

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DE TRES TIPOS DE BENEFICIADO SOBRE EL CONTENIDO DE
POLIFENOLAS EN CINCO VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea arabica*)**

POR:

JULIA IRENE VALERIO AVILA

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO



CATACAMAS

DICIEMBRE, 2023

OLANCHO

EFFECTO DE TRES TIPOS DE BENEFICIADO SOBRE EL CONTENIDO DE
POLIFENOLAS EN CINCO VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea arábica*)

POR

JULIA IRENE VALERIO AVILA

JHUNIOR ABRAHAN MARCÍA FUENTES

Asesor Principal

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

CATACAMAS

DICIEMBRE, 2023

OLANCHO

DEDICATORIA

A **DIOS**, por haberme dado la sabiduría y perseverancia necesaria en todo momento a lo largo de este trayecto lleno de triunfos y tropiezos que me han enseñado que, su bondad y misericordia siempre han estado presentes en mi vida para el cumplimiento de mis metas y sueños.

A mi madre **SALY VALERIO** por su incondicional apoyo, consejos y palabras de motivación que han servido de pilar base en mi vida, siendo ella mi principal motivo de inspiración para seguir alcanzando más triunfos y objetivos, ya que es una madre soltera que lo ha dado todo por sus hijos.

A mi abuela **DILCIA AVILA** por siempre creer y confiar en mí, brindándome todo su amor y cariño en los momentos más necesarios de mi vida, a mi hermano **FERNANDO VALERIO** por motivarme siempre a anhelar éxitos en mi vida académica y profesional, a mi tía **KARINA VALERIO** por ser parte especial en mi familia brindándome su apoyo absoluto en todo momento.

A los demás miembros de mi familia, amigos y personas que han aportado de manera positiva en mi vida para poder alcanzar este peldaño más, el cual ha sido crucial para mi formación académica.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **DIOS** principalmente por haberme permitido culminar este trabajo de manera satisfactoria, demostrándome cada vez más que la clave del éxito es colocarlo a él sobre todas las cosas que queremos alcanzar.

A mis asesores **JHUNIOR MARCÍA, M. Sc. KEISY PERALTA** y sobre todo al **M. Sc. CARLOS AMADOR ZELAYA** quien me brindo su apoyo en todo momento durante el desarrollo de este trabajo, docente al cual admiro mucho por su empatía, organización, inteligencia y dedicación en su labor hacia los estudiantes.

A los profesores de la Universidad Austral de Chile, **LUCIA ALARCON, OCIEL MUÑOZ, OLGA GARCIA y NICOL URIBE** por ser personas tan gentiles y bondadosas que me apoyaron incondicionalmente en el desarrollo de mi trabajo de investigación durante mi estadía en su institución.

A la empresa **COMSA** especialmente a, **DAGOBERTO PEREZ, ROMMEL MELGHEM y GUILLERMO MÁRQUEZ**, quienes me brindaron su ayuda y contribución significativa.

A mis amigos, **MAYRIN BAUTISTA, FABRICIO JUÁREZ, GREYSSI MORALES**, y **ANNETTE BU**, que son personas que me han apoyado e impulsado en todo momento a cumplir mis metas, a ti **DYLAN SOSA** que te has convertido en una persona especial en mi vida que me ha acompañado y motivado en todo momento a perseguir y alcanzar mis sueños y objetivos.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
LISTA DE TABLAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. El café	3
3.1.1. El café a nivel mundial	3
3.1.2. El café en Honduras.....	3
3.1.3. Taxonomía del café	4
3.1.4. Composición química y física del café.....	4
3.2. Beneficiado del café.....	6
3.2.1. Lavado	6
3.2.2. Honey o melado.....	6
3.2.3. Natural	7
3.3. Secado.....	7
3.4. Catación de café.....	8
3.5. Los polifenoles.....	10

3.5.1.	Importancia de los polifenoles en el café	10
3.5.2.	Relación de polifenoles con atributos sensoriales	10
3.5.3.	Inestabilidad de los polifenoles en condiciones de procesamiento	11
3.5.4.	Métodos para determinar el contenido de polifenoles.....	11
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1.	Localización de la investigación.....	13
4.2.	Materiales y equipos para la investigación	13
4.3.	Método	14
4.4.	Metodología	14
	Fase 1. Toma de muestras.....	15
	Fase 2. Evaluación sensorial	15
	Fase 3. Preparación de la curva de ácido gálico y del extracto de las muestras de café	16
	Fase 4. Determinación de polifenoles en las muestras y en los patrones de ácido gálico	17
4.5.	Diseño experimental y análisis estadístico	21
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
5.1.	Resultados del perfil en taza de las variedades de café	22
		23
5.2.	Evaluación de los atributos sensoriales de acuerdo a los tipos de beneficiado.	24
5.3.	Contenido de polifenoles totales en las variedades de café	26
5.4.	Influencia del beneficiado sobre el contenido de polifenoles totales en el café. ...	27
VI.	CONCLUSIONES	29
VII.	RECOMENDACIONES	30
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS		36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del café	4
Tabla 2. Composición química del grano de café (100 g).....	5
Tabla 3. Descripción de los equipos, materiales y reactivos utilizados en la investigación	13
Tabla 4. Escala y descripción de cada categoría de la calidad de la taza del café.....	16
Tabla 5. Orden de adición de reactivos (ml)	16
Tabla 6. Orden de adición de los reactivos para la determinación de polifenoles en los patrones de ácido gálico (ml).....	18
Tabla 7. Registro de los datos de absorbancia para la curva patrón (nm)	18
Tabla 8. Orden de adición de los reactivos para la determinación de polifenoles en las muestras de café (µl)	19
Tabla 9. Puntuación en taza de acuerdo a los tipos de beneficiado	23
Tabla 10. Influencia del beneficiado de café sobre el contenido de polifenoles.	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Curva patrón de ácido gálico y su función lineal con valores de intercepto, pendiente y R^2	20
Figura 2. Puntaje en taza de las variedades evaluadas	22
Figura 3. Puntaje en taza de acuerdo a las variedades y tipos de beneficiado.	24
Figura 4. Puntaje de los atributos sensoriales en relación a los beneficiados.	25
Figura 5. Puntaje de los demás atributos evaluados en comparación con los beneficiados.	25
Figura 6. Contenido de polifenoles totales de acuerdo a las variedades	26
Figura 7. Contenido de polifenoles totales en cuanto a las variedades de café y tipos de beneficiado.....	28

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección de las muestras	37
Anexo 2. Catación de las muestras de café	37
Anexo 3. Preparación del extracto de las muestras	37
Anexo 4. Medición de la absorbancia	38

Valerio Avila, J.I. (2023). Efecto de tres tipos de beneficiado sobre el contenido de polifenoles en cinco variedades de café (*Coffea arabica*). Trabajo profesional supervisado. Ingeniero en Tecnología Alimentaria. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras, C.A. 48 pp.

RESUMEN

Los polifenoles son compuestos de origen vegetal que están presentes en el café, los cuales aportan una infinidad de beneficios a la salud humana, sin embargo, algo que limita a estas biomoléculas es que se pueden echar a perder durante las condiciones de procesamiento. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres tipos de beneficiado sobre el contenido de polifenoles totales en diferentes variedades de café. La investigación se realizó en dos sitios, en la empresa, Café Orgánico Marcala S.A (COMSA), ubicada en La Paz, Honduras, en donde se tomaron muestras de cuatro variedades de café (Contreras 90, Contreras 2012, Typica y Catuaí) y un Blend (mezcla entre dos variedades) a dicha materia prima se le aplicó el beneficiado natural, melado y lavado, luego las muestras se evaluaron sensorialmente por jueces entrenados (catadores). Así mismo, el contenido de polifenoles totales presentes en las variedades se analizó mediante el método de Folin-Ciocalteu a 765 nm, en la Universidad Austral de Chile, ubicada en Valdivia, Chile. Los resultados de esta investigación demostraron que, las variedades Contreras 2012, Typica, Catuaí y el Blend no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el puntaje en taza (86.13, 85.06, 84.67 y 86.33), respecto al Contreras 90, este presentó diferencias estadísticas en el perfil en taza en comparación con el Blend y la variedad Contreras 2012, los atributos evaluados se mantuvieron en un rango de 7 y 8 puntos. En cuanto al contenido de polifenoles totales, la variedad Contreras 2012 y el Blend presentaron el mayor contenido de polifenoles totales (44.78 y 48.35 mg AG/g). En los tipos de beneficiado no se encontraron diferencias estadísticamente significativas tanto para la catación como para el contenido de polifenoles.

Palabras claves: Folin-Ciocalteu, compuestos de origen vegetal, biomoléculas.

I. INTRODUCCIÓN

El café es una de las bebidas más populares, es consumido por millones de personas todos los días (Maroto, 2019). Tradicionalmente, los efectos beneficiosos del café se han atribuido únicamente a su ingrediente más intrigante e investigado, la cafeína, pero ahora se sabe que otros compuestos bioactivos como los polifenoles y antioxidantes también contribuyen a las valiosas propiedades de esta bebida, el papel del consumo de café en la prevención de algunas enfermedades graves y prevalentes justifica su clasificación como bebida (Equivel & Jimenez, 2012).

Los compuestos fenólicos tienen una gran capacidad de captar especies reactivas asociadas con el padecimiento de enfermedades (Valencia *et al.*, 2017). Una de las formas de aprovechar esta funcionalidad es concentrar los polifenoles mediante “extracciones verdes”, que usan solventes como agua o etanol, sin embargo, uno de los principales problemas de reutilizar este tipo de compuestos bioactivos es mantener su estabilidad, antes y durante el proceso, debido a que estos se pueden echar a perder durante el procesamiento (Castromonte, Wacyk, & Valenzuela, 2020).

Existen diferentes tipos de tecnologías que buscan reducir la inestabilidad de los compuestos bioactivos, métodos que parten desde la cuantificación de estas biomoléculas, con relación los efectos que podrían causar el origen de su pérdida, el beneficiado del café consiste en una serie de etapas que buscan la transformación de la cereza como tal, hasta la obtención del grano listo para tostar y moler. Es por ello que el objetivo de la presente investigación es evaluar el efecto de tres tipos de beneficiado sobre el contenido de polifenoles en diferentes variedades de café (*Coffea arabica*).

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de tres tipos de beneficiado sobre el contenido de polifenoles en diferentes variedades de café (*Coffea arabica*).

Objetivos específicos

Determinar el perfil en taza de las muestras a través de instrumento sensorial con jueces especializados.

Comparar el contenido de polifenoles en cuatro variedades de café y un Blend, mediante el método de Folin-Ciocalteu a escala de laboratorio.

Establecer el tipo de beneficiado con mayor influencia en los polifenoles a partir de análisis instrumental.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. El café

El café pertenece a la familia *Rubiaceae*, la cuarta familia más grande de angiospermas (Denoeud *et al.*, 2014). Es clasificada como una planta arbustiva, originaria de las regiones altas de África central, particularmente del Sureste de Etiopía y Norte de Kenia, Etiopía es considerada el lugar de origen de este grano (Gotteland & De Pablo, 2007). El café tiene diferentes compuestos bioactivos que tienen efectos a largo plazo sobre el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, estos compuestos incluyen cafeína, cafestol, ácidos fenólicos y diterpénicos que podrían tener un impacto positivo y/o negativo en la salud (Gebeyehu *et al.*, 2020).

3.1.1. El café a nivel mundial

El café es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica a nivel mundial, y ocupa el segundo lugar después del petróleo en materia de cifras de comercio internacional, generando ingresos anuales mayores a USD \$15 mil millones para los países exportadores y brinda fuente de trabajo a más de 20 millones de personas en el mundo; el café ocupa un lugar primordial en el mercado mundial de bebidas y constituye un elemento esencial en la vida diaria de las diferentes poblaciones en la mayor parte del planeta (Canet *et al.*, 2016).

3.1.2. El café en Honduras

En Honduras el café es el principal producto de exportación (35,4% del total), la actividad cafetalera está en mano de 97679 productores, de los que 21147 son mujeres, el café genera

más de 1 millón de empleos, el 77% del café hondureño se vende por medio de intermediarios; el 16% es vendido de los productores a las exportadoras; las cooperativas producen el 6% del café nacional y lo venden a exportadoras o exportan directamente; solo el 1% es exportado directamente por productores (Accerenzi & Duke, 2023).

3.1.3. Taxonomía del café

El Centro de Estudio para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA, 2014); describe las características taxonómicas del café tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Taxonomía del café

Nombre Científico	<i>Coffea</i>
Nombre Común	Café
Clasificación	Reino Plantae
Tipo	Espermatofitas
Sub-tipo	Angiospermas
Clase	Dicotyledóneas
Sub-clase	Gamopétalas inferiovariadas
Orden	Rubiales Familia Rubiáceas
Género	<i>Coffea</i>
Sub-género	Eucoffea
Especies	<i>arabica, canephora, liberica, robusta</i>

Fuente: CEDRSSA (2014).

3.1.4. Composición química y física del café

Un grano de café químicamente contiene un 34% de celulosa, un 30% de azúcares, un 11% de proteínas, de un 6 a un 13% de agua, y entre un 2 y un 15% de materia grasa (Noriega, Silva, & García de Salcedo, 2009). Otros componentes destacables presentes en el café son

minerales, como el potasio, calcio, magnesio y fósforo, ácidos orgánicos (cafeilquínicos o clorogénicos) y alcaloides, como la cafeína (2.5%) y la trigonelina (Puerta, 2013). En algunos casos también se han detectado compuestos exógenos (contaminantes) como pueden ser restos de pesticidas, micotoxinas y benzopireno (Allué *et al.*, 2003). En la tabla 2 se muestra más detalladamente la composición química del grano de café.

Tabla 2. Composición química del grano de café (100 g)

Componentes químicos	<i>arábica</i> %	<i>robusta</i> %
Polisacáridos	50.8	56.40
Sacarosa	8.00	4.00
Azúcares Reductores	0.10	0.40
Proteínas	9.80	9.50
Aminoácidos	0.50	0.80
Cafeína	1.20	2.20
Trigodelina	1.00	0.70
Lípidos	16.20	10.00
Ácido alifático	1.10	1.20
Ácido clorogénico	6.90	10.40
Minerales	4.20	4.40

Fuente: (Puertas, 2013).

Las constantes físicas del café son las relaciones físicas existentes entre el peso y el volumen, el contenido de humedad y otras características del fruto del café, teniendo en cuenta los diferentes estados en que se puede transformar el producto desde cereza madura hasta café almendra, éstas facilitan las operaciones comerciales y el diseño de los beneficiadores, así como el diseño y calibración de los diferentes dispositivos y máquinas empleados en el proceso de beneficio del café (Montilla, 2008).

3.2. Beneficiado del café

En la cosecha se deben recolectar únicamente los frutos maduros, no hay que cosechar frutos inmaduros, ni demasiado maduros, y mucho menos mezclarlos con los maduros cosechados, porque el café producido será de mala calidad (Abadia, 2013). La cosecha suele llevarse a cabo desde finales de agosto hasta marzo, en función de la altura a la que se encuentre la plantación, en general, el café producido en tierras más bajas o cálidas madura antes que el cultivado en lugares más altos, los principales procesos de beneficiado más aplicados en el café son el lavado, melado y natural (Rojo & Pérez, 2015).

3.2.1. Lavado

El lavado del café tiene como objetivo principal separar la pulpa y el mucílago del grano, lo cual debe de hacerse cuando está en su punto óptimo de fermentación, si se lava el café antes de estar completamente fermentado, se notará un grano suave y resbaladizo al tacto y con restos de mucílago en la hendidura; por el contrario, si se lava el café después de muchas horas de fermentación se notará un grano rojizo, este proceso es capaz de resaltar el perfil característico de un café de origen, más que cualquier otro proceso (Mejía, Oseguera, & Fernández, 2012).

3.2.2. Honey o melado

El proceso honey es el puente entre un café húmedo y un natural, la cereza se despulpa y luego se seca aún con la capa del mucílago que queda en el pergamino (Tejada, 2020). En muchos aspectos, este tipo de café es el intermedio entre un café lavado y uno natural, es frutoso, pero no tanto como un natural, generalmente tienden a tener una acidez más balanceada que la de los cafés lavados, acompañado de una dulzura pronunciada y una sensación en el paladar más compleja (Argeñal, 2018).

3.2.3. Natural

Un proceso natural, también conocido como seco, se conserva la cereza con el grano y no hay mucha manipulación del café mientras se seca, a pesar de que este proceso no requiere de mucha inversión, es necesario contar con ciertas condiciones climatológicas, se ha considerado este proceso como un método de menor calidad que tiende a generar sabores inconsistentes en el café. usualmente se debe al secado de frutos inmaduros que se tornan a color marrón y son mezclados con frutos maduros (Osorio *et al.*, 2022).

3.3.Secado

El secado del café se realiza para reducir el contenido de humedad, inhibir el desarrollo de hongos, evitar que el grano sufra daños en su aspecto físico, composición química y para obtener un producto estable que conserve su calidad por amplios periodos de tiempo, este proceso comprende dos etapas fundamentales: una primera etapa que se desarrolla en la parte externa del grano, donde ocurre una evaporación en esta etapa la humedad disminuye de 55-60% a 20-25%, la segunda etapa se lleva a cabo en la parte interna del grano donde se reduce lentamente el contenido de humedad de 20-25% a 10-12% (Arismendy, 2015).

La temperatura tiene su mayor influencia en el secado mecánico, debido a que se pueden aplicar diferentes grados con resultados muy diversos, la temperatura no debe de exceder los 40 grados centígrados de temperatura interna en los granos, en ninguno de los tipos de secado; esto debido a que más allá de estas temperaturas se generan daños en las membranas y consistencia física del grano, la cual se asocia con severos problemas de calidad (Berrocal & Venegas, 2019).

Algunas investigaciones han registrado que los polifenoles se pueden ver afectados por las condiciones de secado en algunos procesamientos para la transformación de la materia prima, en el estudio realizado por Largo (2020), se desarrolló un modelo matemático para predecir la evolución temporal de la pérdida de humedad durante el secado solar del café, este

concluyo que la composición química de las variedades evaluadas se vio afectada debido al tiempo de secado al sol. Por otra parte Falla & Sánchez (2019), estudiaron la influencia de la temperatura de secado en la cantidad de polifenoles totales de un filtrante de cáscara de naranja y piña, los resultados obtenidos concluyeron que las temperaturas altas de secado influyeron negativamente en la estabilidad de los polifenoles.

3.4. Catación de café

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) menciona en su guía práctica de caficultura publicada en el año 2020 que, la bebida del café se evalúa mediante un proceso técnico denominado catación y lo llevan a cabo personas que han dedicado años a cultivar esta disciplina, el catador percibe las características o peculiaridades del café por medio de las papilas gustativas, se ha comprobado que esas características se perciben con mayor intensidad a medida que se incrementa la altitud de la cosecha, también los métodos de procesamiento influyen en la conformación de las características y cualidades del café

3.4.1. Atributos sensoriales

Según Osorio (2021), en una taza de café primero se analizan los atributos y luego se clasifican las muestras en una escala numérica, lo que permite comparar puntajes entre estas, las características o atributos se describen de la siguiente manera:

Fragancia/aroma: Percepción olfativa del café, los aspectos volátiles se incluyen en la fragancia (definida como el olor café de la muestra molida cuando todavía está seca) y los aspectos aromáticos en el aroma (olor café mezclado con agua caliente).

Sabor: Representa la característica principal del café, es una impresión combinada de todas las sensaciones gustativas y aromas retro nasales que van de la boca a la nariz

Sabor Residual: Sabor residual se define como la duración de las cualidades positivas del sabor que permanecen en la cavidad bucal después de eliminar la bebida.

Acidez: Se describe como aquella sensación en la lengua que hace salivar, a menudo se describe como “brillante” cuando es favorable o “agria” cuando es desfavorable.

Cuerpo: Sensación de textura asociada al carácter y fuerza de la bebida, la calidad del cuerpo se basa en la sensación de pesadez del líquido en la boca especialmente como se percibe entre la lengua y el paladar superior de la boca.

Uniformidad: Se refiere a la consistencia del sabor de las diferentes tazas de la muestra analizada. Si el gusto de las tazas es diferente, la puntuación de este aspecto no debe ser alta.

Balance: Como todos los diferentes aspectos del sabor: sabor residual, la acidez y el cuerpo de la muestra trabajan juntos y se complementan, o se contrastan uno al otro, lo resultante es el balance.

Taza limpia: Se refiere al contenido o interferencia de impresiones negativas desde la primera toma hasta el regusto, teniendo en cuenta el sabor total experimentado desde el momento de la ingestión inicial hasta la última expectoración.

Dulzor: Se refiere al sabor obviamente dulce resultante de la presencia de ciertos carbohidratos, esta cualidad no debe percibirse directamente como los contenidos en sacarosa de ciertas bebidas suaves, pero afectará a otros atributos del sabor.

Puntaje de catador: Juicio que integra y resume todas las características sensoriales evaluadas en la bebida de café.

3.5. Los polifenoles

Los compuestos fenólicos son el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal, en los últimos años se ha demostrado que una dieta rica en polifenoles puede mejorar la salud y disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares (Vázquez *et al.*, 2016). La capacidad de los polifenoles para modular la actividad de diferentes enzimas, y para interferir consecuentemente en mecanismos de señalización y en distintos procesos celulares, puede deberse, al menos en parte, a las características fisicoquímicas de estos compuestos (Quiñones & Aleixandre, 2012).

3.5.1. Importancia de los polifenoles en el café

Algunos autores como Vega, De León, & Reyes (2017), mencionan que el café es la fuente dietaria principal de polifenoles y antioxidantes, más que el vino y los vegetales, esto se debe a que el contenido de estas biomoléculas está en mayor cantidad que en otros alimentos de consumo frecuente. Según Gonzales (2009), los ácidos fenólicos, específicamente los hidroxicinámicos e hidroxibenzoicos son los que están presentes en su mayoría en el café.

3.5.2. Relación de polifenoles con atributos sensoriales

El contenido de polifenoles presentes en los alimentos está relacionado a ciertas características organolépticas como el color, sabor, apariencia, especialmente en los alimentos de origen vegetal tanto frescos como procesados, dentro de los polifenoles, los flavonoides son los responsables del color natural de los alimentos se asocian los colores impartidos por los pigmentos presentes en diversas frutas y hortalizas (Carbajal, 2013)

El pardeamiento de frutas y vegetales, está asociado a la reacción de oxidación de los compuestos fenólicos hacia la formación de quinonas responsable de pigmentos amarillos y marrones, catalizada por la enzima polifenol-oxidasa produciendo pardeamiento enzimático,

fenómeno vital asociado a la calidad de los alimentos durante su procesamiento (Wrolstad, Durst, & Lee, 2005). Los ácidos fenólicos como el ácido clorogénico están asociados al sabor amargo de la cerveza, vino y sidra, los ácidos hidroxicinámico y derivados son responsables del sabor amargo de los arándanos (Martínez, Periago, & Ros, 2000).

Los taninos pueden a su vez formar complejos con proteínas dando lugar a sistemas coloidales que ocasionan problemas de enturbiamiento en la industria de bebidas y jugos, por ejemplo, derivados del ácido elágico ocasiona turbidez y sedimentación en jugos de uva y moras (Siriwoharn, Wrolstad, & Durst, 2005).

3.5.3. Inestabilidad de los polifenoles en condiciones de procesamiento

Según Castromonte, Wacyk, & Valenzuela (2020), uno de los principales inconvenientes que presentan los compuestos bioactivos durante el procesamiento es su estabilidad, debido a que luego de ser extraídos desde su matriz biológica son muy sensibles a distintas condiciones medioambientales y de almacenamiento.

El procesamiento es un factor que se debe de tomar muy en cuenta ya que si no se aplica correctamente las moléculas bioactivas que puedan estar presentes en la materia prima se pueden echar a perder, mostrando entonces poco efecto benéfico a la hora de consumir el producto, los polifenoles son fitoquímicos que cumplen funciones específicas y fundamentales tanto en la planta que los produce como en el ser humano que los consume, mediante diferentes fuentes de alimentos de origen vegetal (Meneses *et al.*, 2023).

3.5.4. Métodos para determinar el contenido de polifenoles

Existen distintos métodos para determinar el contenido de polifenoles, pero el más utilizado es el de Folin-Ciocalteu el cual busca medir el contenido de compuestos fenólicos totales en productos vegetales, este método se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el

reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 765 nm (Muñoz *et al.*, 2017).

En la investigación realizada por Sasm *et al.*, (2020), en nueces de Brasil, se cuantificaron compuestos fenólicos totales por espectrofotometría según el método de Folin-Ciocalteu utilizando ácido gálico como estándar, en donde el valor de compuestos fenólicos totales fue expresado en equivalentes de ácido gálico de $1,62 \pm 0,11$ mg GAE.

Por otra parte, en el estudio llevado a cabo por Fuentes *et al.*, (2021), en semillas del árbol de carao (*Cassia grandis*) de Honduras, se recuperaron compuestos bioactivos mediante la técnica PLE, los cuales por medio de cromatografía líquida de alta resolución se lograron identificar y cuantificar como compuestos fenólicos pertenecientes a los ácidos hidroxibenzoicos y flavonoides. Saravia *et al.*, (2020), estudiaron los compuestos fenólicos totales de pulpa y semilla de Patauá, palma originaria de Brasil, en donde utilizaron ácido gálico como referencia y la absorbancia fue medida en un espectrofotómetro UV-VIS a 765 nm.

En el trabajo realizado por Saravia *et al.*, (2020), en donde se caracterizaron compuestos bioactivos en la pulpa de aceite de palma de Brasil, los compuestos fenólicos totales fueron determinados mediante el método de Folin-Ciocalteu en donde obtuvieron un valor de $4,19 \pm 0,32$ mg GAE g⁻¹

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en dos sitios, el primero fue en las instalaciones de la empresa COMSA, ubicada en Márcala, La Paz, donde se recolectaron y prepararon las muestras a utilizar. Este lugar se encuentra en la región centro occidental de Honduras, presenta un clima con temperaturas máximas que varían entre 24.8 °C y 28 °C y temperaturas mínimas que oscilan entre 12.4 °C y 15.5 °C, una pluviosidad de 120 a 124 días lluvioso por año, su altitud va desde 1,000 msnm hasta más de 2,000 msnm, con una humedad relativa del 75 % (Martínez *et al.*, 2021). Posteriormente las muestras fueron analizadas en el laboratorio de fitoquímica de la Universidad Austral de Chile localizada en Valdivia, Los Ríos, Chile.

4.2. Materiales y equipos para la investigación

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron distintos materiales, equipos, y reactivos químicos los cuales se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los equipos, materiales y reactivos utilizados en la investigación

Materia prima	Descripción
Variedades de café Catuaí, Typica, Contreras 90 (cruce entre Catuaí – IHCAFE 90), Contreras 2012 (cruce entre Catuaí – Geisha) y un Blend (mezcla entre Bourbon rojo y Catuaí amarillo)	1 kg de cada muestra proveniente de la empresa Café Orgánico Marcala S.A (COMSA)
Equipo/material	
Espectrofotómetro UV-visible	Milton Roy ajustado a 765 nm

Balanza analítica	Scientech, sensibilidad 0.1 mg
Centrifuga	Super Deal Pro, capacidad de 6 unidades de 0.7 fl oz.
Agita tubos vortex	VEVOR, capacidad de mezcla de 1.7 fl oz.
Matraces aforados	Clase A, ASTM, capacidad de 10 ml
Tubos para centrifuga	Falcon de 15 ml
Tubos de ensayo	Marienfeld Superior, capacidad de 16 ml.
Cubetas de cuarzo o vidrio	Cuvette Standard Q Quartz Glass 10 mm
Pipetas	Pasteur plásticas de 3 ml
Dispensador con desplazamiento Positivo (Repipet)	Lanpette-RP, con tips de 5 ml
Computadora portátil	Hp Intel CORE i3.
Reactivos químicos	
Ácido gálico	Biopack, p. a
Agua destilada	Adesco, de 5 L.
Reactivo Folin-Ciocalteu	Biopack, al 10%
Carbonato sódico	Biopack, al 20%

Fuente: Propia.

4.3.Método

El método empleado en la investigación fue de tipo descriptivo-cuantitativo de orden transversal a escala de laboratorio. Asimismo, esta investigación se desarrolló durante los meses de agosto-septiembre del 2023, a nivel *in situ* y *ex situ*.

4.4. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos plasmados y el desarrollo de la investigación se implementaron cuatro fases experimentales las cuales se describen a continuación:

Fase 1. Toma de muestras

Se realizaron visitas a la empresa COMSA, para conocer sobre los tres tipos de beneficiado que se les aplicaron a las variedades de café a utilizar, esto como fuente de estudio para la investigación.

Se tomaron muestras de café de cuatro variedades (Catuaí, Típica, Contreras 90 y Contreras 2012) y una mezcla aparte (Blend), a las cuales ya se les había aplicado previamente el proceso de melado, lavado y forma natural, se utilizó un peso en grano de 1 kg para cada muestra que se tomó individualmente de acuerdo al proceso, posterior a esto se prosiguió con el tostado y el molido. Una vez preparadas las muestras de café en polvo, estas se evaluaron sensorialmente y se analizaron en el laboratorio de fitoquímica de la Universidad Austral de Chile.

Fase 2. Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial de las variedades de café recolectadas, se utilizó la metodología empleada por Gutiérrez & Barrera (2015), con modificaciones, cada variedad fue evaluada sensorialmente por tres jueces especializados y así se estableció una media entre los datos. La humedad en grano de las muestras estuvo entre el 10% y 12%, los rendimientos de pergamino seco a café oro se encontraron entre los rangos de 1.14 a 1.09, la temperatura inicial de tostado estuvo entre 150 °C a 180°C correspondiente a un tostado medio, en un tiempo de 6 a 12 minutos. El molido del café estuvo entre un 70% y 65%, la proporción a evaluar correspondió a 8.25 gramos por 150 ml de agua, luego se adiciono el agua a una temperatura de 93 °C.

El café se sirvió en tazas de porcelana, el catador realizó la evaluación en tres tiempos, café caliente, tibio y frío, esto con el fin de poder distinguir mejor los sabores y aromas, posteriormente se evaluó primero el aroma, distinguiendo el olor de los granos comparando la fragancia adquirida en la extracción de los mismos, luego se evaluó el sabor y el sabor residual, el catador tomó un sorbo del café y utilizando sus papilas gustativas logro distinguir

distintos sabores, los demás atributos a evaluar fueron la acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia y dulzor, el catador como tal, asignó un puntaje como criterio dentro de la evaluación, los valores asignados a cada atributo se registraron en una hoja de catación, la cual permitió hacer una sumatoria final para conocer la categoría de la calidad en taza, los rangos y categorías en las que se puede encontrar un café se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Escala y descripción de cada categoría de la calidad de la taza del café

Rango	Descripción	Clasificación
95– 100	Ejemplar o único	Especialidad super premio
90-94	Extraordinario	Premio a la especialidad
85-89	Excelente	Especialidad
80-84	Muy bueno	Premio
75 – 79	Bueno	Calidad usual buena
70-74	Pasable	Calidad media

Fuente: (COMSA, 2023).

Fase 3. Preparación de la curva de ácido gálico y del extracto de las muestras de café

Para la preparación de la curva patrón de ácido gálico se utilizó la metodología propuesta por Cunza *et al.*, (2020), preparando primero una solución stock de ácido gálico a 2,000 ppm, se pesaron 0.5 g de ácido gálico monohidratado y se traspasó a un matraz aforando con 250 ml de agua destilada, a partir de esta disolución se prepararon distintas disoluciones de concentraciones decrecientes de ácido gálico de 400 a 50 ppm, así como se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Orden de adición de reactivos (ml)

Reactivos	Concentración (ml) de la curva patrón de ácido gálico			
	400 ppm	200 ppm	100 ppm	50 ppm
Ácido gálico (ml)	5 ml	2.5 ml	2.5 ml	2.5 ml
Agua destilada (ml)	5 ml	2.5 ml	2.5 ml	2.5 ml

Fuente: Propia.

Se enumeraron tubos de ensayo de acuerdo a la tabla 5. Se añadió a cada tubo la cantidad correspondiente de agua destilada (tabla 5). A los mismos tubos que ya se les había agregado el agua destilada se les adiciono la solución de ácido gálico (tabla 5). Se agregaron 2.5 ml del tubo 1 al tubo 2 y también 2.5 ml de agua destilada, y este mismo paso se repitió para las demás concentraciones, luego los tubos se colocaron en un agitador vortex y se mantuvieron en la oscuridad.

Se pesaron 5 g de café en polvo y se adicionaron 125 ml de agua destilada a 90 °C, se mezcló suavemente durante 5 minutos y se filtró a través de papel whatman N°1. Luego se aforo en un matraz con 10 ml de agua destilada a la temperatura antes mencionada, se mezcló la solución en un agitador vortex durante 30 segundos, esto se realizó para cada muestra de café.

Fase 4. Determinación de polifenoles en las muestras y en los patrones de ácido gálico

Para la determinación de polifenoles en la curva patrón, se utilizó la metodología propuesta por Saravia *et al.*, (2020), primero se preparó una muestra en blanco que contenía 8 ml de agua destilada. Luego se adicionaron 0.2 ml a otro tubo de ensayo de la solución que se había preparado anteriormente, a este mismo se le agregaron 2 ml de agua destilada y se mezcló en un agitador vortex, posteriormente se adiciono 1 ml del reactivo de Folin dejandolo reaccionar durante 1 minuto para luego agregar 3 ml de carbonato sodico al 20% y 3.8 ml de agua destilada, se agito y se dejó reaccionar en la oscuridad durante 45 minutos, todo esto se repitió para las demás concentraciones preparadas anteriormente, así como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Orden de adición de los reactivos para la determinación de polifenoles en los patrones de ácido gálico (ml)

	B 0 ppm	Tubo 1 400 ppm	Tubo 2 200 ppm	Tubo 3 100 ppm	Tubo 4 50 ppm
Concentración preparada antes	0	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml
Reactivo de Folin-Ciocalteu 10%	0	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Na₂CO₃ al 20%	0	3 ml	3 ml	3 ml	3 ml
H₂O destilada	8 ml	3.8 ml	3.8 ml	3.8 ml	3.8 ml
TOTAL	8 ml	8 ml	8 ml	8 ml	8 ml

Fuente: Propia.

Posteriormente se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro UV-visible (Tomás *et al.*, 2001). Este mismo procedimiento se realizó cuatro veces para obtener distintos valores de absorbancias y así obtener una media de todos los datos recolectados, así como se muestra en la tabla 7, con los valores de absorbancias medias se realizó un gráfico de absorbancia vs concentración, mediante una regresión lineal para posteriormente hacer los cálculos.

Tabla 7. Registro de los datos de absorbancia para la curva patrón (nm)

Patrón	Absorbancia 1	Absorbancia 2	Absorbancia 3	Absorbancia 4	Absorbancia media
B	--	--			--
Tubo 1	--	--			--
Tubo 2	--	--			--
Tubo 3	--	--			--
Tubo 4	--	--			--
Tubo 5	--	--			--

Fuente: Propia.

Para la determinación de los polifenoles en las variedades de café, se implementó la metodología utilizada por los autores Vega, De León, & Reyes (2017), con modificaciones, se transfirieron 50 µl del filtrado del extracto de la muestra a un tubo de ensayo, luego se adicionaron 3000 µl de agua destilada y se mezcló en un agitador vortex durante 30 segundos, se agregaron 250 µl del reactivo de Folin-Ciocalteu al 10%, y se dejó reaccionar durante 8 minutos, posteriormente se adicionaron 750 µl de carbonato sódico al 20% y 950 µl de agua destilada, se mezcló en vortex durante 30 segundos y se dejó reaccionar durante 30 minutos a temperatura ambiente en la oscuridad, se realizaron cuatro repeticiones para cada muestra de café para así obtener una absorbancia media, todo esto se reduce en la tabla 8.

Tabla 8. Orden de adición de los reactivos para la determinación de polifenoles en las muestras de café (µl)

	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4
Extracto de polifenoles de las muestras de café	50 µl	50 µl	50 µl	50 µl
H₂O destilada	3000 µl	3000 µl	3000 µl	3000 µl
Reactivo de Folin-Ciocalteu al 10%	250 µl	250 µl	250 µl	250 µl
Na₂CO₃ al 20%	750 µl	750 µl	750 µl	750 µl
H₂O destilada	950 µl	950 µl	950 µl	950 µl
TOTAL	5000 µl	5000 µl	5000 µl	5000 µl

Fuente: Propia.

Para cuantificar los polifenoles en las muestras, se hizo uso de la ecuación lineal obtenida en la curva patrón, la absorbancia correspondió al eje (y) o de las ordenadas y los valores de las concentraciones correspondieron al eje (x) o abscisas, así como se muestra en la figura 1.

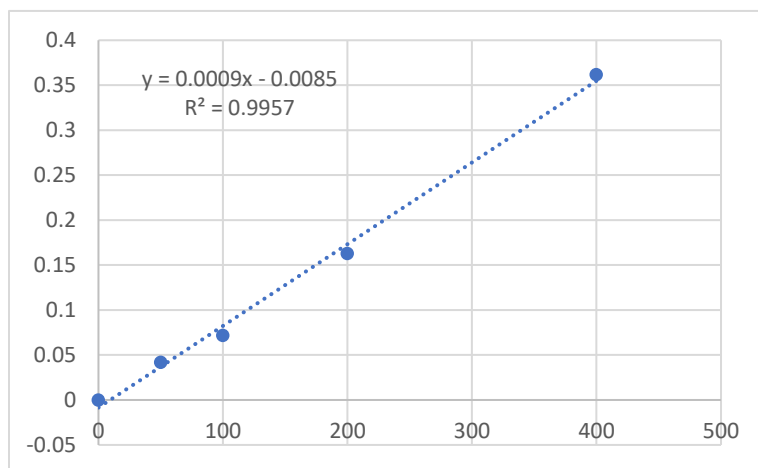


Figura 1. Curva patrón de ácido gálico y su función lineal con valores de intercepto, pendiente y R^2

Se despejo la ecuación para poder cuantificar los polifenoles totales en las muestras, tomando en cuenta el volumen, peso y factor de dilución utilizado (Ecu. 1).

$$Pt = \frac{(Ab-b)}{P} \times \frac{V}{m} \times \frac{FD}{1000} \quad \text{Ecu. 1}$$

Donde:

Pt: Polifenoles totales expresados como mg eq ácido gálico / g

Ab: Absorbancia

b: Intercepto (ecuación de la recta)

P: Pendiente de la recta

V: Volumen final del extracto

m: g de muestra utilizada

FD: Factor de dilución

4.5. Diseño experimental y análisis estadístico

Para el análisis experimental se utilizaron los programas estadísticos IBM SPSS versión 23 e Infostaf, a partir de estadísticas descriptivas e inferenciales utilizando medias y desviaciones. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y un análisis de regresión lineal a los datos obtenidos para poder determinar los cambios significativos entre las muestras en función del contenido de polifenoles totales.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados del perfil en taza de las variedades de café

Los resultados del puntaje en taza para las variedades evaluadas se muestran en el grafico 2, el cual refleja que las variedades Contreras 2012, Typica, Catuaí y el Blend no mostraron diferencias estadísticamente significativas. En cuanto al Contreras 90, este presento diferencias estadísticas con el Blend y la variedad Contreras 2012.

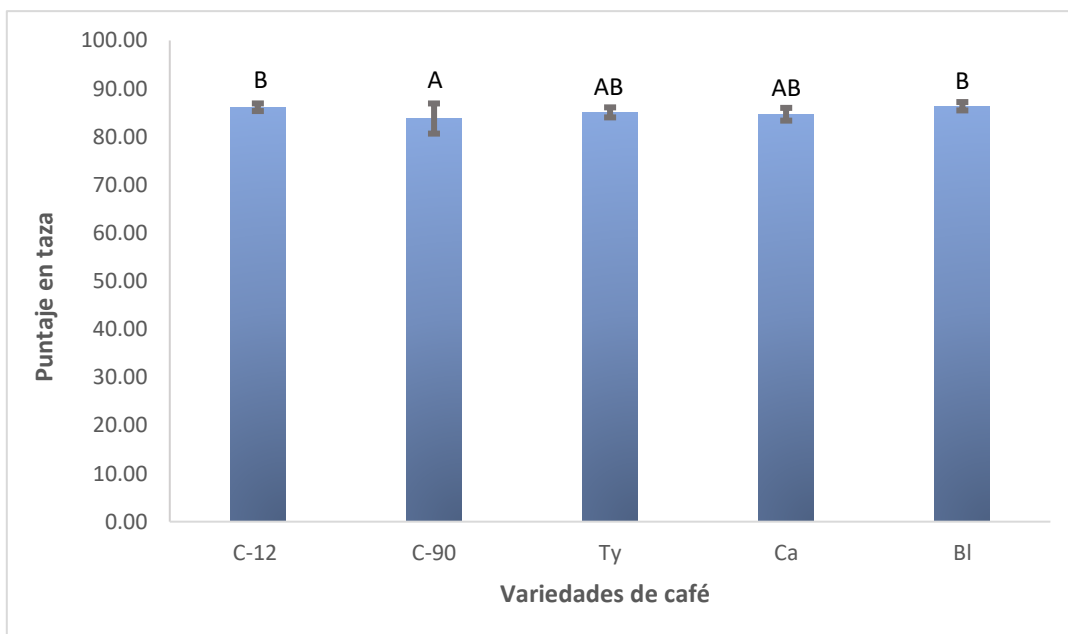


Figura 2. Puntaje en taza de las variedades evaluadas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes a partir de pruebas de Tukey ($p > 0.05$). Contreras 2012 (C-12), Contreras 90 (C-90), Typica (Ty), Catuaí (Ca), Blend (Bl).

En la tabla 9, se resume la puntuación en taza de acuerdo a los tipos de beneficiado, en donde, no se mostraron diferencias estadísticamente significativas. El puntaje del catador estuvo entre 7 y 8 para las variedades con los distintos beneficiados.

Tabla 9. Puntuación en taza de acuerdo a los tipos de beneficiado

Beneficiado	Puntaje en taza
N	85.10 ± 1.57 a
M	84.83 ± 2.74 a
L	85.61 ± 0.74 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes a partir de pruebas de Tukey ($p > 0.05$). Natural (N), Melado (M), Lavado (L).

En la figura 3, se muestran los resultados obtenidos del puntaje en taza en cuanto a las variedades y tipos de beneficiado, en donde, no se mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos 1, 2 y 3. En cuanto a los tratamientos 4 y 6 mostraron ser estadísticamente iguales, siendo el tratamiento 5, el que presentó menor puntaje en taza con una media de 79.63 puntos. En el caso de los tratamientos 7, 8 y 9 fueron estadísticamente iguales, el tratamiento 11 y 12 no mostraron diferencias estadísticas, sin embargo, el tratamiento 10 obtuvo el puntaje promedio más bajo entre las muestras siendo este de 83.00 puntos. Finalmente, los tratamientos 13 y 14 no presentaron diferencias estadísticas, a excepción del tratamiento 15, que fue estadísticamente diferente, el cual obtuvo la media más baja con 85.33 puntos.

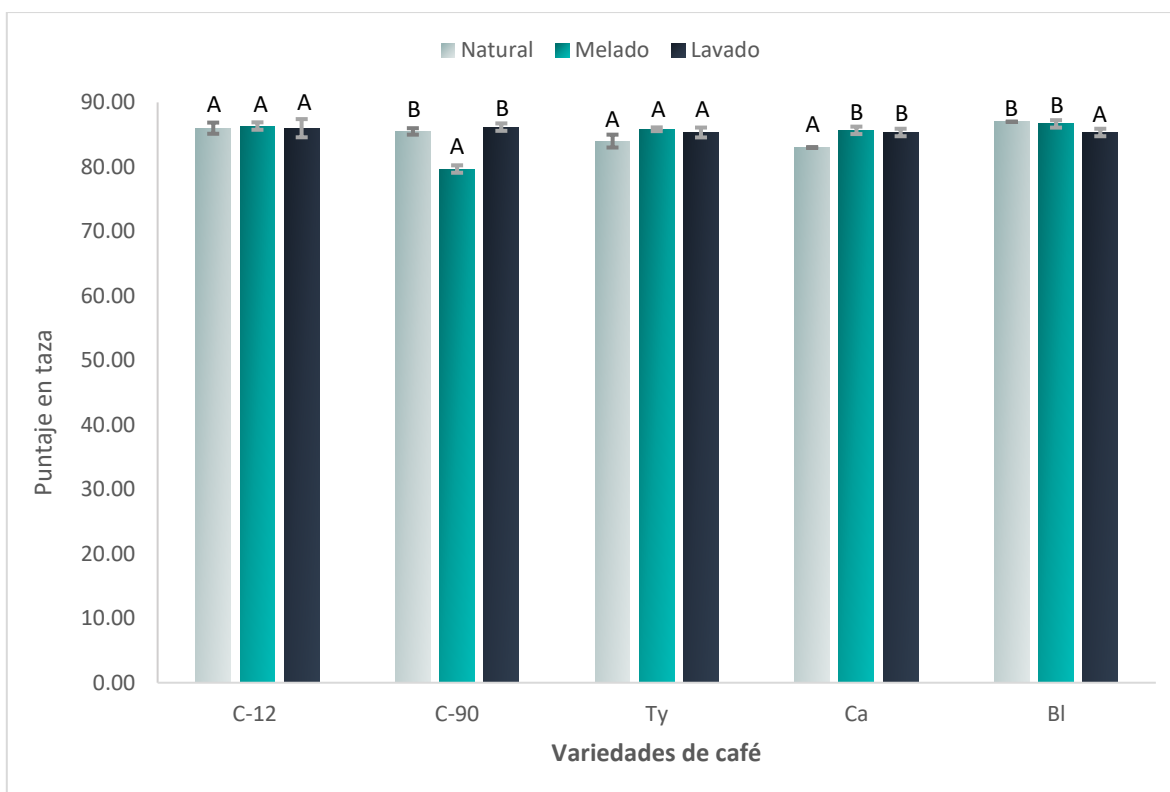


Figura 3. Puntaje en taza de acuerdo a las variedades y tipos de beneficiado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes a partir de pruebas de Tukey ($p > 0.05$). T1 (Contreras 2012, natural), T2 (Contreras 2012, melado), T3 (Contreras 2012, lavado), T4 (Contreras 90, natural), T5 (Contreras 90, melado), T6 (Contreras 90, lavado), T7 (Typica, natural), T8 (Typica, melado), T9 (Typica, lavado), T10 (Catuaí, natural), T11 (Catuaí, melado), T12 (Catuaí, lavado), T13 (Blend, natural), T14 (Blend, melado), T15 (Blend, lavado).

5.2. Evaluación de los atributos sensoriales de acuerdo a los tipos de beneficiado.

El puntaje de los 10 atributos evaluados se muestra en las figuras 4 y 5, los cuales fueron agrupados de acuerdo a su comportamiento, recalando que, los datos recopilados ya estaban promediados entonces solo se hizo uso de la media como referencia.

La figura 4 resume que, los atributos: balance, cuerpo y acidez, mantuvieron un comportamiento estable, y en cuanto al aroma, sabor y resabio se observó que se comportaron diferente dependiendo del beneficiado. Recalcando que la mayoría de los atributos mencionados estuvieron entre 7 y 8 puntos

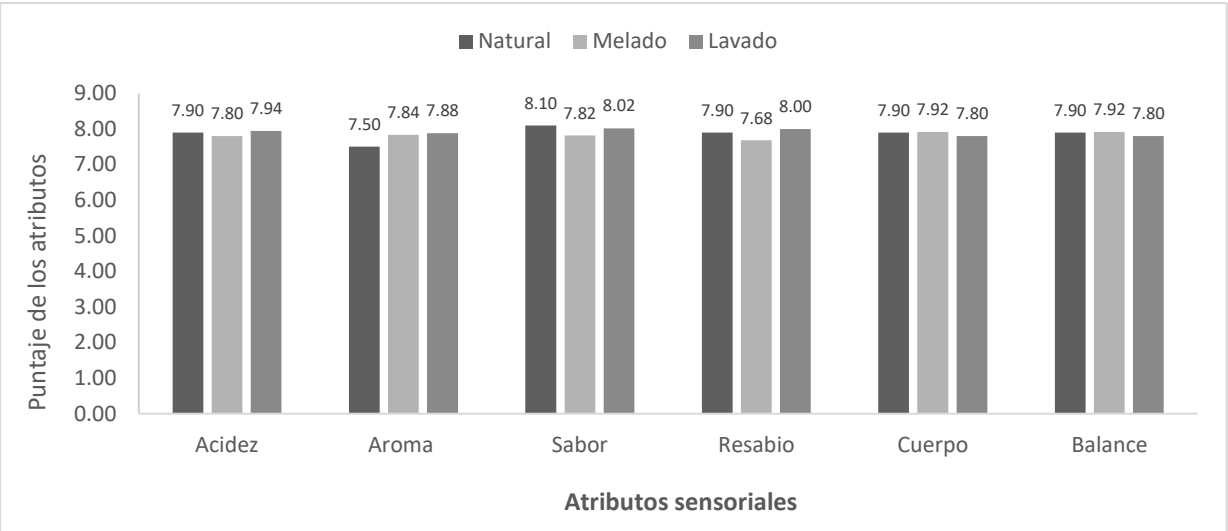


Figura 4. Puntaje de los atributos sensoriales en relación a los beneficiados.

En la figura 5, se muestran los resultados de los demás atributos evaluados, en donde la uniformidad, limpieza y dulzor obtuvieron la calificación máxima con los tres tipos de beneficiado.

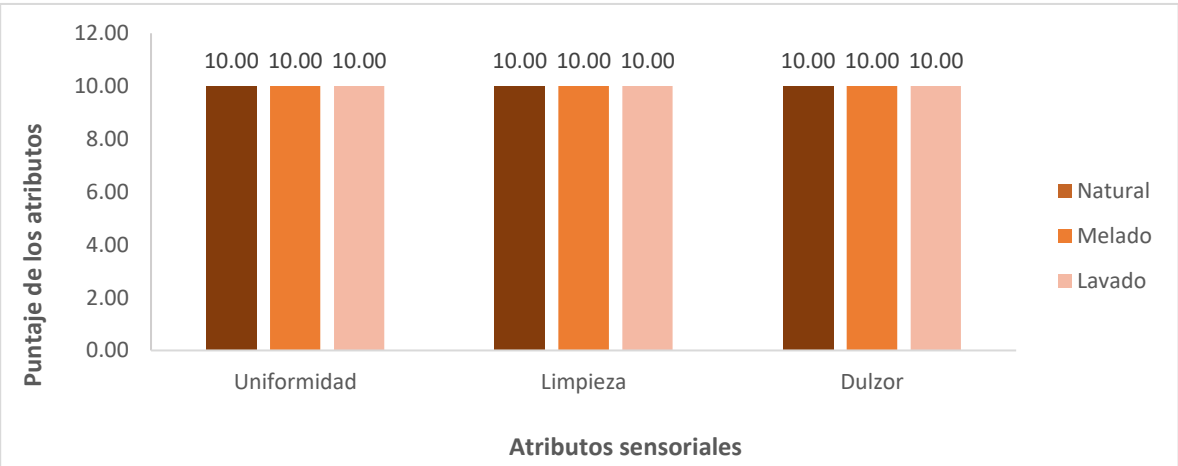


Figura 5. Puntaje de los demás atributos evaluados en comparación con los beneficiados.

5.3. Contenido de polifenoles totales en las variedades de café

Los resultados del contenido de polifenoles totales en las variedades se muestran en la figura 6, la variedad Contreras 90, Contreras 2012, Typica, y Catuaí no mostraron diferencias estadísticas, sin embargo, el Blend fue el que presentó el mayor contenido de polifenoles totales entre las muestras, el cual fue de 50.63 mg AG/g, siendo estadísticamente diferente de las variedades antes mencionadas, a excepción de la variedad Contreras 2012.

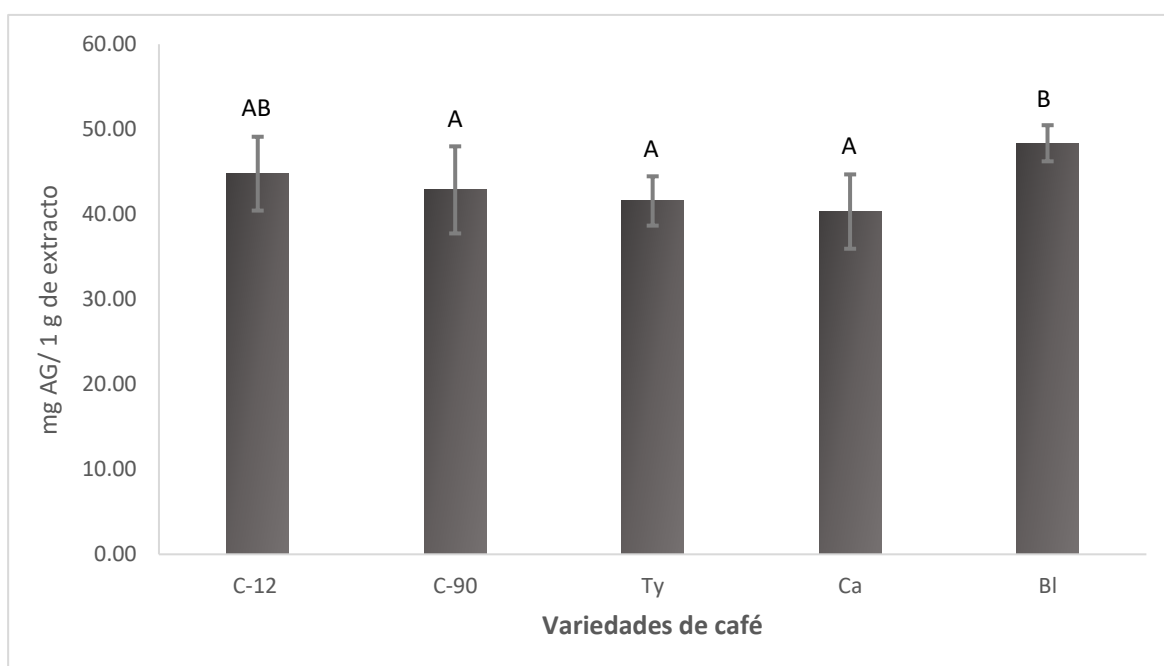


Figura 6. Contenido de polifenoles totales de acuerdo a las variedades. Medias con una letra común no son significativamente diferentes a partir de pruebas de Tukey ($p > 0.05$). Contreras 2012 (C-12), Contreras 90 (C-90), Typica (Ty), Catuaí (Ca), Blend (Bl). Miligramos de ácido gálico equivalente en un gramo de extracto (mg AG/ 1g de extracto).

5.4. Influencia del beneficiado sobre el contenido de polifenoles totales en el café.

En la tabla 10, se reflejan los resultados obtenidos de los polifenoles totales de acuerdo con los tipos de beneficiado. En donde no se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los beneficiados, recalcando que, las muestras que presentaron el mayor contenido de polifenoles totales fueron procesadas con el beneficiado de lavado, el cual obtuvo una media de 44.96 mg AG/g.

Tabla 10. Influencia del beneficiado de café sobre el contenido de polifenoles.

Beneficiado	Contenido de polifenoles totales
N	43.60 ± 3.76 a
M	42.16 ± 2.88 a
L	44.96 ± 6.56 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes a partir de pruebas de Tukey ($p > 0.05$). Natural (N), Melado (M), Lavado (L).

La figura 7, resume los resultados obtenidos de los polifenoles totales en cuanto a las variedades y tipos de beneficiado, en donde, no se mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos 1 y 2, en cuanto al tratamiento 3 este obtuvo un mayor contenido de polifenoles (50.08 mg AG/g). Los tratamientos 4 y 5 mostraron ser estadísticamente iguales, siendo el tratamiento 6 el que presentó más polifenoles totales (48.81 mg AG/g).

El tratamiento 7 obtuvo un mayor contenido de polifenoles (45.07 mg AG/g), en comparación con los tratamientos 8 y 9. Para el tratamiento 10 y 11 no se mostraron diferencias estadísticas, siendo el tratamiento 13 el que más polifenoles presentó (50.63 mg AG/g). Finalmente, los tratamientos 13, 14 y 15 mostraron ser estadísticamente diferentes (figura 7).

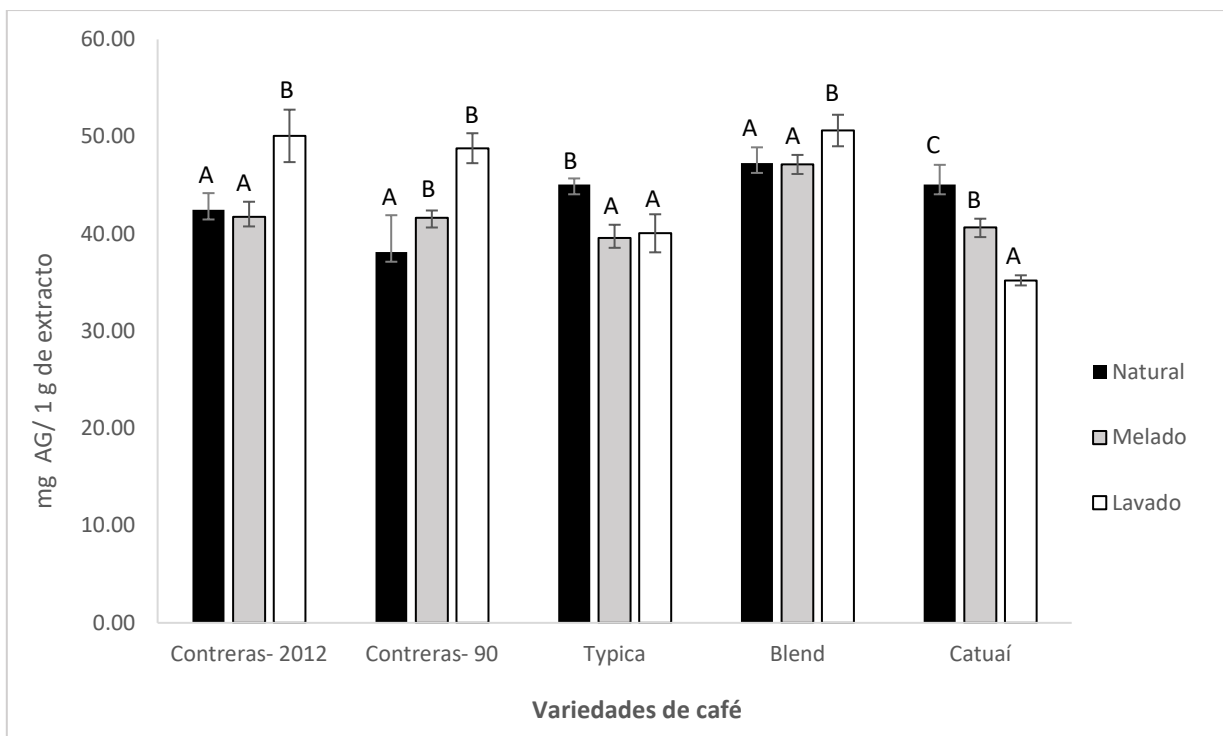


Figura 7. Contenido de polifenoles totales en cuanto a las variedades de café y tipos de beneficiado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes a partir de pruebas de Tukey ($p > 0.05$). Miligramos de ácido gálico equivalente en un gramo de extracto (mg AG/ 1g de extracto). T1 (Contreras 2012, natural), T2 (Contreras 2012, melado), T3 (Contreras 2012, lavado), T4 (Contreras 90, natural), T5 (Contreras 90, melado), T6 (Contreras 90, lavado), T7 (Typica, natural), T8 (Typica, melado), T9 (Typica, lavado), T10 (Blend, natural), T11 (Blend, melado), T12 (Blend, lavado), T13 (Catuaí, natural), T14 (Catuaí, melado), T15 (Catuaí, lavado).

VI. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los beneficiados, tanto para la catación como para el contenido de polifenoles.

Las variedades Contreras 2012, Typica, Catuaí y el Blend no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el puntaje en taza (86.13, 85.06, 84.67 y 86.33), respecto al Contreras 90 este presentó diferencias estadísticas en el perfil en taza (83.78), en comparación con el Blend y la variedad Contreras 2012.

En cuanto a los atributos evaluados en catación, estos se mantuvieron en rangos similares entre 7 y 8 puntos.

La variedad Contreras 2012 y el Blend presentaron el mayor contenido de polifenoles totales (44.78 y 48.35 mg AG/g), con respecto a las variedades Contreras 90, Typica, y Catuaí no mostraron diferencias estadísticas (42.87, 41.56 y 40.32 mg AG/g), pero se mantuvieron en rangos más bajos que el Blend.

VII. RECOMENDACIONES

Si la absorbancia de las muestras no se encuentra en el rango de la curva de calibración se recomienda hacer una dilución previa y considerar el factor de dilución en la etapa de los cálculos.

Para futuras investigaciones sobre este tema, se recomienda tener en cuenta la altura, la temperatura y el tipo de secado de las variedades, como factores de estudio influyentes en los polifenoles totales u otras moléculas bioactivas que puedan estar presentes en el café.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abadia, M. B. (2013). Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos: Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria. Ediciones INTA.

Accerenzi, M., & Duke, K. (2023). Empoderamiento de las mujeres en el sector café en Honduras. *Revista de Fomento Social*, 45-71.

Allué, J., Alonso, M., Andreu, I., Bachiller, I., Bermejo, A., Cañigüeral, S., Zafra, M. (2003). Fitoterapia Vademecum de Prescripción.

Arismendy, H. J. (2015). Evaluación del proceso de secado del café y su relación con las propiedades físicas, composición química y calidad en taza. *Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos*.

Argeñal, L. (2018). Evaluación del crecimiento de *Lactobacillus spp.* y su influencia en las características sensoriales de cafés especiales con proceso honey de la variedad Pacamara.

Berrocal, C., & Venegas, N. (2019). La gestión de calidad en el proceso de secado del café de especialidad natural en Costa Rica. Casos de estudio: micro beneficios *Coffea Diversa*, Vista al Valle, Don Elí y El Pílon.

Canet, G., Soto, C., Ocampo, P., River, J., Navarro, A., Guatemala, G., & Villanueva, S. (2016). La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe.

Carbajal, Á. (2013). Manual de nutrición y dietética. *Universidad Complutense de Madrid*, 1, 1-21.

Castromonte, M., Wacyk, J., & Valenzuela, C. (2020). Encapsulation of antioxidant extracts from agroindustrial by-products. *Revista Chilena de Nutricion*, 47(5), 836-847.

CEDRSSA. (2014). Producción y mercado de café en el Mundo y en México. *Reporte del CEDRSSA*. Obtenido de: <http://www.ecorfan.org/handbooks>.

Cunza, S., Pillihuaman, A., & Roca, R. (2020). Actividad antioxidante, polifenoles y flavonoides de *Coffea arabica* de cinco regiones peruanas. *revista de la sociedad química del Perú*, 86(4), 343-354.

Denoeud, F., Carretero, L., Dereeper, A., Droc, G., Guyot, R., Pietrella, M., Da Silva, P. (2014). The coffee genome provides insight into the convergent evolution of caffeine biosynthesis. *Science*. 345(6201):1181-1184.

Equivel, P., & Jimenez, M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *J. Food Research International*, 46(2), 488-495. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>.

Falla, A., & Sánchez, Y. (2019). Influencia de la temperatura de secado en el contenido de polifenoles totales de un filtrante elaborado a base de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y piña (*Ananas comosus*).

Feria, A. (2002). Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. *Revista Science Direct*, 13 (6): 355-367.

Fuentes, M., López, L., Borrás, I., Navarro, M., Segura, A., & Lozano, J. (2021). Development of an innovative pressurized liquid extraction procedure by response surface methodology to recover bioactive compounds from carao Tree Seeds. *Foods*, 10(2).

García, M., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. Obtenido de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/52056>

Gebeyehu, M., Feleke, G., Molla, D., & Admasu, D. (2020). Effect of habitual consumption of Ethiopian Arabica coffee on the risk of cardiovascular diseases among non-diabetic healthy adults. *Heliyon*, 6(9).

Gonzales, M. (2009). Estimación de la capacidad antioxidante de ácidos hidroxicinámicos obtenidos de la pulpa de café. 84.

Gotteland, M., & De Pablo, S. (2007). Algunas verdades sobre el café. *Revista Chilena de Nutrición*, 32(2) 105. 10 ISSN 0717-7518.

Gutiérrez, N., & Barrera, O. (2015). Selección y entrenamiento de un panel en análisis sensorial de café *Coffea arabica* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 77-87.

IICA, & Europea, U. (2020). Guía práctica de caficultura. Obtenido de: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/13191/BVE20118237e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Largo, A. (2020). Efecto del secado solar intermitente en la composición química del café. Obtenido de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79488>

Maroto, M. (2019). El café, la cafeína y su relación con la salud, y ciertas patologías. Tesis inédita de medicina en nutrición humana y dietética. 4-5.

Martínez, I., Periago, J., & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 50(1), 5-18.

Martínez, O., Fiallos, D., Obando, D., & Uclés, M. (2021). Plan municipal de adaptación al cambio climático del municipio Marcala, La Paz-Honduras 2021-2026.

Mejía, C., Oseguera, A., & Fernández, R. (2012). Beneficiado y calidad del café.

Meneses, D., Mendes, F., Rocha, D., Sampaio, C., Carioca, F., Pinheiro, P., & Cacao, T. (2023). Asociación de la ingesta de café y sus polifenoles con hallazgos mamográficos en mujeres atendidas en el Servicio de Salud Pública de Brasil. *Nutrición Hospitalaria*, 40(2), 377-383.

Montilla, J. (2008). Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. Avances técnicos Cenicafe, (En línea):. *CENICAfe*, 1-2. Obtenido de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf>

Muñoz, A., Torres, A., Núñez, A., de la Rosa, A., Rodrigo, J., Ayala, F., & Álvarez, E. (2017). Nuevo acercamiento a la interacción del reactivo de Folin-Ciocalteu con azúcares durante la cuantificación de polifenoles totales. 20(2):23-28.

Noriega, A., Silva, R., & García de Salcedo, M. (2009). Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. . *Zootecnia Tropica*, 27(2), 135-141.

Osorio, V. (2021). La calidad del Café. *Libros y Manuales*. Publicaciones Cenicafé. DOI: <https://orcid.org/0000-0002-1166-0165>

Osorio, V., Pabón, J., Shuler, J., & Fernández, M. (2022). Efecto de la combinación de procesos de secado en la calidad del café natural obtenido vía seca. *Revista Cenicafé*, 73(1), e73101-e73101.

Puerta, I. (2013). Composición química de una taza de café. *Cenicafé*. Obtenido de: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pd>.

Quiñones, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1):76-89.

Rojo, E., & Pérez, E. (2015). Café I (G. Coffea). 42. Obtenido de: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/issue/view/118>

Saravia, S., Montero, I., Linhares, B., Marcía, J., Santos, R., & Ferraz, V. (2020). Caracterización de Moléculas Bioactivas en Pulpa de Aceite de Palma (*Elaeis guineensis* Jacq). *Chemical Engineering Transactions*.

Saravia, S., Montero, I., Linhares, B., Santos, R., & Marcía, J. (2020). Mineralogical Composition and Bioactive Molecules in the Pulp and Seed of Patuá (*Oenocarpus bataua* Mart): A Palm from the Amazon. *Revista Internacional de Ciencias de Plantas*, 31(6): 1-7.

Sasm, S., Maldonado, S., Montero, I., Santos, R., Marcia, J., & Conceição, M. (2020). Determination of total phenolic compounds, antioxidant activity and nutrients in Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* H. B. K.). *Journal of medicinal plant research*, 14:373-376.

Siriwoharn, T., Wrolstad, E., & Durst, W. (2005). Identification of ellagic acid in blackberry juice sediment. *Journal of Food Science*, 70(3), C189-C197.

Tejada, D. (2020). Guía para la preparación de microlotes de cafés especiales. Disponible en <http://192.168.2.14/xmlui/handle/123456789/1648>.

Tomás, A., Gil, M., Paedar, A., Waterhouse, B., Hess, L., & Kader, A. (2001). “HPLC-DAD-ESIMS Analysis of Phenolic Compounds in Nectarines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, vol.49, pp.4748-.

Valencia, E., Ignacio, I., Sosa, E., Bartolomé, C., Martínez, E., & García, E. (2017). olifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (16), 15-29.

Vázquez, A., Ovando, I., Adriano, L., Betancur, D., & Salvador, M. (2016). Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 66(3), 239-254.

Vega, A., De León, J., & Reyes, M. (2017). Determinación del contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante de 34 cafés comerciales de Panamá. *Información tecnológica*, 28(4), 29-38.

Wrolstad, E., Durst, W., & Lee, J. (2005). Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. . *Trends in Food Science & Technology*, 16(9), 423-428.

ANEXOS

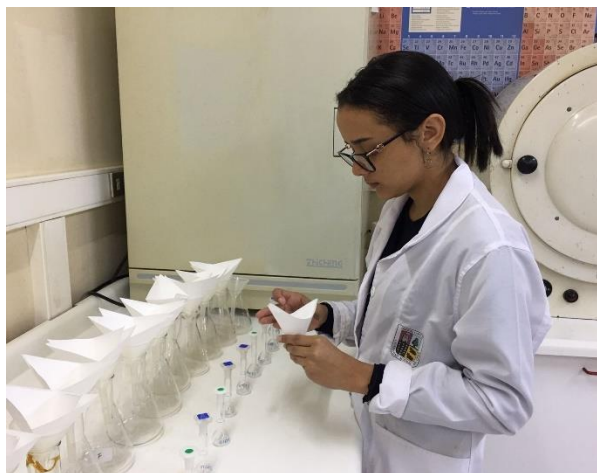
Anexo 1. Recolección de las muestras



Anexo 2. Catación de las muestras de café



Anexo 3. Preparación del extracto de las muestras





Anexo 4. Medición de la absorbancia

