



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL
CAFÉ ARÁBICA (*COFFEA ARABICA*) DURANTE LAS ETAPAS POST
COSECHA PARA SU INDUSTRIALIZACIÓN.

VALAREZO GONZALEZ MERY SALOME
INGENIERA EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES
DEL CAFÉ ARÁBICA (COFFEA ARABICA) DURANTE LAS
ETAPAS POST COSECHA PARA SU INDUSTRIALIZACIÓN.

VALAREZO GONZALEZ MERY SALOME
INGENIERA EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EXAMEN COMPLEXIVO

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL CAFÉ ARÁBICA (COFFEA ARABICA) DURANTE LAS ETAPAS POST COSECHA PARA SU INDUSTRIALIZACIÓN.

VALAREZO GONZALEZ MERY SALOME
INGENIERA EN ALIMENTOS

BELTRAN BALAREZO CAROLINA ESTEFANIA

MACHALA, 29 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
29 de agosto de 2022

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL CAFÉ ARÁBIGA (COFFEA ARÁBICA) DURANTE LAS ETAPAS POST COSECHA PARA SU INDUSTRIALIZACIÓN.

por Mery Salomé Valarezo González

Fecha de entrega: 14-ago-2022 07:24p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1882505484

Nombre del archivo: SALOM_VALAREZO_TRABAJO_COMPLEXIVO_2022-1.pdf (377.46K)

Total de palabras: 7573

Total de caracteres: 42370

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, VALAREZO GONZALEZ MERY SALOME, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL CAFÉ ARÁBICA (COFFEA ARABICA) DURANTE LAS ETAPAS POST COSECHA PARA SU INDUSTRIALIZACIÓN., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 29 de agosto de 2022



VALAREZO GONZALEZ MERY SALOME
0705827608

DEDICATORIA

Durante el tiempo de mis estudios y preparación profesional, pude descubrir muchas habilidades en mi vida, las cuales se han ido desarrollando en el proceso de mi preparación dentro de las aulas, en los laboratorios, en la convivencia con mis compañeros; lo cual me ha ayudado a desarrollar una mayor confianza en mí, muy segura de lo que soy, y en lo que me he convertido con la ayuda e inspiración de todos a mi alrededor.

Indudablemente no puedo pasar por alto la inspiración divina de Dios en el tiempo de mi preparación académica, la motivación de mis padres para avanzar y culminar con mis estudios; por lo tanto, dedico esta tesis a ellos, así como también a mi persona, pues considerando todo lo logrado hasta este momento, ha sido debido al esfuerzo, dedicación y empeño que le he dedicado a mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradecida estoy de Dios, en primer lugar, porque Él es quien me ha dado la vida, fuerzas y salud para llegar hasta este momento de mi existencia y alcanzar este logro; así también, el apoyo de mis padres, quienes, con su valor moral, emocional y económico, me han dado ese impulso tan necesario para culminar mi carrera universitaria. A mis hermanos y mi enamorado, quienes de una u otra manera estuvieron brindándome su ayuda, a medida que me ha sido necesaria para el avance y culminación con mis estudios.

A mi tutora Ing. Carolina Beltrán por ser la persona que con gran paciencia y profesionalismo ha sabido direccionarme aportando de sus conocimientos en este proceso de titulación. A la Coordinadora de Ingeniera Alimentos Ing. Verónica Bravo por brindarme su confianza y apoyo cuando más lo he necesitado en mi formación profesional.

Y finalmente, gracias a esta prestigiosa Universidad Técnica de Machala, donde recibí la más valiosa enseñanza para convertirme en una buena profesional, pues me siento muy capacitada para ejercer mi profesión en donde se me abran las puertas, y explotar toda la riqueza de conocimientos adquiridos dentro de las aulas.

RESUMEN

El café es uno de los cultivos más importantes en el Ecuador, ya que la mayoría de las provincias son productoras, lo cual genera un gran impacto económico en las zonas productivas, cultivando las variedades Arábica y Robusta. La variedad Arábica aporta gran sabor y aroma; además, el contenido de cafeína es más significativo en relación al Robusta lo que le otorga un agregado en su calidad final. Este estudio trata de resaltar las características fisicoquímicas y sensoriales del café analizando las operaciones postcosecha con el fin de garantizar la calidad del producto final.

Es necesario considerar los factores intrínsecos y extrínsecos que afectan las propiedades funcionales del café. Esto tiene relación al tipo de procesamiento que se realiza desde la cosecha de la materia prima hasta su industrialización, por tal motivo dos de los factores más importantes a controlar son el grado de maduración, y el correcto manejo en el beneficiado húmedo y seco, pues esto aportará al café un buen rendimiento y mejor calidad. Además, dichos procesos tienen gran impacto en su perfil de sabor, tiempo de vida útil del grano en su almacenamiento.

Para realizar el presente estudio se hizo una búsqueda exhaustiva de documentos de carácter científico para recopilar información reciente sobre la importancia de controlar las operaciones post cosecha como el despulpado, secado, limpieza, clasificación, almacenamiento, tostado, molienda y cata con el fin de evitar la disminución de la calidad y así mantener las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del grano del café y los subproductos.

Palabras clave: Café arábica, etapas post cosecha, propiedades funcionales, procesamiento.

ABSTRACT

Coffee is one of the most important crops in Ecuador, since most of the provinces are producers, which generates a great economic impact in the productive areas, cultivating the Arabica and Robusta varieties. The Arabica variety provides great flavor and aroma; in addition, the caffeine content is more significant in relation to Robusta which gives it an added in its final quality. This study tries to highlight the physicochemical and sensory characteristics of coffee by analyzing post-harvest operations in order to guarantee the quality of the final product.

It is necessary to consider the intrinsic and extrinsic factors affecting the functional properties of coffee. This is related to the type of processing that is carried out from the harvest of the raw material to its industrialization, for this reason two of the most important factors to control are the degree of maturation, and the correct handling in the wet and dry beneficiary, as this will provide the coffee with a good yield and better quality. In addition, such processes have a great impact on its flavor profile, shelf life of the grain in its storage.

To carry out the present study, an exhaustive search of scientific documents was made to collect recent information on the importance of controlling post-harvest operations such as pulping, drying, cleaning, classification, storage, roasting, grinding and tasting in order to avoid a decrease in quality and thus maintain the physicochemical and sensory properties of the coffee bean and by-products.

Key words: Arabica coffee, post-harvest stages, functional properties, wet and dry processing.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
I. INTRODUCCIÓN.....	7
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
II. DESARROLLO.....	8
2.1 CAFÉ.....	8
2.1.1 Generalidades.....	8
2.1.1.1 Origen del café.....	8
2.1.1.2 Variedades del café.....	8
2.1.1.3 Morfología.....	10
2.1.2 Café Arábica.....	11
2.1.2.1 Propiedades Funcionales.....	12
2.1.2.2 Variedades que determinan la calidad del café.....	14
2.1.3 Pre-cosecha.....	15
2.1.4 Cosecha.....	16
2.1.5 Post-cosecha.....	16
2.1.5.1 Beneficio Seco.....	17
2.1.5.2 Beneficio Húmedo.....	18
2.1.5.3 Trillado.....	18
2.1.5.4 Almacenamiento.....	19
2.1.6 Procesamiento del café Arábica tostado.....	19
2.1.6.1 Diagrama de flujo para el procesamiento del café en taza.....	19

2.1.6.2	Descripción del proceso	19
2.1.7	Impacto de las propiedades funcionales del café en su procesamiento.....	20
2.1.7.1	Proceso de fermentado.....	20
2.1.7.2	Proceso del tostado	20
2.1.8	Evaluación Sensorial	22
2.1.9	Impacto a la salud.....	23
III.	CONCLUSIÓN	24
IV.	BIBLIOGRAFÍA.....	25

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición química del grano de café almendra según la especie.	9
Tabla 2.	Composición química del café verde.	11
Tabla 3.	Contenido de ácidos en granos de café almendra, según la especie	14
Tabla 4.	Relaciones entre los componentes del grano y las características sensoriales de la bebida de café.	22

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujo del proceso de la semilla al grano.	17
Figura 2.	Diagrama de flujo para el procesamiento del café en taza.	19

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de café va aumentando cada año a nivel mundial, en el año 2021 incremento un 2% con un consumo de 166,63 millones de sacos de café de 60 kilogramos (Statista, 2021). Esta bebida es muy popular por los efectos fisiológicos, provocando el retraso del inicio del sueño. Es elaborada a partir de los granos de la especie vegetal Coffea y consta con más de 100 especies, siendo las más relevantes las variedades Arábica con el 75% y Robusta con el 25% (Sharma, 2020).

Diversos estudios indicaron que la calidad física y de taza del café está determinada en gran medida por el factor genético, las condiciones de crecimiento, los métodos de procesamiento y las técnicas utilizadas para el tostado (Mengistu et al., 2020). Por tal motivo, es de vital importancia conocer los diferentes procesos del grano de café, para que puedan ser correctamente implementados y así evitar grados que afectan la calidad del sabor, olor y aroma del café.

El procesamiento post cosecha está relacionado a un café de alta calidad, cabe destacar que, entre los dos procesamientos húmedo y seco, el más utilizado es el beneficio húmedo y se trata de la eliminación de mucílago por medio de la adición de agua. Su desventaja radica en la gran cantidad de residuos generados, además del contenido de carga orgánica que afecta la acidez del agua, convirtiéndose en agua residuales que deben ser tratadas para su recirculación (Yeison et al., 2020).

Objetivo general

Identificar los parámetros del manejo post cosecha del café Arábica y su impacto en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales para su posterior industrialización.

Objetivos específicos

Determinar y caracterizar las variedades de café producidas en el Ecuador

Identificar los factores intrínsecos y extrínsecos que determinan la calidad del café.

Establecer los parámetros y condiciones de manejo post cosecha del café arábica

Evaluar los efectos en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante las etapas de su procesamiento.

Identificar las propiedades funcionales del café arábica y su aporte en la salud de los consumidores.

II. DESARROLLO

2.1 CAFÉ

Según la Normativa INEN-ISO 3509, el café se define como los “frutos y semillas de las plantas del género *Coffea*, generalmente de las especies cultivadas, así como de los productos derivados de estos frutos y semillas en diferentes etapas de procesamiento y utilización, destinados para el consumo humano...” (INEN-ISO 3509, 2012).

2.1.1 Generalidades

2.1.1.1 Origen del café

El café fue descubierto en el continente africano y fue distribuido por el resto del mundo, es por eso que las condiciones climáticas óptimas para que se desarrolle las plantas de café son en África Central y Sudáfrica. Debido a su distribución por el resto de los países a sufrido diversas variaciones teniendo el género *Coffea* más de 100 especies de las cuales solo 2 son de gran importancia dentro del mercado mundial entre ellas están *C. canephora* Pierre o *Robusta* y *C. Arábica*. Estos cambios aparecieron para satisfacer la demanda de cultivos para mayor rendimiento, la resistencia a plagas y calidad en la taza, cabe destacar que se descubrieron diversas variedades silvestres a lo largo del tiempo (Ferreira, Shuler, Guimarães, y Farah, 2019).

2.1.1.2 Variedades del café

Las principales especies comerciales de café en el mundo son Arábica (*Coffea arabica* L.) la cual representa un 59% y Robusta (*Coffea canephora* Pierre) un 41% en el año 2019. Tanto el café arábico como el robusta se cultivan en Ecuador, representado como uno de los 20 principales países exportadores de café. En los últimos 3 años se ha disminuido la productividad del café por diversos factores como suelos inadecuados, pérdidas por plagas y enfermedades, y la falta de educación y capacitación de los agricultores (Nieto y Caicedo, 2012).

- Arábica: El árbol arábico es descendiente del cafeto originario de Etiopía y suele ser un arbusto que puede crecer de 4 a 6 metros de altura. Sus frutos, con su sabor

aromático, fino y suave. Los árboles de Arábica alcanzan la madurez en 3-4 años y siguen dando frutos durante 20-30 años. Requiere un clima templado, temperaturas ideales entre 15 y 23 grados centígrados. El mejor café Arábica proviene de plantas cultivadas en altitudes entre 2.000 y 6.000 metros. La altura ideal en este rango varía con la distancia al Ecuador (Piato, et al., 2022).

- Robusta: Las plantas de Robusta son similares a las plantas de Arábica en tamaño, forma y tiempo de madurez, pero producen semillas más pequeñas y redondeadas. Son más baratos de cultivar porque son más resistentes a las enfermedades y pueden tolerar climas más cálidos (prefieren temperaturas entre 23°C y 30°C). Sin embargo, se prefiere el Arábica sobre el Robusta porque su sabor se considera mejor (Soares et al., 2020).

Tabla 1.

Composición química del grano de café almendra según la especie.

Componente químico	Arábica (%)	Robusta (%)
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
Trigonelina	1,00	0,70
Lípidos	16,20	10,00
Ácidos alifáticos	1,10	1,20
Ácidos clorogénicos	6,90	10,40
Minerales	4,20	4,40
Compuestos aromáticos	trazas	trazas

Nota. En esta tabla se describe la comparación de los componentes químicos de las variedades café Arábica y Robusta. De “COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UNA TAZA DE CAFÉ” por Puerta G. I., (2011). Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana. (<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>)

2.1.1.3 Morfología

Generalmente, la planta de café están constituidas por el sistema de raíces y las partes exteriores o aéreas. Las raíces se constituyen de gran importancia en la calidad del fruto, estas proporcionan agua a la planta, pero además transportan gases, minerales y otros solutos de una célula a otra. También sirven como reserva de carbohidratos, produce fitohormonas como auxinas, ácido abscísico y citosinas (Ferreira et al., 2019).

Las partes aéreas del cafeto está constituidas por un tallo central y ramificación laterales. y frutos de café. En la superficie foliar de los cafetos adultos varía según la especie, el estado de salud, los niveles de irradiación y muchos otros factores. Las hojas nacen en la parte terminal del tallo y en las ramas, estas crecen en disposición opuesta, son de forma elíptica, además pueden variar de acuerdo a su especie en el tamaño, color y cantidad (Escobar, 2015).

Cuando sus cultivos florecen, esta fase dura aproximadamente de dos a tres meses y puede desarrollar hasta cuatro flores, su reproducción es autógama en el caso de *C. arabica* y alógama con respecto a *C. canephora*, ya que los nudos de floración se convertirán posteriormente en frutos. Cuando alcanzan la madurez, los cafetos de cualquier tipo suelen dar unos frutos llamados cerezas que se vuelven rojos cuando están listos para la cosecha. Las bayas de Arábica suelen madurar en unos 9 meses, y las de Robusta necesitan 10 u 11 meses. Los granos de café son las semillas de estas cerezas (Silva et al., 2021).

El fruto del café esta constituidos por 2 partes que son de vital importancia, entre ellas están el pericarpio y la semilla. Cuando se refiere al pericarpio este se subdivide en 3 capas externas de la fruta que son el exocarpio o la piel y hace referencia a la capa más externa del cerezo del café. El mesocarpio o mucílago representa la pulpa y el endocarpio o pergamino es la capa más interna del pericarpio y es la cáscara que recubre el grano de café. Mientras que la semilla o grano de café consta de una piel plateada o perispermo es la capa más externa que cubre la semilla, un endospermo al único tejido de reserva principal de la semilla y un embrión (Sepriyany, 2017).

2.1.2 Café Arábica

La especie de café arábica se desarrolla en una altitud de aproximadamente 1200 a 1800 metros sobre el nivel de mar (msnm), las precipitaciones oscilan a partir de 400 y 600 mm esto va a depender de cada temporada. Una de las características más importantes de esta variedad es la presencia de cafeína que es alrededor de 1.2%, esto puede variar entre un rango de 0.6 a 1.9 %. Además, puede poseer más azúcares en comparación a otras especies y tiene la capacidad de absorción de nutrientes durante el crecimiento de la cereza del café, permitiendo tener más complejidad en taza, es decir dulzura y sabores variados (Ngugi, Cheserek, y Omondi, 2021).

Tabla 2.

Composición química del café verde.

Contenido de ingredientes	(%)
Carbohidratos	60.0
Azúcar reductor	1.0
Sacarosa	7.0
pectina	2.0
Almidón	10.0
Pentano	5.0
Hemicelulosa	15.0
Celulosa entera	18.0
Lignina	2.0
Grasa	13.0
Proteína	13,0
Contenido de cenizas (óxido)	4,0
Ácido tánico	13.0
Ácido N-metilnicotínico (soluble)	1,0
Cafeína (soluble)	1,0≈2,0

Nota. Esta tabla muestra la composición química de los granos de café crudos. De “Relationship between the Chemical Composition and the Biological Functions of Coffee” por Saud, S., y Salamatullah, A. M. (2021). *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(24), 7634. (<https://doi.org/10.3390/>).

2.1.2.1 Propiedades Funcionales

- Composición química del grano de café almendra: El grano de café se caracteriza por tener una composición química compleja, esto depende de su variedad, origen y temporada de cosecha, sin embargo, los carbohidratos representan el porcentaje más significativo entre los demás compuestos con alrededor del 60% de su peso total, 15-20 % de lípidos, 10-15 % de proteínas, 3-5 % de minerales y cafeína al 1%. (Saud y Salamatullah, 2021).

Al respecto se indica:

La composición del café es muy compleja porque contiene más de 100 químicos. Estos incluyen aminoácidos y otros compuestos que contienen nitrógeno, polisacáridos, azúcares, triglicéridos, ácido linoleico, diterpenos (ácido cafeico y cafestol), ácidos volátiles (fórmico y acético) y ácidos no volátiles (ácido láctico, tartárico, pirúvico, cítrico), compuestos fenólicos (ácido clorogénico), cafeína, sustancias volátiles (más de 800 identificadas, de las cuales 60-80 son específicas del aroma del café), vitaminas, minerales. (Gotteland y De Pablo V, 2007, pág. 3)

Agua. Para que el café pueda conservar de manera óptima sus propiedades organolépticas, debe secarse hasta aproximadamente un 10 - 12 % (peso) de contenido de humedad para garantizar la estabilidad evitando así alteraciones químicas y microbiológicas en el almacenamiento del grano. Además, se evitarían los desperfectos del café en el proceso de la molienda, incluidos las operaciones de pre y post cosecha. (Puerta, 2011, pág. 2)

Carbohidratos. La importancia de los carbohidratos en el café se puede atribuir a su alta concentración en el grano. Este varía durante las primeras etapas de desarrollo, hasta la mitad de la etapa de maduración, donde la glucosa y la fructosa fueron los principales azúcares libres, mientras la glucosa es dos veces mayor que la concentración de fructosa. Los niveles de glucosa en la variedad Arábica (entre 8-12 % del peso seco).

Al final del desarrollo del grano, las concentraciones de glucosa y fructosa disminuye a 0.03 y 0.04 % del peso seco, mientras que la sacarosa al 5-12 % del peso seco es esencialmente el 100 % del total de azúcares libres en los granos maduros. La mayoría de los carbohidratos presentes, como la celulosa y los polisacáridos que consisten en manosa, galactosa y arabinosa, son insolubles. (Redgwell y Fischer, 2006)

Lípidos. El contenido de lípidos de los granos de café Arábica verdes tiene un contenido del 15%. La mayoría de los lípidos, se encuentran en el endospermo de los granos de café verde; solo una pequeña cantidad, se encuentra en la capa exterior del grano. Se compone principalmente por triglicéridos los cuales están conformados prioritariamente por ácidos linoleico y palmítico, quienes representan el 75% del contenido lipídico del café. Los lípidos insaponificables (ácido palmítico) representan entre el 20 – 25%. Además, de contener esteroides en un 2,2% y colesterol en 0,11% del grano de café almendra. (Puerta, 2011)

Proteínas. Las semillas verdes del café arábica contienen entre un 12% de proteína la cuales “se componen de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos.” (Puerta, 2011, pág. 4) que son los principales compuestos que contribuyen a la formación del aroma típico durante el tueste. El café contiene 3 de ellos, los cuales se componen por ácido glutámico, glicina y ácido aspártico. Además de esto, hay pequeñas cantidades de treonina, isoleucina, leucina, lisina, cisteína, fenilalanina, tirosina, valina, arginina, histidina, alanina, prolina y serina. (Dong et al., 2015)

Ácidos. Son los componentes más importantes del café ya que comprenden el 11% de los granos verdes y el 6% de los tostados. Los ácidos en el café generalmente se dividen en dos categorías: ácidos orgánicos y clorogénicos. Se han identificado 38 tipos de ácidos en cafés tostados, siendo el ácido cítrico, málico y quínico los más destacados en el café verde. (Yeager et al., 2021)

Tabla 3.

Contenido de ácidos en granos de café almendra, según la especie, % base seca

Ácido	Arábica (%)	Robusta (%)
Cítrico	1,16 – 1,38	0,67 – 1,00
Málico	0,46 – 0,67	0,25 – 0,38
Fosfórico	0,11 – 0,11	0,14 – 0,22
Oxálico	trazas a 0,2	trazas a 0,2
Succínico	trazas a 0,15	0,05 – 0,35
Fórmico	trazas a 0,14	trazas a 0,39
Acético	trazas	trazas a 0,2

Nota. Esta tabla explica los distintos tipos de ácidos que se encuentran en el café y en sus respectivas variedades. De “COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UNA TAZA DE CAFÉ” por Puerta, (2011). Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana. (<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>)

Alcaloides. Las semillas de café tienen dos tipos de alcaloides, cafeína y trigonelina, como componentes principales. Los granos de la mayoría de los cultivares de café Arábica (*Coffea arabica*) contienen hasta un 1,0 % de cafeína. La cafeína (1,3,7-trimetilxantina) es muy conocida por su sabor ligeramente amargo y sus efectos fisiológicos (estimulación del sistema nervioso central, aumento de la circulación sanguínea y respiración). El café verde contiene trigonelina (ácido N-metilnicotínico) hasta en un 0,6 entre ellos se incluyen ácido nicotínico, piridina, 3-metilpiridina, ácido nicotínico, éster metílico y otros compuestos. (Ashihara, 2006)

2.1.2.2 Variedades que determinan la calidad del café

- Factores extrínsecos

- Suelo: El suelo es uno de los factores más importantes relacionados con la productividad del café. La acidez y la textura del suelo influyen en la calidad del grano de café.
- Clima: Es importante destacar que las variaciones climáticas tienen gran influencia en la calidad del café por el impacto que realizan en las diferentes etapas de maduración que son inmaduro (verde), intermedio (amarillo) y maduro (rojo). Los que se desarrollaron en gran altitud ayudará al desarrollo de compuestos volátiles como etanal y acetona, en cambio los que se desarrollan

en regiones de tierras bajas tienen compuestos de alcohol, aldehído, hidrocarburo y cetona. Además, se detectaron componentes que provocan sabores desagradables como el butano-1,3 diol y butano-2,3 diol (Bastian et al., 2021).

- Factores intrínsecos

- Genotipo: El genotipo del café (tamaño y forma del café, color, composición química y sabor); está relacionado con la calidad del mismo, debido a diversos componentes como la sacarosa, la cafeína y la trigonelina. Existen otros componentes que no tienen ninguna relación con su genética, entre ellos se encuentran los hidratos de carbono, las proteínas, los lípidos, los ácidos clorogénicos y los taninos hidrosolubles (Silva et al., 2022).
- Agronómicos: El café debe ser cuidado desde su cultivo por medio de diferentes prácticas agronómicas, entre ellas tenemos la densidad, fertilización y los ciclos de renovación.
- Procesamiento primario: Es de vital importancia que la cosecha sea de forma correcta y el grado de maduración óptimo del cerezo. Además del beneficio seco o húmedo.
- Procesamiento final: Los diversos procesos como trillado, clasificación, tostado y clasificación están relacionadas con la calidad del café. Más en el tostado surgen cambios significativos que pueden afectar o mejorar su calidad.

2.1.3 Pre-cosecha

La pre-cosecha es esencial para obtener una buena calidad del café, así como las buenas prácticas agrícolas necesarias en la producción, como es la práctica fototécnica, el control previo de plagas, mejoras de cultivares, prevención de enfermedades, correcto arado de suelo o terreno, fertilización adecuada, nutrición constante y riegos. Los factores se relacionan con un previo control agrícola que van desde la búsqueda para la correcta selección de una ubicación geográfica para el manejo del suelo (Rendón-Mera, Corrales, y Pañuela, 2022).

2.1.4 Cosecha

Cuando el fruto permanece en la plata aún conserva todas sus propiedades para obtener un café de alta calidad, ya que se mantienen muy bien formados los precursores químicos y el endospermo. Para poder conservar todas las propiedades de se debe mantener un excelente mantenimiento en la cosecha y un previ6 control de los granos de Café. Por lo cual se debe determinar un periodo correcto en la cosecha y elaborar un excelente secado, evadiendo el per6odo de fermentaci6n, alteraciones bioqu6micas y descomposici6n qu6mica (Ngugi et al., 2021).

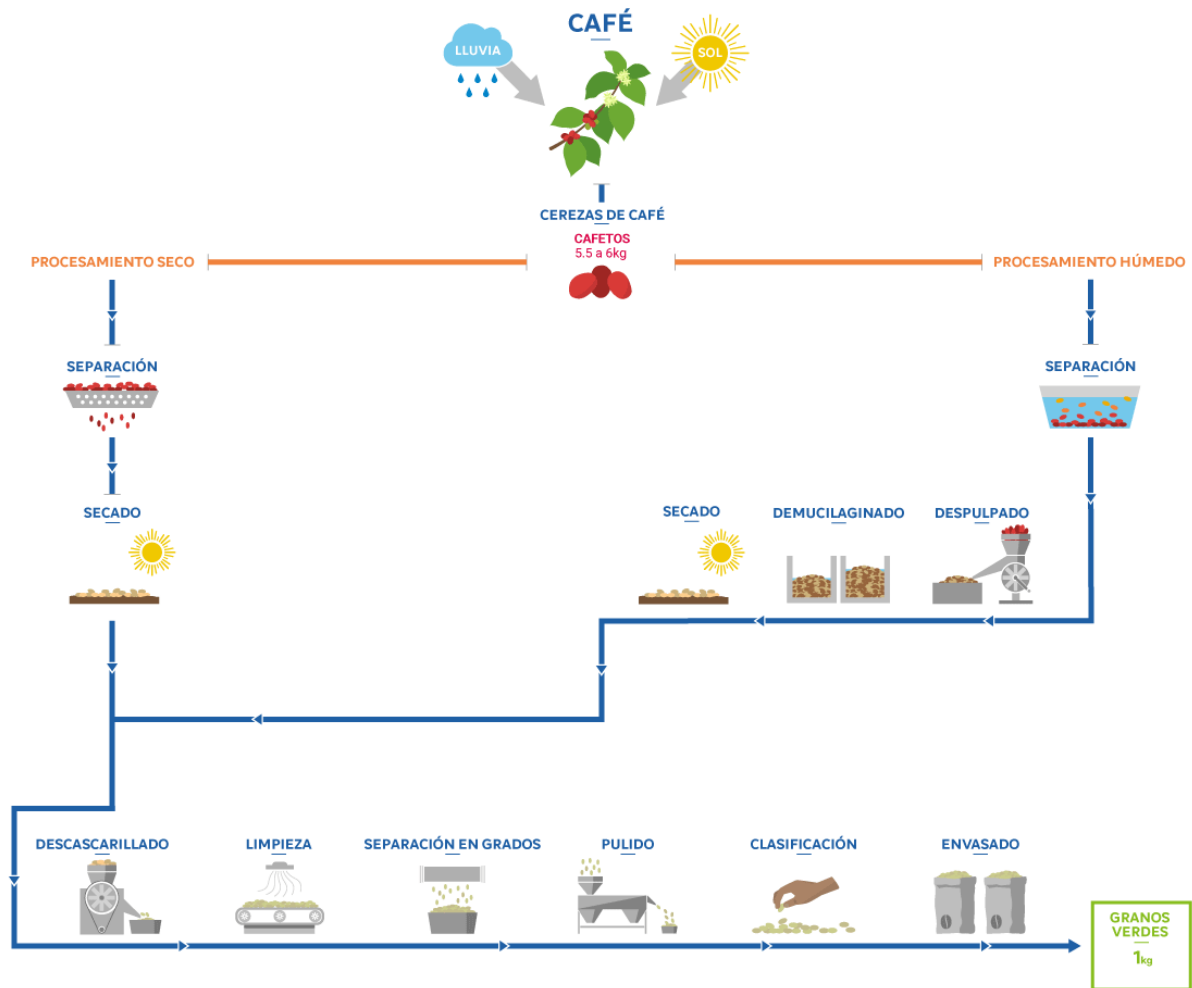
En esta etapa se procede a la recolecci6n del grano de caf6 que haya alcanzado un grado de maduraci6n uniforme y el tiempo adecuado para desarrollarse, ya que existe una significativa diferencia de madurez que se puede notar desde que est6n en el 6rbol. Al recolectar la fruta madura esto ayuda a mejorar la calidad del caf6, esto es de gran importancia ya que en caso contrario se podr6a obtener un caf6 de baja calidad por granos inmaduros y con presencia de defectos (Bastian et al., 2021).

2.1.5 Post-cosecha

Un paso decisivo para obtener un caf6 de calidad es la separaci6n de impurezas de los cerezos luego de su cosecha. Adem6s de la eliminaci6n de las capas externas hasta la obtenci6n de las semillas, esto es para evitar la fermentaci6n. Es necesario que el grano de caf6 llegue a una humedad del 10 – 12% para su posterior tostado contribuyendo a su composici6n qu6mica del grano de caf6 verde. La post-cosecha conlleva una secuencia de pasos, que el despulpado, la fermentaci6n, el secado y el almacenamiento (Rend6n et al., 2022).

Despu6s de la cosecha, las frutas deben someterse a un procesamiento primario para separar las semillas del resto de la fruta y luego clasificarlas seg6n la cantidad y los tipos de defectos, el tama6o y otros par6metros para ayudar a clasificar y calificar los lotes de caf6 Los m6todos m6s comunes para separar las semillas de las partes externas de la fruta se conocen como m6todos seco y h6medo. (Das, 2022)

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de la semilla al grano.



Nota. El proceso del café después de la postcosecha hasta la obtención del café verde. por Sucden, (s.f.), Diagrama de flujo del proceso (diagrama) <https://www.sucden.com/es/products-and-services/coffee/process-flowchart/>

2.1.5.1 Beneficio Seco

Este proceso muy antiguo consiste en el secado al sol de los cerezos de café que fueron cosechados una vez alcanzado su grado de maduración por un tiempo aproximado de 14 días a una temperatura de 29 y 31°C, hasta que el contenido de humedad haya disminuido hasta un 10%, estos son ubicados en el suelo o colocados sobre la mesa para ser separado las semillas del pericarpio seco. (Dharmaputra et al., 2021).

2.1.5.2 Beneficio Húmedo

Es el procesamiento que más se ha utilizado a lo largo de los años por los fabricantes de café ya que aporta una mejor calidad al grano, satisfaciendo las demandas del mercado. Además de proporcionar protección adecuada contra la oxidación y una calidad superior, para esto se fermenta en agua a temperatura ambiente, este proceso tarda de 24-36h en el caso de Arábica. El residuo de pericarpio que quede en los granos se puede retirar de una manera mecánica, para ser colocados en sus respectivos empaques y por último ser transportados (Figueroa, Sagu, Saravia Celis y Rawel, 2022).

- **Despulpadora:** Este proceso tiene como fin descascarar o pelar de una forma mecánica el mayor porcentaje del pericarpio de las bayas maduras, es decir consiste en quitar la piel externa roja y la pulpa carnosa blanca (Hall et al., 2022).
- **Fermentación o remoción del mucilago:** Es importante la degradación del mucilago (sustancia que está compuesta con hemicelulosas, sustancias pectinas y azúcares). Esta degradación consiste en que las enzimas naturales y las bacterias interactúan entre sí para la descomposición del mucílago el cual tiene consistencia de gel amorfo e insoluble en agua, para que finalmente exista una liberación de azúcares reductores y aminoácidos libres. (Figueroa et al., 2022).
- **Lavado:** El grano es lavado con grandes cantidades de agua limpia para retirar la espuma o los flotes (Puerta, 2011).
- **Secado o café pergamino:** Los granos que tiene un 40 -50% de humedad, se secan por medio de secadoras mecánicas o de una forma natural por medio del sol hasta alcanzar un contenido de humedad del 10 a 12 % (Castellano, 2020).

2.1.5.3 Trillado

Una vez terminado el proceso de secado se trillan las cerezas y pergamino con la finalidad de conseguir granos de café verde (una cereza de café puede producir uno o dos granos de café verde) (Yonezawa et al., 2011).

2.1.5.4 Almacenamiento

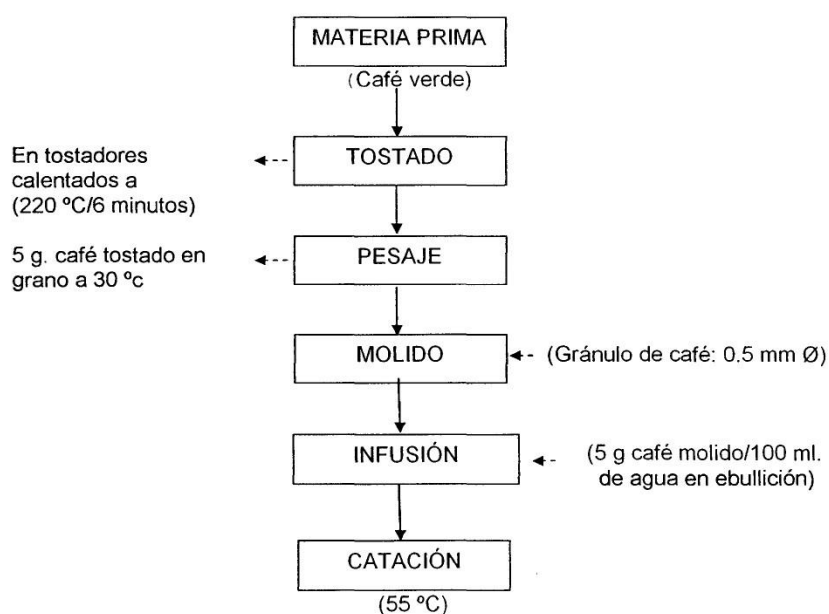
El café verde es almacenado en un lugar fresco y seco, usualmente es colocado en sacos de yute o en bolsas protectoras herméticas. Mientras el almacenamiento del café verde es prolongado puede existir la pérdida de calidad y olores desagradables. Su duración puede ser hasta de 2 años, luego de esto debe ser analizado (Selmar et al., 2008).

2.1.6 Procesamiento del café Arábica tostado

2.1.6.1 Diagrama de flujo para el procesamiento del café en taza.

Figura 2.

Diagrama de flujo para el procesamiento del café en taza.



Nota. Diagrama de flujo del procesamiento desde el café verde hasta que cumpla los estándares de captación por Aquino S, (2004), "Elaboración de un mapa de calidad del café (coffea arábica) situadas en ocho zonas de la provincia de lamas, (diagrama) <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/75/21%272%2700137.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.1.6.2 Descripción del proceso

Según Benavides y De La Cruz describen el procesamiento del tostado de café en el orden respectivo (Benavides, Cruz, y Morillo, 2021).

- Materia prima: Se receipta los granos de café verde sin defecto, con una humedad de 10-12%
- Tostado: El café verde es ingresado a la tostadora a una temperatura aproximada de 210°C 18 minutos.
- Pesaje: Consiste en pesar 5g de cada muestra para respaldo y análisis posteriores.
- Molido: Se realiza con el fin de disminuir el café en partículas más finas, con un molino apto para el café.
- Infusión: El agua en punto de ebullición, mezclado con el café molido.
- Catación: Los catadores entrenados evalúan el café por su sabor y ahora.

2.1.7 Impacto de las propiedades funcionales del café en su procesamiento

En los procesamientos del café que más se ve afectado sus propiedades funcionales es en el fermentado y donde ocurren las diferentes reacciones químicas y físicas es en el tostado. A continuación, se relatará cada una de ellas:

2.1.7.1 Proceso de fermentado.

Si el proceso de fermentación no es controlado puede dañar el sabor del café, debido al crecimiento de microorganismos que existen naturalmente en la superficie del fruto del café. El beneficio húmedo y seco también están involucrados en la calidad de café, ya que el procesamiento húmedo del café tiene mayor contenido de ácido, pero el contenido de azúcar es menor que el procesamiento seco. El contenido de azúcares en los granos de café afecta la producción de compuestos no volátiles como precursores del sabor del café. Se cree que uno de los esfuerzos llevados a cabo mediante el uso de jugo como fermentación aumenta el contenido de azúcares y ácidos orgánicos correlacionados con el valor sensorial del café (Haile y Kang, 2019).

2.1.7.2 Proceso del tostado

El tostado es el procesamiento térmico de altas temperaturas, en que el café verde surge diversos cambios físicos y químicos, que producen compuestos los cuales son responsables del sabor y aroma característicos que determinan la calidad del café. En el tostado surgen distintas etapas la cual inicia con un secado el grano ingresa con una temperatura ambiente de 20-25°C, al comenzar un incremento de temperatura de 50° C las proteínas de la almendra de café comienzan el proceso de desnaturalización de las

proteínas y el agua que tiene el café se comienza a evaporar. (Mehaya y Mohammad, 2020)

La siguiente etapa es la del desarrollo donde comienza el incremento de temperatura que está aproximadamente por encima de 100°C, donde ocurre un proceso de pirólisis, es decir procesos químicos donde se empiezan a degradar los compuestos orgánicos en el café almendra. Cuando alcanza una temperatura de 150°C empieza la degradación de los compuestos orgánicos en el café verde y se da el aumento del volumen gracias a que existe una liberación de productos volátiles (Osorio, Pabón, Gallego, y Echeverri, 2021).

Cuando el proceso de tostado llega a una temperatura de 180 a 200°C es donde se puede percibir el característico aroma a café, además se reconoce por una crepitación o estallido del grano, a esta etapa se la conoce como descomposición. Al finalizar el grano se carameliza y su contenido de humedad es reducido hasta 1,5 -3,5% completando así el proceso de tostado para posteriormente ser sometido a un proceso de enfriamiento del café. (Osorio et al., 2021)

- Propiedades Físicas

Entre los cambios físicos que surgen en el grano de café es evidentemente el aumento de su volumen, mientras que existe la disminución de su peso y la modificación de la estructura, por lo cual es evidente el cambio de color y textura del grano (Osorio et al., 2021).

- Propiedades Químicas

Además de lo físico, el proceso de tostado afecta los cambios químicos, ya que se llevó a cabo la reacción química compleja, es decir, la caramelización la reacción de Maillard y la pirólisis producen un sabor agradable. El rango de pH del café elaborado a partir de granos verdes es de 5,41 a 5,91, que es más alto que el tostado (4,95 a 5,39). La interacción entre la liberación de aminoácidos y azúcares reductores, llamada reacción de Maillard, indujo la formación de precursores del aroma. La etapa de caramelización crea el color del café, mientras que las reacciones de pirólisis producen compuestos volátiles y no volátiles y contribuyen al aroma y sabor característicos de una taza de café. (Tarigan et al., 2022)

2.1.8 Evaluación Sensorial

La evaluación de la calidad está enfocada en los principales aspectos que influyen en las características del producto final, siendo evaluados parámetros físicos (color, tamaño, peso de los granos), sensoriales (atributos de calidad de la bebida) y químicos (principales compuestos atribuidos a la calidad de la bebida) Las características sensoriales de la bebida, especialmente el aroma y el sabor, son los principales criterios de preferencia del consumidor, lo que hace que la evaluación sensorial sea un factor determinante en la calidad del café. El desarrollo del aroma y sabor del café ocurre durante el tostado, como resultado de complejas reacciones de degradación y formación de numerosos compuestos químicos (Hu et al., 2020)

Tabla 4.

Relaciones entre los componentes del grano y las características sensoriales de la bebida de café.

Compuesto químico	Efecto en las características sensoriales de la bebida del café
Polisacáridos	Retienen los aromas, contribuyen al cuerpo de la bebida y a la espuma del espresso
Sacarosa	Amargo, sabor, color, acidez, aroma
Azúcares reductores	Color, sabor, aroma
Lípidos	Contribuyen al transporte de los aromas y sabores y en el espresso dan sabor y cuerpo
Proteínas	Contribuyen al amargo y sabor y en el espresso, a la formación de la espuma, según el grado de tostación
Cafeína	Amargor
Trigonelina	Contribuye al amargo, los productos de su degradación al aroma
Ácidos clorogénicos	Dan cuerpo, sabor amargo y astringencia a la bebida
Ácidos alifáticos	Acidez, cuerpo, aroma

Nota. Esta tabla explica las relaciones entre los compuestos orgánicos del café y los sabores y aromas de la bebida. De “COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UNA TAZA DE

CAFÉ” por Puerta, (2011). Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana. (<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>)

2.1.9 Impacto a la salud

Saud y Salamatullah (2021) están convencidos de que el café tiene el efecto de hacer que el bebedor se despierte, también puede causar diuresis y fortalecimiento del estómago. Según informes de investigación, los componentes químicos contenidos en el café incluyen principalmente alcaloides, ácidos fenólicos, flavonoides, terpenoides, esteroides y componentes volátiles, que tienen una variedad de efectos farmacológicos como sensibilización a la insulina, mejora del metabolismo del azúcar, antidiabéticos y efectos de protección hepática.

A pesar que el café otorga numerosos beneficios, el consumo en exceso puede presentar en el consumidor diversas complicaciones a la salud. Según Wachamo menciona que “Beber en exceso 28 tazas de café o más por semana aumentó la probabilidad de que una persona muera prematuramente”. Este riesgo a la salud está afiliada a diversas enfermedades cardiacas y cardiovasculares. Además, del alto riesgo de aborto en mujeres en estado de gestación. (Wachamo, 2017)

III. CONCLUSIÓN

En el Ecuador se producen las variedades arábica y robusta. Se encuentra representado como uno de los 20 países exportadores de café, su productividad es dependiente a la calidad del grano y el beneficio que se utiliza. Se pudo identificar que los factores extrínsecos que determinan la calidad del café (el suelo y el clima), la falta de control en el cultivo, puede producir efectos secundarios en el grano, como sabores amargos y acidez. Entre los factores intrínsecos se destaca el genotipo el cual está relacionado como la sacarosa, la cafeína y la trigonelina del café que es dependiente a las características del grano de café.

La calidad del café tiene gran importancia desde las prácticas agronómicas y posteriores procesamientos. Los granos de café procesados por el método seco, en general, producen menos defectos primarios, buena forma y textura, mejor cuerpo, acidez y calidad total preliminar, mientras que el método de procesamiento húmedo produce mejor color y sabor en los granos de café.

Las propiedades fisicoquímicas en el café tienen gran impacto en proceso del tostado, por el cambio de color de los granos de café que se oscureció con el aumento del tiempo y la temperatura durante el tostado, mientras que el volumen aumentó. Además de producir la reacción de Maillard que libera aminoácidos y azúcares reductores, ayudando a la formación de precursores del aroma y las reacciones de pirólisis que producen compuestos volátiles y no volátiles que contribuyen al aroma y sabor característicos de una taza de café.

A pesar de que el café tiene varios efectos farmacológicos como sensibilización a la insulina, mejora del metabolismo del azúcar, antidiabéticos y efectos de protección hepática. Existe el posible riesgo de producir enfermedades cardíacas y cardiovasculares, por el excesivo consumo de café. Además del contenido de cafeína está asociado a la pérdida del embarazo y bajo peso del bebe al momento de nacer.

IV. BIBLIOGRAFÍA

- Aquino, S. (2004). Elaboración de un mapa de calidad del café (*Coffea arábica*) situadas en ocho zonas de la provincia de Lamas. Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/75/21%272%2700137.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ashihara, H. (2006). Metabolismo de los alcaloides en las plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 1-8. doi: 10.1590/S1677-04202006000100001
- Bastian, F., Hutabarat, O. S., Dirpan, A., Nainu, F., Harapan, H., Emran, T. B., & Simal-Gandara, J. (2021). From Plantation to Cup: Changes in Bioactive Compounds during Coffee Processing. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(11), 2827. doi:<https://doi.org/10.3390/foods10112827>
- Benavides, P. A., Cruz, D. L., & Morillo, L. M. (20 de mayo de 2021). EVALUACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EL PROCESO DE TOSTADO DE CAFÉ *Coffea arabica* L EN LAS VARIEDADES CASTILLO, CATURRA AMARILLO Y SL-28. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11170/2/03%20EIA%20521%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Castellano, N. (30 de Noviembre de 2020). *Guía Para el Secado de Café*. Obtenido de Perfect Daily Grind Español: <https://perfectdailygrind.com/es/2020/11/30/guia-para-el-secado-de-cafe/>
- Das, S. (2022). Post-harvest processing of coffee: An overview. *Coffee Science - ISSN 1984-3909*, 16, 1-7. doi:<https://doi.org/10.25186/.v16i.1976>
- Dharmaputra, O. S., Ambarwati, S., Retnowati, I., & Nurfadila, N. (2021). Assessment of the Quality of Arabica Coffee Beans from Three Processing Methods and Two Types of Packaging Materials. *BIOTROPIA - The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 28(3), 193–203. doi:<https://doi.org/10.11598/btb.2021.28.3.1325>
- Dong, W., Tan, L., Zhao, J., Hu, R., & Lu, M. (2015). Characterization of Fatty Acid, Amino Acid and Volatile Compound Compositions and Bioactive Components of Seven Coffee (*Coffea robusta*) Cultivars Grown in Hainan Province, China. *Molecules*, 20, 1-22. doi:[doi:doi:10.3390/moléculas200916687](https://doi.org/10.3390/moléculas200916687)

- Escobar, J. (14 de Octubre de 2015). *Aspectos Generales del Cultivo del Café*. Obtenido de Slideshare a Scrib Company: <https://es.slideshare.net/Josmalfa/cultivo-del-caf-53946112>
- Ferreira, T., Shuler, J., Guimarães, & Farah, A. (2019). Chapter 1: Introduction to Coffee Plant and Genetics. En F. Adriana, *Coffe: Production, Quality and Chemistry* (págs. 1-25). RSC Publishing. doi:10.1039/9781782622437-00001
- Figueroa, G., Sagu, S. T., Saravia Celis, P., & Rawel, H. M. (2022). Comparison of Batch and Continuous Wet-Processing of Coffee: Changes in the Main Compounds in Beans, By-Products and Wastewater. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(8), 1135. doi:<https://doi.org/10.3390/foods9081135>
- Gotteland, M., & De Pablo V, S. (2007). ALGUNAS VERDADES SOBRE EL CAFÉ. *Revista chilena de nutrición*, 34(2), 1-12. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000200002>
- Haile, M., & Kang, W. H. (2019). The Role of Microbes in Coffee Fermentation and Their Impact on Coffee Quality. *Journal of Food Quality*, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1155/2019/4836709>
- Hall, R. D., Trevisan, F., & de Vos, R. C. (2022). Coffee berry and green bean chemistry – Opportunities for improving cup quality and crop circularity. *Food Research International*, 151(110825), 1-20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110825>.
- Hu, G., Penga, X., Gaoa, Y., Huang, Y., Lia, X., Sua, H., & Qiu, M. (2020). Effect of roasting degree of coffee beans on sensory evaluation: Research from the perspective of major chemical ingredients. *331(127329)*, 10. doi:10.1016/j.foodchem.2020.127329
- Mehaya, F. M., & Mohammad, A. A. (2020). Thermostability of bioactive compounds during roasting process of coffee beans. *Heliyon*, 6, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05508>
- Mengistu, W., Workie, M. A., & Sualeh, A. (2020). Physical and cup quality attributes of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) varieties grown in highlands of Amhara Region, Northwestern Ethiopia. *International Journal of Agronomy*, 9. doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2020/6420363>
- Ngugi, K., Cheserek, J. J., & Omondi, C. O. (2021). Organoleptic, Sensory and Biochemical Traits of Arabica Coffee and Their Arabusta Hybrids. En G. Mózsik, & G. Díaz-Soto (Edits.), *Mineral Deficiencias - Electrolyte*

- Disturbances, Genes, Diet and Disease Interface* (pág. 176). IntechOpen.
doi:<https://doi.org/10.5772/intechopen.95520>
- Nieto, C., & Caicedo, C. (Octubre de 2012). Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la amazonía ecuatoriana. *Publicación Miscelánea no. 405*, 118 p. Joya de los Sachas, Ecuador: INAP – EECA. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3791>
- NTE INEN-ISO 3509. (2012). Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria Café y sus derivados - Vocabulario (IDT). Obtenido de <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/nextcloud/s/PRGcP9MNpaGDjMe>
- Osorio, V., Pabón, J. P., Gallego, C. P., & Echeverri, L. F. (2021). Efecto de las temperaturas y tiempos de tueste en la composición química del café. *Cenicafé*, 72(1), 1-17. doi:<https://doi.org/10.38141/10778/72105>
- Piato, K., Subía, C., Lefort, F., Pico, J., Calderón, D., & Norgrove, L. (2022). No Reduction in Yield of Young Robusta Coffee When Grown under Shade Trees in Ecuadorian Amazonia. *Life*, 12(6), 1-18. doi:
<https://doi.org/10.3390/life12060807>
- Puerta, G. I. (2011). Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. *Avances Técnicos Cenicafé*, 276, 1-8.
- Puerta, G. I. (2011). COMPOSICIÓN QUÍMICA DE. *Ciencia, tecnología e innovación*, 1-12. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>
- Redgwell, R., & Fischer, M. (2006). Coffe Carbohydrates. *Plant Phys*, 18(1), 1-10.
doi:10.1590/S1677-04202006000100012
- Rendón-Mera, A., Corrales, D., & Pañuela, G. (2022). A Systematic Mapping Study of Coffee Quality throughout the Production-to-Consumer Chain. *Journal of Food Quality*, 1-18. doi:<https://doi.org/10.1155/2022/8019251>
- Saud, S., & Salamatullah, A. M. (2021). Relationship between the Chemical Composition and the Biological Functions of Coffee. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(24), 1-14. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules26247634>
- Selmar, D., Bytof, G. B., & Sven, E. K. (2008). The Storage of Green Coffee (*Coffea arabica*): Decrease of Viability and Changes of Potential Aroma Precursors. *he Storage of Green Coffee (Coffea arabica): Decrease of Viability and Changes of Potential Aroma Precursors*, 101(1), 1-8. doi:doi:10.1093/aob/mcm277
- Sepriyany. (29 de Abril de 2017). *ANATOMY OF A COFFEE BEAN*. Obtenido de Red Berry Coffee: <http://redberrycoffee.co.id/anatomy-of-a-coffee-bean/>

- Sharma, H. (2020). A Detail Chemistry of Coffee and Its Analysis. *Coffee - Production and Research*. doi:<https://doi.org/10.5772/intechopen.91725>
- Silva, C. d., Partelli, F. L., Aoyama, E. M., Bonomo, R., Duarte, H., Ramalho, J., & Ribeiro-Barros, A. (2021). Floral morphology of robusta coffee genotypes. *Agronomy Journal*, 113(4), 3080–3088. doi:[doi:10.1002/agj2.20743](https://doi.org/10.1002/agj2.20743)
- Silva, C., Freitas, A., Ferandes, C., Vieira, G., & Abreu, M. (2022). POST-HARVEST OF COFFEE: FACTORS THAT INFLUENCE THE FINAL QUALITY OF THE BEVERAGE. *Revista Engenharia na Agricultura*, 30, 49-62. doi:[10.13083/reveng.v30i1.12639](https://doi.org/10.13083/reveng.v30i1.12639)
- Soares, A., Barros, N. M., Costa, L., D Saint´ Pierre, T., Donangelo, C., Deliza, R., & Farah, A. (2020). Fortification of Ground Roasted Coffees with Iron, Zinc and Calcium: Evaluating the Impact of Quality and Roast Degree on Sensory Responses. *Journal of Food and Nutrition Research*, 8(2), 110-120. doi:[10.12691/jfnr-8-2-6](https://doi.org/10.12691/jfnr-8-2-6)
- Statista. (Enero de 2021). *Coffee consumption worldwide from 2012/13 to 2020/21*. Obtenido de Statista Company: <https://www.statista.com/statistics/292595/global-coffee-consumption/>
- Sucden. (s.f.). *Diagrama de flujo del proceso*. Recuperado el 9 de Agosto de 2022, de Sucden.com: <https://www.sucden.com/es/products-and-services/coffee/process-flowchart/>
- Tarigan, E., Wardiana, E., Shafiyuddin, H., & Komarudin, N. (2022). The changes in chemical properties of coffee during roasting: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-9. doi:<http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012115>
- Wachamo, H. L. (2017). Review on Health Benefit and Risk of Coffee Consumption. *Medicinal & Aromatic Plants*, 06(04), 11. doi:[10.4172/2155-9821.1000301](https://doi.org/10.4172/2155-9821.1000301)
- Yeager, S. E., Batali, M. E., Guinard, J., & Ristenpart, W. D. (2021). Acids in coffee: A review of sensory measurements and meta-analysis of chemical composition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-28. doi:<https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1957767>
- Yeison, F., Rodriguez, N. G., & Guzman, J. G. (2020). EFFECT OF THE POSTHARVEST PROCESSING METHOD ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION AND SENSORY ANALYSIS OF ARABICA COFFEE.

Ciencia y Tecnología Poscosecha, 0(2). doi:<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n2p177-183/2020>

Yonezawa, T., Yomo, H., & Nakajima, T. (2011). Obtenido de <https://patentimages.storage.googleapis.com/fa/4d/3b/edfc5b6966b20f/EP1875807B1.pdf>