

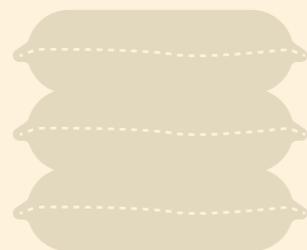
DEL GRANO A LA TAZA

Hacia un mejor entendimiento de los procesos de agregación de valor en la cadena de cafés especiales.

Efecto de la tostación, extracción y crioconcentración sobre los compuestos químicos relacionados con el sabor y la calidad del café especial de Linares (Nariño)

(ARCAFE-Linares-Nariño-Colombia)

Nancy Córdoba | Fabián Leonardo Moreno | Ruth Yolanda Ruiz



Inicio →

Reservados todos los derechos

© Universidad de La Sabana
Facultad de Ingeniería
© Nancy Córdoba
© Fabián Leonardo Moreno
© Ruth Yolanda Ruiz

Primera edición: abril de 2023
e-ISBN: 978-958-12-0653-7
doi. 10.5294/978-958-12-0653-7
Impreso y hecho en Colombia

EDICIÓN

Dirección de Publicaciones
Campus del Puente del Común
Km 7 Autopista Norte de Bogotá
Chía, Cundinamarca, Colombia
Tels.: 861 5555 / 861 6666, ext. 45101
www.unisabana.edu.co
<https://publicaciones.unisabana.edu.co>
publicaciones@unisabana.edu.co

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Kilka Diseño Gráfico

ILUSTRACIÓN Y MONTAJE DE CUBIERTA
Kilka Diseño Gráfico

CORRECCIÓN DE ESTILO
Hernando Sierra

Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta cartilla, sin la autorización de los titulares del copyright, por cualquier medio, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático. Esta edición y sus características gráficas son propiedad de la Universidad de La Sabana.

Autores

Nancy Córdoba

Investigador Ph. D.
Doctorado en
Biociencias,
Universidad de La
Sabana.

Fabián Leonardo Moreno

Investigador Ph. D.
Profesor, Universidad
de La Sabana.

Ruth Yolanda Ruiz

Investigador Ph. D.
Profesor, Universidad
de La Sabana.

Navegación

para navegar por el archivo puede usar el menú que encontrará en la parte inferior derecha de cada página igualmente por los diferentes títulos del contenido



**Página
anterior**



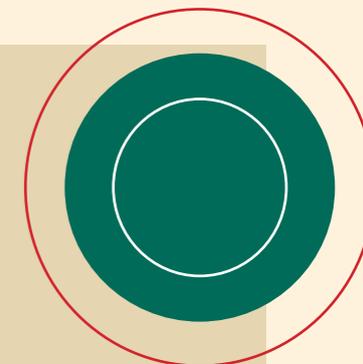
Inicio



Contenido



**Página
siguiente**



Contenido

¿Qué puedes encontrar en esta cartilla?

Presentación	5
Introducción	6



Reconociendo a los pequeños productores de café

7

1.2 Acerca de ARCAFÉ-Linares	9
1.3 ¿Cómo está conformada y qué hace ARCAFÉ?	10
1.4 ¿Cómo avanza ARCAFÉ?	11
1.5 ¿Cómo se produce café en ARCAFÉ?	12



Perfil de calidad sensorial del café de ARCAFÉ-Linares

13



Intensidad en atributos sensoriales específicos relevantes en el café (ARCAFÉ-Linares)

15



Del grano a la taza: comportamiento del café bajo diferentes condiciones de procesamiento

17

4.1 Conozca algunas de las maneras en que se consume su café	20
--	----





¿Importa la calidad del grano de café verde (almendra) en las bebidas de café?

5.1 ¿Qué impacto tiene en el perfil sensorial?	22
5.2 ¿Qué atributos sensoriales cambian?	24
5.3 Conozcamos algunos cambios en los compuestos químicos volátiles	25
5.4. ¿Qué aprendimos sobre el efecto de la calidad del grano?	26
5.5 Apuéstele a la calidad del grano	27
	28



¿Cómo afecta el tueste y la extracción en la calidad de la preparación de café?

6.1 Condiciones de tueste: el camino si importa	29
6.2 ¿Qué sucede químicamente en las bebidas cuando se usa el mismo café con diferente perfil de tueste y métodos de extracción?	31
6.3 Conozca algunos de los principales compuestos volátiles de su café	33
6.4 Cómo afectan el perfil de tueste y el método de extracción los compuestos volátiles de mayor abundancia?	34
6.5 ¿Cómo afectan el perfil de tueste y el método de extracción algunos compuestos relevantes en el sabor del café?	36
6.6 ¿Los efectos también se evidenciaron en el perfil sensorial de las bebidas?	37
6.7 Conociendo más nuestro café	39
	40



Siguiendo la ruta de la agregación de valor: extractos concentrados de café

7.1 Qué sucede cuando se utilizan otras formas de agregar valor a los cafés especiales?	41
7.2 ¿Qué características presentan los extractos de café especial después de ser crioconcentrados?	43
7.3 ¿Qué pasa con los compuestos químicos volátiles en los extractos de café especial después de ser crioconcentrados?	44
7.4 ¿Qué sucede con el perfil sensorial de los extractos de café especial después de ser crioconcentrados?	45
7.5 Qué sucede con el perfil sensorial de los extractos de café especial después de ser crioconcentrados?	46
7.6 ¿Qué aprendimos sobre el efecto de la aplicación de nuevas formas de agregación de valor en café especial?	48
	49



Lecciones aprendidas 50

Agradecimientos 52

Lista de figuras 53

Lista de tablas 54

Referencias 55



Presentación

Esta cartilla es una iniciativa de divulgación social del conocimiento científico que nace dentro del proyecto de investigación doctoral “Efecto de la tostación, extracción y crioconcentración sobre los compuestos químicos relacionados con el sabor y la calidad del café especial de Linares (Nariño)”, ejecutado por la Universidad de La Sabana con el apoyo de Minciencias Colombia y Catholic Relief Services (CRS), a través de su programa Coffeelands.

La idea de esta investigación nace en el marco del programa Borderlands, ejecutado por CRS, en el que se evidenció la necesidad de fortalecer las familias de pequeños agricultores con el aumento de los ingresos familiares a través de una mayor capacidad organizativa, el mejoramiento de producción, la calidad de la taza y el acceso a mercados y modelos de negocio de mayor valor para el café.

Finalizando el proyecto Borderlands en el 2016, con el fin de llevar a una escala más especializada el estudio de la calidad del café y generar opciones de agregación de valor a este producto, se inicia el estudio químico y sensorial con la referencia del café producido en una de las organizaciones de productores creadas en el proyecto Borderlands denominada ARCAFÉ, ubicada en el municipio de Linares, en el departamento de Nariño.

Introducción



En el café existen diferentes alternativas para agregar y capturar valor. Son procesos que empiezan desde la finca y pasan por etapas que permiten obtener una diversa gama de productos. Todas estas operaciones pueden alterar o modificar la composición química y la calidad del café resultante. Esto es aún más sensible cuando se trabaja con cafés especiales, los cuales son reconocidos y valorados por sus atributos distintivos. En este sentido, la cartilla derivada de este proyecto de investigación se enfoca, principalmente, en evaluar algunas variables, como, por ejemplo, la calidad del café (almendra) y operaciones tales como la tostación, la extracción y la crioconcentración sobre los compuestos químicos relacionados con el sabor y la calidad sensorial del café.

Esta cartilla se presenta como un medio de difusión que tiene como objetivo

brindar a los productores y a los actores de la cadena de café información sobre las características sensoriales y químicas relevantes de las bebidas de café preparadas con el café cultivado y procesado en la asociación de productores de café ARCAFÉ, ubicada en Linares, Nariño (Colombia). Estos datos brindan una herramienta ilustrativa orientada en apalancar los procesos de producción de café con un enfoque hacia la conservación y el mejoramiento de la calidad. Consideramos que esta cartilla permite a la comunidad y a los actores de la cadena apropiarse del conocimiento acerca de los cambios químicos y sensoriales que ocurren desde el grano hasta la taza. Esta información propicia un mejor entendimiento del producto y brinda oportunidades de acceso a mercados diferenciados de cafés especiales tanto en el ámbito nacional como internacional.



1

**Reconociendo a los
pequeños productores
de café**

Fidencio Chamorro, ARCAFE, Linares - Cortesía: Catholic Relief Services - CRS

El café es una de las bebidas más consumidas en el mundo. Cerca de 2300 millones de tazas de café son consumidas diariamente. Esta cadena involucra más de 120 millones de personas en cerca de setenta países, lo cual hace del café un producto relevante tanto para países productores como consumidores. En Colombia el café se considera un producto de alta importancia en los ámbitos económico y social, ya que es el principal producto agrícola de exportación.

Así mismo, más de 560.000 familias dependen de esta actividad como principal medio de vida; de estas, alrededor del 95 % tienen un promedio de tierra de 1,5 hectáreas y se consideran pequeños productores (Federación Nacional de Cafeteros, 2018).

Entre las regiones productoras de café de Colombia se encuentra el departamento de Nariño, donde alrededor del 40 % de sus municipios se dedica a su procesamiento. Esta región cuenta con denominación de origen,



Cortesía Nancy Córdoba

certificación atribuida principalmente a las condiciones particulares del perfil de taza, caracterizada por su alta acidez, cuerpo medio, suavidad y aroma muy pronunciado (Rodríguez-Camayo *et al.*, 2012).

En las últimas décadas el café ha logrado cambios sustanciales al pasar de ser un producto básico común o *commodity*, hasta un producto de especialidad. Colombia ha aumenta-

do su participación en este segmento, en el que cafés regionales como el de Nariño han ganado relevancia. Dentro de esta zona, la Asociación de Cafeteros de Linares (ARCAFÉ) se ha enfocado en producir cafés especiales, de modo que ha ganado reconocimiento internacional por la calidad en taza, de la que se resaltan atributos sensoriales relacionados con las notas dulces persistentes.

1.2 Acerca de ARCAFÉ-Linares

La Asociación de Cafeteros de Linares (ARCAFÉ) es una asociación de pequeños productores de café ubicada en el municipio de Linares, en el suroccidente de Colombia, específicamente en el departamento de Nariño.

ARCAFÉ nace de una iniciativa asociativa promovida a través de un proyecto diseñado por Catholic Relief Services (CRS) e implementado por la Pastoral Social de Ipiales (Caritas) en el 2012.

Después de un largo proceso de trabajo conjunto se legaliza como Asociación el 5 de julio de 2016, con el objetivo principal de mejorar las condiciones de vida de familias cafeteras mediante la comercialización de cafés de alta calidad hacia mercados diferenciados con precios justos para sus miembros.



1.3 ¿Cómo está conformada y qué hace ARCAFÉ?

ARCAFÉ es una organización que propende por el bienestar de sus asociados a través de la comercialización de cafés que cumplan con los requisitos y las exigencias de calidad en mercados internacionales, promoviendo una caficultura sostenible y amigable con el medio ambiente, con el mejoramiento continuo de procesos y de su producto, y que a su vez favorezca el desarrollo del municipio de Linares en el departamento de Nariño.

Figura 1. Socios activos.

Fuente: elaboración propia con base en datos de ARCAFÉ, 2021.



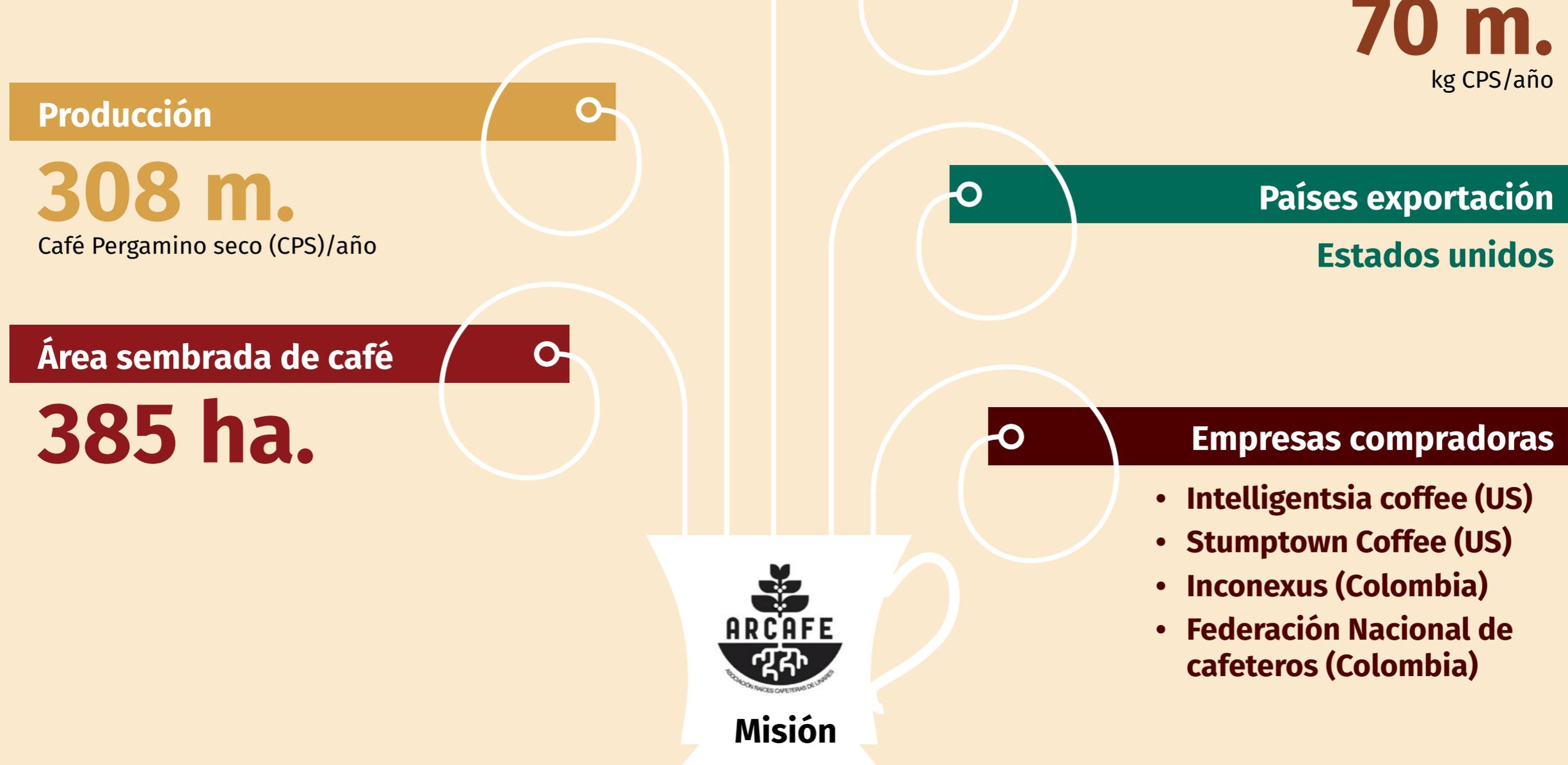
Mujeres
86

Hombres
117

1.4 ¿Cómo avanza ARCAFÉ?

Figura 2. Principales datos de la labor cafetera de ARCAFÉ.

Fuente: elaboración propia con base en datos de ARCAFÉ, 2021.



Calidad

Altos estándares / cumplimiento de requisitos internacionales



Sostenibilidad

Social, Ambiental & Económica



Mejoramiento continuo

Innovación Procesamiento & productos

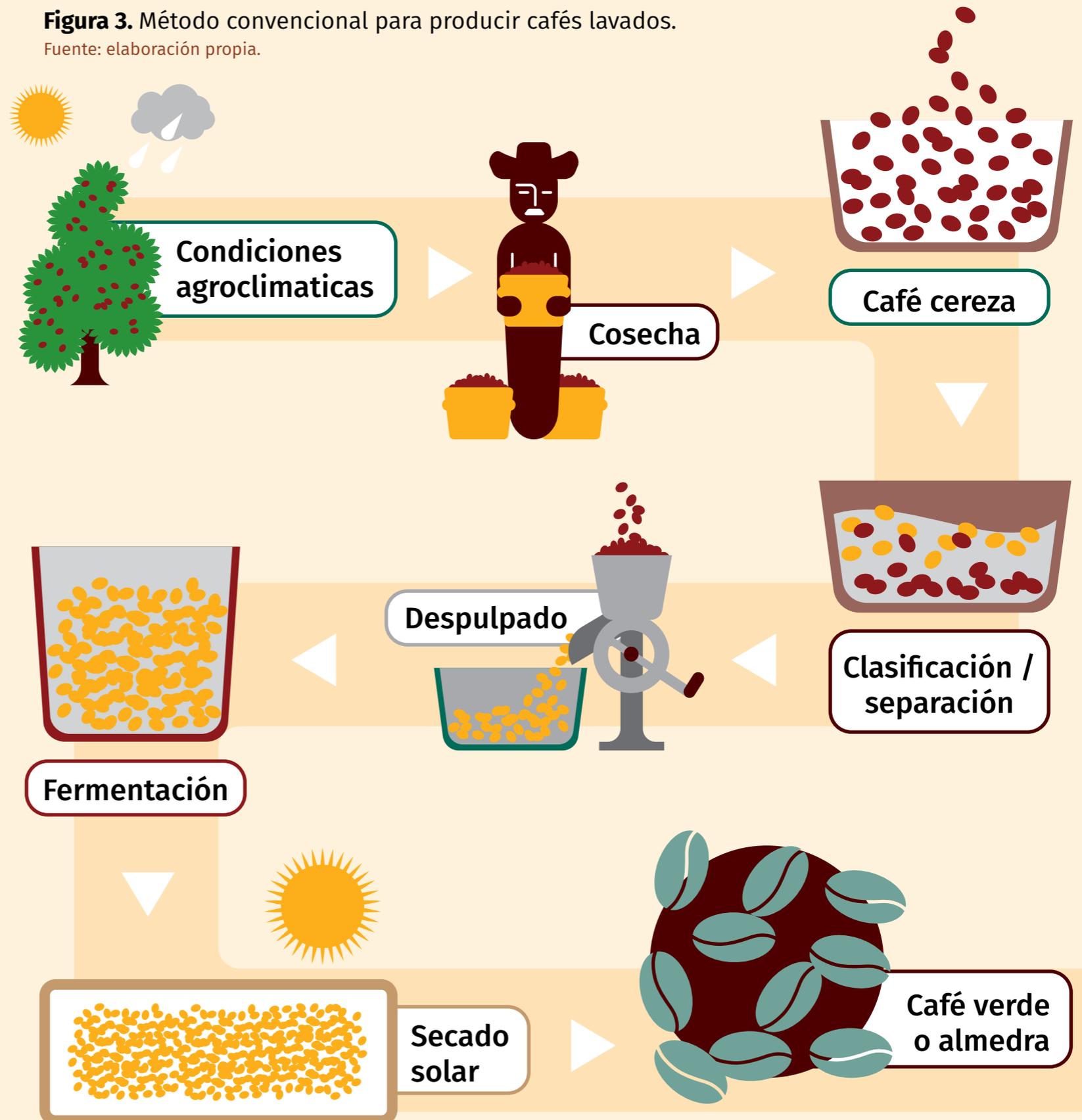
1.5 ¿Cómo se produce café en ARCAFÉ?

El café en ARCAFÉ se procesa principalmente con el método convencional de beneficio húmedo, usado en Colombia para producir cafés lavados. Por lo general, los pequeños productores que cuentan con infraestructura realizan este proceso en cada una de las fincas.

Sin embargo, los productores también tienen la opción de vender café en cereza directamente a la Asociación, ya que ARCAFÉ cuenta con una Central de Beneficio comunitario en la que se procesa la cereza y se garantiza una calidad consistente en el producto final.

Figura 3. Método convencional para producir cafés lavados.

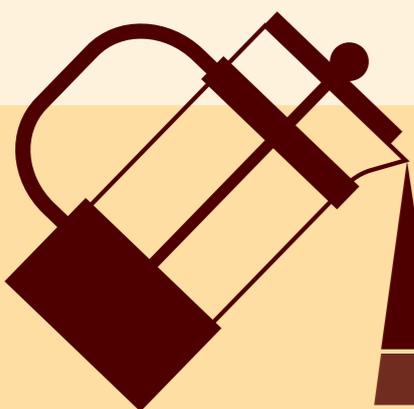
Fuente: elaboración propia.





Perfil de calidad sensorial del café de ARCAFE-Linares

De manera global, el perfil de calidad sensorial del café de ARCAFE-Linares se ha caracterizado por sus altos puntajes en los atributos de dulzor, balance y percepción general. Tiene una calidad en la acidez y el aroma calificada como “muy buena”, además de sabor, amargor, cuerpo y sabor residual catalogados como “buenos”.



Escala de calidad*

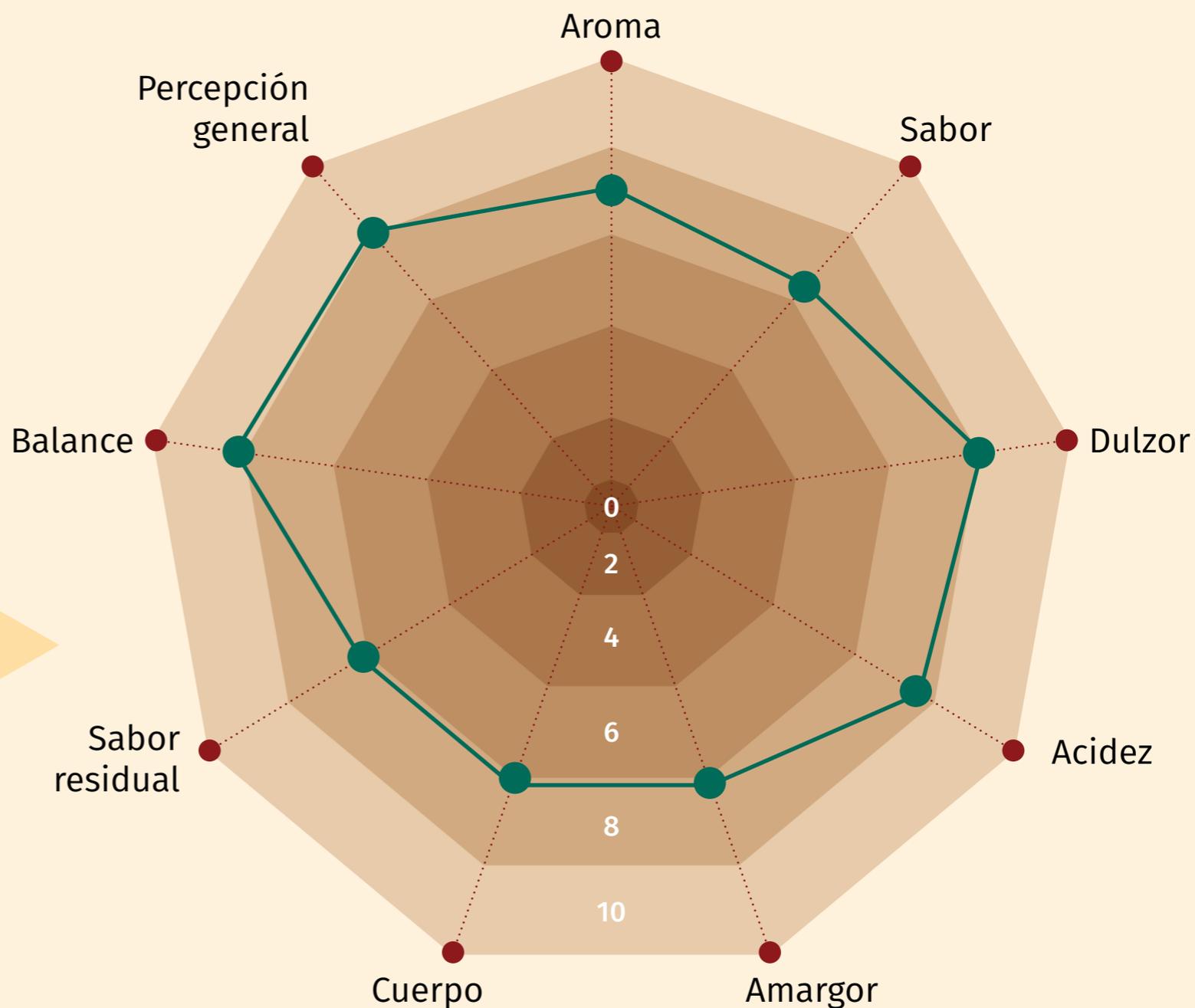
*Escala SCA:
(6,0-6,75) Bueno;
(7,0-7,75) Muy bueno;
(8,0-8,75) Excelente;
(9,0-9,75) Excepcional.



SCA (Specialty Coffee Association)

Figura 4. Perfil de calidad sensorial del café de ARCAFE-Linares (cosecha 2018-2019)*.

Fuente: elaboración propia.



*El perfil mostrado corresponde a los valores promedios para la Cosecha principal 2018 y 2019. Los cafés fueron valorados bajo diferentes condiciones de tueste y extracción



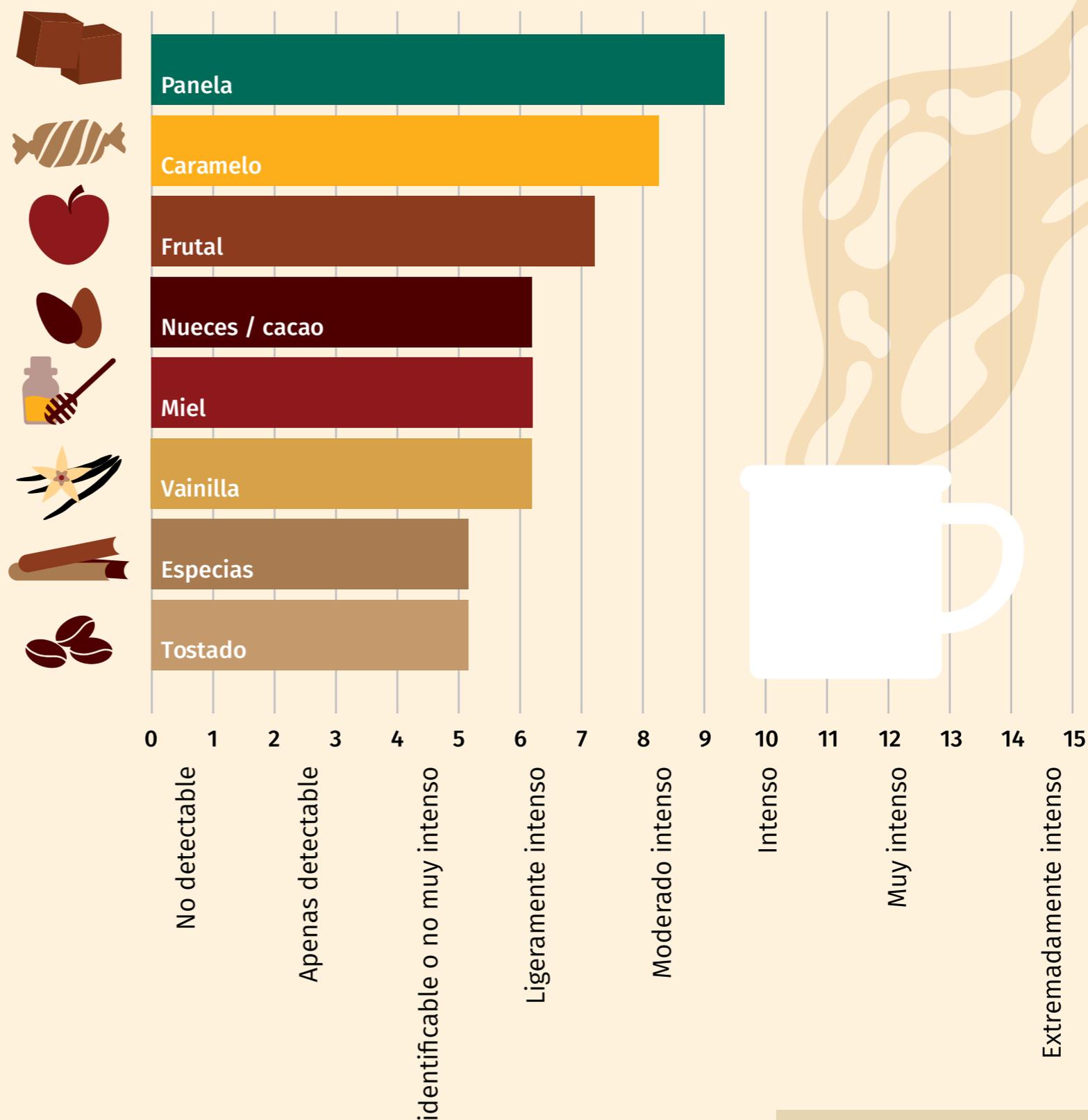
Intensidad en atributos sensoriales específicos relevantes en el café (ARCAFÉ-Linares)

Independientemente de las condiciones de tueste y de las condiciones de preparación de las bebidas, los cafés resultantes preparados con café especial de Linares presentan una mayor intensidad en sabores dulces, principalmente asociados a notas de panela y caramelo.

Estos cafés también presentan notas ligeramente intensas de nueces, cacao, miel de abeja y vainilla. Otros atributos de sabor tales como notas especiadas y tostadas, las cuales son frecuentemente encontradas en las bebidas de café, también fueron percibidas frecuentemente, pero con menor intensidad en el café de ARCAFÉ Linares.

Figura 5. Intensidad de las notas sensoriales más frecuentes*.

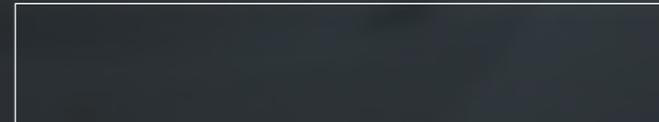
Fuente: elaboración propia.



*Escala evaluada de acuerdo con el Lexicón de Café desarrollado por WCR (Word Coffee Research), 2017.



**Del grano a la taza:
comportamiento del
café bajo diferentes
condiciones de
procesamiento**





Fotografía: Nancy Cordoba.

Entre las diversas alternativas de agregación de valor, a continuación se presenta el efecto de la tostación, la extracción y la crioconcentración sobre los compuestos químicos y el perfil sensorial de las bebidas resultantes. Todos los análisis fueron realizados con cafés especiales provenientes del departamento de Nariño, de la asociación de pequeños productores del municipio de Linares ARCAFÉ.

Para el análisis, las bebidas de café fueron preparadas por métodos de extracción convencionales, los cuales usan agua caliente en el proceso ($> 90\text{ }^{\circ}\text{C}$) (prensa francesa) y métodos que han crecido en popularidad en el mercado del café, como la extracción con agua fría ($< 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) (*cold brew*).

Los análisis químicos de las bebidas se enfocaron, principalmente, en compuestos no volátiles como la cafeína, la trigonelina y los ácidos clorogénicos, así como en el perfil de compuestos volátiles. Algunas propiedades fisicoquímicas de las bebidas tales como el contenido de sólidos disueltos totales, el pH y la acidez titulable también fueron evaluadas.

Figura 6. Principales etapas consideradas en la valoración de la calidad sensorial y química el café.

Fuente: elaboración propia.



4.1 Conozca algunas de las maneras en que se consume su café



¿Qué es la extracción de café?

La extracción de café, o preparación, es el proceso mediante el cual los compuestos presentes en los granos de café tostado y molido son extraídos por el agua hasta alcanzar la bebida final.



Bebida caliente

- Se prepara con café tostado y molido. La extracción se realiza con agua caliente ($> 90^{\circ}\text{C}$).
- Existen diferentes métodos de preparación; los más tradicionales son los sistemas utilizados para obtener café *espresso* y filtrado.



Bebida fría o *cold brew*

- Se prepara con café tostado y molido. La extracción se realiza con agua a temperatura ambiente o más fría. Generalmente, durante un tiempo más largo que las extracciones convencionales con agua caliente.
- Comúnmente se preparan con métodos de inmersión y goteo.



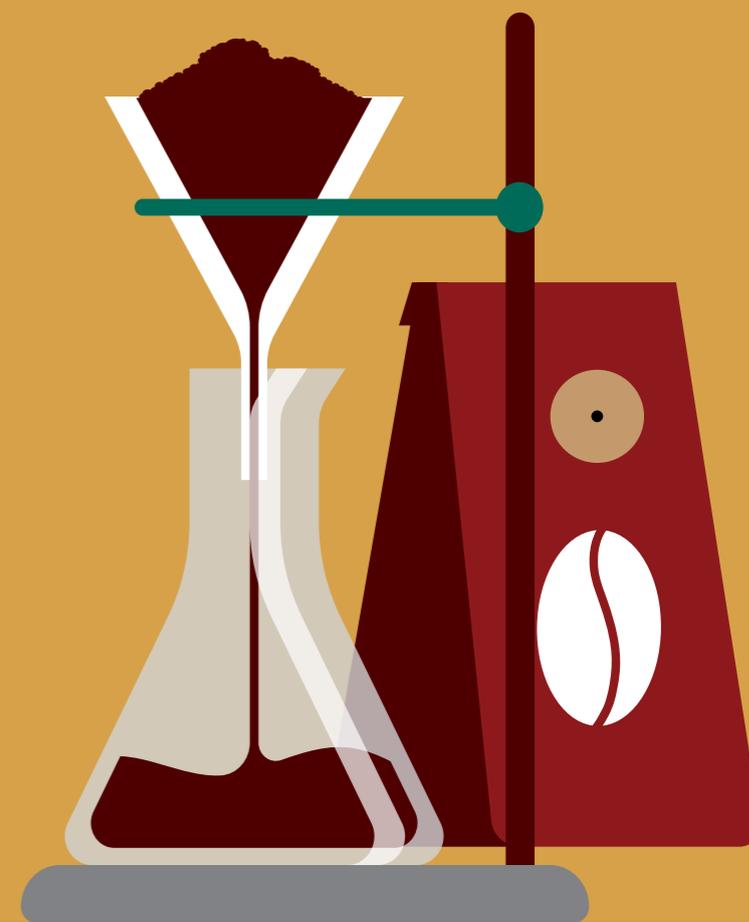
Bebidas de café listas para beber

- También conocidas como “ready to drink” (RTD), son bebidas listas para beber que se pueden consumir tal cual, sin dilución ni preparación adicional.
- El formato de envasado y servicio listo para beber ofrece comodidad y accesibilidad al consumidor.



Café helado (*ice coffee*)

- Café que se ha preparado usando agua caliente y se sirve frío y/o sobre hielo.



Extracto concentrado de café

Café al que se le ha eliminado el agua, concentrando los sólidos. Está destinado a diluirse antes de servir o a la generación de otros productos, como, por ejemplo, los cafés solubles.



EXCELSO

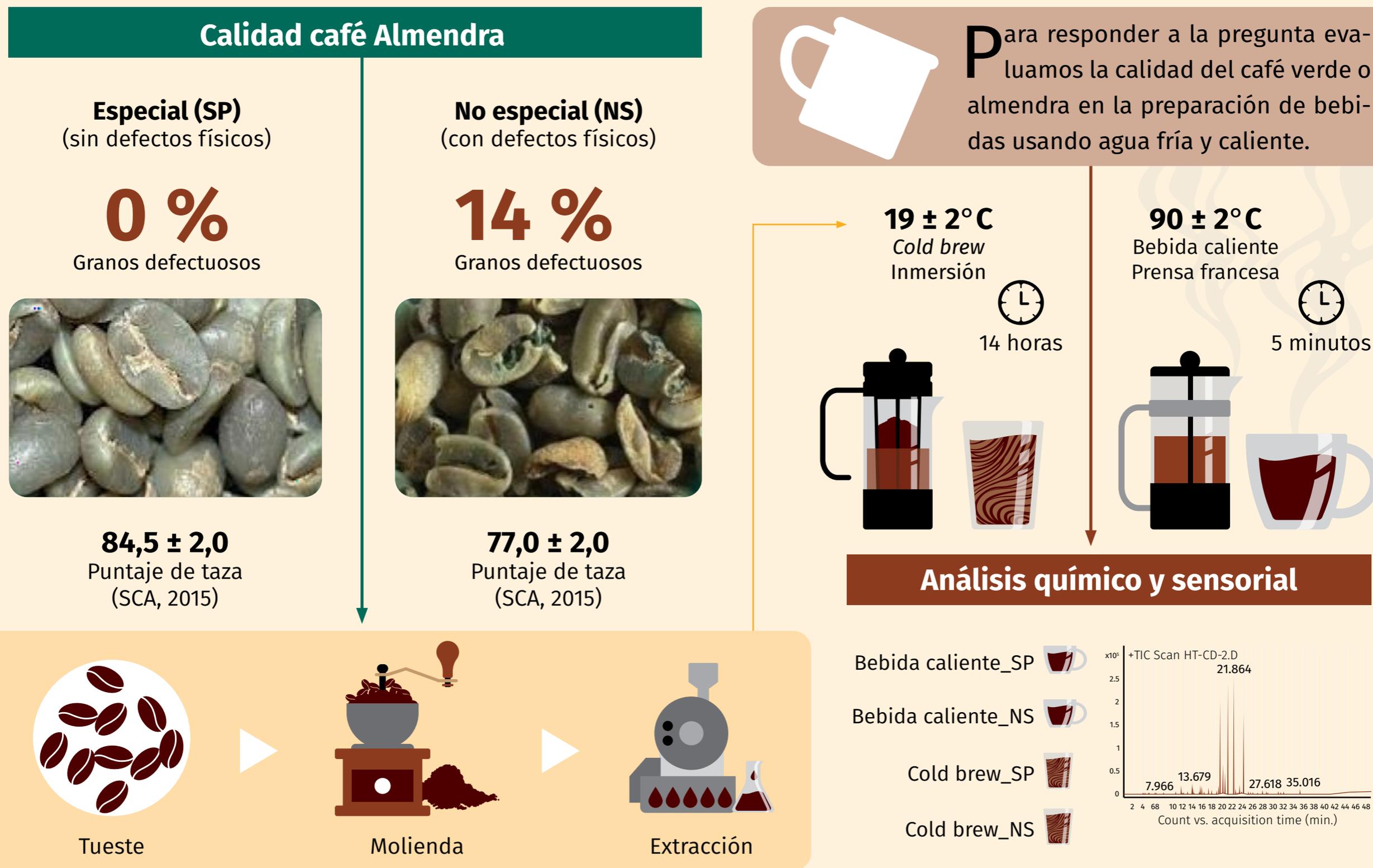
TOSTADO



¿Importa la calidad del grano de café verde (almendra) en las bebidas de café?

Figura 7. Aproximación experimental usada para evaluar el efecto de la calidad de la almendra en las bebidas de café.

Fuente: elaboración propia.



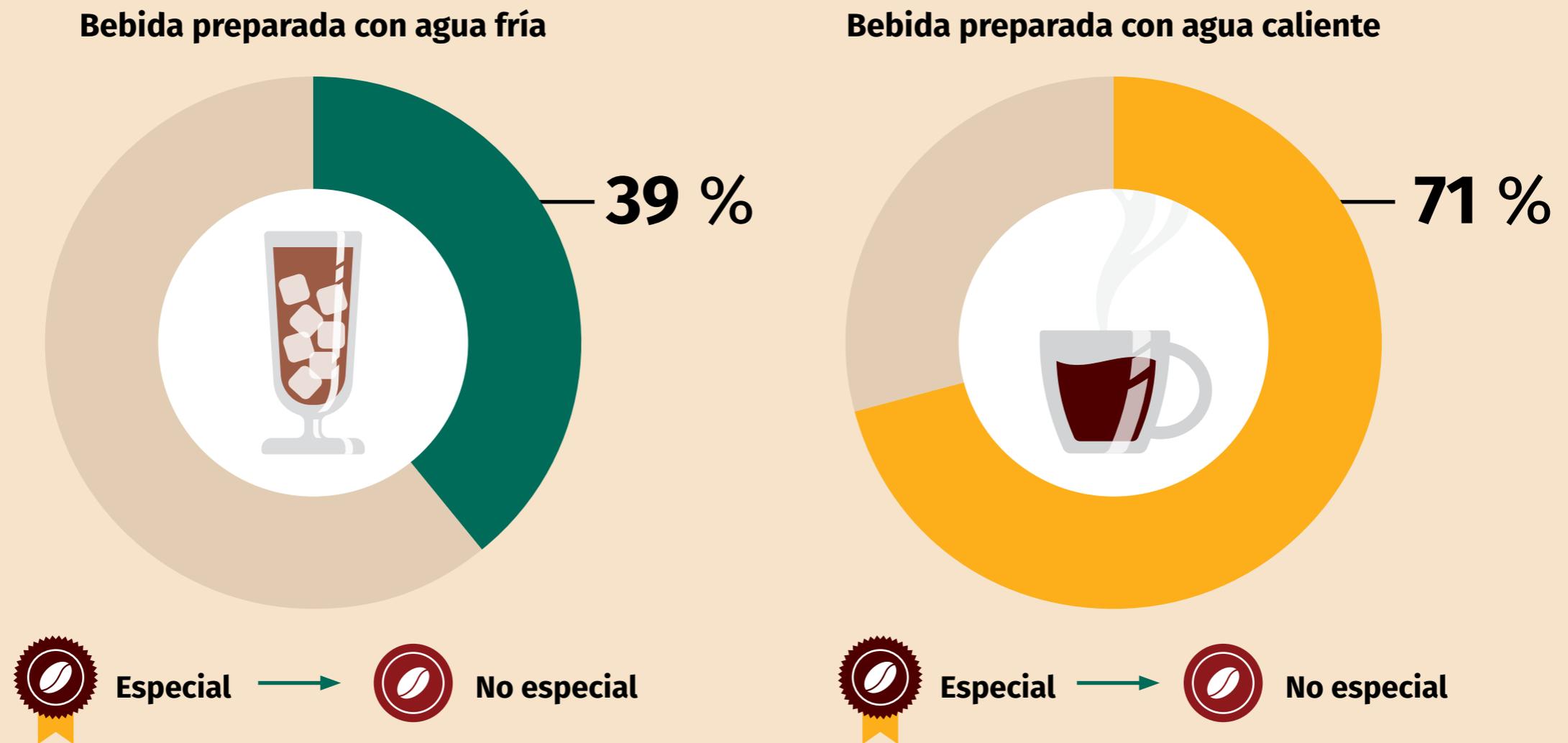
5.1 ¿Qué impacto tiene en el perfil sensorial?

Cuando se cambió el grado de calidad de los granos de café (almendra) en la extracción, se evidenció un cambio en la intensidad del 39 % de los atributos

sensoriales en las bebidas preparadas en frío, mientras que en las bebidas calientes este cambio fue identificado en el 71 % de los atributos.

Figura 8. Porcentaje de cambio en intensidad de atributos sensoriales de las bebidas de café.

Fuente: elaboración propia.

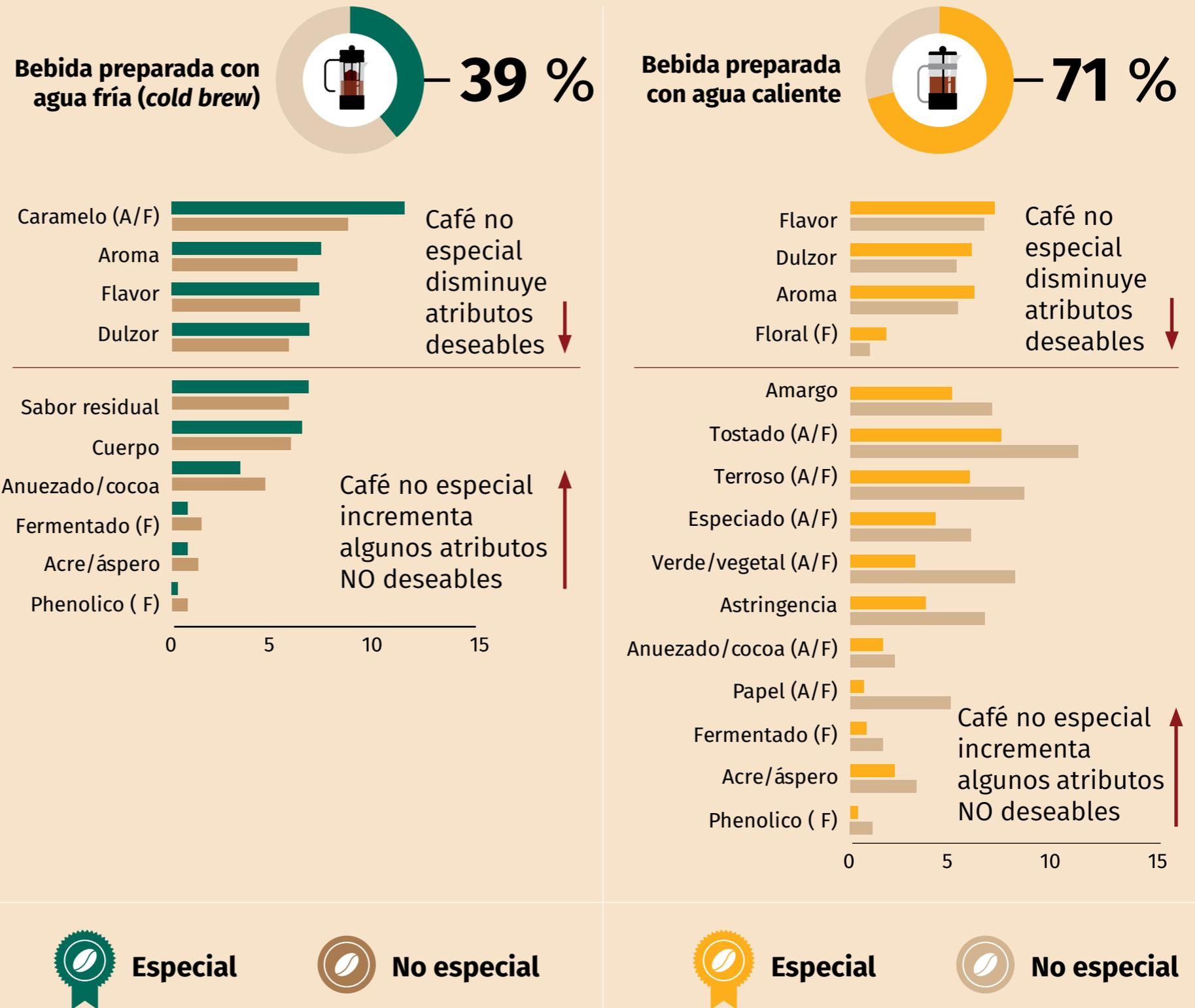


*Atributos con diferencias estadísticas, $p < 0.05$

5.2 ¿Qué atributos sensoriales cambian?

Los cambios en la intensidad de los atributos sensoriales en función de la calidad (especial y no especial) fueron más percibidos en las bebidas preparadas con agua caliente, aunque los dos tipos de bebidas fueron evaluadas a la misma temperatura de servicio o consumo.

Figura 9. Cambios relevantes en la intensidad de atributos sensoriales específicos (*cold brew* vs. bebida caliente).
Fuente: elaboración propia.



(A) se refiere a Aroma y (F) Flavor o sabor

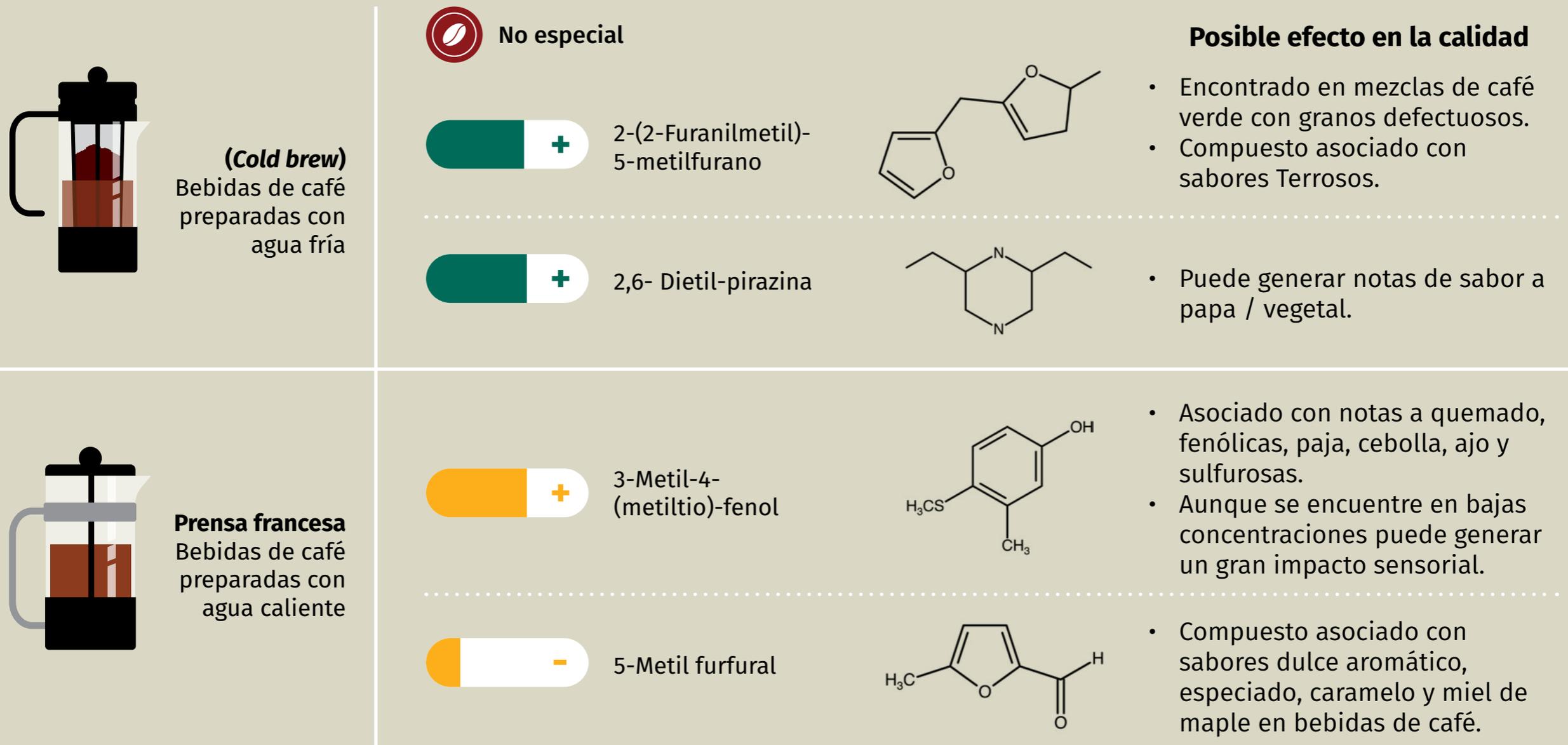
5.3 Conozcamos algunos cambios en los compuestos químicos volátiles

Los granos defectuosos pueden tener menos sacarosa, por tanto, durante el tueste se pueden llegar a producir menos cantidad de furanos como el

5-metil furfural. Este es un compuesto asociado con sabores dulce aromático, especiado, caramelo y miel de maple en bebidas de café.

Figura 10. Algunos volátiles que cambiaron en función de la calidad del café verde (almendra).

Fuente: elaboración propia.



5.4. ¿Qué aprendimos sobre el efecto de la calidad del grano?

Figura 11. Efecto de la calidad de la almendra en las bebidas frías y calientes de café.

Fuente: elaboración propia.

Calidad del café (almendra) en bebidas calientes



* El uso de café almendra con granos defectuosos permite una mayor detección de defectos sensoriales y disminuye la intensidad de atributos considerados positivos y deseables en las bebidas.

Los cambios en la intensidad de los atributos sensoriales considerados no deseados en las bebidas de café fueron más evidentes en las bebidas preparadas con agua caliente.

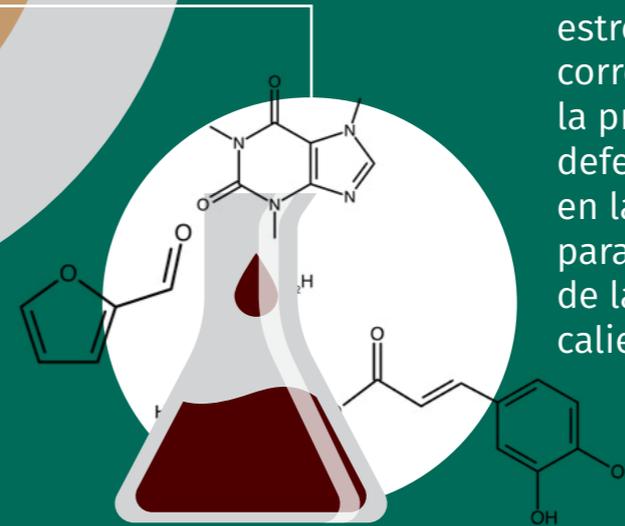


* El uso de café almendra con granos defectuosos permite una menor detección de defectos, pero la intensidad de atributos sensoriales considerados positivos y deseables para estas bebidas disminuye.

Calidad del café (almendra) en cold brew



Algunos cambios en los compuestos volátiles se encontraron estrechamente correlacionados con la presencia de granos defectuosos (almendra) en las muestras usadas para la preparación de las bebidas frías y calientes de café.





5.5 Apuéstele a la calidad del grano

Señor productor, recuerde: su café es ofrecido al consumidor en diferentes tipos de preparaciones; independientemente del tipo de bebida, la presencia de granos defectuosos disminuye la calidad de los atributos sensoriales positivos y hace que resalten atributos negativos asociados a una baja calidad.

Tabla 1. Recomendaciones para mantener la calidad del café.

Fuente: elaboración propia.

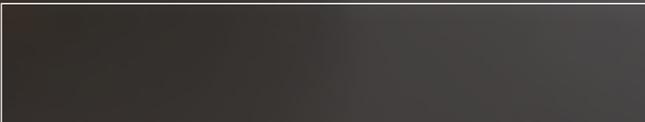
Defectos físicos en el grano	Notas sensoriales en bebidas de café	Recomendaciones
Inmaduros	Astringente, notas vegetales/verdes, tierra, mayor amargor, astringencia, sabor metálico, fermentado y menos acidez.	Evite cosechar granos de café cereza que estén inmaduros o implemente un proceso de selección por grado de madurez antes de empezar el procesamiento en finca.
Daños por insectos (broca leve o severa)	Incremento en el amargo	Revise su cultivo y planifique un control adecuado de plagas y enfermedades
Negros (totales o parciales)	Notas a tabaco desagradable, notas a ceniza y quemadas, fermentado y acre.	Preste especial atención al proceso de fermentación, evite la presencia de cereza sobremadura dentro del café a procesar.
Agrios/vinagres totales o parciales	Vinagre, agrio	Controle los tiempos y las formas de espera entre la recolección y el despulpado. Evite almacenar el café con un contenido de humedad demasiado alto.



6

¿Cómo afecta el tueste y la extracción en la calidad de la preparación de café?

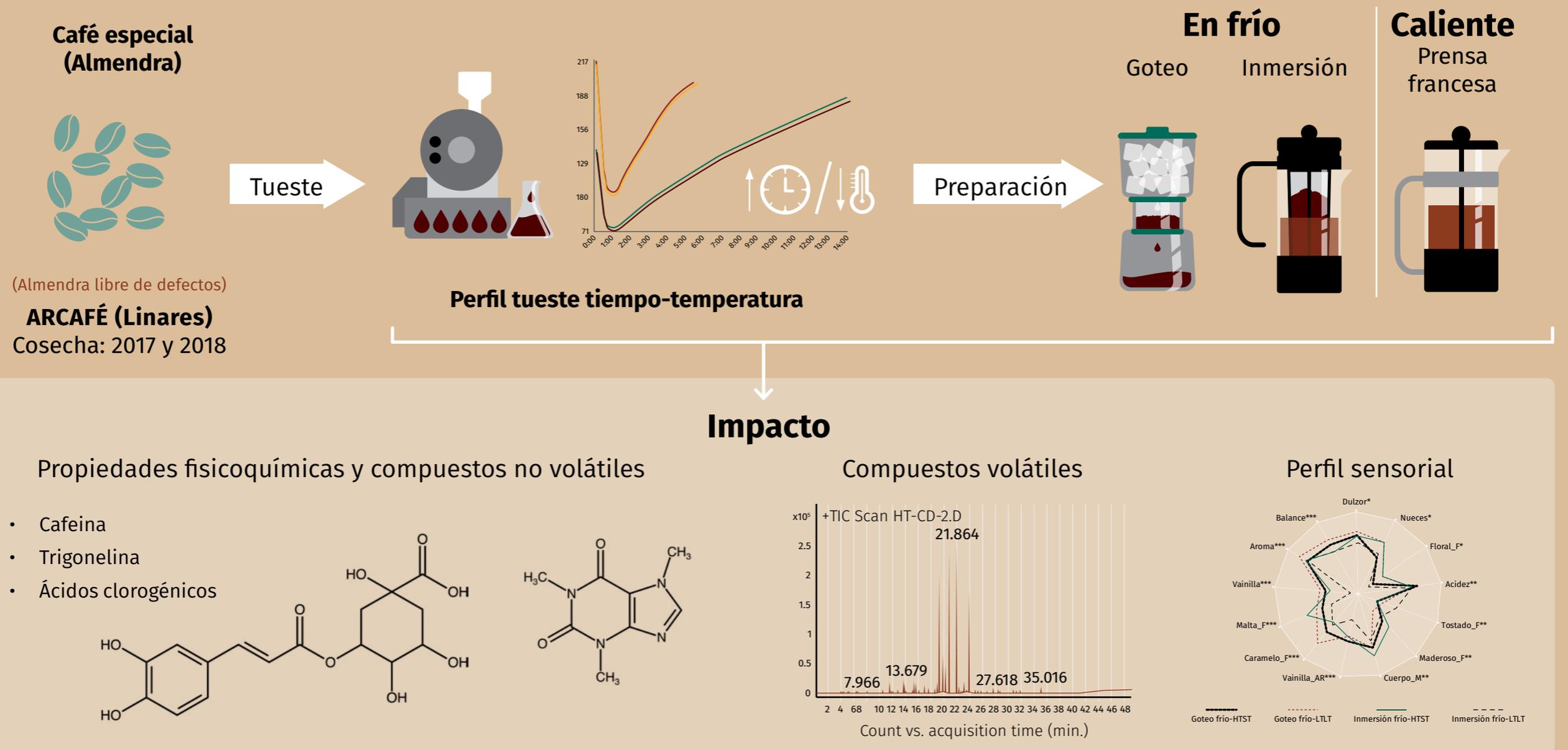
Hernando Tapasco
Analista sensorial
Cafe y Procesos S.A.S



Si bien el café de ARCAFÉ (Linares) presenta un perfil sensorial de calidad general, este puede alterarse significativamente de acuerdo con el perfil tiempo-temperatura usado en el proceso de tostación y el tipo de extracción o preparación.

Figura 12. Aproximación experimental usada para evaluar el efecto del tipo de tueste y tipo de extracción sobre la calidad química y sensorial de las bebidas de café.

Fuente: elaboración propia.



6.1 Condiciones de tueste: el camino si importa

Para determinar el efecto del perfil de tueste en las características fisicoquímicas y sensoriales de las bebidas de café preparadas café especial de ARCA-FÉ (Linares) se evaluaron dos perfiles de tostación: uno de alta temperatura corto tiempo (ATCT), y el otro a baja temperatura y largo tiempo (BTLT).

Los dos perfiles se llevaron a un nivel de tostación medio, el cual se verificó usando coordenadas de color.

Figura 13. Curva tiempo-temperatura para los perfiles de tueste evaluados.

Fuente: elaboración propia.

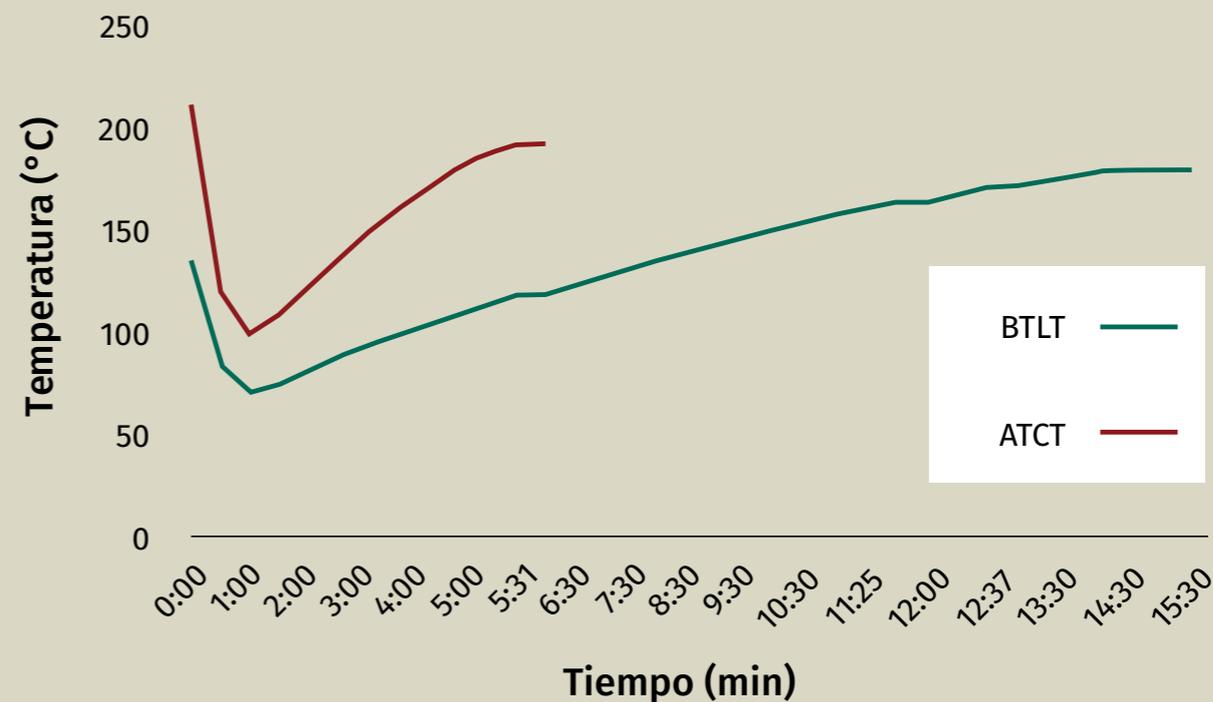


Tabla 2. Parámetros de los perfiles de tueste usados.

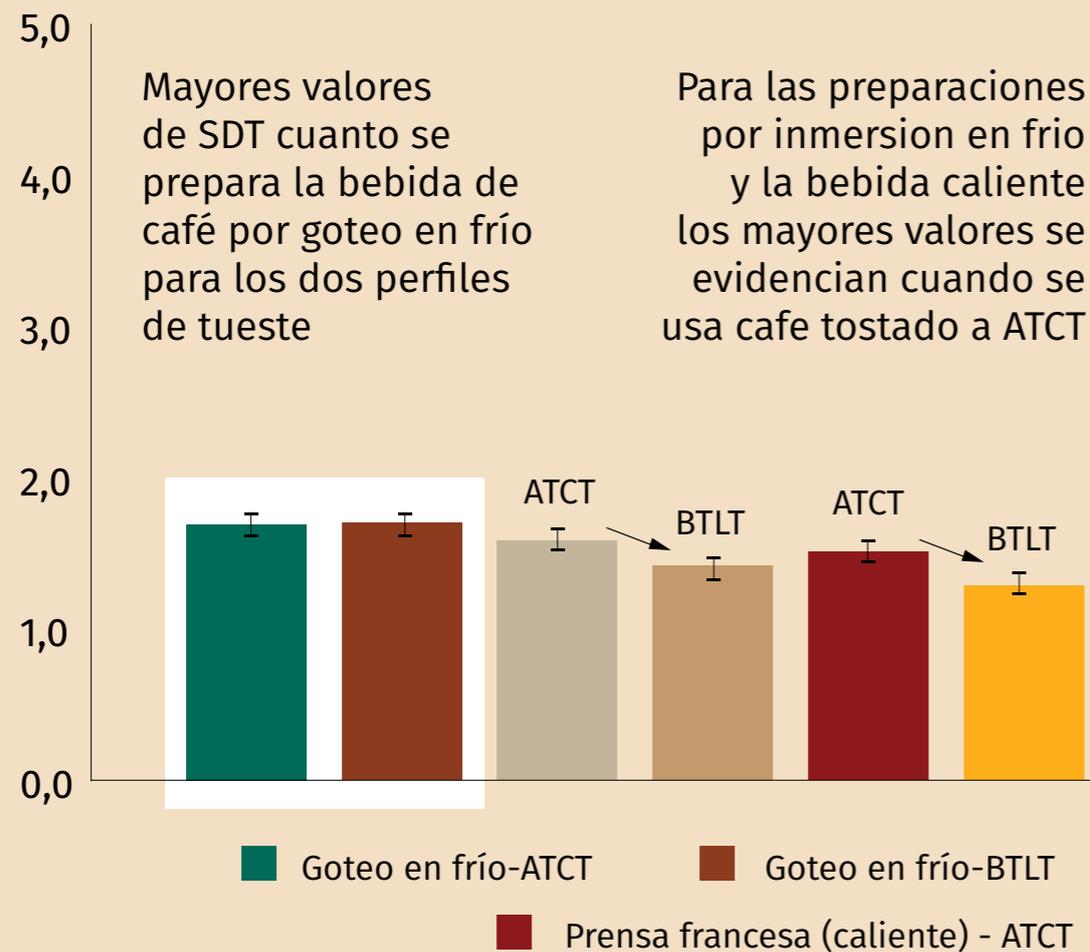
Fuente: elaboración propia.

Parámetros	ATCT	BTLT
Pérdida de peso (%)	15,4±0,8	16,2±0,1
Temperatura inicial (°C)	216,5 ±0,5	140,5 ±2,0
Temperatura final (°C)	195,4 ± 2,0	184,3 ± 0,6
Tiempo de tueste (min)	5,3 ±0,0	15,9± 0,8
Color (L*= luminosidad)	29,7 ±0,4	28,3 ±1,4

Estas muestras se usaron para preparar las bebidas por el método de inmersión y goteo para la extracción en frío (*cold brew*), y el de prensa francesa para la bebida de extracción con agua caliente.

El método de extracción y el perfil de tueste influyen en los valores de sólidos y acidez química de las bebidas preparadas tanto con agua fría como con agua caliente.

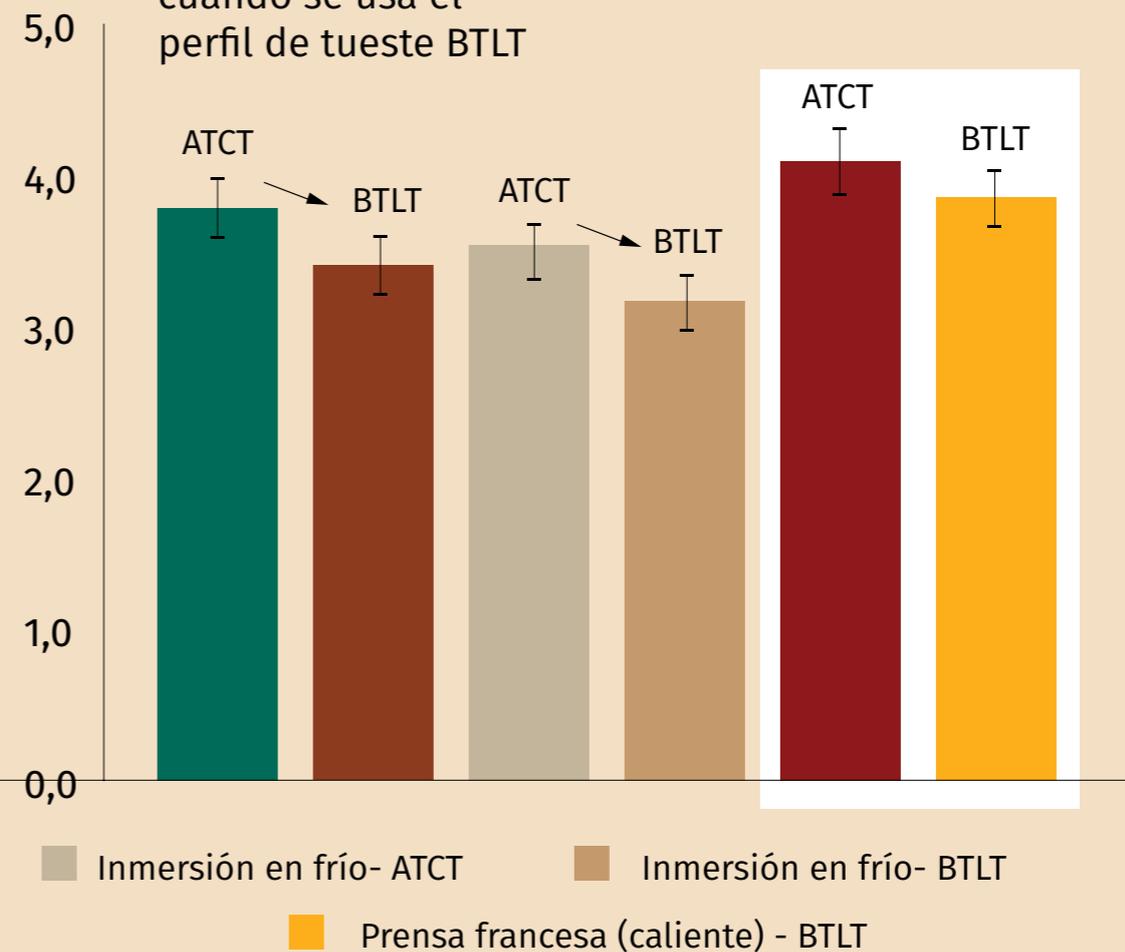
Sólidos disueltos totales (%SDT)*



Acidez química/acidez titulable (AT)*

La acidez tiende a disminuir en todas las bebidas de café cuando se usa el perfil de tueste BTLT

Valores mayores de acidez en el café preparado con agua caliente por Prensa francesa



6.2 ¿Qué sucede químicamente en las bebidas cuando se usa el mismo café con diferente perfil de tueste y métodos de extracción?

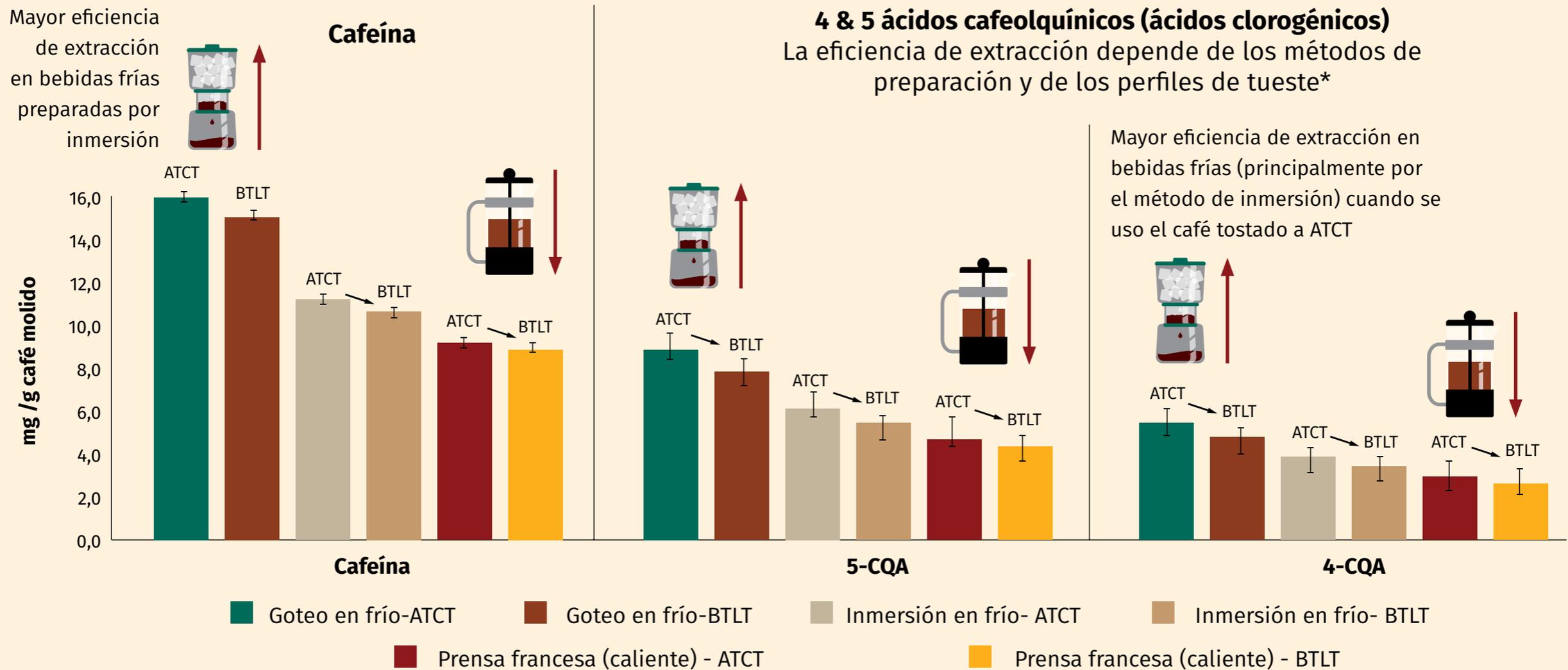
Figura 14. Impacto del perfil de tueste y el método de extracción en la eficiencia de extracción de compuestos no volátiles.

Fuente: elaboración propia.



La eficiencia de extracción de cafeína es influenciada principalmente por el método de preparación*

Una mayor eficiencia de extracción fue lograda en el método de goteo en frío*



*Estadísticamente significativo($p < 0.05$)

6.3 Conozca algunos de los principales compuestos volátiles de su café

Un total de 35 compuestos volátiles fueron identificados en bebidas frías y calientes preparadas con café de ARCAFÉ (Linares), bajo diferentes condiciones de tueste y extracción.

En general, en las bebidas de café prevalecen como compuestos mayoritarios los furanos y pirazinas. También se presentaron aldehídos, cetonas y furanonas, asociados con notas dulces, frutales, malta y manqui-lla, así como algunos fenoles característicos del café.

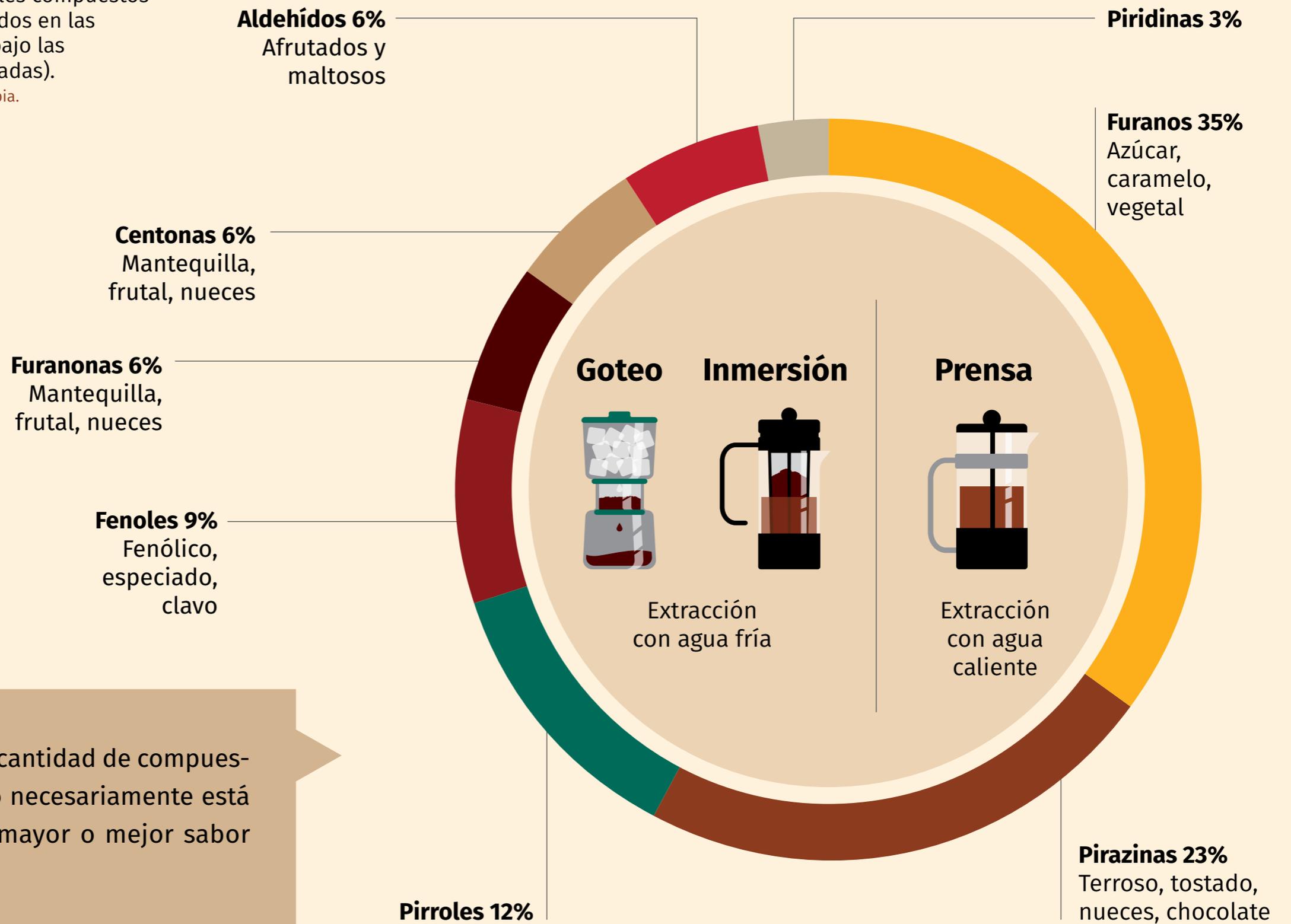
Si bien cada uno de los volátiles posee ciertas características sensoriales asociadas, el impacto de cada uno de ellos dependerá no solo de su abundancia, sino también de factores asociados al individuo y de las propiedades de los compuestos, como, por ejemplo, su umbral de detección y su concentración en la bebida.



Fotografía: Experimentos con café de Linares Nancy Cordoba

Figura 15. Principales compuestos volátiles encontrados en las bebidas de café (bajo las condiciones evaluadas).

Fuente: elaboración propia.



Recuerde: la cantidad de compuestos volátiles no necesariamente está ligada con un mayor o mejor sabor y/o calidad.

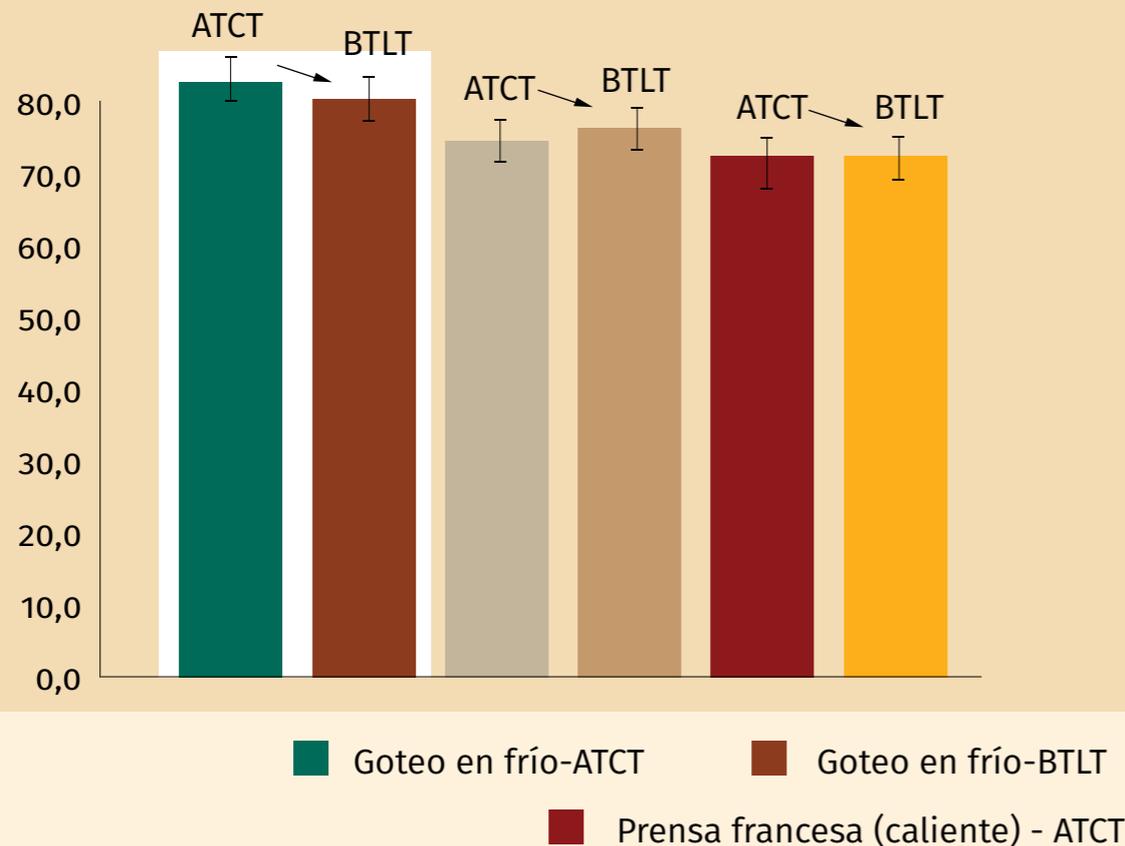
6.4 Cómo afectan el perfil de tueste y el método de extracción los compuestos volátiles de mayor abundancia?

Furanos totales

- La extracción de compuestos pertenecientes a la categoría de furanos esta estrechamente correlacionada con el método de preparación, siendo mayor para las bebidas frías de café preparadas por goteo.



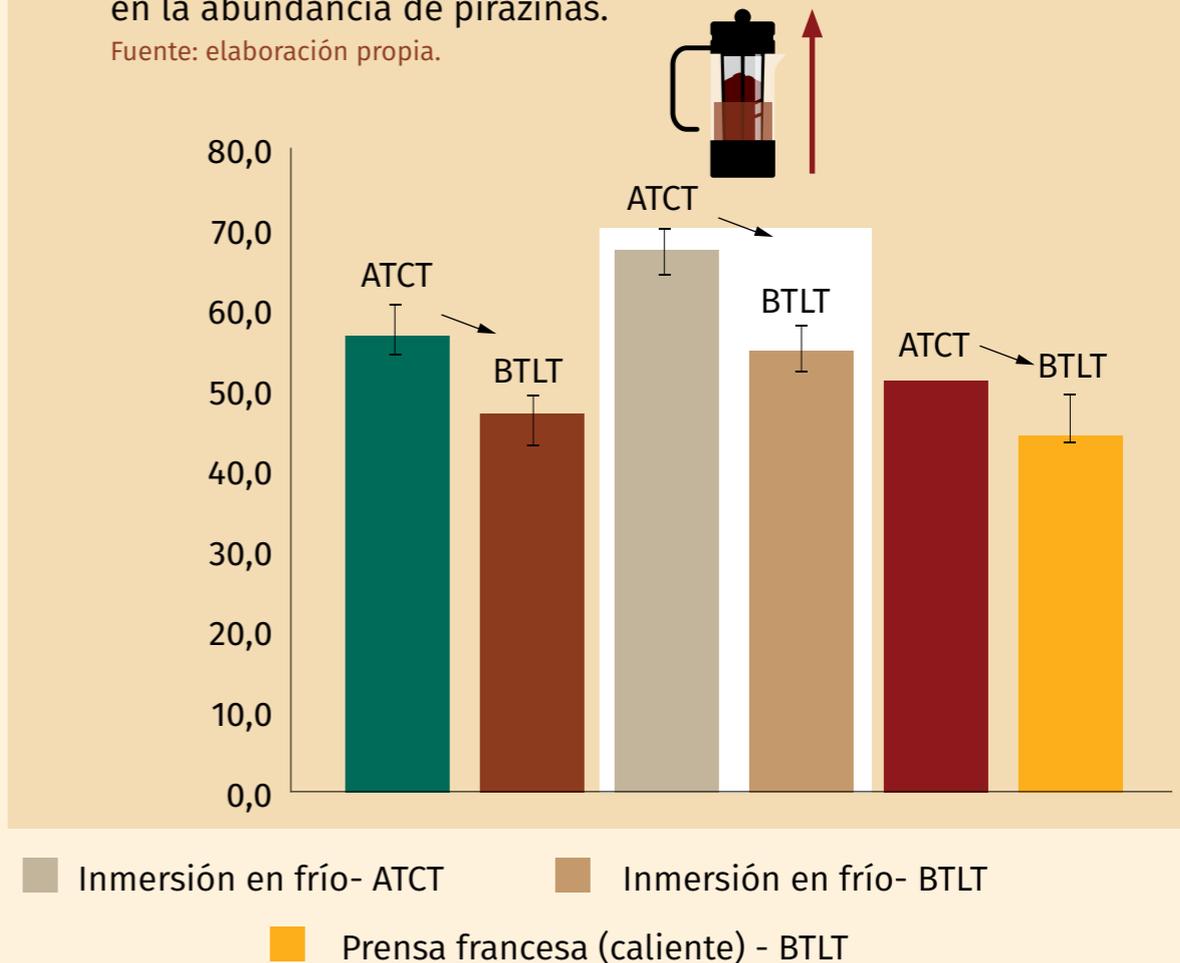
Figura 16. Efecto del perfil de tueste y el método de extracción en la abundancia de furanos.
Fuente: elaboración propia.



Pirazinas totales

- La extracción de estos compuestos dependen del Método de preparación y de las condiciones o perfiles de tueste.
- Una mayor abundancia de estos compuestos fueron encontrados en las bebidas frías preparadas por inmersión usando el café tostado bajo condiciones de alta temperatura y corto tiempo (ATCT)*.

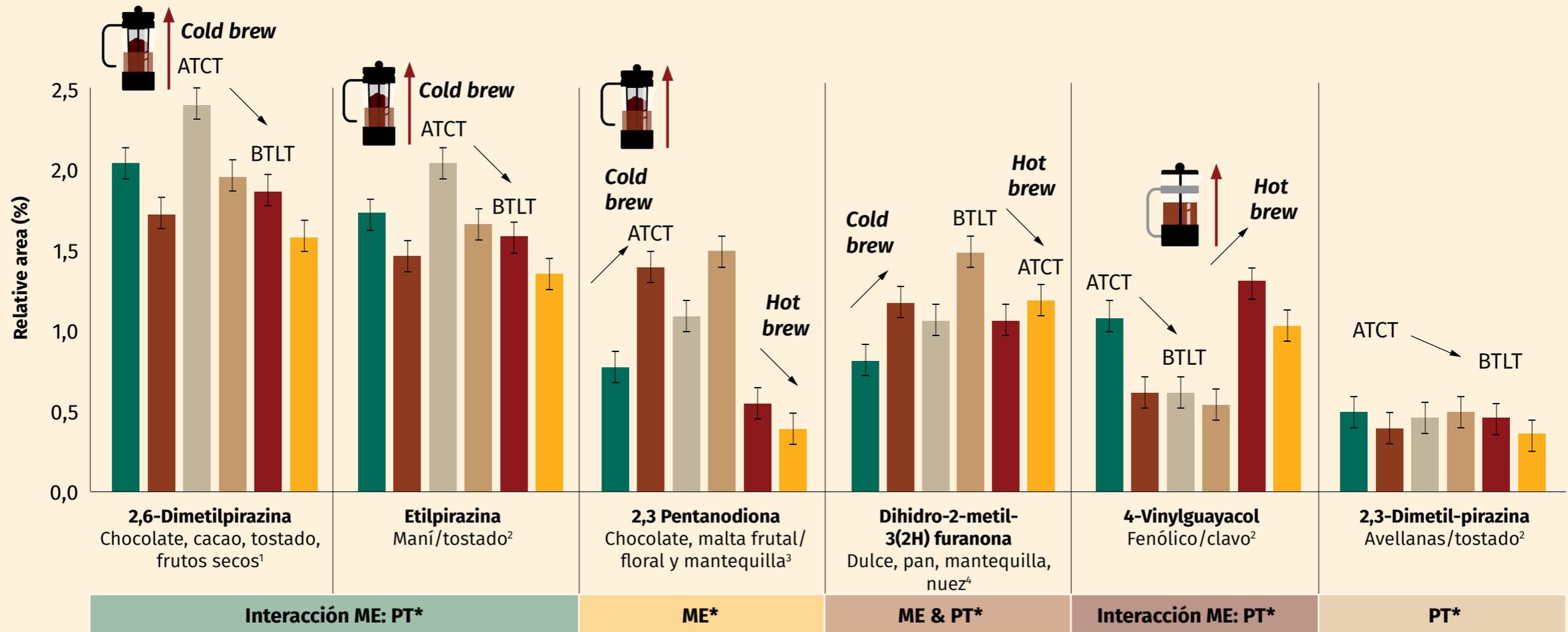
Figura 17. Efecto del perfil de tueste y el método de extracción en la abundancia de pirazinas.
Fuente: elaboración propia.



6.5 ¿Cómo afectan el perfil de tueste y el método de extracción algunos compuestos relevantes en el sabor del café?

Figura 18. Efecto del perfil de tueste y el método de extracción en compuestos volátiles asociados a diferentes olores que se perciben en bebidas de café.

Fuente: elaboración propia.



Efecto significativo de las variables (método de extracción, perfil de tueste y su interacción) sobre cada uno de los compuestos volátiles

ME: Method Extracción. **PT:** Perfil de tueste

■ Goteo en frío-ATCT ■ Goteo en frío-BTLT ■ Inmersión en frío-ATCT ■ Inmersión en frío-BTLT ■ Prensa francesa (caliente)-ATCT ■ Prensa francesa (caliente)-BTLT

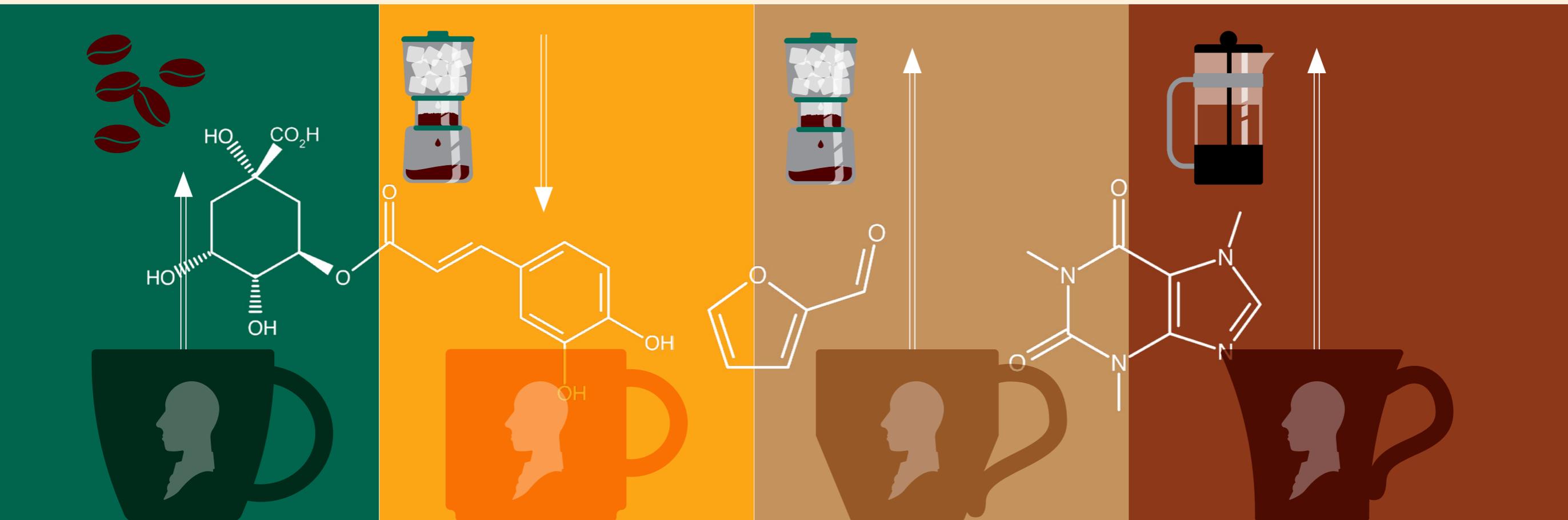
1 Caporaso *et al.*, 2018;
2 Toci *et al.*, 2020;

3 Caporaso *et al.*, 2014;
4 Yerezian *et al.*, 2019

*Estadísticamente significativo($p < 0.05$)
*Cold brew: bebida preparada con agua fría
*Hot brew: Bebida preparada con agua caliente

Figura 19. ¿Qué aprendimos sobre el efecto del perfil de tueste y el método de extracción sobre la fracción volátil de las bebidas de café?

Fuente: elaboración propia.



La abundancia de algunos volátiles específicos relevantes en el sabor y aroma del café cambiaron con los factores evaluados. La mayoría fueron impactados por el perfil de tueste.

Algunas pirazinas disminuyeron en las bebidas preparadas con perfil de baja temperatura (BTLT) y, en general, su mayor abundancia fue detectada en las bebidas de extracción en frío.

Algunas furanonas y cetonas, las cuales se han asociado con notas a mantequilla, anuegadas, dulces y tostadas, también fueron mayores en las bebidas frías.

Algunos fenoles como el 4- vinilguayacol incrementaron en las bebidas de extracción en caliente.

6.6 ¿Los efectos también se evidenciaron en el perfil sensorial de las bebidas?

Figura 20. Efecto en la intensidad de los atributos de sabor y aroma de las bebidas.

Fuente: elaboración propia.

Método de extracción (*)

- Impacta la intensidad en dulzor, las notas a nueces y florales.
- Su intensidad es mayor en las bebidas de extracción en frío, principalmente cuando se usa el método de inmersión.

Perfil de tueste (**)

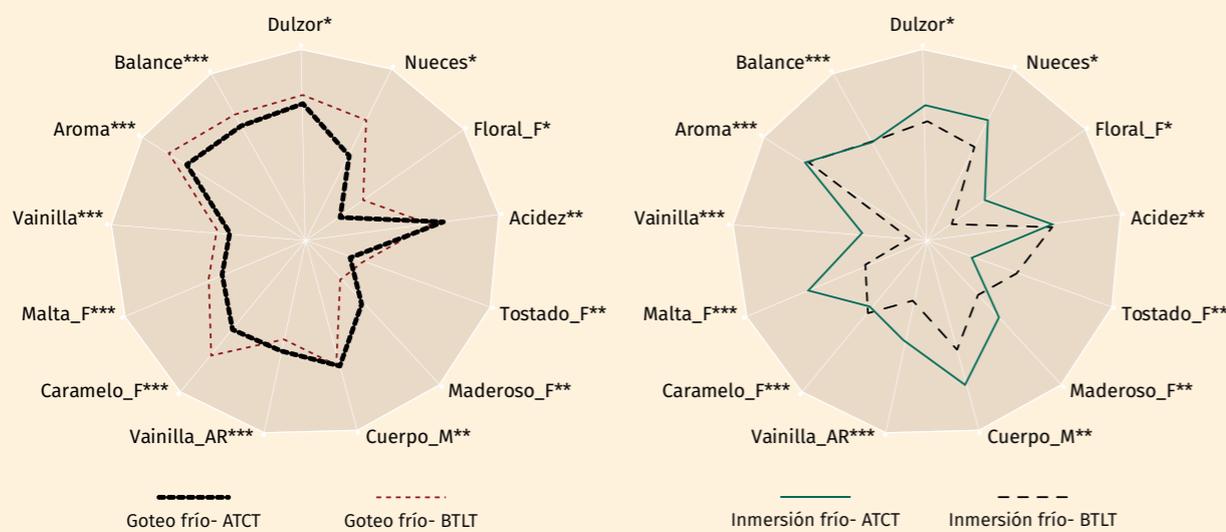
- Con el perfil de tueste ATCT las bebidas fueron percibidas con mayor intensidad en acidez, sabor maderoso y cuerpo con menor intensidad sabor a tostado.

Interacción perfil de tueste y método de extracción (***)

- Estos dos factores son importantes para la intensidad de atributos como vainilla, caramelo, malta, aroma global y balance de las bebidas.

Figura 21. Atributos que cambiaron con el perfil de tueste en las bebidas de extracción con agua fría.

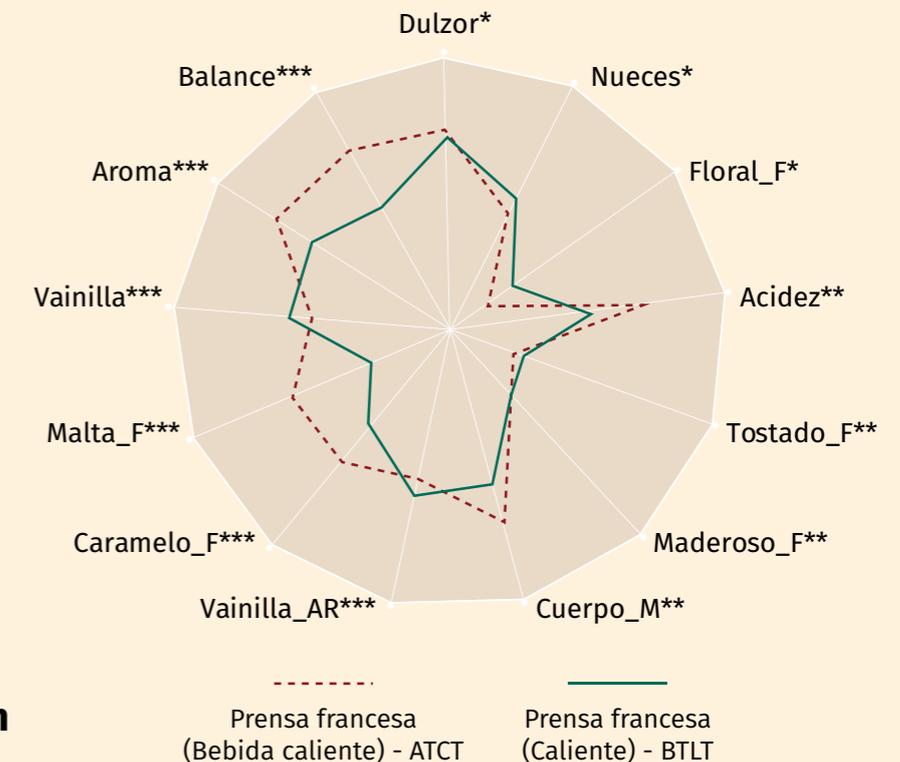
Fuente: elaboración propia.



Bebidas de extracción con agua fría

Figura 22. Atributos que cambiaron con el perfil de tueste en las bebidas de extracción con agua caliente.

Fuente: elaboración propia.



Bebidas de extracción con agua caliente

6.7 Conociendo más nuestro café

Las características fisicoquímicas y sensoriales de las bebidas de café pueden ser moduladas usando diferentes perfiles de tueste y métodos de extracción.

Figura 23. Cambios relevantes en el perfil químico y sensorial de las bebidas de café bajo diferentes perfiles de tueste y métodos de extracción.

Fuente: elaboración propia.

Diferencias métodos para *cold brew*

- Goteo: mayor extracción de compuestos no volátiles (cafeína, trigonelina, ácidos clorogénicos).
- Mayor intensidad en amargo y notas de sabor relacionadas con el tostado.
- Inmersión: bebidas con mayor intensidad en notas relacionadas con aromáticos dulces.

Diferenciación del perfil de tueste

- Las bebidas que se preparan con agua caliente permiten sensorialmente diferenciar mejor los perfiles de tueste usados que las preparadas con agua fría (cold brew).

Bebidas frías vs. calientes

- Diferencias marcadas en la acidez química
- Mayor acidez química en las bebidas preparadas con agua caliente

Perfiles de tueste

- El uso del perfil ATCT incrementa la extracción de sólidos, ácidos clorogénicos y el rendimiento de la extracción comparado con el café tostado a BTLT.
- Perfil ATCT: mayor intensidad en acidez, notas maderosas, sabores a malta y cuerpo (sensación en boca).

Perfil de compuestos volátiles

- ATCT: mayor cantidad de pirazinas. Mayor abundancia de 4-methoxy-4-vinylphenol clave en aroma del café (especiado y clavo).
- BTLT: mayor abundancia de fufurilacetato (floral y herbal/especiado). Mayor cantidad de furanonas (caramelo/dulce): tienden a decrecer en altas intensidades de tueste (250 °C/20 min)



**Siguiendo la ruta de la
agregación de valor:
extractos concentrados
de café**



Fotografía: nombre apellido

El proceso de concentración puede ser necesario para la producción de extractos de café concentrados porque reduce los costos de producción relacionados con el almacenamiento, el transporte, el empaque y la distribución, además puede aumentar la vida útil. Los procesos de concentración incluyen tratamiento térmico (evaporación), tecnología de membranas (ósmosis inversa) y concentración por congelación. Sin embargo, algunos procesos, como, por ejemplo, la evaporación, pueden afectar las propiedades nutricionales y sensoriales del producto, mientras que otros, como

la tecnología de membranas, pueden resultar muy costosos. Así, la crioconcentración se ha implementado como una alternativa en la industria alimentaria con el fin de preservar la calidad nutricional, sensorial y funcional de los productos procesados. La crioconcentración es una tecnología de concentración que consiste en enfriar soluciones hasta que se forma hielo, y luego la porción helada se separa del líquido para aumentar el contenido de sólidos del extracto.

En el proceso de crioconcentración la técnica de película descendente (FFFC) se ha establecido como una

técnica viable que permite producir productos concentrados de alta pureza utilizando equipos simples y económicos. En la FFFC el líquido para la concentración circula sobre una placa de enfriamiento vertical, de modo que se forma una sola capa de hielo sobre la superficie fría. Esta técnica permite obtener extractos concentrados de café que pueden usarse posteriormente en estado líquido (directamente o diluidos), o someterse a operaciones adicionales de secado a fin de obtener cafés solubles.

Café especial



ARCAFÉ (Linares)
Cosecha: 2017 y 2018

7.1 Qué sucede cuando se utilizan otras formas de agregar valor a los cafés especiales?

Evaluamos el efecto de la crioconcentración por película descendente en la composición química y sensorial de las bebidas obtenidas.

Figura 24. Aproximación experimental usada para evaluar el efecto de nuevas formas de agregar valor al café.

Fuente: elaboración propia.

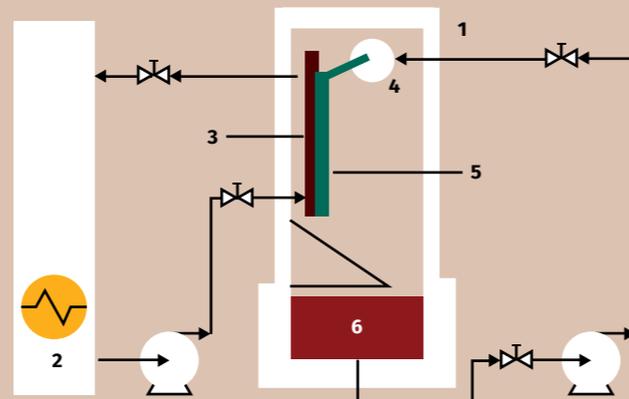
Preparación en frío

Goteo

Inmersión

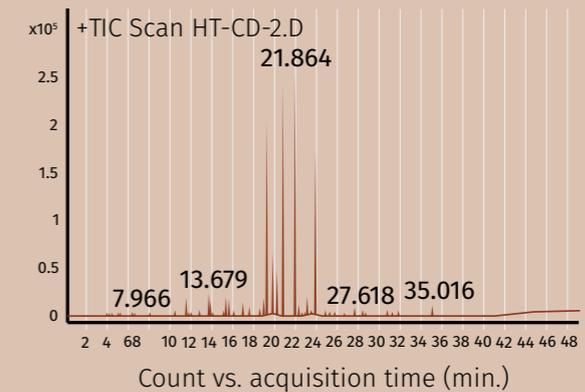
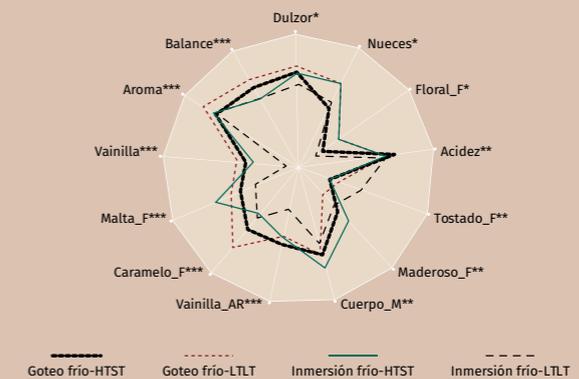


Concentración



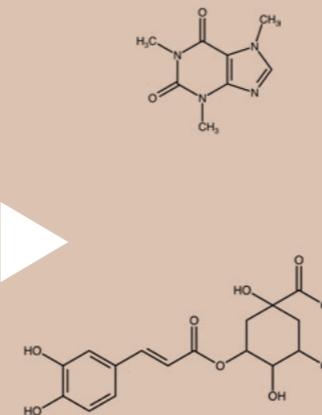
Crioconcentración por película descendente (FFFC)

Impacto



Preparación en caliente

Prensa francesa



Composición química y perfil sensorial

7.2 ¿Qué características presentan los extractos de café especial después de ser crioconcentrados?

La aplicación de la crioconcentración incrementa los sólidos y compuestos bioactivos de las bebidas preparadas con agua fría y caliente.

Figura 25. Concentración de sólidos disueltos totales en la bebida antes y después de aplicar la crioconcentración.

Fuente: elaboración propia.

Sólidos solubles totales (%)

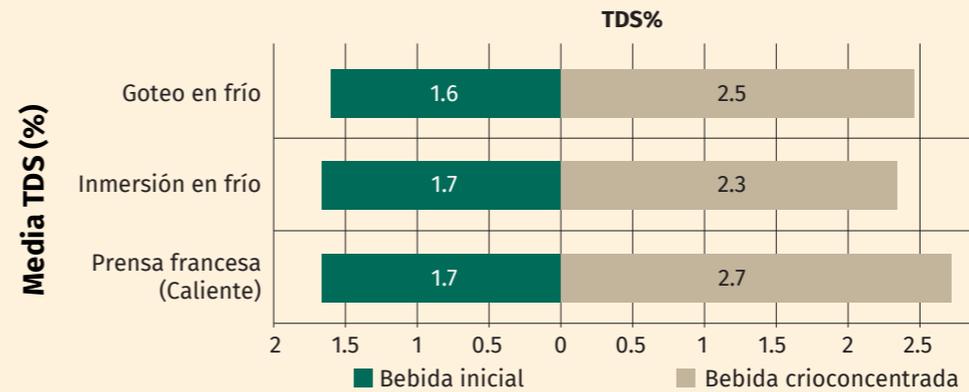
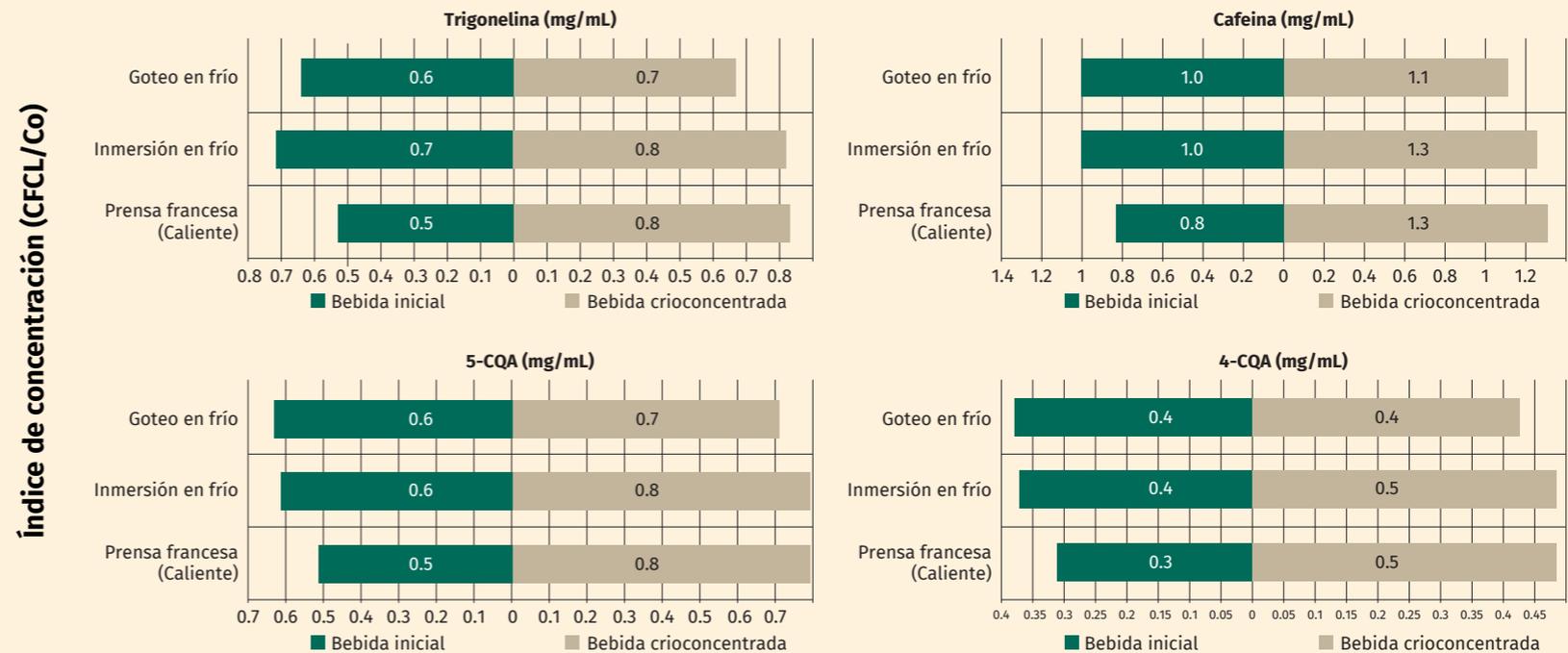


Figura 26. Relación de compuestos bioactivos en la bebida crioconcentrada con respecto a la inicial.

Fuente: elaboración propia.

Relación de compuestos bioactivos en la bebida crioconcentrada con respecto a la inicial



Co = concentración en la bebida sin crioconcentrar
CFCL = Concentración en la bebida Crioconcentrada
5-CQA y 4-CQA = ácidos cafeoilquinínicos-ácidos clorogénicos

*Estadísticamente significativo ($p < 0.05$)

7.3 ¿Qué pasa con los compuestos químicos volátiles en los extractos de café especial después de ser crioconcentrados?

La mayoría de los compuestos volátiles son preservados en los extractos después de ser crioconcentrados.

Figura 27. Porcentaje del número de compuestos volátiles que son preservados en las bebidas después de aplicar la crioconcentración.

Fuente: elaboración propia.



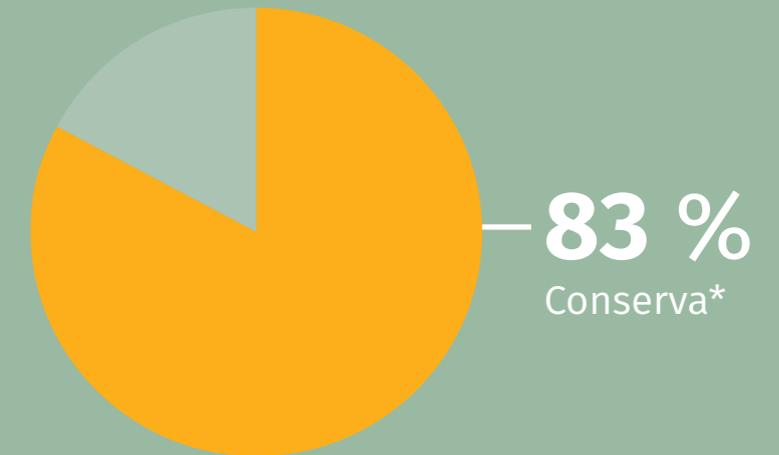
La pérdida de algunos compuestos podría verse afectada por el movimiento del fluido en el equipo de crioconcentración (FFFC).

* Prueba de diferencia significativa, $p < 0.05$

Caliente



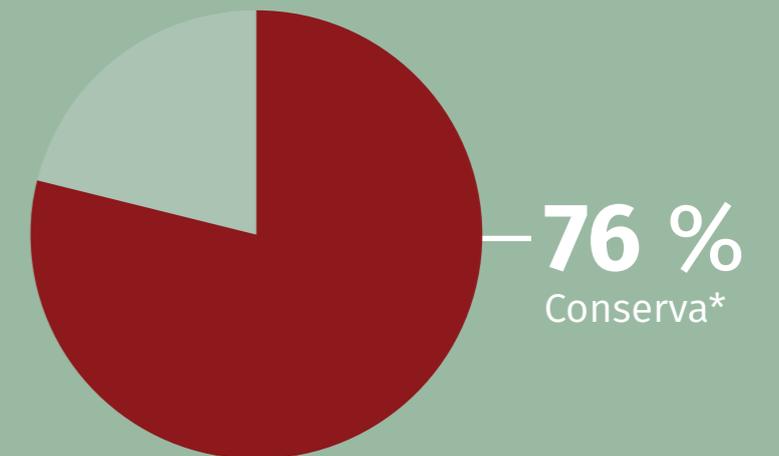
Prensa francesa



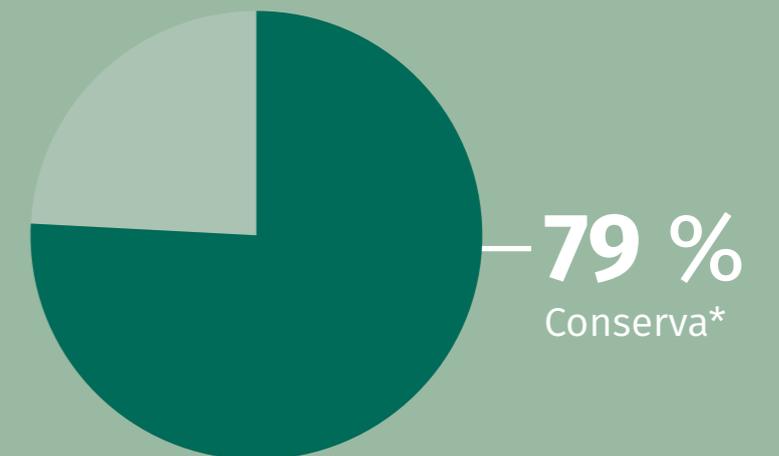
En frío



Inmersión



Goteo



7.4 ¿Qué sucede con el perfil sensorial de los extractos de café especial después de ser crioconcentrados?

- En general, las bebidas crioconcentradas preservaron la intensidad en atributos considerados importantes en cafés especiales tales como: la percepción global, el aroma, las notas relacionadas con el dulzor y la acidez.
- La bebida fría preparada por goteo fue la que menos cambios sensoriales presentó al ser crioconcentrada, sin embargo, se debe resaltar que esta bebida alcanzó el menor índice de concentración después del proceso.

Figura 28. Atributos sensoriales que no cambiaron por el efecto de la crioconcentración en bebidas de café preparadas por diferentes métodos.

Fuente: elaboración propia.

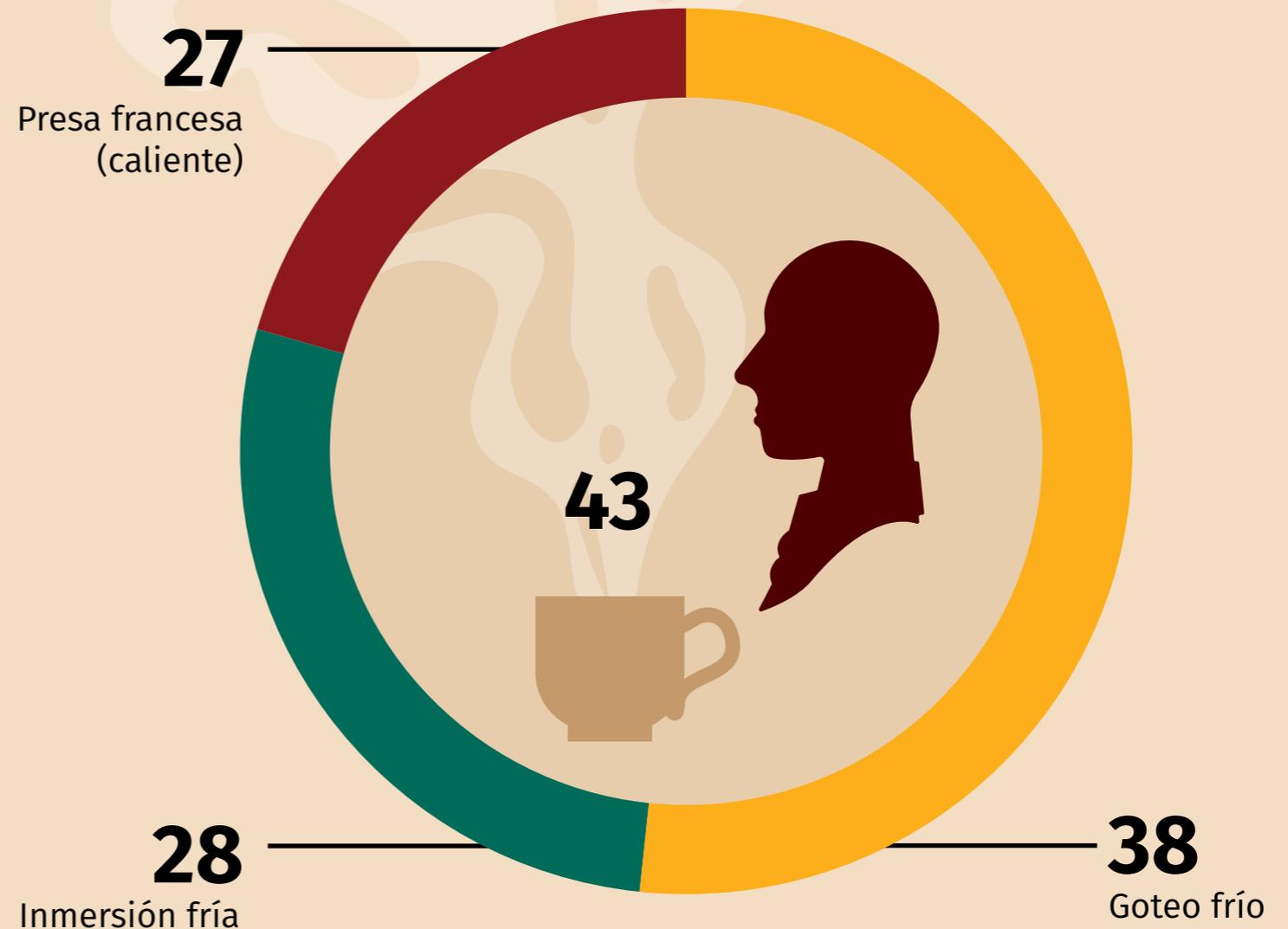


Figura 29. Intensidad de los atributos que no cambiaron por la aplicación de la crioconcentración en las diferentes bebidas de café.

Fuente: elaboración propia.



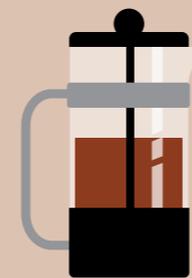
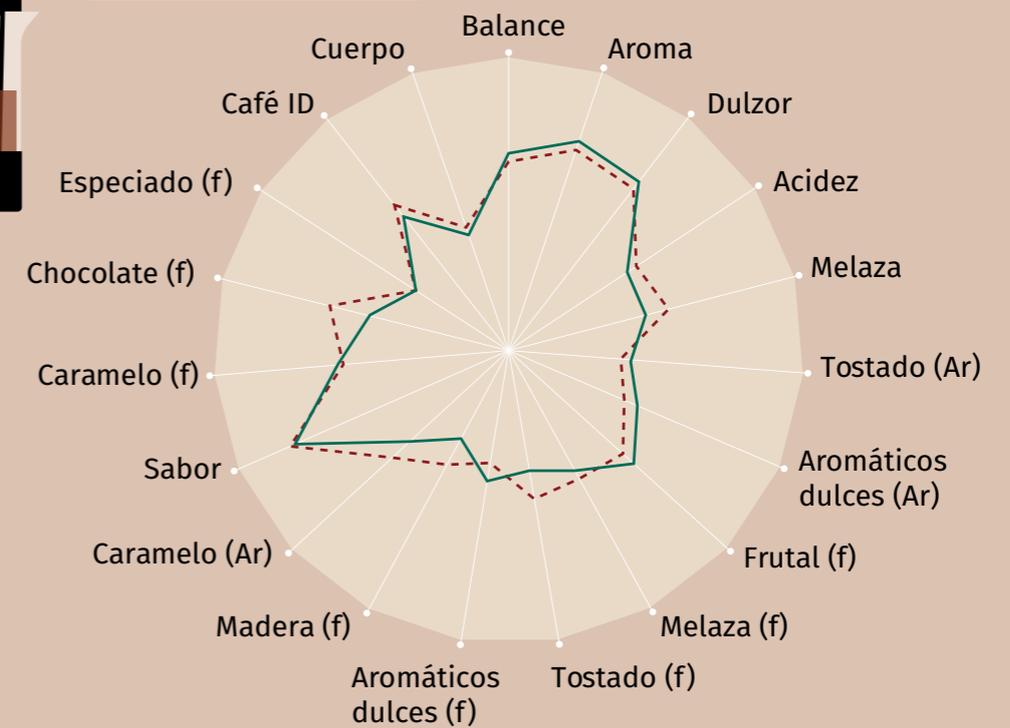
Sin crioconcentrar

Después de crioconcentración

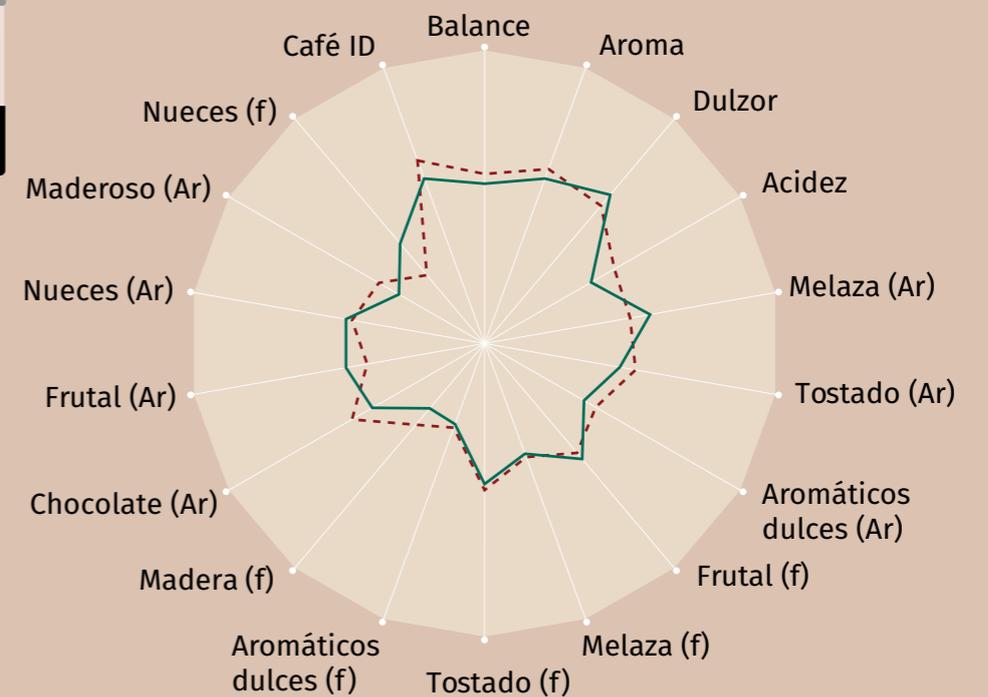
Prueba de diferencia significativa, $p < 0.05$



Inmersión en frío*



Prensa francesa (caliente)*



7.5 Qué sucede con el perfil sensorial de los extractos de café especial después de ser crioconcentrados?

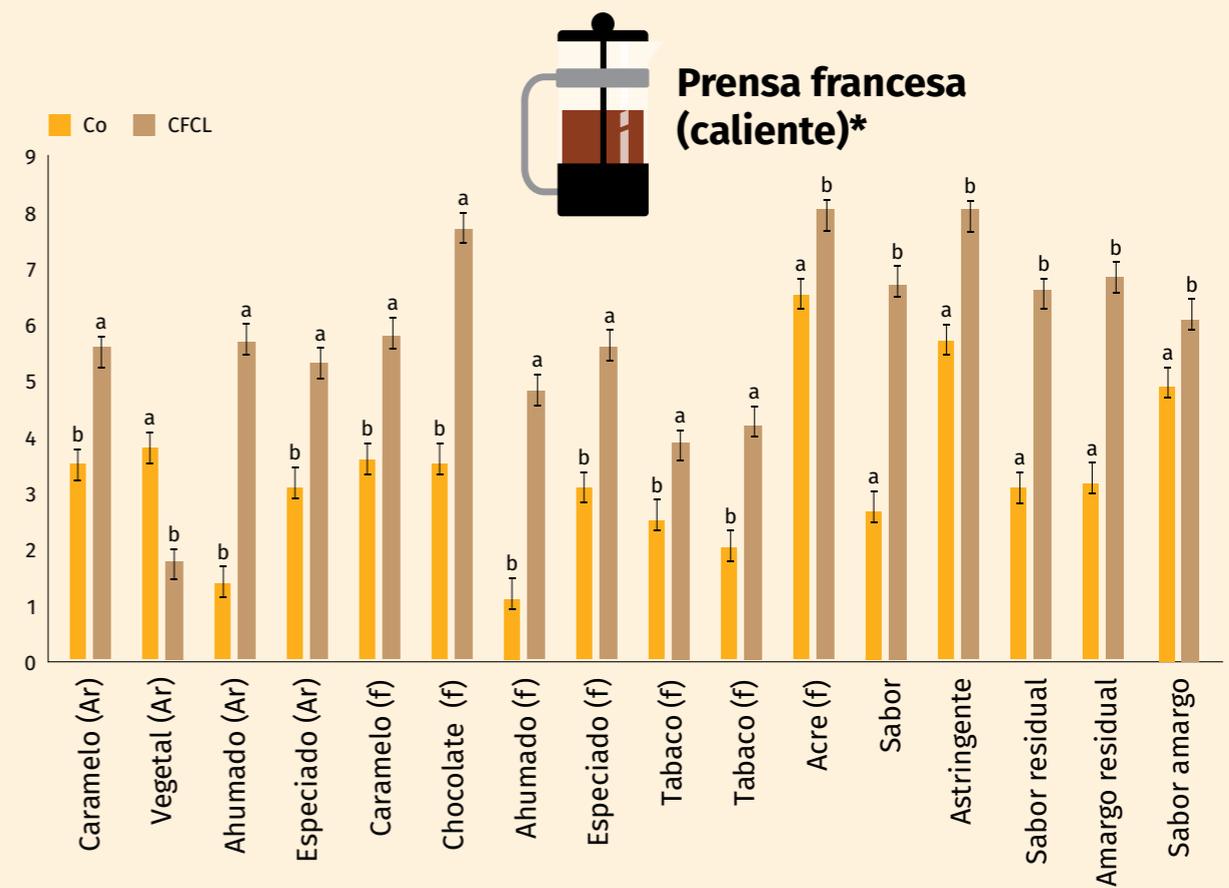
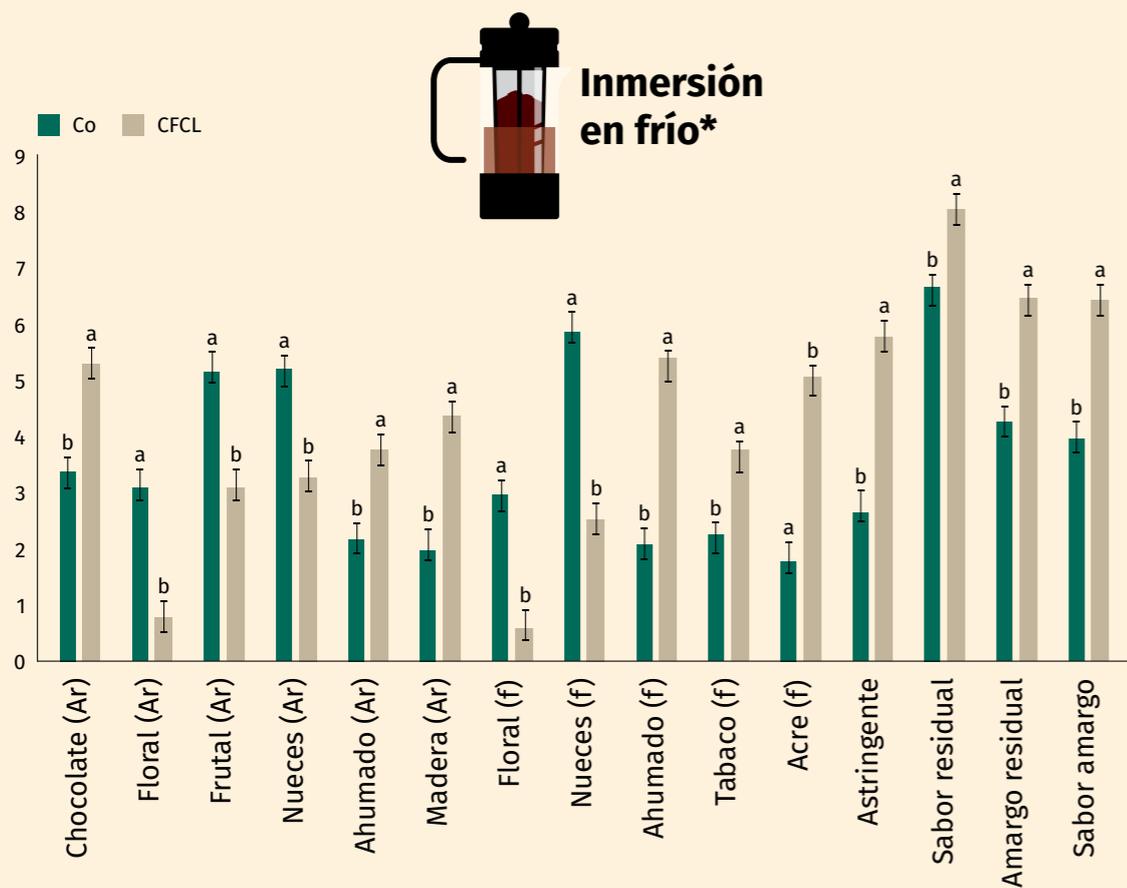
Los cambios en el perfil sensorial fueron evidenciados, principalmente, en las bebidas de preparación en frío por inmersión y en la bebida caliente (prensa francesa).

Figura 30. ¿Qué cambió en el nivel sensorial?

Fuente: elaboración propia.

La tendencia general estuvo centrada en un incremento de las notas tostadas a chocolate o cacao, la astringencia, el sabor amargo y el sabor residual.

El aumento en la intensidad de algunos atributos sensoriales puede relacionarse con el incremento en los sólidos después de aplicar la crioconcentración, especialmente para aquellos atributos relacionados con sabores a tostado, amargo, astringencia y cuerpo.



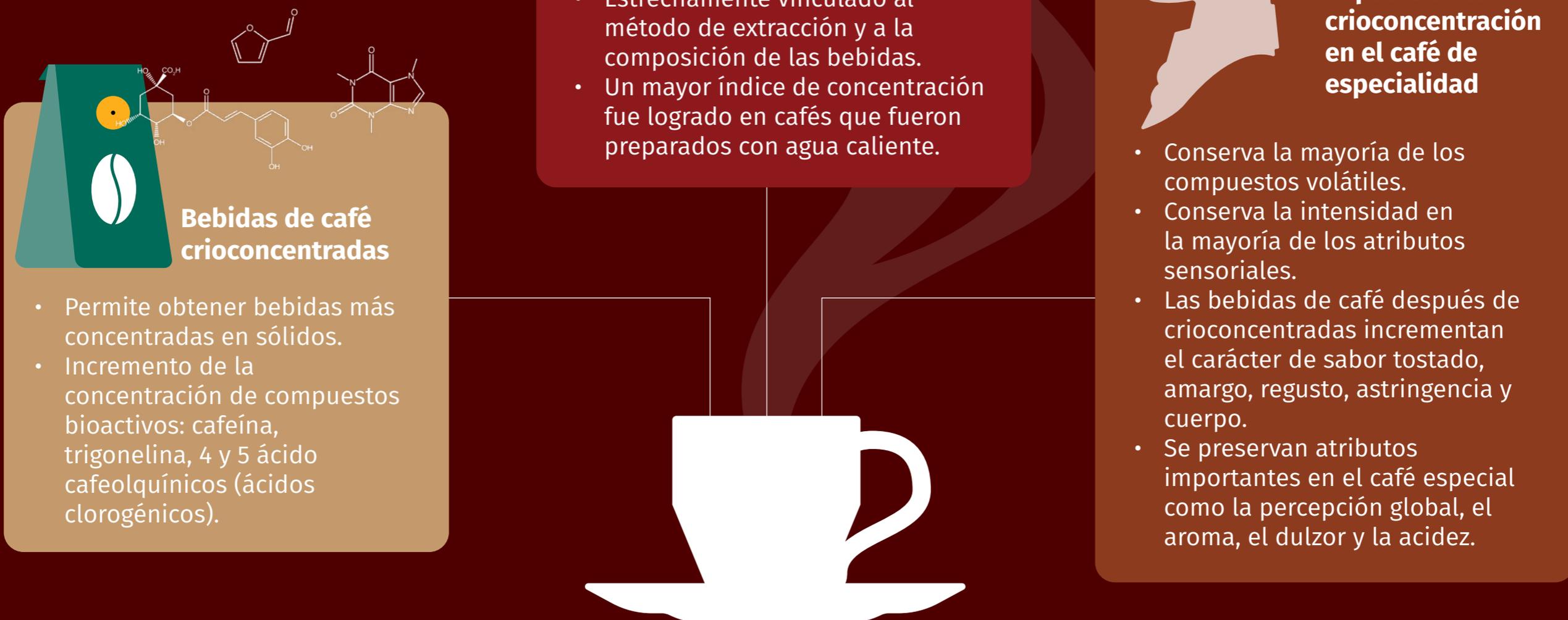
Co = bebida sin crioconcentrar.
CFCL = bebida crioconcentrada

* Bebidas que presentaron mayores diferencias.
Prueba de diferencia significativa, $p < 0.05$

7.6 ¿Qué aprendimos sobre el efecto de la aplicación de nuevas formas de agregación de valor en café especial?

Figura 31. Algunas consideraciones sobre la aplicación de nuevas formas de agregación de valor.

Fuente: elaboración propia.





Lecciones aprendidas

Figura 32. Del grano a la taza: hacia un mejor entendimiento de los procesos de agregación de valor en la cadena de cafés especiales.

Fuente: elaboración propia.



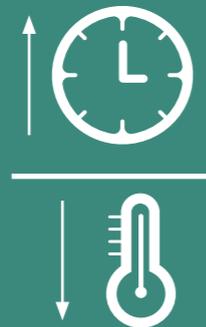
Café de especialidad de Linares

- Se caracteriza por su intensidad en notas de sabor dulce y una acidez media.
- Mayor intensidad en notas relacionadas con la percepción de dulzor, principalmente asociados a notas de panela y caramelo.



Calidad de grano de café verde o almendra (especial y no especial)

- Granos defectuosos modifican el perfil volátil y genera notas de sabor indeseables tanto para la extracción en frío como en caliente; cambios mayormente percibidos en las bebidas preparadas con agua caliente.
- Para la extracción en frío, los granos defectuosos disminuyen sobre todo características deseables como la intensidad en notas relacionadas con la percepción de dulzor, el aroma y el sabor.



Perfiles de tueste Tiempo/temperatura

- Permiten modular las características de las bebidas de café, generando una mayor cantidad de compuestos químicos en los perfiles de alta temperatura y corto tiempo, con una mayor intensidad sensorial en acidez y cuerpo, mientras que los perfiles de baja temperatura incrementan algunas notas relacionadas con tostado y amargo.



Crioconcentración de cafés especiales

- La crioconcentración de bebidas frías y calientes aplicada según nuestro mejor conocimiento, por primera vez con cafés especiales, permite obtener una mayor concentración de sólidos preservando compuestos bioactivos, volátiles y su perfil sensorial básico; sin embargo, el desempeño de la técnica parece estar asociado al método de extracción usado en la preparación de las bebidas.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que han hecho parte de este gran viaje explorando los sabores de un producto que nos identifica como colombianos. Seguimos trabajando en ello. En esta oportunidad, agradecemos especialmente a los productores de café de ARCAFE-Linares, por brindarnos la oportunidad de acceder a su café de alta calidad, a todos los productores, especialmente a Don Fidencio Chamorro y a Fernando Ibarra.

A la Universidad de La Sabana, Doctorado en Biociencias, Minciencias convocatoria 727 (2015) y a Catholic Relief Services (CRS).

Al Dr. Mario Fernández, Dra. Coralia Osorio, Dr. Luis Eduardo Díaz, Dr. Sergio Cuervo... por su asesoría desde diferentes áreas del conocimiento.

Nada hubiese sido posible sin el apoyo y en entusiasmo en el aprendizaje de nuevas alternativas en el análisis sensorial, de empresas colombianas y personas comprometidas en el desarrollo de estrategias innovadores en el sector café:

- Cafe y Procesos S.A.S
- Inconexus/Cafecultor
- Café 18/Banexport
- Lohas beans
- Caravela Coffee
- Devoción café
- Juan Espinel
- Julio Villaneda
- Luis Felipe Trujillo
- José Luis Escobar
- Johnny Tovar
- Annamaria Filomena
- Cristian Montaña
- Fernando Gómez
- Ana María Montoya
- Salomón Winogrand
- Paola Benavides

A todos los estudiantes voluntarios, personal administrativo y de laboratorios de la Facultad de Ingeniería. Especialmente a los estudiantes Manuel Osorio y Laura Pataquiva, M.Sc.

Lista de figuras

Figura 1. Socios activos.	10	Figura 13. Curva tiempo-temperatura para los perfiles de tueste evaluados.	31
Figura 2. Principales datos de la labor cafetera de ARCAFÉ.	11	Figura 14. Impacto del perfil de tueste y el método de extracción en la eficiencia de extracción de compuestos no volátiles.	33
Figura 3. Método convencional para producir cafés lavados.	12	Figura 15. Principales compuestos volátiles encontrados en las bebidas de café (bajo las condiciones evaluadas).	35
Figura 4. Perfil sensorial global del café de ARCAFÉ-Linares (cosecha 2018-2019)*.	14	Figura 16. Efecto del perfil de tueste y el método de extracción en la abundancia de furano.	36
Figura 5. Intensidad de las notas sensoriales más frecuentes*.	16	Figura 17. Efecto del perfil de tueste y el método de extracción en la abundancia de pirazinas.	36
Figura 6. Principales etapas consideradas en la valoración de la calidad sensorial y química el café.	19	Figura 18. Efecto del perfil de tueste y el método de extracción en compuestos volátiles asociados a diferentes olores que se perciben en bebidas de café.	37
Figura 7. Aproximación experimental usada para evaluar el efecto de la calidad de la almendra en las bebidas de café.	23	Figura 19. ¿Qué aprendimos sobre el efecto del perfil de tueste y el método de extracción sobre la fracción volátil de las bebidas de café?	38
Figura 8. Porcentaje de cambio en intensidad de atributos sensoriales de las bebidas de café.	24	Figura 20. Efecto en la intensidad de los atributos de sabor y aroma de las bebidas.	39
Figura 9. Cambios relevantes en la intensidad de atributos sensoriales específicos (<i>cold brew</i> vs. bebida caliente).	25	Figura 21. Atributos que cambiaron con el perfil de tueste en las bebidas de extracción con agua fría.	39
Figura 10. Algunos volátiles que cambiaron en función de la calidad del café verde (almendra).	26	Figura 22. Atributos que cambiaron con el perfil de tueste en las bebidas de extracción con agua caliente.	39
Figura 11. Efecto de la calidad de la almendra en las bebidas frías y calientes de café.	27	Figura 23. Cambios relevantes en el perfil químico y sensorial de las bebidas de café bajo diferentes perfiles de tueste y métodos de extracción.	40
Figura 12. Aproximación experimental usada para evaluar el efecto del tipo de tueste y tipo de extracción sobre la calidad química y sensorial de las bebidas de café.	30		

Lista de tablas

Figura 24. Aproximación experimental usada para evaluar el efecto de nuevas formas de agregar valor al café.	43
Figura 25. Concentración de sólidos disueltos totales en la bebida antes y después de aplicar la crioconcentración.	44
Figura 26. Relación de compuestos bioactivos en la bebida crioconcentrada con respecto a la inicial.	44
Figura 27. Porcentaje del número de compuestos volátiles que son preservados en las bebidas después de aplicar la crioconcentración.	45
Figura 28. Atributos sensoriales que no cambiaron por el efecto de la crioconcentración en bebidas de café preparadas por diferentes métodos.	46
Figura 29. Intensidad de los atributos que no cambiaron por la aplicación de la crioconcentración en las diferentes bebidas de café.	47
Figura 30. ¿Qué cambió en el nivel sensorial?	48
Figura 31. Algunas consideraciones sobre la aplicación de nuevas formas de agregación de valor.	49
Figura 32. Del grano a la taza: hacia un mejor entendimiento de los procesos de agregación de valor en la cadena de cafés especiales.	51

Tabla 1. Recomendaciones para mantener la calidad del café.	28
--	----

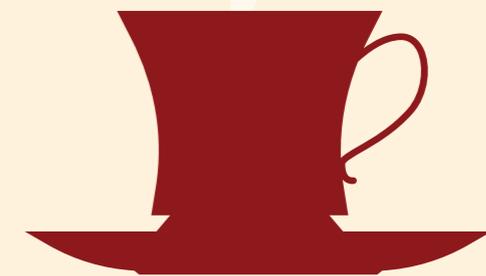
Tabla 2. Parámetros de los perfiles de tueste usados.	31
--	----

Referencias

Cordoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F. L., & Ruiz, Y. (2020). Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 45–60. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2019.12.004>

Córdoba, N., Moreno, F. L., Osorio, C., Velásquez, S., & Ruiz, Y. (2021). Chemical and sensory evaluation of cold brew coffees using different roasting profiles and brewing methods. *Food Research International*, 141, 110141. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2021.110141>

Córdoba, N., Moreno, F.L., Osorio, C., Velásquez, S., Fernandez-Alduenda, M., Ruiz-Pardo, Y. (2021). Specialty and regular coffee bean quality for cold and hot brewing: Evaluation of sensory profile and physicochemical characteristics. *LWT*, 145, 111363. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111363>.



DEL GRANO A LA TAZA

Se terminó en la ciudad
de Bogotá, Colombia
en el año 2023

