fijado dependiendo del resultado esperado
- Se trata de tener control sobre las variables
- Se registra información del desarrollo del proceso
- Depende del comprador
- Se valoran los atributos y los descriptores sensoriales



Gracias



Es tiempo de
PREGUNTAS

Cenicafé

Centro Nacional de Investigaciones de Café

Reserva Forestal Protectora Planalto

www.cenicafe.org



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC



@cenicafefnc



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

MÁS FEDERACIÓN