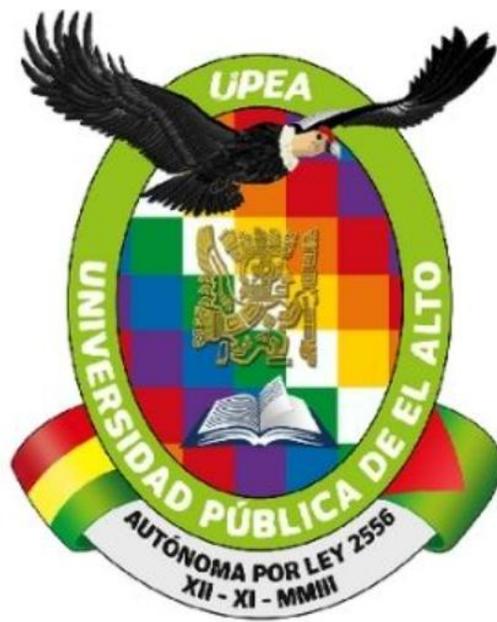


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DE CINCO
VARIETADES DE CAFÉ (*Coffea arábica* L.) Y SU RELACIÓN CON
EL GRADO DE TUESTE**

POR:

Henry Emilio Nina Calle

EL ALTO – BOLIVIA

Diciembre, 2024

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DE CINCO VARIEDADES DE CAFÉ
(*Coffea arabica* L.) Y SU RELACIÓN CON EL GRADO DE TUESTE**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Henry Emilio Nina Calle

Asesor:

Lic. Ing. Irineo Villalobos Apaza

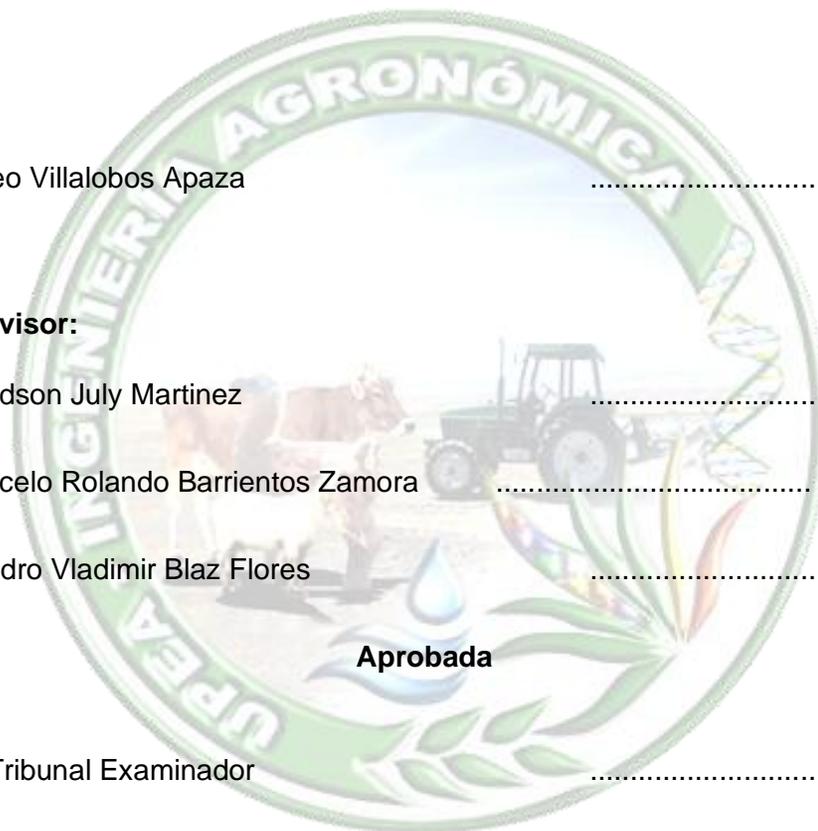
Tribunal Revisor:

Lic. Ing. Windson July Martinez

Lic. Ing. Marcelo Rolando Barrientos Zamora

Lic. Ing. Sandro Vladimir Blaz Flores

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

A Dios por brindarme salud y darme fuerzas para seguir adelante con mis estudios y mis metas. Por haberme dado la oportunidad de tener una familia con unos padres maravillosos y mi esposa e hijos.

A mis padres: Sr. Emilio Nina Acarapi y Sra. Yanett Calle Condori, por su apoyo incondicional para mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mis padres Emilio Nina A. y Yanett Calle C. por sus consejos y apoyo incondicional durante todos estos años, por animarme durante todos estos años de estudio y por enseñarme que en la vida no hay que rendirse. A mi esposa Jhovana Mamani H. e hijos Leonardo Nina M. y Wara Nina M. por todo ese amor y apoyo que cada día me brinda.

A todos mis docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Pública de El Alto por haberme impartido todo el conocimiento y experiencias vividas y por su importante tarea de formar profesionales.

Al Asesor, Ing. Irineo Villalobos Apaza por su apoyo, paciencia y guía durante el desarrollo y conclusión de la presente tesis de grado.

A mis tribunales revisores, conformados por los siguientes notables profesionales: Lic. Ing. Windson July Martínez, Lic. Ing. Marcelo Barrientos Zamora y Lic. Ing. Sandro Vladimir Blaz, por las observaciones y sugerencias en el desarrollo de esta investigación.

A mis queridos compañeros y compañeras de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto por todas las experiencias vividas en nuestra formación profesional dentro y fuera de las aulas.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
ABREVIATURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Generalidades del cultivo café	5
2.1.1. Origen	5
2.1.2. Taxonómica	5
2.2. Características edafoclimáticas del cultivo	5
2.3. Importancia del cultivo	6
2.4. Variedades de café	7

2.5.	Pre-beneficio del fruto.....	9
2.5.1.	Cosecha de café cereza.....	10
2.5.2.	Despulpado.....	10
2.5.3.	Fermentación.....	11
2.5.4.	Lavado.....	11
2.5.5.	Secado.....	11
2.6.	Beneficio del café.....	12
2.6.1.	Secado final.....	12
2.6.2.	Trillado.....	12
2.6.3.	Clasificación.....	12
2.6.4.	Selección.....	12
2.6.5.	Almacenamiento.....	13
2.7.	Propiedades físicas del café verde.....	13
2.7.1.	Rango de color.....	13
2.7.2.	Olor.....	13
2.7.3.	Densidad.....	13
2.7.4.	Humedad.....	14
2.8.	Tostado y Molido.....	14
2.8.1.	Tostado.....	14
2.8.2.	Molido.....	15
2.9.	Características y cualidades de la bebida del café.....	16
2.9.1.	Fragancia.....	16
2.9.2.	Aroma.....	16
2.9.3.	Gusto.....	17
2.9.4.	Acidez.....	17
2.9.5.	Sabor.....	17

2.9.6.	Sabor residual o resabio.....	18
2.9.7.	Cuerpo	18
2.9.8.	Balance	18
2.9.9.	Nota general	18
2.10.	Valoración de la calidad de café.....	19
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	Localización	20
3.1.1.	Ubicación geográfica	20
3.1.2.	Características ecológicas.....	21
3.2.	Materiales.....	22
3.2.1.	Material vegetal.....	22
3.2.2.	Material de campo	22
3.2.3.	Material de laboratorio	22
3.2.4.	Material de gabinete	22
3.3.	Metodología	22
3.3.1.	Procedimiento para la evaluación	22
3.3.2.	Análisis de componentes principales y biplot (Coeficiente de correlación).29	
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1.	Datos climáticos.....	30
4.1.1.	Temperatura	30
4.1.2.	Precipitación	31
4.2.	Propiedades físicas del grano de café	31
4.2.1.	Análisis físico del grano verde de café.....	31
4.2.2.	Trillado de café	35
4.2.3.	Tamaño de grano (Zaranda)	36
4.3.	Propiedades sensoriales de las muestras de café	38

4.3.1. Balance de atributos sensoriales	38
4.4. Análisis de componentes principales y biplot.....	49
5. CONCLUSIONES	54
6. RECOMENDACIONES.....	56
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
8. ANEXOS	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación y calificación del grano de café, por el color	13
Cuadro 2. Cambios de color del café en la torrefacción	15
Cuadro 3. Clasificación según Specialty Coffee Association (SCA) para café	19
Cuadro 4 Temperatura del Cantón Calama	30
Cuadro 5. Precipitación del Cantón Calama	31
Cuadro 6. Rango de color de los granos de las variedades de café	33
Cuadro 7. Correlación de variables medidas	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de municipio de Caranavi – Ciudad de El Alto	20
Figura 2. Secado de muestras de variedades de café	24
Figura 3. Zarandeo de variedades de café	24
Figura 4. Medición de humedad de los granos de café	25
Figura 5. Selección de defectos	25
Figura 6. Pesados de defectos.....	26
Figura 7. La escala Agtron	27
Figura 8. Tostado de muestras de café	28
Figura 9. Muestras de café en catación	28
Figura 10. Proceso de catación de muestras.....	29
Figura 11. Densidad de los granos de café	31
Figura 12. Humedad de los granos de café de las variedades	32
Figura 13. Porcentaje de trillado de café	35
Figura 14. Porcentaje de tamaño de grano de café verde	36
Figura 15. Evaluación sensorial de la variedad Catuai.....	38
Figura 16. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Catuai.....	40
Figura 17. Evaluación sensorial de la variedad Typica	41
Figura 18. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Typica	42
Figura 19. Evaluación sensorial de la variedad Java	43
Figura 20. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Java.....	45
Figura 21. Evaluación sensorial variedad Gueisha.....	45
Figura 22. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Gueisha.....	46
Figura 23. Evaluación sensorial de la variedad Castillo	47
Figura 24. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Castillo	49
Figura 25. Correlación grafica de variables medidas	50

Figura 26. Gráfico de biplot de la asociación de las variedades de café y variables medidas52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Reporte de los resultados de catación	61
Anexo 2. Equipo de catadores de café	68

ABREVIATURAS

°C	Grados Celcius
ANACAFE	Asociación Nacional del Café
CENICAFE	Centro Nacional de Investigación de Café
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
FECAFEB	Federación de Caficultores Exportadores de Bolivia
IBNORCA	Instituto Boliviano de Normalización y Calidad
GPS	Sistema de Procesamiento Global
ms.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
NTC	Normas Técnicas Colombianas
pH	Potencial de Hidrogeno
OIC	Organización Internacional del Café
SCA	Specialty Coffee Association
UTM	Universal Transverse Mercator
Z	Zaranda

RESUMEN

La calidad del café es una característica multifacética que está influenciada por una combinación de factores genéticos, ambientales y de procesamiento. La investigación titulada "Evaluación de la calidad sensorial de cinco variedades de café (*Coffea arabica* L.) y su relación con el grado de tueste" tuvo como objetivo evaluar la calidad sensorial de las variedades Catuai, Castillo, Java, Typica y Geisha en relación con diferentes grados de tueste. Una vez recolectados los frutos guindos de las variedades de café, se procedió al beneficiado de los granos de café por vía húmeda. Posteriormente se realizaron tres tipos de tueste: claro (70-75), medio (55-65) y oscuro (45), de acuerdo a la escala de Agtron. Se analizaron propiedades físicas como densidad, húmeda, color, olor, actividad del agua y tamaño del grano (zaranda), así como propiedades sensoriales como aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, impresión general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza. Los resultados mostraron que el tueste medio, generalmente preserva mejor las características sensoriales de las variedades evaluadas, Por otro lado, la variedad Geisha destacó con un puntaje de 86.5 en los tuestes medio y oscuro, clasificando como café especial de excelencia. La variedad Castillo destacó en las mejores propiedades físicas de los granos de café. Asimismo, se observó que la altitud y las condiciones climáticas tienen una correlación positiva con la calidad del café, influyendo en la densidad y el tamaño del grano, lo que también afecta la calidad final. Las recomendaciones incluyen la implementación de mejores prácticas agrícolas y de procesamiento, así como la estandarización del tueste medio para maximizar las cualidades sensoriales de diversas variedades.

ABSTRACT

The quality of coffee is a multifaceted characteristic influenced by a combination of genetic, environmental, and processing factors. The research titled "Sensory Quality Assessment of Five Coffee Varieties (*Coffea arabica* L.) and Their Relationship with Roasting Degree" aimed to evaluate the sensory quality of the Catuai, Castillo, Java, Typica, and Geisha varieties in relation to different roasting degrees. Once the ripe fruits of the coffee varieties were collected, the coffee beans were wet-processed. Subsequently, three types of roasting were carried out: light (70-75), medium (55-65), and dark (45), according to the Agrtron scale. Physical properties such as density, moisture, color, odor, water activity, and grain size (sieve) were analyzed, as well as sensory properties such as aroma, flavor, aftertaste, acidity, body, balance, overall impression, uniformity, sweetness, and cup cleanliness. The results showed that medium roasting generally better preserves the sensory characteristics of the evaluated varieties. On the other hand, the Geisha variety stood out with a score of 86.5 in medium and dark roasts, qualifying as an excellent specialty coffee. The Castillo variety was notable for the best physical properties of the coffee beans. It was also observed that altitude and climatic conditions have a positive correlation with coffee quality, affecting density and grain size, which also affects the final quality. Recommendations include the implementation of better agricultural and processing practices, as well as the standardization of medium roasting to maximize the sensory qualities of various varieties.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café (*Coffea arábica* L.) es uno de los rubros más cultivados en el mundo con una producción aproximadamente de 167.9 millones de sacos de 60 kilogramos en el año 2019-2020. (OIC, 2020). La especie de café más cultivada en el mundo es la *Coffea arábica*, que originalmente crecía en las mesetas de Etiopía. Otras especies importantes son la Canéphora, que se halla en estado silvestre en la selva de Guinea; la Excelsa, originaria de Costa de Marfil y Guinea, y la *Coffea liberica*, procedente de Liberia. (Cuba, 2007).

La producción del cultivo de café en Bolivia es de mucha importancia, con una producción anual de 14.123 toneladas en mote, que a nivel mundial representa el 0,067 %. La región de los Yungas del departamento de La Paz es uno de los sitios más apropiados para la producción de café aportando con el 96,43% del volumen total nacional, por ser uno de los principales rubros de exportación, el 73.5 % de toda la producción es destinada a la exportación y sólo el 26.5 % para el consumo interno. (Cortez, 2015).

En Bolivia, más de 15.000 familias trabajan directamente con la producción de café, siendo Caranavi en el departamento de La Paz, el principal productor del país con el 90.5 % y en menor cantidad están los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, Beni y Pando. De acuerdo a los datos de subasta Internacional del Torneo Taza de Calidad Café Presidencial 2020 el precio llegó a \$160 la libra.

El café es una de las bebidas de mayor consumo a nivel mundial, tal como señala la Organización Internacional del Café (ICO, por su sigla en inglés) “El café es el segundo producto más comercializado después del petróleo” (ICO, s.f.). Así también, se menciona que existen más de 60 países que cultivan café, este cultivo se extiende entre los trópicos de Cáncer y Capricornio (Castrillón et al., 2017). Para obtener una taza de café de buena calidad y equilibrada en todas sus cualidades sensoriales, cuando se procesa el café por la vía húmeda tradicional, se hace necesario un control en cada una de las etapas de beneficio, así como en la colección de cereza madura, despulpado y en la fermentación natural en tanques limpios (Puerta, 2000).

Puerta (2000), señala que “Se debe tener en cuenta el punto de lavado, pues es necesario que el café esté libre de mucílago, ya que si se lava antes de que esto ocurra se mancharía el pergamino, dificultando el secado y la bebida de café podría adquirir sabores a sucio o agrio.”

En la actualidad el análisis sensorial tiene gran importancia al interpretar las reacciones de aprobación o rechazo de aquellas características organolépticas que son percibidas por los sentidos, con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor (Chávez et al., 2022). Por tal razón se plantea la presente investigación, en calidad sensorial con diferentes grados de tueste en cinco variedades de café en el Cantón Calama de la Provincia Caranavi.

1.1. Antecedentes

El control del proceso de tostado es muy importante, debido a que cualquier desviación de la condición de temperatura y tiempo podría generar un producto de baja calidad percibida por el consumidor. El tiempo durante el cual los granos son sometidos al calor debe ser controlado cuidadosamente por el tostador, quien generalmente se guía por el color de los granos tostados (Clarke & Macrae, 1985). Las variables más comunes para el control del tueste son: el tiempo, la pérdida de peso y las diversas mediciones de color como son la luminosidad y la escala Agtron (Dias & Benassi, 2015).

En cuanto a la temperatura inicial de tostado, no hay consenso en los valores de temperatura inicial de tueste; sin embargo, la metodología estandarizada por la SCA (Specialty Coffee Association SCA 2003), recomienda una temperatura de 200°C; adicionalmente Schenker (2000) y Heriyanti (2019) reportaron que valores de 200°C permiten las reacciones químicas deseables como la reacción de Maillard y la pirólisis; sin embargo, valores mayores a 300°C pueden generar daños estructurales irreversibles en el grano.

Según Barbosa et al. (2019), en un estudio de café arábica verde utilizando espectroscopía NIR encontró que las preparaciones de café con puntuaciones de calidad más bajas se correlacionaron con altos niveles de cafeína, proteínas, ácidos clorogénicos y acidez titulable total (TTA) en los granos de café verdes. Las proporciones altas de sacarosa/TTA y cafestol/kahweol en los granos de café verdes generalmente se asociaron con puntuaciones más altas en las preparaciones de café.

1.2. Planteamiento del problema

Las diferentes variedades de cultivo de café y la intensidad del tostado que se realizan son responsables de la diversidad de sabores y aromas y definen la calidad del café, por tanto,

hay una ausencia de conocimiento de la relación entre distintas variedades de café y los niveles de tostado que afecta la percepción sensorial.

Es importante tener una comprensión precisa de cómo las diversas variedades de café reaccionan ante diferentes niveles de tueste. La ausencia de este conocimiento limita la capacidad de aprovechar plenamente las cualidades sensoriales deseadas del café. Además, esta falta de información impacta negativamente a los tostadores, quienes podrían beneficiarse al destacar las características únicas de cada variedad.

Los consumidores más que la simple cafeína buscan experiencias sensoriales más refinadas; por ello, el estudio de variedades y proceso de tueste son una prioridad, por tanto, la investigación aborda estos vacíos y falta de conocimiento relevante en el tostado y consumo de café de alta calidad.

1.3. Justificación

A nivel Nacional e Internacional la cultura del café ha aumentado en los últimos años, ya que el hombre en su diario vivir consume café siete momentos en el día: antes del desayuno, durante el desayuno, a media mañana, con el almuerzo, a media tarde, con la cena e incluso después de la cena. Así como también el consumo ha aumentado, las exigencias de los consumidores frecuentes aumentan, esto a medida que los consumidores tienen acceso a mayor información sobre un producto y su calidad. Es por esto que un proceso de tueste desarrollado dentro de parámetros óptimos obtiene valores cercanos al promedio con respecto a la intensidad de los atributos sensoriales y la concentración de los compuestos del aroma. Los compuestos más fuertemente asociados con un tueste correcto son los ácidos orgánicos, lo que genera una mayor acidez percibida en comparación con diferentes defectos que se pueden presentar en el proceso.

En el presente trabajo de investigación se documentará todo sobre el proceso de beneficio húmedo, con diferentes tuestes y calidad sensorial de cinco variedades de café del Cantón Calama de la Provincia Caranavi, para proporcionar información sobresaliente de taza a los productores cafetaleros del cantón y de comunidades aledañas con el fin de incentivar a mejorar la producción y el consumo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la calidad sensorial de cinco variedades de café y su relación con el grado de tueste.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Comparar la calidad sensorial de cinco variedades de café (Catuai, Castillo, Java, Typica y Gueisa) y el grado de tueste de acuerdo a la escala agtrom.
- Identificar el grado de tueste adecuado para cada variedad en base a la calidad sensorial
- Identificar las propiedades físicas de las variedades de café
- Relacionar la calidad sensorial del café con las propiedades físicas del grano de café.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del cultivo café

2.1.1. Origen

El café tiene su origen en los bosques tropicales de África, en Latinoamérica, algunas semillas provinieron del centro de origen en Etiopía a las que se atribuyen las variedades tradicionales de arábica. Estas variedades son Típica y Bourbon, quienes han dado origen a otras por medio de mutaciones naturales o por cruzamientos espontáneos e inducidos, como el Caturra, Mundo Novo, Catuaí, Pache, Villa Sarchí, Pacas, Maragogipe, etc. Esta situación explica la estrecha base genética de todas ellas, característica que no les permite tener tolerancia a ciertas plagas y enfermedades, (ANACAFE, 2019).

2.1.2. Taxonómica

Leroy (1980), menciona que el café pertenece al Reino: *Plantae*; División: *Magnoliophyta*; Clase: *Magnoliopsida*; Orden: *Gentianales*; Familia: *Rubiaceae*; Subfamilia: *Ixoroideae*; Tribu: *Coffeae*; Género: *Coffea*.

El género *Coffea*, es el de mayor importancia económica y está conformado por 103 especies, de las cuales 41 tienen su origen en África continental y 59 son silvestres en la isla de Madagascar. Las plantas tienen un porte que va desde pequeños arbustos hasta árboles de tamaño considerable. Su madera es dura y densa, sus inflorescencias son flores hermafroditas con corolas blancas o ligeramente rosadas. El fruto se clasifica como una drupa indehisciente, formada por dos semillas. Cada semilla tiene una grieta muy característica, la cual se conoce como la “sutura coffeanum” (Davis et. al, 2006 citado por Herrera y Cortina, 2013).

De todas estas especies, sólo cuatro se cultivan ampliamente y constituyen los cafés comerciales: café arábigo (*Coffea arábica*); café robusto (*Coffea canephora*); café liberiano (*Coffea libérica*) y café excelso (*Coffea excelsa*) (IICA, 2019).

2.2. Características edafoclimáticas del cultivo

Como el cafeto se cultiva en diferentes lugares en el mundo los suelos adecuados varían, pero, suelos francos, con una proporción similar de arena, arcilla y limo, son los más

apropiados para el cultivo del café. La aireación, el drenaje y la penetración de las raíces en el suelo, depende en gran medida de su estructura, las cuales son: Laminar, Prismática, en Bloques y Granular. La profundidad del suelo para el desarrollo normal de la planta de café, debe ser igual o mayor a 0.7 metros debido a que las raíces pueden llegar a esa profundidad sin encontrar obstáculo alguno. El pH óptimo del suelo varía de 5.5 a 6.5. Cuando es menor de 5.5, se debe evaluar los contenidos de manganeso (Mn) y de aluminio (Al), entre otros nutrientes. Si el nivel de estos elementos es alto provoca toxicidad en la planta. Además, afecta la población y las actividades de los microorganismos en la mineralización de la materia orgánica (CENICAFE, 2016).

Los cafetales se encuentran en zonas de cierta altitud, con temperaturas entre los 17 °C y los 23 °C, la humedad relativa hasta un 85% mayores este nivel propicia enfermedades. La precipitación con menos de 1000 mm anuales, limita el crecimiento de la planta y por lo tanto la cosecha del año siguiente; además, un período de sequía muy prolongado propicia la defoliación y en última instancia la muerte de la planta. Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física del café verde y la calidad de taza puede comenzar a verse afectada (CENICAFE, 2011).

2.3. Importancia del cultivo

ANACAFE (2019), indica que de las más de 100 especies correspondientes al género *Coffea*, solamente 2 especies son de importancia económica: *Coffea arábica*, es la especie más cultivada en el mundo y aporta aproximadamente el 60 % de la producción mundial de café, produciendo una bebida de buena calidad. *Coffea canephora*, también llamada Robusta, aporta alrededor del 40% de la producción mundial de café, y produce una bebida de menor calidad que la del café arábico.

El café es una de las bebidas más consumidas y apreciadas en todo el mundo, con un consumo diario de 2.5 mil millones de tazas y generando empleo para más de 25 millones de familias a nivel mundial. Este producto ocupa un lugar destacado en el comercio mundial, siendo cultivado en más de 80 países, de los cuales alrededor de 50 se dedican a su exportación en forma de materia prima o procesada. El café se cultiva principalmente en regiones tropicales, donde se producen las especies más valoradas, como la *arábica* y la *robusta*. Tras la cosecha de las cerezas de café, se someten a un proceso que incluye despulpado, lavado y secado, un procedimiento que en muchas zonas es realizado con

maquinaria para facilitar el trabajo y optimizar la eficiencia en las operaciones de procesamiento (Hernández, 2019).

El café, al ser uno de los principales productos de exportación de la región, debería recibir un tratamiento prioritario para asegurar y aumentar los niveles actuales de producción y exportación. Sin embargo, en los últimos años, la producción cafetalera en la región yungueña ha experimentado un descenso notable, lo que ha afectado el volumen de exportación. Las empresas dedicadas a la exportación de café convencional han mostrado una tendencia a la baja en sus volúmenes exportados, mientras que las cooperativas y organizaciones campesinas han registrado un ligero incremento en sus exportaciones (Cuba, 2007).

2.4. Variedades de café

ANACAFE (2019), indica que se cultivan diferentes variedades de las dos especies de mayor importancia económica, con la participación del 98.5% de *C. arábica* y 1.5% de *C. canephora*.

En los últimos años se ha incrementado la siembra de variedades que tienen resistencia a la roya, como son los Catimores y Sarchimores. Además, de los Catimores y Sarchimores, resistentes a esta enfermedad, se han desarrollado variedades a partir del cruce de otras ya mejoradas que cumplan este objetivo y que sobresalgan otras características deseables como la obtención de buena calidad de taza para fortalecer su competitividad en mercados especiales, en algunos casos cierta tolerancia a la sequía y ataque de nemátodos al sistema radicular. Entre las más conocidas podemos mencionar: Icatú, Anacafé 14, Obatá, Tabi y Catucaí (IICA, 2019).

En la última década se ha incrementado la siembra de la especie *canephora* (café Robusta), especialmente en la región del suroccidente del país, debido a que tiene las condiciones climáticas que requiere esta especie y a satisfacer la demanda de mercados que requieren la calidad de esta bebida. También la planta de Robusta se utiliza como portainjerto de las variedades arábicas, debido a que tiene las condiciones genéticas para tolerar el ataque de nemátodos fitoparásitos que afectan las raíces de las plantas de café. (IICA, 2019).

Según ANACAFE (2019), las variedades sobresalientes son:

- Catuaí

Es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizado en Brasil. La introducción de Catuaí al país se realizó alrededor de 1970. La maduración de los frutos es tardía y no se desprenden fácilmente de las bandolas, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con períodos de lluvias intensas. Produce una excelente calidad de bebida.

- Castillo

Se originó en Colombia, desarrollada por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE). Su desarrollo genético se basó en una estrategia que permitiera obtener una variedad con resistencia completa (vertical) e incompleta (horizontal) al patógeno de la roya (*Hemileia vastatrix*). Además, posee varios genes de resistencia a la enfermedad de los frutos de café (*Colletotrichum kahawae*), que aún se encuentra restringida al continente africano, pero constituye una amenaza potencial a la caficultura regional.

En relación a su calidad de taza, CENICAFE realizó pruebas comparándola con variedades Típica, Caturra, Bourbon y Tabi. De los resultados se destaca que la calidad de las variedades Castillo regionales son muy homogéneas. La bebida presenta cuerpo y amargor suaves, aroma y acidez pronunciadas para grados medios de tostación bajo condiciones similares de beneficiado, torrefacción y preparación de la bebida; en conclusión, no se detectaron diferencias en la calidad de la bebida comparada a las variedades mencionadas.

- Típica

Presenta una importancia histórica por constituir la base del desarrollo de la caficultura en la América Tropical. Originaria de Etiopía e introducida a Guatemala hace más de 150 años, su cultivo predominó hasta los años cincuenta. A partir de ahí, fue siendo sustituida paulatinamente por el Bourbon, debido al mayor potencial de rendimiento.

En comparación con otras variedades, Típica es de baja productividad, con acentuado comportamiento bienal en su producción y susceptible al ataque de roya. Sin embargo, existen nichos especiales de mercado para este café por su excelente calidad de taza.

- Geisha

Planta de porte alto, originaria de Geisha, Etiopía. Las semillas de esta variedad llegaron de primero a Kenya (1936) y más tarde a Tanganyca (hoy Tanzania), luego a Costa Rica. El cultivar Geisha se introdujo al jardín de introducciones de café del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) el 28 de julio de 1953, procedente de Tanganyca (Tanzania), los caficultores que cultivan la variedad Geisha tienen acceso a mercados especiales por sus excelentes características organolépticas de taza; por lo cual y a pesar de ser una variedad de baja productividad, continúan incrementando el área de cultivo y seleccionando semilla de las mejores plantas para su multiplicación.

- Java

La variedad Java tiene una larga historia. Fue introducida en la isla de Java desde Etiopía por los holandeses a principios del siglo XIX, inicialmente se pensó que era una selección de Typica. En el siglo XX, fue llevada a Camerún, donde se observó que tenía cierta tolerancia a la antracnosis de la cereza (CBD) y se adaptaba bien a pequeños productores con pocos insumos. Tras casi 20 años de selección, se presentó para su cultivo en Camerún en la década de 1980-1990. Investigaciones genéticas revelaron que Java es una selección de una población autóctona de Etiopía llamada Abysinia. Fue introducida en Costa Rica en 1991 por CIRAD a través del mejorador genético Benoit Bertrand.

2.5. Pre-beneficio del fruto

El factor determinante de la calidad de la bebida de café, en gran medida, se encuentra asociado al tipo de beneficio que se le aplica al grano. En este aspecto, se reconocen dos métodos principales: el beneficio húmedo y el beneficio seco, cada uno con diversas modalidades. Se destaca que el beneficio por vía húmeda tiende a producir café de mayor calidad en comparación con el procesamiento por vía seca, lo que se refleja en los precios internacionales. Específicamente, el beneficio húmedo del café arábico es particularmente solicitado por los compradores de café orgánico, y aunque no se descarta la posibilidad de que en el futuro se desarrollen mercados para cafés arábicos no lavados, así como para cafés robustas. Al examinar el beneficio por vía húmeda, se identifica el método tradicional, que abarca cinco etapas: recolección, despulpado, fermentación, lavado y secado (Fischersworing & RoBkamp, 2001).

2.5.1. Cosecha de café cereza

En el proceso de cosecha del café, es imperativo que los granos estén completamente maduros para preservar la calidad del producto durante el prebeneficiado. Este estado de madurez se determina observando la coloración del fruto, que debe ser roja o amarilla. La maduración se puede calcular mediante registros anuales, que abarcan un periodo de 28 a 30 semanas después de la floración. Es crucial realizar la cosecha de los granos maduros de manera individual, dejando el pedúnculo en la rama, con el objetivo de evitar la recolección de frutos que aún no han alcanzado la madurez plena o que se encuentran en un estado semi-maduro. Se recomienda llevar a cabo la cosecha utilizando preferentemente bolsas de yute o algodón (Cuba, 2007).

Según FECAFEB (2006), la cosecha debe ser tanto selectiva como continúa: La cosecha selectiva implica recoger exclusivamente granos maduros, es decir, cerezas guindas que pueden ser rojas o amarillas dependiendo de la variedad. Se debe evitar recolectar granos pintones o verdes, y estos se deben depositar en sacos distintos. Por otro lado, la cosecha continua implica recolectar café a lo largo de varias pasadas (de tres a cuatro repases), seleccionando y recogiendo manualmente los granos maduros en cada recorrido. Este enfoque se implementa para evitar la presencia de frutos secos que puedan permanecer en las ramas durante el proceso de cosecha.

2.5.2. Despulpado

Según Copa (2007), Una vez que el café guinda ha sido cosechado y transportado al lugar donde se encuentra la despulpadora, cada cosechador procede a medir la cantidad de la cosecha. En caso necesario, se realiza una selección minuciosa, conocida como el boyado, para asegurar que el café pelado no incluya granos de baja calidad, como brocados, ch'uzos y k'olos. Posteriormente, se vierte el café guinda en la despulpadora, donde se lleva a cabo el proceso de eliminación de la pulpa (sultana) del café. Este procedimiento se realiza diariamente por las familias durante todo el periodo de cosecha.

Los productores ejercen un cuidado meticuloso para garantizar que la máquina despulpadora esté en óptimas condiciones, evitando así cualquier daño al grano de café durante el proceso. Asimismo, se enfocan en realizar el despulpado del café el mismo día de la cosecha, con el fin de prevenir la fermentación del fruto, un factor que podría resultar en una disminución de la calidad del café (Blanco, 2013).

2.5.3. Fermentación

En la fermentación se elimina el mucílago del grano de café, es un proceso crítico que puede afectar significativamente la calidad del producto. Para garantizar un resultado óptimo, se deben considerar cuidadosamente ciertos aspectos durante la fermentación. Es crucial realizar este proceso en recipientes adecuados, como bateas de madera, tanques de cemento o de piedra, para evitar la contaminación y preservar la integridad del café. Además, se debe evitar tanto la sobre fermentación, que puede degradar la calidad, como interrumpir el proceso antes de su conclusión. El tiempo de fermentación está influenciado por factores climáticos, altitud, temperatura del agua y luz, debe ajustarse según la región: entre 18 y 24 horas en zonas altas y aproximadamente 12 a 18 horas en áreas bajas. Estos cuidados son esenciales para asegurar que la fermentación se lleve a cabo de manera eficiente, eliminando el mucílago sin comprometer las características sensoriales del café.

2.5.4. Lavado

El proceso de lavado del café tiene como objetivo eliminar todas las sustancias residuales del mucílago que puedan permanecer adheridas al pergamino. Un grano de café lavado en el momento adecuado de fermentación exhibe un pergamino limpio, áspero y blanquecino, sin rastros de miel en la hendidura del grano. Para lograr resultados óptimos, es esencial realizar el lavado con agua clara y limpia. La eliminación completa de residuos de mucílago se lleva a cabo mediante varios enjuagues, cambiando el agua al menos tres veces, utilizando el mismo tanque de fermentación o canales de correteo para clasificar el café según su tamaño y eliminar impurezas durante el lavado. En ausencia de canales de correteo, se recomienda realizar el zarandeo después del lavado para separar granos demasiado pequeños y eliminar impurezas como piedras, trozos de pulpa y otros materiales indeseados. La falta de un lavado adecuado puede dar lugar a fermentaciones secundarias, resultando en un café pergamino manchado y almendras con mal olor (Fischersworing & RoBkamp, 2001).

2.5.5. Secado

Después del proceso de lavado, el café se somete a un período inicial de secado en cachis, que son superficies de piedra loza. Durante este intervalo, que suele durar unas horas, el café, con un contenido de humedad de hasta el 40%, a menudo se comercializa localmente con el nombre de "café mote". Posteriormente, el café es transferido a secadores

construidos con estructuras de madera y tela metálica, ubicados a un metro del suelo y conocidos regionalmente como "tarimas" o "mesas de secado". Esta disposición específica impide que el café absorba olores a tierra, garantizando un proceso de secado más eficiente y limpio. El periodo total de secado en estas condiciones varía, pero generalmente requiere alrededor de cuatro a cinco días hasta que el café alcanza un nivel de humedad del 15% al 18%. Este enfoque técnico y controlado contribuye a preservar la calidad del café durante el proceso de secado, asegurando características sensoriales y propiedades óptimas en el producto final (Cuba, 2007).

2.6. Beneficio del café

El proceso de beneficiado comprende el secado final, la trilla, la clasificación, la selección manual y el almacenamiento.

2.6.1. Secado final

El grano se cosecha e inmediatamente debe someterse al proceso de secado. El secado al aire o secado natural puede durar entre dos y cuatro semanas, El proceso de secado se debe suspender cuando el grano haya alcanzado un 12% de humedad, momento en el cual se somete a la trilla con el fin de separar la pulpa seca y el pergamino quedando lo que se denomina café verde (Huanca, 2018).

2.6.2. Trillado

El trillado o despergaminado consiste en la clasificación de los granos por tamaño, para lo cual se utilizan cernidores que permiten el paso de granos en diferentes tamaños.

2.6.3. Clasificación

La clasificación del café verde consiste en separar los granos, teniendo en cuenta su calidad, forma, tamaño y las exigencias del mercado.

2.6.4. Selección

Este proceso de selección de defectos se realiza por lo general en forma manual (despasillado) o por medio de escogedoras electrónicas que operan por medio de fotoceldas que rechazan los granos que se consideran defectuosos, pero debido a que esta selección no es del todo eficiente, se pasa a una selección manual.

Para la comercialización de los cafés y para que vendedores y compradores hablen un mismo lenguaje, se ha establecido una clasificación en función del número de defectos encontrados en una muestra de 300 gramos sacados de diversos sacos según el siguiente baremo (método del Havre).

2.6.5. Almacenamiento

El café puede ser almacenado en pergamino o en almendra (café verde). Para que la calidad del grano no se vea afectada.

2.7. Propiedades físicas del café verde

2.7.1. Rango de color

IBNORCA (2001), Indica que el tono de los granos es fundamental para evaluar la condición global del café, debiendo presentar una coloración homogénea para asegurar su calidad visual y está dado de acuerdo al cuadro.

Cuadro 1. Clasificación y calificación del grano de café, por el color

Descripción	Evaluación
Verde a verde azulado	Muy bueno
Verde	Bueno
Verde pálido	Regular
Blanco	Malo

Fuente: (IBNORCA, 2001)

2.7.2. Olor

IBNORCA (2001), Señala que el café debe emitir un aroma distintivo, puro y fresco, una característica que también se utiliza para evaluar la calidad general del producto.

2.7.3. Densidad

Mediante la densidad, es posible conocer el origen y edad del café. Un café de altura presenta una estructura más densa, mientras que un café de menor altura, resulta ser menos denso y se denominado café viejo (INFOCAFES, 2015).

La densidad del café arábica, es menor en comparación al café robusta, densidades que sobrepasan los 645 kg/m³ son consideradas altas en granos de café. Además, la densidad varía en función del estado de madurez, ataque de patógenos y alteraciones de los tejidos. Adicionalmente, los rangos de la densidad aparente del café verde son de 645 a 750 kg/m³ (Prieto, 2002; Duicela et al., 2015).

2.7.4. Humedad

Los cafés verdes presentan un nivel de agua comprendido entre el 10% y el 12%. La determinación analítica de la cantidad de agua puede realizarse por evaporación en la estufa a 105°C + 1°C por 16 horas según la norma NTC 2325 (Huanca, 2018).

El tiempo de secado y la humedad relativa del almacén, afectan al contenido de humedad del grano. El equipo para determinar la humedad ya sea en pergamino o en oro, debe estar correctamente calibrado (Duicela et al., 2015).

2.8. Tostado y Molido

2.8.1. Tostado

El tostado de grano de café, es un proceso crítico pues en éste se logra o se inhibe la interacción de los compuestos químicos responsables de la expresión de los mismos. Durante el proceso de tueste se generan diversas reacciones de los compuestos químicos del grano, lo que permite el desarrollo de las características sensoriales del café. En este proceso, los granos aumentan en volumen (50%-80%), se produce una pérdida de peso del 11%-20%, su estructura se vuelve frágil y el color verde es reemplazado por un tono marrón (Belitz & Grosch, 2009).

Las variables más comunes para el control del tueste son: el tiempo, la pérdida de peso y las diversas mediciones de color como son la luminosidad y la escala Agtron (Dias & Benassi, 2015). El peso de los granos antes y después del tueste suele ser objeto de un control continuo, puesto que la pérdida de peso no es solamente un factor económico importante, sino que esa medición es un indicador relevante del grado de tueste. Así, el café puede sufrir una pérdida de peso del 18% o más, mientras que, para un tueste muy ligero dicha pérdida podría tener un valor del 12% (Clarke & Macrae, 1985).

Los tuestes medios, en la preparación de la bebida, de modo que encontraremos cuerpo, acidez, y dulzura en una relación más armoniosa. Finalmente, los tuestes tipo francés o altos generan extracción de los aceites del grano, acelerando el proceso de degradación de estos lípidos, obteniendo olores y sabores rancios en la infusión (oxidación), independientemente si se emplean tuestes y moliendas frescas, (Huanca, 2018).

Actualmente el grado de tueste en el café tostado y molido se mide por medio de unidades conocidas como: el grado de luminosidad (claro – oscuro) que posee la muestra y está referida al Sulfato de Bario, que es el blanco estándar con un valor de 100%. La muestra en grano debe ser molida y extendida, preferiblemente con luz natural. Dado que la lectura de color depende del tamaño de partícula, las determinaciones de reflectancia se realizan con muestras de café tamizadas por debajo de la malla de 500 μm , según lo establece la norma NTC 2442.

Cuadro 2. Cambios de color del café en la torrefacción

Color	Luminosidad
Claro	21,6 – 24,4
Medio	18,5 – 21,5
Oscuro	14,9 – 18,4
Muy oscuro	14,9 – 18,4

Fuente: NTC 2442

El proceso del tostado debe asegurar mínimo el control de variables como temperatura, tiempo y grado de tueste, siendo este último uno de los principales factores que influyen en las diferencias tanto químicas como sensoriales del café de una misma calidad. El sabor amargo y el sabor ácido son los atributos más relevantes para discriminar las bebidas producidas con cafés de diferentes grados de tueste en cuanto a la percepción sensorial (Barbosa et al. 2019; Díaz, et al., 2018).

2.8.2. Molido

Para la extracción de componentes solubles y volátiles del café tostado es necesario moler el grano. Una molienda muy fina dará un porcentaje muy alto de extracción con poca cantidad de agua. El mismo resultado será obtenido con una molienda más gruesa en mayor cantidad de líquido y con temperatura y presión más elevadas. Según Katzeff 2001, para elaborar una buena taza de café el molido es una parte fundamental del proceso.

El molido es una operación clave dentro de la cadena de elaboración de un buen café, a la que se le da muy poca importancia. El grano molturado debe tener una granulometría perceptible al tacto y no llegar a tener una consistencia harinosa. Si está poco molturado, al realizar la infusión, no se extraerán todos los sabores, y si lo está excesivamente, se disolverán excesivamente los componentes menos aromáticos y más amargos, además de formarse una pasta que dificultará el proceso. Para cada uso y para cada tipo de máquina, existe un grado adecuado de molturación del café, (Huanca, 2018).

2.9. Características y cualidades de la bebida del café

Según IICA (2020), la catación del café es un proceso técnico realizado por expertos dedicados a percibir las características del café mediante las papilas gustativas, intensificando con la altitud de cosecha y los métodos de procesamiento. Sus características son las siguientes:

2.9.1. Fragancia

En la catación de café, el primer paso es percibir la fragancia, que se refiere a los componentes no consumibles, como el aroma del café molido. La intensidad de la fragancia indica la frescura de la muestra, relacionada con el tiempo transcurrido desde el tueste hasta el molido. Este aspecto es crucial ya que la fragancia, compuesta por componentes volátiles como ésteres, aldehídos, cetonas y compuestos sulfurados, constituye el principal atractivo del café (IICA, 2020).

2.9.2. Aroma

En la segunda etapa de la evaluación del café, se percibe el aroma unos cuatro minutos después de verter agua caliente (92-96°C) sobre los granos recién molidos. Al romper la capa que se forma sobre la superficie luego de agregar el agua, se liberan gases que deben ser inhalados enérgicamente por la nariz. La experiencia permite a los catadores clasificar los cafés según su memoria olfativa, distinguiendo los distintos caracteres aromáticos. La intensidad y tipo de aroma está relacionado con el origen, frescura, tiempo después del tueste, almacenamiento, humedad y protección contra el oxígeno. La percepción del aroma es fugaz y se experimenta al remover los sólidos en la taza, por lo que se recomiendan aspiraciones cortas para evitar que el aire llegue a los pulmones. Aromas poco comunes,

como la vainilla, pueden percibirse en esta etapa, aunque con frecuencia son eclipsados por otros matices (IICA, 2020).

2.9.3. Gusto

El gusto se activa por sustancias químicas solubles que interactúan con las papilas gustativas en la lengua. La mucosa que cubre la lengua contiene papilas calciformes y fungiformes que detectan sabores a través de células gustativas con cilios conectados a nervios. Las papilas gustativas, distribuidas de manera desigual, forman áreas sensibles a compuestos químicos específicos que generan sensaciones de sabor. Los alimentos se disuelven con la humedad de la boca y llegan a las papilas, estimulando células sensoriales que envían impulsos al cerebro. La repetición de impulsos indica la intensidad del sabor, y la saturación de las papilas tras una exposición prolongada lleva a la pérdida en la percepción del sabor (IICA, 2020).

2.9.4. Acidez

Este atributo proviene de la acidez, que debe estar balanceada con el sabor. En algunas regiones buscan poca acidez para resaltar sabores sutiles. El equilibrio entre acidez y sabor es esencial y fácil de percibir. La acidez es la columna vertebral, aporta brillo, frescura y vitalidad, con un sabor limpio, frutal y aromático. La acidez depende de los ácidos presentes, como cítrico, málico y tartárico para dulzura, y clorogénico para astringencia. El ácido fosfórico realza la acidez, resultado de la metabolización de azúcares durante la fotosíntesis, siendo el cítrico el más común (IICA, 2020).

2.9.5. Sabor

Al atomizar el café en la boca, se logra una distribución completa y la entrada de oxígeno al paladar. Sorber el café de modo que se esparza por toda la boca y lengua es crucial para percibir las sensaciones básicas y sus combinaciones (dulce, salado, agrio, amargo y cárnico), resultando en una modulación completa del sabor. Evaluar las características primarias y secundarias requiere mantener el líquido en la boca durante unos tres segundos aproximadamente. Existen al menos 18 sabores principales, mayormente frutales, que pueden describirse con diversos calificativos, cuya presencia está vinculada al cultivo y procesamiento del grano (IICA, 2020).

2.9.6. Sabor residual o resabio

Las moléculas de aroma más pesadas son percibidas y evaluadas mientras se saborea el café. Un resabio prolongado no necesariamente indica que sea agradable o positivo, lo ideal es que resulte placentero. El resabio amargo permanece por más tiempo, pero no es placentero. La presencia de un sabor residual duradero, dulce y agradable se considera la base de un café excepcional (IICA, 2020).

2.9.7. Cuerpo

El cuerpo está determinado por la densidad o peso de la bebida en la boca. Para entender mejor este atributo, podemos pensar que la leche tiene más cuerpo que el agua. Para evaluar el cuerpo, la bebida debe pasarse por la boca y subirla con la lengua hasta tocar el paladar. Una sensación resbaladiza indica una gran cantidad de sólidos solubles. Esta cualidad está íntimamente relacionada con la altitud de la cosecha: a mayor altitud, mayor cuerpo del café (IICA, 2020).

2.9.8. Balance

La armonía se refiere a cómo se combinan los atributos previamente descritos, los cuales pueden reforzarse mutuamente, como la dulzura y el cuerpo. Al mezclar la sal y el ácido cítrico, se produce un contraste. Otros aspectos pueden cancelarse: un atributo es opacado por otro. Cuando hay más dulzura, también hay más cuerpo, y si hay más acidez, aumenta la dulzura, volviéndola más agradable. Una bebida caliente proporciona más aroma, pero un café frío permite percibir mejor el sabor y otros aspectos (IICA, 2020).

2.9.9. Nota general

Antes de emitir un juicio, el catador considera todos los atributos mencionados previamente y llega a sus propias conclusiones. La combinación de los atributos es lo que brinda una impresión general. Esta combinación es muy importante para decidir el puntaje final que se le otorgará al sabor. El resultado del análisis de captación podría arribar a una definición general de la taza que probablemente incluirá adjetivos como: crujiente, estructurado, suave, jugoso, brillante, balanceado, profundo persistente, vibrante, redondo, complejo, fugaz, punzante, denso, delicado, limpio (IICA, 2020).

2.10. Valoración de la calidad de café

Uno de los procedimientos más conocidos es el desarrollado por la Specialty Coffee Association (SCA). Este formato de registro permite evaluar 11 atributos del café: fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, defectos y puntaje del catador. En la metodología SCA, los atributos de dulzor, limpieza de taza y uniformidad se evalúan de manera discriminante, es decir, se determina si están presentes o no en las tazas evaluadas (Osorio, 2021).

Cuadro 3. Clasificación según Specialty Coffee Association (SCA) para café

Puntaje total	Descripción de la especialidad	Clasificación
90 - 100	Excepcional	Especialidad
85 – 89.99	Excelente	
80 – 84.99	Muy bueno	
< 80.0	Debajo de la calidad especial	No especialidad

Fuente: (Osorio, 2021)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación geográfica

Para el presente trabajo de investigación se recolectaron muestras del cantón Calama del Municipio de Caranavi del departamento de La Paz, a una distancia aproximada de 85 km de la ciudad de Caranavi. Geográficamente en el sistema de proyecciones UTM, Zona 19 L, se encuentra en la coordenada Este $X=648214$ y en la coordenada Norte $Y=8278617$, a una altitud de 1410 ms.n.m. (Elaboración propia con GPS Essentials 2020).

Posteriormente se realizó la catación en la ciudad de El Alto en laboratorio "Lata16" zona Collpani.

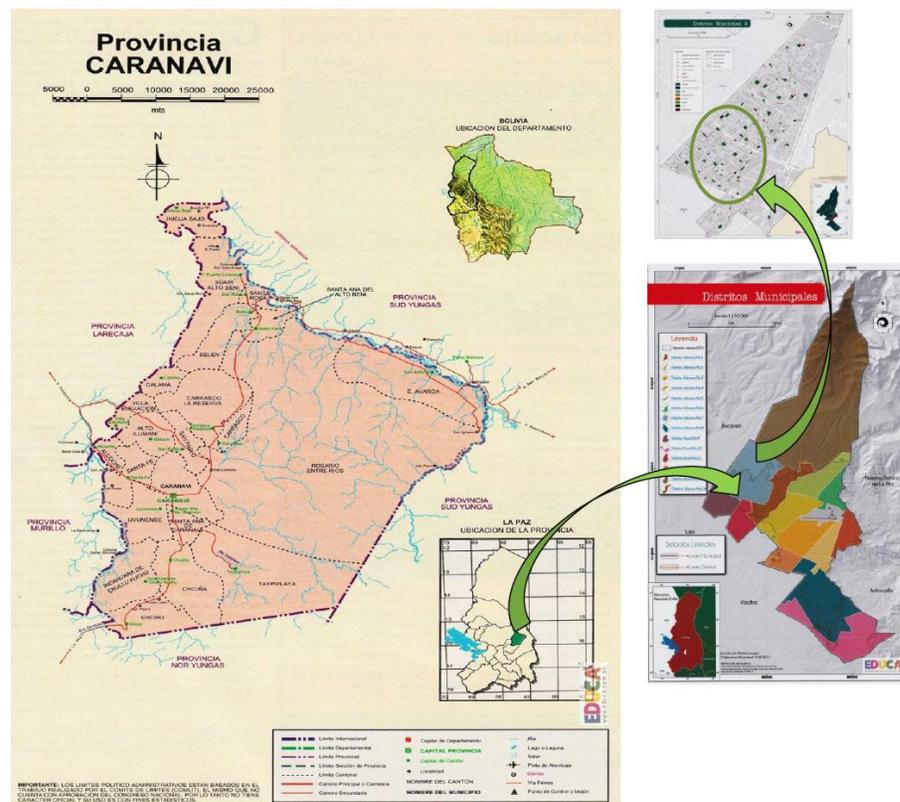


Figura 1. Mapa de municipio de Caranavi – Ciudad de El Alto

Fuente: (Huanca, 2018)

3.1.2. Características ecológicas

3.1.2.1. Clima

El clima en el municipio de Caranavi es predominante cálido, con una temperatura media anual de 25,9 °C siendo los meses más cálidos de septiembre a noviembre, alcanzando una máxima absoluta de 39,5 °C. La temperatura mínima media anual es de 19,6 °C, siendo los meses fríos julio y agosto. Su precipitación es de 1148 mm promedio anual se encuentran mayores lluvias en los meses de diciembre, enero y febrero. La zona es tropical y subtropical no obstante de ello es necesario mencionar que las alturas oscilan desde 1900 m.s.n.m. como la máxima elevación, y 405 ms.n.m. como la mínima altitud (Suceso, 2016).

3.1.2.2. Suelo

Los suelos de la zona de Caranavi, son en su mayoría de textura franco arcilloso, con una estructura de tipo bloque angular medio y fino, con un pH que varía desde 4,5 hasta 5,5; existiendo zonas donde el pH es ligeramente más bajo existiendo problemas de absorción de calcio y magnesio debido a los altos porcentajes de acumulación de aluminio y fierro (Barrientos, 2000).

3.1.2.3. Flora

La biodiversidad de la flora en Caranavi constituye una vegetación variada y exuberante, con zonas montañosas medianas, presencia de bosque alto y barbechos. Entre las especies más comunes se destacan la cañahueca nativa (*Phragmites communis*), itapallo (*Urtica dioica*), mitaca (*Attalea phalerata*), pacay (*Inga feuillee*), palo santo (*Bursera graveolens*), siquili (*Inga edulis* Mart). Las principales especies cultivadas en la región son el café (*Coffea arábica*), naranja (*Citrus sinensis*) mandarina (*Citrus reticulata*), plátano (*Musa paradisiaca*), achiote (*Bixa orellana*), arroz (*Oryza sativa*), palta (*Persea americana*) y mango (*Mangifera indica*) (PNFC, 2020).

3.1.2.4. Fauna

En fauna destaca una alta riqueza de la biodiversidad, probablemente muchas de ellas endémicas que sin embargo también están expuestas a la fragmentación de hábitats por la presencia del hombre con actividades de exportación forestal, infraestructura, actividad agrícola, ganadera y otras. Se encuentran especies de mamíferos aves, reptiles, insectos,

peces, 20 anfibios y otros principalmente microorganismos, los cuales en su gran mayoría se ven afectados por los depredadores primarios (Succeso, 2016).

3.2. Materiales

3.2.1. Material vegetal

En la presente investigación se trabajó con cinco variedades de café las cuales son: Catuai, Castillo, Típica, Geisha y Java.

3.2.2. Material de campo

Los materiales de campo que se utilizarán son: tarima de secar café, valdes para cosecha de café, bolsas de muestra, yutes, despulpadora de café, bateas de madera.

3.2.3. Material de laboratorio

Trilladora de muestras, Tostador, Molino para muestras, Balanza, Medidor de humedad, Zarandas clasificadoras para el tamaño de los granos en oro verde, colorímetro, vasos para la elaboración de la infusión.

3.2.4. Material de gabinete

Se utilizaron, impresora, tablero, bolígrafos, hojas bond, calculadora, lápices, cámara, planilla de datos, computadora para trabajar los datos con programas estadísticos (R y SPSS).

3.3. Metodología

3.3.1. Procedimiento para la evaluación

3.3.1.1. Pre-beneficiado del café

- Cosecha de café cereza

Se cosecharon los granos completamente maduros para preservar la calidad del producto durante el prebeneficiado. Este estado de madurez se determina observando la coloración del fruto, que debe ser roja o guinda. La maduración se puede calcular mediante registros anuales, que abarcan un periodo de 28 a 30 semanas después de la floración. Se cosechó

los granos maduros de manera individual, dejando el pedúnculo en la rama, con el objetivo de evitar la recolección de frutos que aún no han alcanzado la madurez plena o que se encuentran en un estado semi-maduro.

- **Despulpado**

Una vez que el café guinda fue cosechado y transportado al lugar donde se encuentra la despulpadora, cada cosechador procedió a medir la cantidad de la cosecha. Luego se realizó el boyado, para asegurar que el café pelado no incluya granos de baja calidad, como brocados, ch'uzos y k'olos. Posteriormente, se despulpó el café guinda en la despulpadora, donde se quitó la cascara y pulpa.

- **Fermentación**

Se procedió a la eliminación del mucílago del grano de café, mediante el proceso de fermentado durante 12 horas. Este procedimiento es para asegurar la separación y eliminación del mucílago sin comprometer las características sensoriales del café.

- **Lavado**

El proceso de lavado se llevó a cabo mediante múltiples enjuagues en el canal de correteo, donde, se eliminó completamente las sustancias residuales del mucílago que podrían permanecer adheridas al pergamino.

- **Secado**

El café lavado se escurrió y se secó en tarimas por 5 días, posteriormente se completó el secado en la Ciudad de El Alto hasta llegar a los 12 % de humedad para su posterior beneficiado y tostado.



Figura 2. Secado de muestras de variedades de café

3.3.1.2. Beneficiado de las muestras de café

Las muestras obtenidas en las diferentes variedades de café fueron de 1200 gramos. El proceso de beneficio siguió el siguiente procedimiento:

- **Determinación de la humedad del café pergamino**

A cada muestra obtenida de café pergamino, se determinó la humedad con ayuda de un medidor digital de humedad.

- **Trillado de muestras**

Se realizó el trillado de las muestras con el fin de separar el pergamino o cáscara del café verde o almendra.



Figura 3. Zarandeo de variedades de café

3.3.1.3. Evaluación física de granos de café

- Determinación de humedad de café verde

Con la ayuda de un medidor de humedad se determinó la humedad del café verde en cada muestra.



Figura 4. Medición de humedad de los granos de café

- Selección de defectos

Por medio de una selección manual sobre una cartulina negra mate no brillante, se seleccionó los granos defectuosos, negros, parcialmente negros, marrones, vinagres, brocados y blanqueados.



Figura 5. Selección de defectos



Figura 6. Pesado de defectos

- **Determinación del tamaño mediante zarandas**

Con zarandas, cedazos o tamices, designados por números que van desde 14 al 19 se realizó una clasificación según las dimensiones de cada grano.

5.2.1.4 Tostado

Realizada la evaluación física de cada muestra (en las mismas condiciones de humedad con 9 y 10 %, con zaranda de dimensión por encima de 16), se realizó un tueste homogéneo de cada lote de café.

El proceso de tueste se llevó a cabo utilizando una tostadora de café comercial equipada con controles precisos de temperatura y tiempo. Para cada una de las cinco variedades de café seleccionadas, se realizaron tres muestras de tueste distintos, correspondientes a diferentes niveles en la escala Agtron: un tueste claro (Agtron 70-75), un tueste medio (Agtron 55-65), y un tueste oscuro (Agtron 45).

Muestras obtenidas de café tostado:

M 1.	Cod-001:	Variedad catuai con tueste claro
M 2.	Cod-001:	Variedad catuai con tueste medio
M 3.	Cod-001:	Variedad catuai con tueste oscuro
M 4.	Cod-002:	Variedad typica con tueste claro
M 5.	Cod-002:	Variedad typica con tueste medio
M 6.	Cod-002:	Variedad typica con tueste oscuro
M 7.	Cod-003:	Variedad java con tueste claro
M 8.	Cod-003:	Variedad java con tueste medio
M 9.	Cod-003:	Variedad java con tueste oscuro
M 10.	Cod-004:	Variedad gueisha con tueste claro
M 11.	Cod-004:	Variedad gueisha con tueste medio
M 12.	Cod-004:	Variedad gueisha con tueste oscuro
M 13.	Cod-005:	Variedad castillo con tueste claro
M 14.	Cod-005:	Variedad castillo tueste medio
M 15.	Cod-005:	Variedad castillo con tueste oscuro



Figura 7. La escala Agtron

Fuente: (SCA, 2022)



Figura 8. Tostado de muestras de café

- Molido

Los granos tostados se colocaron en bandejas de plástico, una vez enfriados, éstos se vaciaron directamente al molino, moliéndolos hasta el grado no muy fino (molienda media) condición para una catación.

3.3.1.4. Catación y evaluación sensorial

Las muestras de grano verde de café se tostaron y molieron en el laboratorio boliviano del café “LATA 16”, que cuenta con una certificación internacional Qgrader, donde se evaluarón: el balance, cuerpo, acidez, regusto, sabor y aroma, en las 15 muestras.



Figura 9. Muestras de café en catación



Figura 10. Proceso de catación de muestras

3.3.2. Análisis de componentes principales y biplot (Coeficiente de correlación)

Este coeficiente de correlación nos permitió cuantificar en términos relativos el grado de asociación o variación conjunta entre dos variables cuantitativas. Su valor oscila entre -1 a +1; donde el signo del coeficiente indicó el tipo de asociación, siendo el 1 el valor de máxima similitud.

El gráfico de biplot permite observar la asociación entre las variables medidas y las muestras de café.

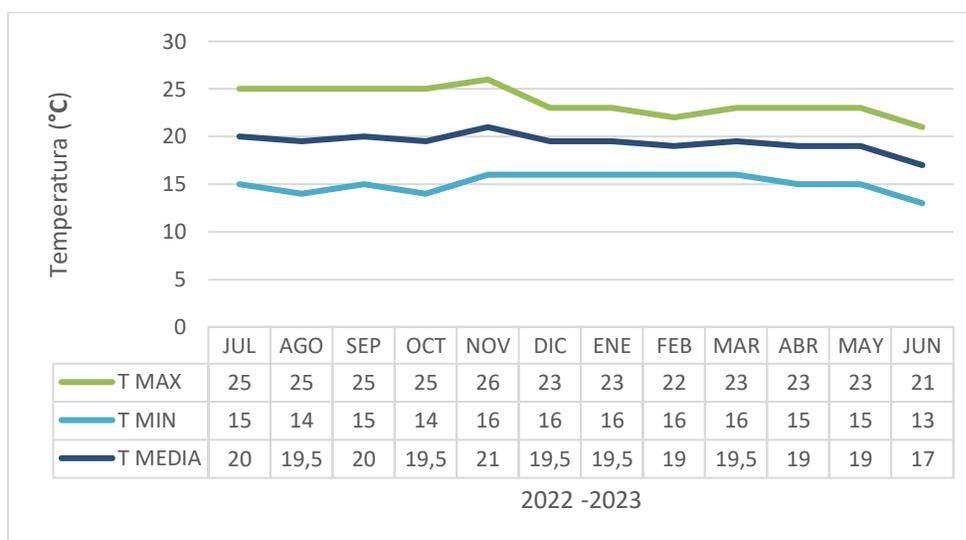
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Datos climáticos

Se consideraron datos de temperatura, precipitación y humedad relativa y Radiación Fotosintética Activa

4.1.1. Temperatura

Cuadro 4. Temperatura del Cantón Calama



Fuente: Elaboración propia de fuentes de nasa.gov

Los registros climatológicos de temperatura como se observa en el cuadro 4, corresponde al mes de julio 2022 a junio 2023. La temperatura más alta se registró en el mes de noviembre alcanzando a los 26,0°C y la temperatura más baja en el mes de junio con 13,0°C. La temperatura media durante la investigación fue de 19,5°C, y es una temperatura adecuada para el desarrollo del cultivo de café.

4.1.2. Precipitación

Cuadro 5. Precipitación del Cantón Calama



Fuente: Elaboración propia de fuentes de nasa.gov

La precipitación registrada durante el desarrollo del fruto de café se muestra en el cuadro 5, realizada desde el mes julio 2022 a junio 2023. Las lluvias con mayor intensidad registradas fueron en el mes de marzo con 205 mm y la más baja precipitación se registró en el mes de julio con 21 mm. La precipitación media durante la investigación fue de 113,7 mm.

4.2. Propiedades físicas del grano de café

4.2.1. Análisis físico del grano verde de café

a) Densidad de los granos verdes de café

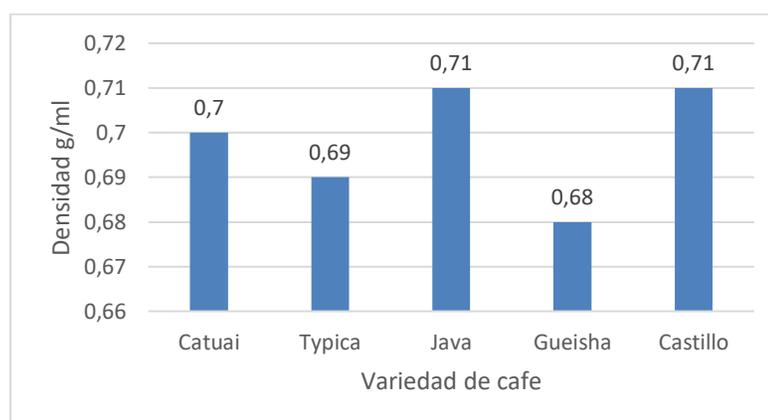


Figura 11. Densidad de los granos de café

La densidad de los granos verdes de café tuvo una variación entre 0.68 g/ml y 0.71 g/ml, donde las variedades de Java y Castillo presentaron una mayor densidad, seguido de Catuai, Típica y Gueisha. La densidad es una medida importante que puede influir en la calidad y el sabor del café, siendo que la densidad más alta puede indicar un grano más lleno y compacto.

La densidad describe cuánto espacio ocupa un grano de café (su volumen), en relación con la cantidad de materia en ese mismo grano de café (su masa). Los granos más densos tienen más sabor, ya que su desarrollo celular se ralentiza a medida que se cultiva a mayor altitud (porque es más frío), lo que significa que el café retiene más azúcares y nutrientes. Entonces, teóricamente, cuanto mayor sea la elevación, mejor. No necesariamente, porque eso dependerá de qué tan lejos del Ecuador se cultiva el café. Cuanto más lejos del Ecuador, menos altitud se necesita para cultivar cafés de alta densidad (KILIMANJARO 2020).

b) Humedad de los granos verdes de café

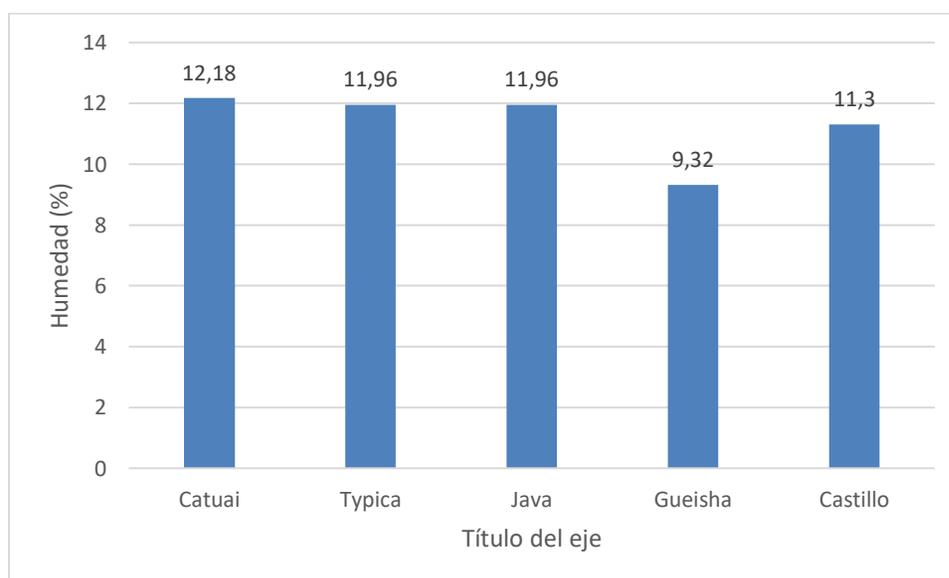


Figura 12. Humedad de los granos de café de las variedades

La humedad de los granos verdes de café de las cinco variedades estuvo entre 9,32% y 12,18%. La variedad Catuai tuvo una mayor humedad, seguido de Típica y Java, mientras que Castillo y Gueisha tuvieron menor humedad. La humedad afecta la calidad y la frescura

del café, los valores extremos de humedad provocan en almacenamiento el deterioro de los granos verdes del café.

El contenido de humedad es la cantidad de agua (en forma de vapor) en una muestra, dada como un porcentaje del peso original de dicha muestra. En el café, no existe un estándar exacto para un contenido de humedad ideal, pero un rango generalmente aceptado oscila entre el 10 y el 12%, con algunas excepciones importantes como Sumatra que se acerca más al 12.5% (KILIMANJARO, 2020).

c) Rango de color del grano de café verde

El rango de color es la variedad de colores que presenta el grano de café. Estos colores pueden variar desde tonos verdes hasta amarillos o marrones, dependiendo del nivel de madurez y del procesamiento del grano.

Cuadro 6. Rango de color de los granos de las variedades de café

Variedades de café	Escala de colores de granos de café verde
Catuai	Verde amarillo
Typica	Verde amarillo
Java	Verdoso
Gueisha	Amarillo pálido
Castillo	Verde amarillo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos medidos

Las variedades Catuai, Typica y Castillo tienen rango de color verde amarillo, mientras que la variedad Java tiene un color verdoso y Gueisha tiene un color amarillo pálido. Los colores de los granos son aceptables para la evaluación organoléptica.

d) Olor de granos verdes de café

Las variedades Catuai, Typica, Java, Gueisha y Castillo tienen un olor estándar mostrando que no hay diferencia en el olor.

Según Kafetz (2001), el manejo en el proceso de beneficio influiría bastante en el olor y el color que obtenga el café al finalizar el proceso.

Lo primero que se tiene en cuenta a la hora de analizar la calidad del café en un análisis físico es el olor del grano. Un café en grano de calidad debe oler a seco y fresco. Los olores desagradables a reposo, tierra, moho o químico son indicadores de mala calidad y el café debería descartarse.

e) Aspecto de granos de café verde

Las variedades Catuai, Typica, Java, Gueisha y Castillo tienen una apariencia visual estándar mostrando una uniformidad de las muestras de café verde.

f) Actividad del agua (aw) en los granos de café verde

La disponibilidad de agua en los granos de café verde tiene un valor de 0 aw, por lo que el grano está seco y estable, no hay actividad de agua en los granos de café.

La actividad del agua en el café describe el estado energético del agua en una muestra de café específica y, por lo tanto, su potencial para participar en reacciones bioquímicas y el crecimiento de microorganismos (moho, bacterias, toxinas, etc.). Se utiliza para predecir la estabilidad y la salubridad del café y los alimentos en general, con respecto al crecimiento microbiano, las tasas de reacciones de deterioro y las propiedades químicas y físicas (KILIMANJARO 2020).

4.2.2. Trillado de café

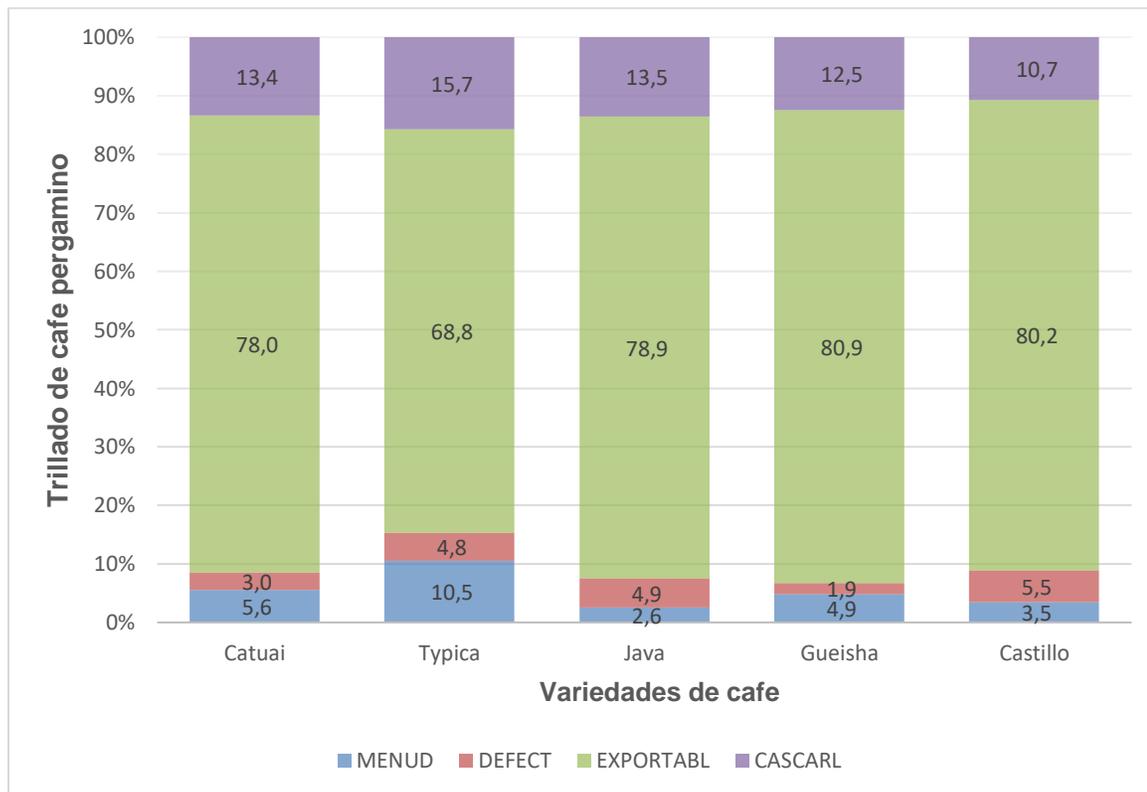


Figura 13. Porcentaje de trillado de café

En la figura 13, se presenta información detallada sobre el trillado o procesamiento de granos de café. En las barras apiladas se muestran cuatro variables (menudo, defecto, exportable y cascarilla).

Al observar la figura de trillado de variedades de café, se puede ver que la variedad Catuai presenta un 77,95% de granos exportables. Sin embargo, también registra un porcentaje de cascarilla, alcanzando el 13,39% que es la cascarilla exterior de grano de café verde, un 5,57 % corresponde a granos menudos, que son de menor tamaño y calidad inferior. Finalmente, el porcentaje de granos defectuosos o dañados fue el 3%.

La variedad Typica muestra un 68,83% de granos exportables, también registra un considerable 15,67% de cascarilla. Además, un 10,5% de la producción consiste en granos menudos, de tamaño reducido y calidad inferior. Por último, se observa un 4,83% de granos defectuosos o dañados.

La variedad de café Java tiene un 78,86% de granos exportables de café verde. Asimismo, se evidencia un 13,53% de presencia de cascarilla, y posee un 2,59% de granos menudos, los cuales presentan un tamaño reducido y una calidad inferior. Asimismo, presenta el 4,93% de granos defectuosos o dañados de café Java.

La variedad Geisha presenta un 80,89% de granos exportables, pero se evidencia un 12,5% de cascarilla. Además, un 4,85% se compone de granos menudos, de tamaño reducido y calidad inferior. Por último, se detecta un 1,92% de granos defectuosos o dañados. Rodríguez et al. (2018) en su estudio sobre variedades de café en Colombia, encontraron resultados parcialmente diferentes a los nuestros, con un rango entre 75-78% de granos exportables. Esta discrepancia podría atribuirse a variaciones en las condiciones de cultivo, métodos de trillado u otras características del cafeto.

La variedad Castillo presenta un 80,17% de granos exportables. Sin embargo, se registra un 10,74% de cascarilla, 3,5% de la producción consiste en granos menudos, de tamaño reducido y calidad inferior y un 5,45% de granos defectuosos o dañados.

4.2.3. Tamaño de grano (Zaranda)

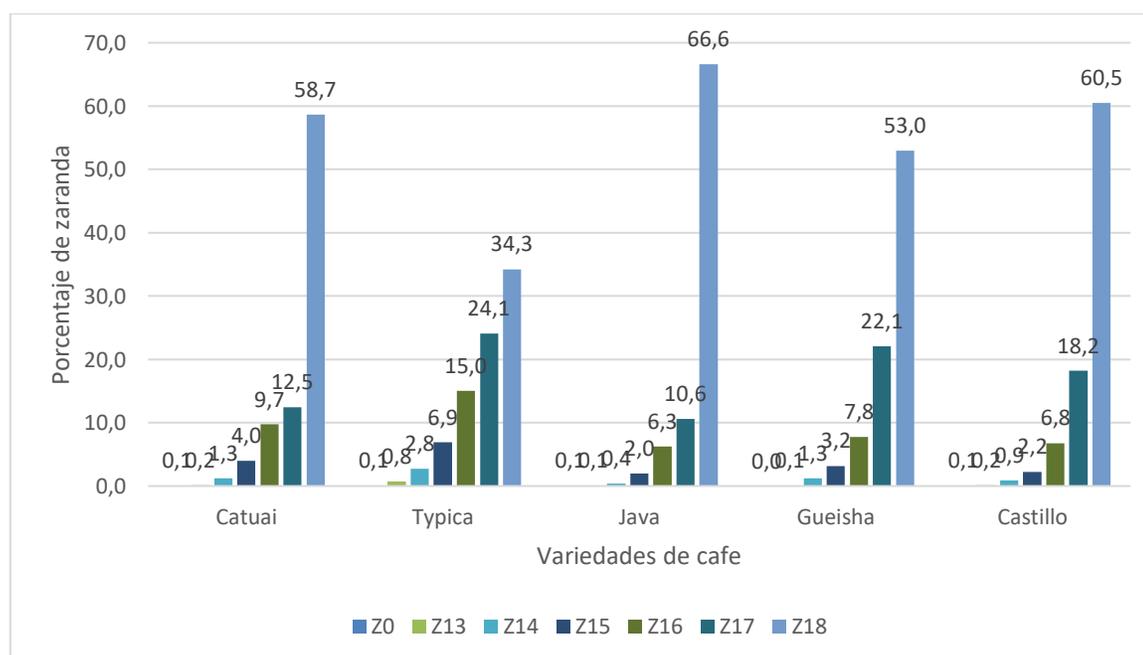


Figura 14. Porcentaje de tamaño de granos de café verde

La Figura 14, muestra la distribución de los tamaños de grano de café (zaranda) para cinco variedades: Catuaí, Typica, Java, Geisha y Castillo. Los tamaños de zaranda están categorizados como Z0, Z13, Z14, Z15, Z16, Z17, y Z18, representados por diferentes colores en las barras. A continuación, se detallan los resultados para cada variedad.

La variedad Catuai presenta una mayor proporción de granos de tamaño (Z18) con porcentaje de 58.65%, seguido en una menor cantidad de (Z17, Z16 y Z15) con 12.48%, 9.73% y 3.99% respectivamente. Y en muy poca cantidad los tamaños de grano de zaranda (Z14, Z13 y Z0) con 1.24%, 0.17% y 0.08% respectivamente. Rodríguez et al. (2019) en su estudio sobre morfología de granos de café, sugieren que tamaños superiores al Z17 indican una alta calidad de grano.

La variedad Typica también presenta una distribución de tamaño de grano con porcentaje de 34.3% de Z18, 24.1% de zaranda 17 y 15.0 % de zaranda 16. Y en su menor medida las zarandas (Z15, Z14, Z13 y Z0) con porcentajes de 6.9, 2.75, 0.75 y 0.08 respectivamente.

La variedad Java presenta una mayor distribución de granos grandes de zaranda 18 con porcentaje de 66.6%, las zarandas (Z17, Z16, Z15, Z14, Z13 y Z0) presentan en una menor cantidad de porcentajes de 10.61, 6.27, 2.01, 0.42, 0.08 y 0.08 respectivamente.

La variedad Gueisha presenta una mayor distribución de granos grandes de zaranda 18 con porcentaje de 53.0%, las zarandas (Z17, Z16, Z15, Z14, Z13 y Z0) presentan en una menor cantidad en la variedad con 22.1, 7.8, 3.2, 1.3, 0.1 por ciento respectivamente.

Respecto a la variedad Castillo se presenta una distribución del tamaño de grano en las siguientes magnitudes: Una mayor proporción de granos de zaranda (Z18) con 60.5 %, seguido con zaranda (Z17) de 18.2%, y las zaranda (Z16, Z15, Z15, Z14, Z13 y Z0) con 6.8, 2.2, 0.9, 0.2, y 0.1) por ciento respectivamente.

4.3. Propiedades sensoriales de las muestras de café

4.3.1. Balance de atributos sensoriales

Variedad Catuai

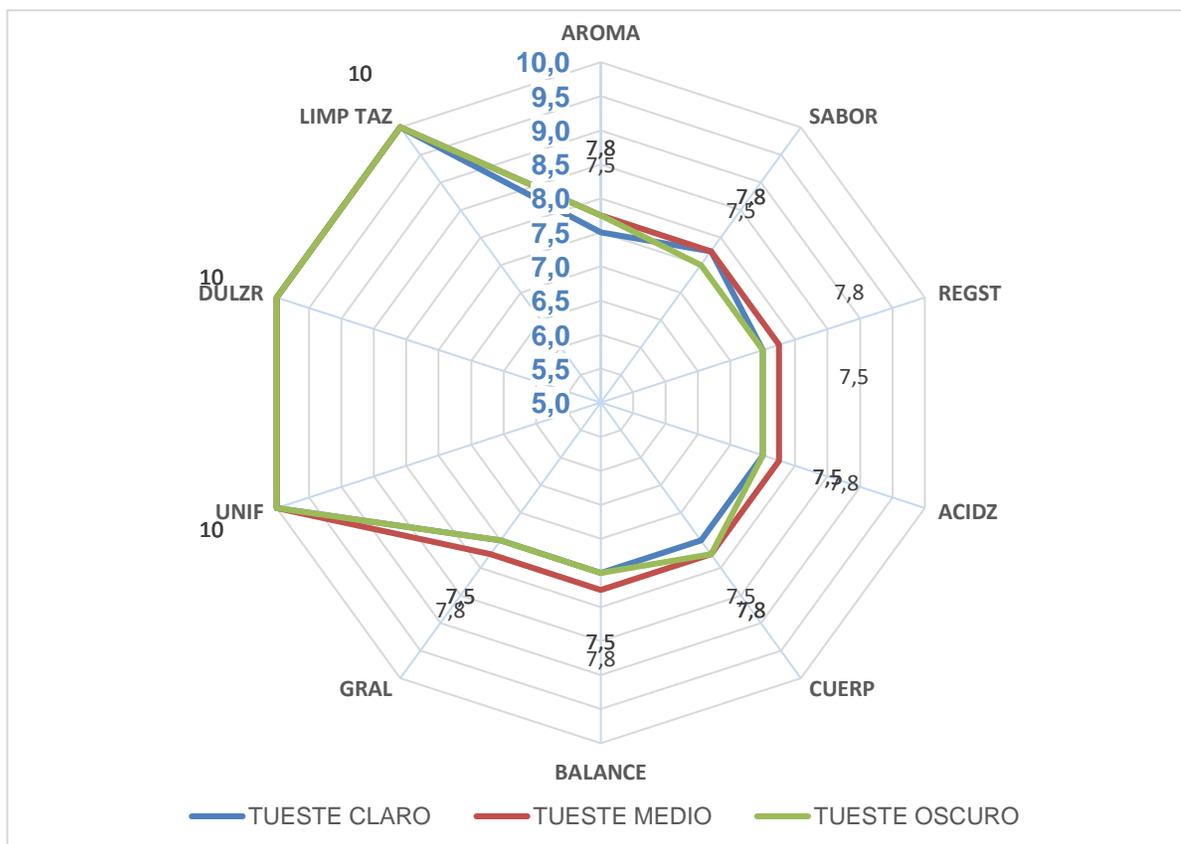


Figura 15. Evaluación sensorial de la variedad Catuai

La figura 15, presenta el balance de atributos sensoriales de la variedad de café Catuai tostada a tres niveles distintos: tueste claro, tueste medio y tueste oscuro. Los atributos evaluados incluyen: aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, impresión general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza.

El aroma del café Catuai presenta una tendencia a disminuir con el grado de tueste. Tanto el tueste medio como el oscuro presentan un puntaje de 7.75, mientras que el tueste claro tiene un valor ligeramente inferior de 7.5 puntos sobre 10.

El sabor del café Catuai muestra un puntaje de 7.75 en los tuestes claro y medio. En cambio, el tueste oscuro obtuvo un puntaje de 7.5, se observa una ligera disminución en la intensidad del sabor con un tueste más oscuro.

Respecto al regusto alcanzó un puntaje de 7.75 en el tueste medio. Sin embargo, los tuestes claro y oscuro tienen un puntaje de 7.5, sugiriendo que los tuestes extremos no mejoran esta característica.

La acidez se destaca más en el tueste medio, con un puntaje de 7.75. Los tuestes claro y oscuro tienen puntajes menores, alcanzando solo 7.5 puntos, lo que indica que el tueste medio preserva mejor esta cualidad de acidez.

El atributo cuerpo muestra un puntaje de 7.75 en los tuestes medio y oscuro. El tueste claro, obtuvo un puntaje de 7.5, lo que sugiere que los tuestes más prolongados mejoran esta característica.

Con respecto al balance de la variedad Catuai, alcanza en el tueste medio 7.75 puntos. Los tuestes claro y oscuro obtienen un puntaje de 7.5, indicando que el tueste medio proporciona una mejor armonía entre los atributos del café.

La variable impresión general de Catuai es favorable con 7.75 puntos en el tueste medio, mientras que los tuestes claro y oscuro reciben 7.5 puntos.

Las variables limpieza de taza, dulzura y uniformidad de las muestras de café han tenido un puntaje de 10 puntos, se destaca la calidad consistente de la variedad Catuai en todos los niveles de tueste.

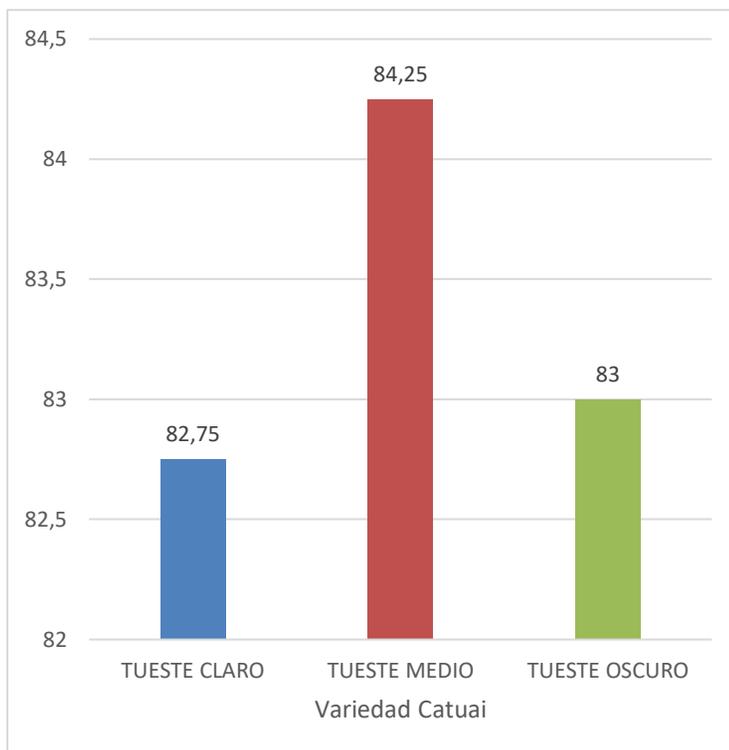


Figura 16. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Catuai

La figura 16 de barras representa el puntaje promedio en taza de la variedad de café Catuai tostada a tres niveles diferentes (claro, medio y oscuro). El puntaje en taza es el resultado de la evaluación sensorial del café, considerando atributos: aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, impresión general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza. Cada atributo se califica en una escala del 1 al 10, siendo 10 el valor más alto.

El tueste claro presentó un puntaje de 82.75 puntos, destacándose los atributos de uniformidad, dulzura y limpieza de taza con puntaje máximo. Los demás atributos sensoriales se encuentran entre los puntajes de 7.5 y 7.75, lo que es aceptable.

El tueste medio obtuvo un puntaje de 84.25 puntos, que es superior a los tuestes claro y oscuro. Este nivel de tueste también alcanzó puntajes máximos en uniformidad, dulzura y limpieza de taza. Y en los otros atributos sensoriales mostró mejores resultados en comparación con los otros grados de tueste.

El tueste oscuro logró un puntaje de 83 puntos, muy cercano al del tueste claro. Muy similarmente coincidió con los demás grados de tueste alcanzando el puntaje máximo en

uniformidad, dulzura y limpieza de taza. Los otros atributos sensoriales son ligeramente superiores en comparación con el tueste claro de la variedad Catuai.

Variedad Typica

La figura 17, muestra el balance de atributos de la variedad Typica con niveles de tueste (claro, medio y oscuro). Los atributos evaluados fueron aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, impresión general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza.

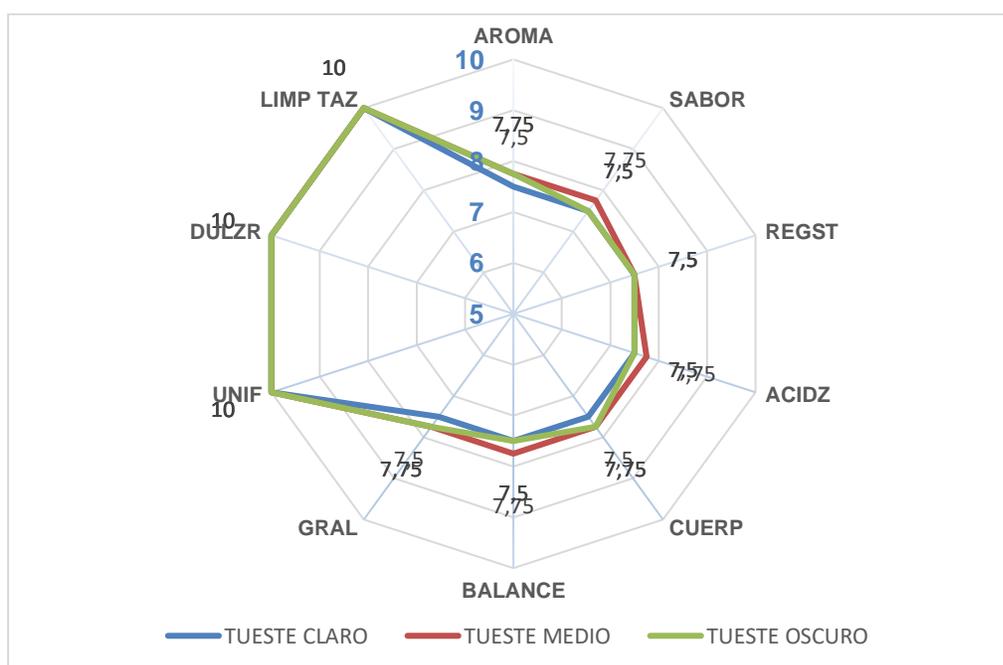


Figura 17. Evaluación sensorial de la variedad Typica

El aroma de la variedad Typica tiene un comportamiento ascendente al grado de tueste. Los tuestes medio y oscuro obtuvieron 7.75 puntos, mientras que el tueste claro tuvo un valor de 7.5 puntos de 10.

En cuanto al sabor, la figura indica que el tueste medio tuvo un valor de 7.75 puntos. Y los tuestes claro y oscuro lograron puntajes de 7.5 ligeramente menores respecto al tueste medio.

El regusto de la variedad Typica fue constante en los tres grados de tueste (oscuro, medio y claro), mostrando un puntaje de 7.5 puntos.

La acidez de la variedad Typica en el grado de tueste medio alcanzo un puntaje de 7.75 de 10. Y los grados de tueste claro y oscuro obtuvieron puntajes de 7.5, lo que muestra una mejor acidez en el tueste medio.

El cuerpo de la variedad Typica tiene un puntaje de 7.75 en los grados de tueste medio y oscuro. El grado de tueste claro solo alcanzó un puntaje de 7.5 puntos de 10.

El balance de la variedad Typica muestra que el grado de tueste medio alcanzó 7.75 puntos. Los tuestes de grado claro y oscuro alcanzaron un puntaje de 7.5, menores respecto al grado de tueste medio.

Respecto a la impresión general los catadores registraron un puntaje de 7.75 puntos en el tueste medio y oscuro, y un puntaje de 7.5 en el tueste claro, lo que significa una mayor preferencia los tuestes medio y oscuro.

Las variables sensoriales limpieza de taza, dulzura y uniformidad de las muestras de café Typica lograron puntajes similares de 10 puntos.

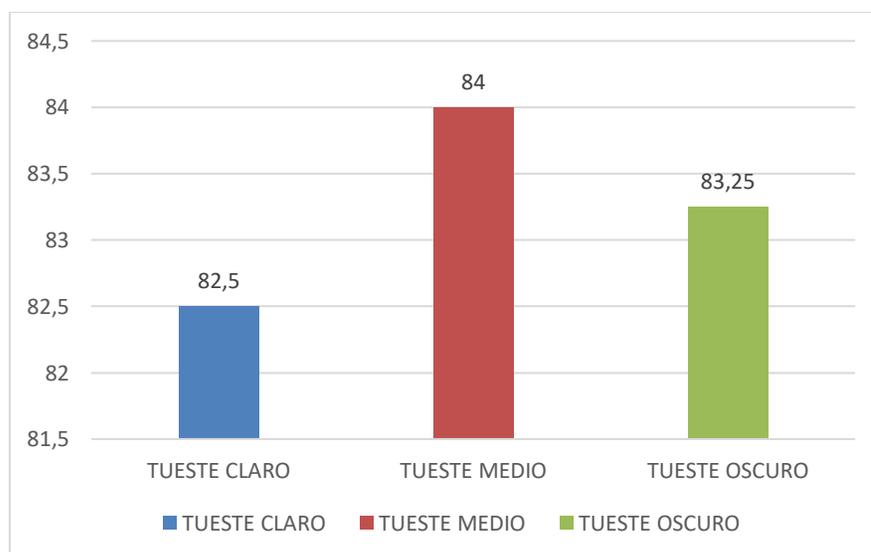


Figura 18. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Typica

La figura 18 de barras representa el puntaje promedio en taza de la variedad de café Typica con el grado de tueste claro, medio y oscuro. El puntaje en taza es el resultado de la evaluación sensorial del café, considerando atributos de aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza.

El tueste claro obtuvo un puntaje de 82.5 puntos, del cual se destaca los atributos de uniformidad, dulzura y limpieza de taza con puntaje máximo, mientras que las otras variables sensoriales están entre los puntajes de 7.5 y 7.75, lo cual es aceptable.

El tueste medio tiene un puntaje de 84 puntos, superior a los tueste claro y oscuro. Todas las variables sensoriales evaluadas en el tueste son superiores a los demás otros grados de tueste.

El tueste oscuro tiene un puntaje promedio de 83 puntos. Los atributos evaluados son similares al grado de tueste claro.

Variedad Java

En la siguiente figura 19, se muestra el balance de atributos de la variedad Java con diferentes grados de tueste (claro, medio y oscuro). Los atributos medidos fueron aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, impresión general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza.



Figura 19. Evaluación sensorial de la variedad Java

El atributo sensorial aroma de la variedad Java obtuvo un puntaje de 7.75 en el grado de tueste medio, mientras que los otros grados de tueste (claro y oscuro) alcanzaron un puntaje de 7.5 puntos de 10.

En cuanto al sabor de la variedad Java, la figura muestra un puntaje similar en los tres grados de tueste (claro, medio y oscuro), donde el grado de tueste no influyó en el atributo sabor de esta variedad.

El regusto de la variedad Java mostró un puntaje de 7.75 en los tuestes medio y oscuro, mientras que el tueste claro solo alcanzó 7.5 puntos.

La acidez de la variedad Java obtuvo 7.5 puntos en los grados de tueste claro, medio y oscuro, lo que indica que el grado de tueste no influyó en su puntaje.

El atributo de cuerpo de la variedad Java obtuvo un puntaje de 7.75 en los tuestes medio y oscuro, mientras que el tueste claro alcanzó 7.5 puntos de 10, siendo menor a comparación con los otros grados de tueste.

Respecto al balance de la variedad Java el grado de tueste medio alcanzó 7.75 puntos, mientras que los grados de tueste claro y oscuro alcanzaron 7.5 puntos, siendo menor en comparación con el tueste medio.

Respecto a la variable impresión general, los catadores otorgaron 7.5 puntos en los tres grados de tueste.

Las variables sensoriales limpieza de taza, dulzura y uniformidad de las muestras de café obtuvieron un puntaje similar de 10 puntos.

La figura 20 de barras representa el puntaje promedio en taza de la variedad de café Java con tres grados de tueste (claro, medio y oscuro). El puntaje en taza es el resultado la evaluación sensorial del café, considerando atributos de aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza.

El tueste claro de la variedad java obtuvo un puntaje total de 82.5 puntos. El tueste medio alcanzó un puntaje de 83.5 puntos, siendo superior a los tuestes claro y oscuro. Se destaca que todas las variables sensoriales en el tueste medio son superiores que los otros grados de tueste. El puntaje del grado de tueste oscuro obtuvo un promedio de 83 puntos en taza.

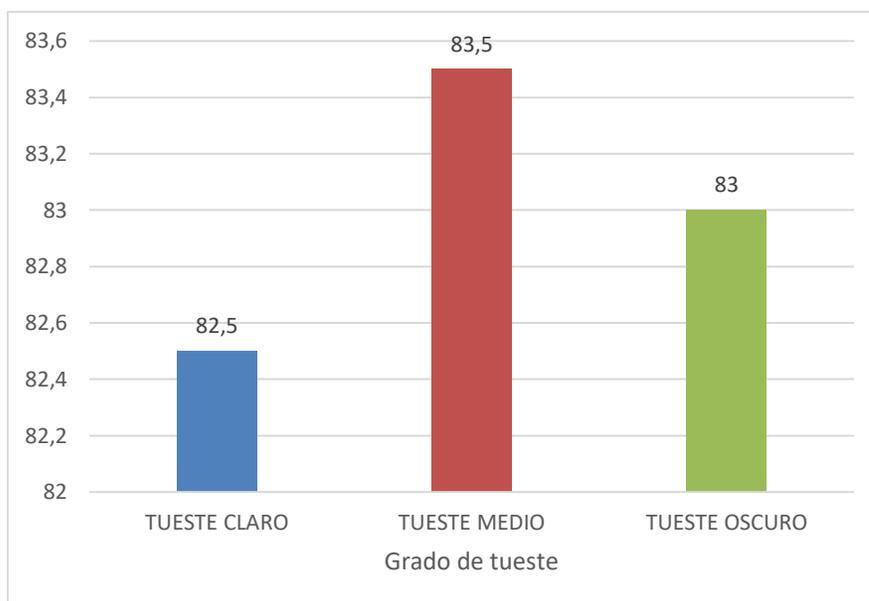


Figura 20. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Java

Variedad Gueisha

En la siguiente figura 21 se muestra una evaluación sensorial de la variedad Gueisha bajo tres grados de tueste (claro, medio y oscuro). Los atributos evaluados fueron aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, impresión general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza.

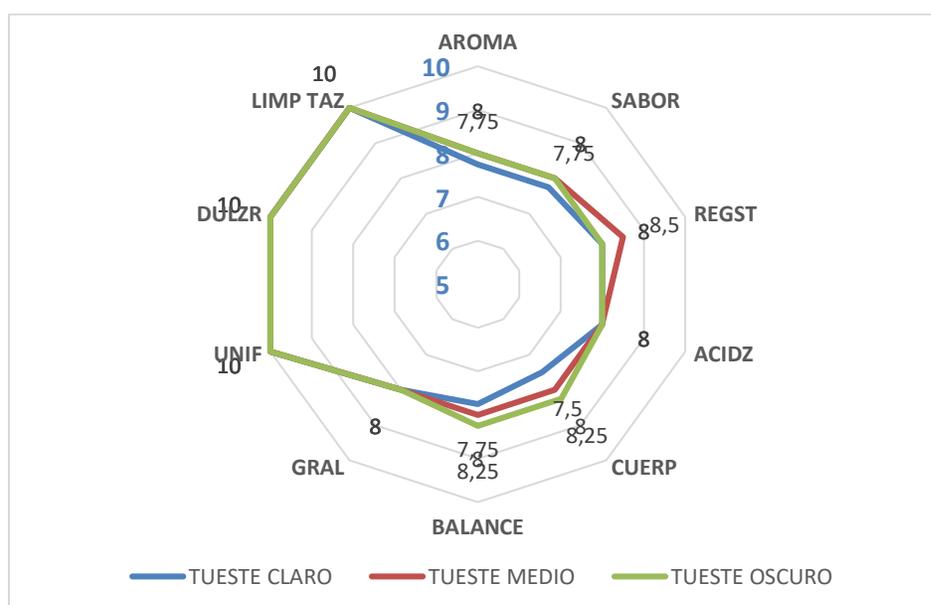


Figura 21. Evaluación sensorial variedad Gueisha

El atributo sensorial del aroma de la variedad Gueisha alcanzó un puntaje de 8 en los grados de tueste medio y oscuro, mientras que el tueste claro obtuvo 7.75 puntos de 10.

En cuanto al sabor de la variedad Gueisha alcanzó un puntaje de 8 en los tuestes medio y oscuro; en el tueste claro alcanzó un puntaje de 7.75 de 10 puntos.

El regusto de la variedad Gueisha obtuvo un puntaje de 8.5 en el tueste medio, mientras que el tueste claro y oscuro llegaron a 8 puntos de 10.

En la variable acidez, la variedad Gueisha alcanzó 8 puntos de 10 en los tres grados de tueste (claro, medio y oscuro), mostrando que el grado de tueste no tuvo influencia.

El atributo cuerpo de la variedad Gueisha registró diferencias en el puntaje según el grado de tueste. El tueste oscuro, medio y claro tuvieron puntajes de 8.25, 8.0 y 7.5 respectivamente.

El balance de la variedad Gueisha grados de tueste oscuro, medio y claro tuvieron puntajes de 8.25, 8.0 y 7.75 puntos respectivamente.

Respecto a la variable impresión general, los catadores otorgaron un puntaje de 8 puntos a los tres grados de tueste en la variedad Gueisha.

Las variables sensoriales de limpieza de taza, dulzura y uniformidad de las muestras de café Gueisha tuvieron un puntaje similar de 10 puntos en todos los grados de tueste.

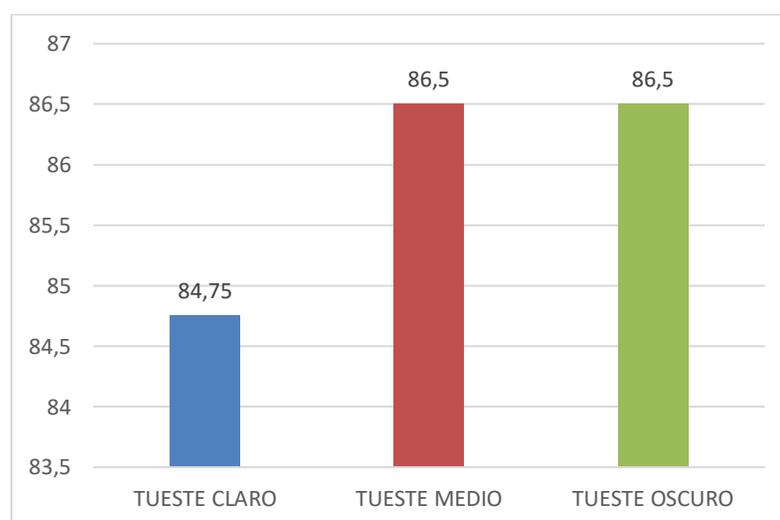


Figura 22. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Gueisha

En la figura 22 de barras se representa el puntaje promedio en taza de la variedad de café Gueisha con los tres grados de tueste evaluados. El puntaje en taza es el resultado de la evaluación sensorial del café, considerando atributos de aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza.

La figura 22, también muestra que el tueste claro logró un puntaje total de 84.75 puntos, lo que se considera un puntaje aceptable.

Los tuestes medio y oscuro registraron un puntaje de 86.5 puntos, que es superior al tueste claro. Por lo que, los tuestes más intensos expresan mejor las cualidades sensoriales de la variedad Gueisha. Martínez y García (2020) argumentan que la variedad Geisha presenta características organolépticas únicas que pueden verse maximizadas mediante procesos de tueste controlados.

Variedad Castillo

En la figura 23 se muestra una evaluación sensorial de la variedad Castillo con tres grados de tueste. Los atributos evaluados fueron aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance, impresión general, uniformidad, dulzura y limpieza de taza.

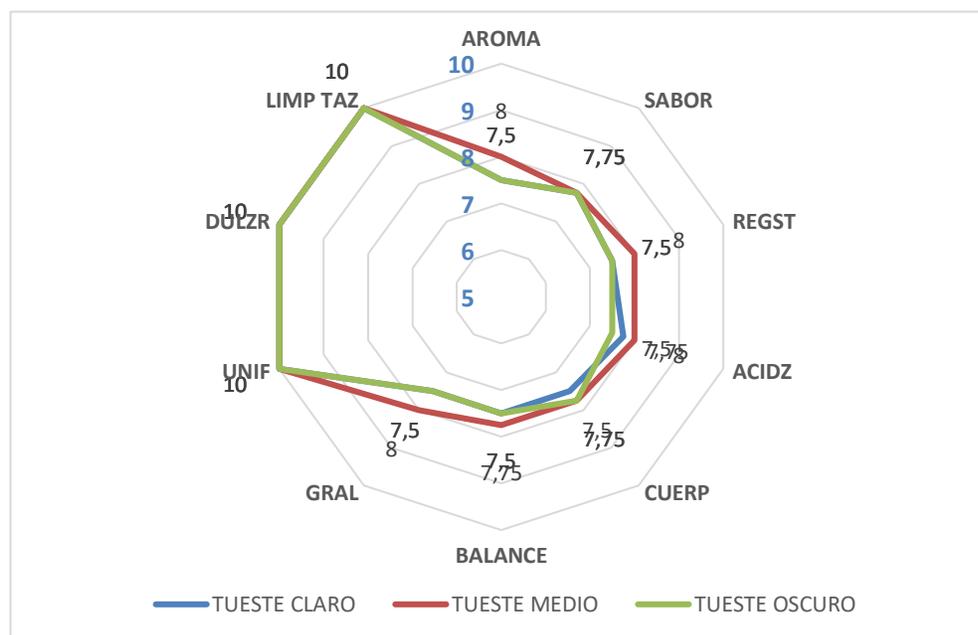


Figura 23. Evaluación sensorial de la variedad Castillo

El atributo sensorial del aroma de la variedad Castillo logró 8.0 puntos en el grado de tueste medio, mientras que los grados de tueste claro y oscuro registraron 7.5 puntos de 10. Lo que significa que el tueste medio mejora perceptiblemente el aroma respecto a los demás grados de tueste estudiados.

Respecto al sabor de la variedad Castillo, los grados de tueste claro, medio y oscuro tuvieron un puntaje similar de 7.75 puntos de 10. Por lo que el grado de tueste no influyó en el sabor mostrando una estabilidad.

El regusto de la variedad Castillo logró un puntaje de 8.0 en el tueste medio, mientras que los grados de tueste claro y oscuro registraron 7.5 puntos de 10.

En la variable acidez el tueste medio, claro y oscuro registraron puntajes de 8.0, 7.75 y 7.5 puntos respectivamente. El tueste medio logra equilibrar mejor la acidez.

El atributo cuerpo de la variedad Castillo, obtuvo puntajes similares en los tuestes medio y oscuro con 7.75 puntos; mientras que el tueste claro logró un puntaje de 7.5 puntos de 10.

El balance de la variedad Castillo registro un puntaje de 7.75 en el tueste medio, y los demás tuestes claro y oscuro obtuvo 7.5 puntos de 10.

En la variable impresión general, los catadores calificaron con 8 puntos al tueste medio y 7.75 puntos a los tuestes claro y oscuro. Existe una preferencia por el tueste medio en calidad sensorial global.

Las variables sensoriales limpieza de taza, dulzura y uniformidad, obtuvieron un puntaje perfecto de 10 puntos en los tres grados de tueste. Se destaca la consistencia y calidad de la variedad, independientemente del grado de tueste.

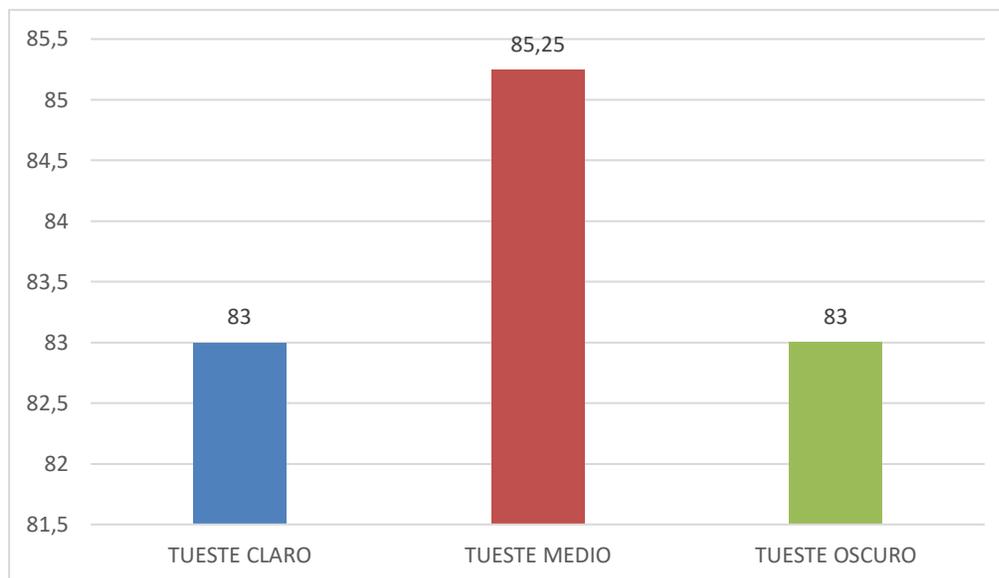


Figura 24. Puntaje de los grados de tueste de la variedad Castillo

En la Figura 24 de barras se representa el puntaje promedio en taza de la variedad de café Castillo con los tres grados de tueste (claro, medio y oscuro) estudiados.

Como se observa en la figura, el tueste medio logró 85.75 puntos. Por otro lado, los tuestes claro y oscuro de la variedad Castillo registraron el puntaje total de 83 puntos cada uno.

4.4. Análisis de componentes principales y biplot

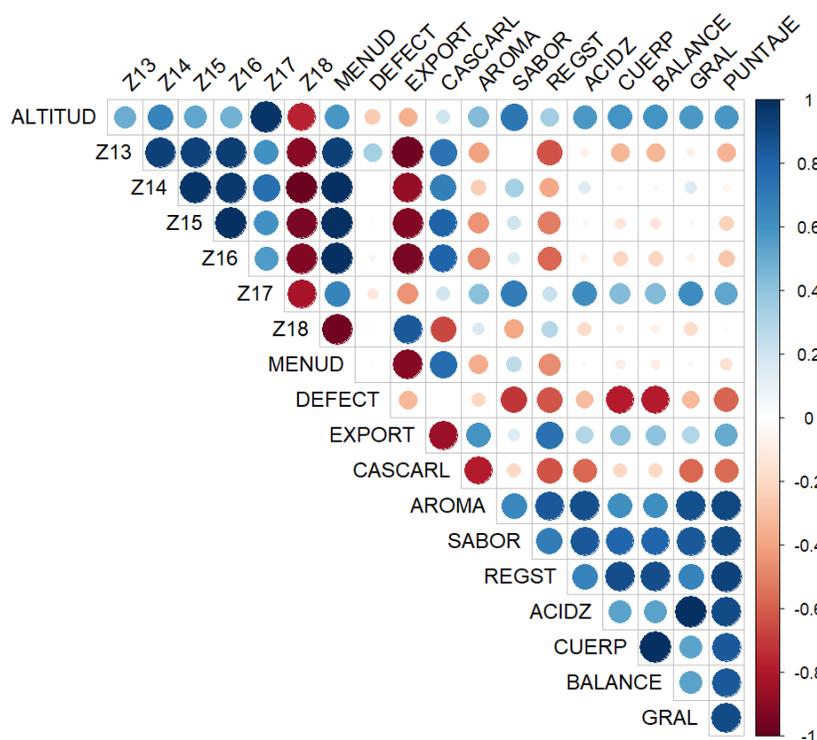
a) Correlación de variables medidas

En el cuadro 7 y la figura 25, se muestran las correlaciones existentes entre las variables altitud cultivada de café, el tamaño de los granos (zarandas), el trillado de los granos de café (menudo, defectos, exportable y cascarilla), el balance de atributos (aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance e impresión general) y el puntaje total de las diferentes variedades con el grado de tueste medio.

Cuadro 7. Correlación de variables medidas

	ALTITUD	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	MENUD	DEFECT	EXPORT	CASCARL	AROMA	SABOR	REGST	ACIDZ	CUERP	BALANCE	GRAL	PUNTAJE
ALTITUD	1.0	0.5	0.7	0.5	0.5	1.0	-0.8	0.6	-0.3	-0.4	0.2	0.4	0.7	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Z13	0.5	1.0	0.9	0.9	0.9	0.6	-0.9	0.9	0.3	-1.0	0.7	-0.4	0.0	-0.6	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1	-0.3
Z14	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	-1.0	1.0	0.0	-0.9	0.7	-0.2	0.3	-0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	-0.1
Z15	0.5	0.9	1.0	1.0	1.0	0.6	-0.9	1.0	0.0	-0.9	0.8	-0.4	0.2	-0.5	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.2
Z16	0.5	0.9	1.0	1.0	1.0	0.6	-0.9	1.0	0.1	-0.9	0.8	-0.5	0.1	-0.6	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.3
Z17	1.0	0.6	0.8	0.6	0.6	1.0	-0.8	0.7	-0.1	-0.4	0.2	0.4	0.7	0.2	0.6	0.4	0.4	0.6	0.5
Z18	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.8	1.0	-1.0	0.0	0.8	-0.7	0.2	-0.4	0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0
MENUD	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0	0.7	-1.0	1.0	0.0	-0.9	0.8	-0.4	0.3	-0.5	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.2
DEFECT	-0.3	0.3	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.0	1.0	-0.3	0.0	-0.2	-0.7	-0.6	-0.3	-0.8	-0.8	-0.3	-0.6
EXPORT	-0.4	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.4	0.8	-0.9	-0.3	1.0	-0.9	0.6	0.1	0.7	0.3	0.4	0.4	0.3	0.5
CASCARL	0.2	0.7	0.7	0.8	0.8	0.2	-0.7	0.8	0.0	-0.9	1.0	-0.8	-0.2	-0.6	-0.6	-0.2	-0.2	-0.6	-0.6
AROMA	0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.5	0.4	0.2	-0.4	-0.2	0.6	-0.8	1.0	0.6	0.8	0.9	0.6	0.6	0.9	0.9
SABOR	0.7	0.0	0.3	0.2	0.1	0.7	-0.4	0.3	-0.7	0.1	-0.2	0.6	1.0	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
REGST	0.3	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	0.2	0.3	-0.5	-0.6	0.7	-0.6	0.8	0.7	1.0	0.7	0.9	0.9	0.7	0.9
ACIDZ	0.6	-0.1	0.1	0.0	-0.1	0.6	-0.2	0.0	-0.3	0.3	-0.6	0.9	0.8	0.7	1.0	0.5	0.5	1.0	0.9
CUERP	0.6	-0.3	0.0	-0.1	-0.2	0.4	-0.1	-0.1	-0.8	0.4	-0.2	0.6	0.8	0.9	0.5	1.0	1.0	0.5	0.8
BALANCE	0.6	-0.3	0.0	-0.1	-0.2	0.4	-0.1	-0.1	-0.8	0.4	-0.2	0.6	0.8	0.9	0.5	1.0	1.0	0.5	0.8
GRAL	0.6	-0.1	0.1	0.0	-0.1	0.6	-0.2	0.0	-0.3	0.3	-0.6	0.9	0.8	0.7	1.0	0.5	0.5	1.0	0.9
PUNTAJE	0.6	-0.3	-0.1	-0.2	-0.3	0.5	0.0	-0.2	-0.6	0.5	-0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0

Fuente: Elaboración propia a partir de datos registrados

**Figura 25.** Correlación gráfica de variables medidas

La variable altitud muestra una correlación positiva alta con las variables zaranda 17 y sabor en taza. Lo que sugiere que a una mayor altitud puede asociarse con un mejor sabor y un grano de tamaño más uniforme. Por otro lado, hay correlaciones negativas altas con la zaranda 18. Las demás correlaciones de la altitud con otras variables son bajas.

Las zarandas (13,14,15 y 16) están altamente correlacionadas entre sí. Y también se correlacionan con la variable grano menudo.

La zaranda 18 muestra una correlación negativa alta con las zarandas (13,14,15,16,17), pero tiene una correlación positiva alta con grano de exportación. Por lo que se infiere que los granos grandes (zaranda 18) no se asocian con granos menudo, pero si con granos exportables.

La cascarilla se correlaciona positivamente con las zarandas (13,14,15 y 16), así con el grano menudo, lo que indica que los granos más pequeños contienen más cascarilla.

Los defectos de los granos muestran correlaciones negativas altas con las variables sensoriales sabor, regusto, cuerpo, balance y puntaje total. Esto demuestra que los defectos en los granos afectan negativamente la calidad sensorial del café.

La cascarilla de café tiene correlaciones negativas con las variables aroma, regusto, acidez, balance general y el puntaje total, por lo que se presume que la cascarilla no tiene relación positiva con la calidad sensorial del café.

Se observa alta correlación positiva entre las variables puntaje total, impresión general, balance, cuerpo, acidez, regusto y sabor, donde todos estos atributos sensoriales están interrelacionados con el puntaje en taza. Además, el puntaje en taza se correlaciona positivamente con la altitud de siembra y la zaranda 17, asumiendo que ciertos factores físicos y tamaño del grano influyen en la calidad sensorial.

b) Análisis de biplot

El gráfico de biplot representa la combinación de las variables medidas y los tratamientos de la investigación, donde se identifica patrones o grupos y las relaciones entre los tratamientos y las variables estudiadas.

En la figura 26 de componentes se explica un 87.4 % de variabilidad en los dos primeros componentes principales, lo que demuestra una correcta aplicación de este análisis. Esta alta proporción de variabilidad explicada muestra que los dos primeros componentes principales capturan la mayor parte de la información contenida en las variables.

Las variables de zarandas (13,14,15 y 16) y grano menudo de café forman un grupo claramente definido en el biplot y se asocian con la variedad Typica. Lo que significa que esta variedad presentó granos de esos tamaños y una mayor cantidad de granos menudos.

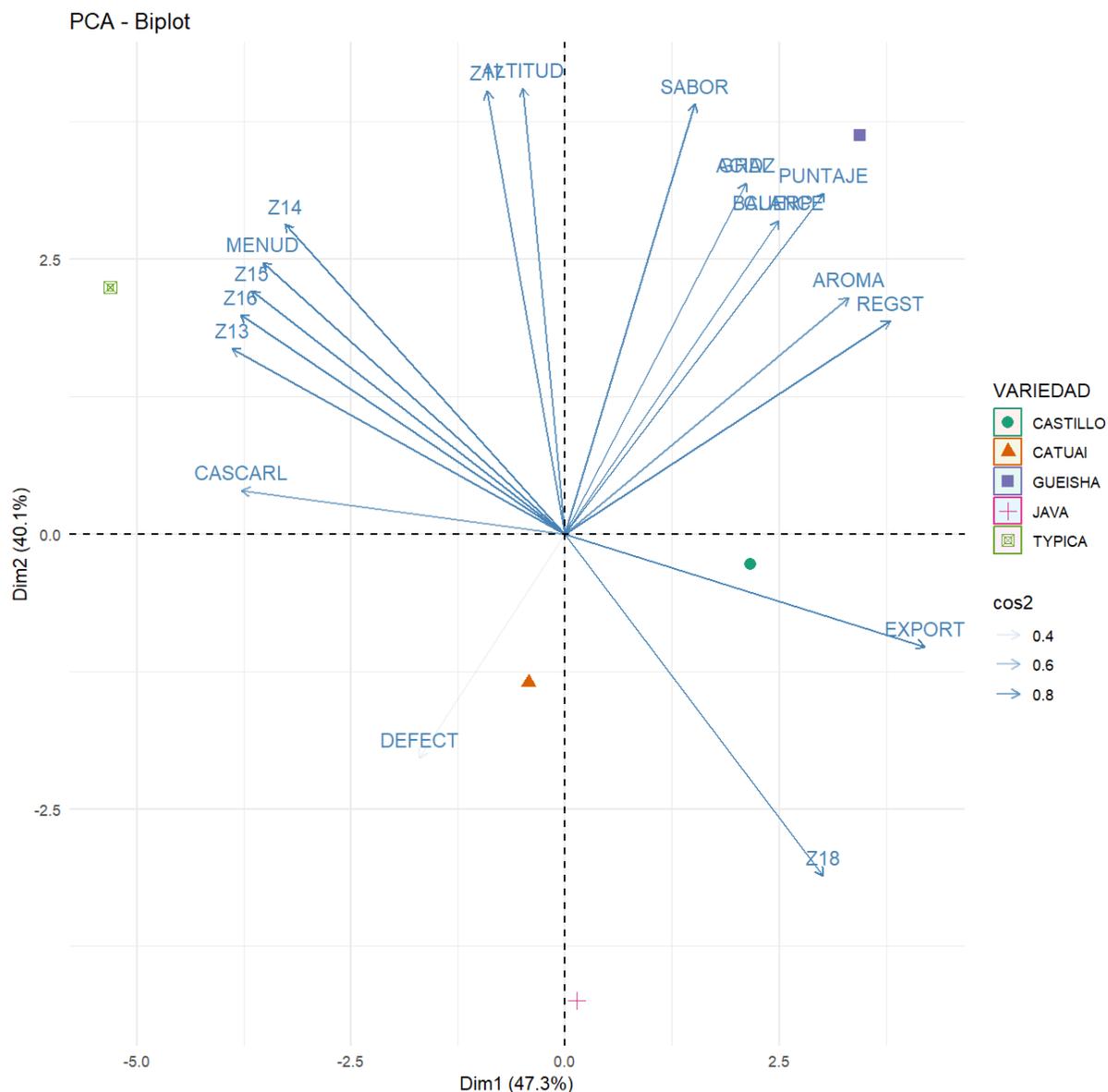


Figura 26. Gráfico de biplot de la asociación de las variedades de café y variables medidas

Las variables sensoriales (sabor, acidez, general, balance, aroma, puntaje total y regusto) están correlacionadas y forman grupos y se asocian con la variedad Gueisha. Por lo que se concluye que esta variedad tiene atributos sensoriales sobresalientes y se hace preferida por sus cualidades en taza.

Los granos exportables tienen cierta asociación positivamente con la variedad Castillo, esto demuestra que la variedad Castillo produjo granos que cumplen con los estándares de exportación y se destaca por su calidad física.

Los defectos de grano de café se asocian con la variedad Catuai de forma positiva y forman un grupo. Lo que sugiere que esta variedad tiene problemas de calidad durante el cultivo y su procesamiento, por lo que se debe realizar mejoras en las prácticas agrícolas.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones (respecto a los objetivos específicos), indican que la variedad Gueisha registró 86.5 puntos, reafirmó esta tendencia sensorial con el tueste medio y oscuro presentando atributos bien balanceados. La variedad Castillo se destacó en el tueste medio (85.25 puntos), especialmente en los atributos de balance e impresión general. La variedad Catuai alcanzó su puntaje más alto con el tueste medio (84.25 puntos), manteniendo altos niveles de uniformidad, dulzura y limpieza de taza en todos los niveles de tueste. La variedad Typica mostró una calidad sensorial superior en el tueste medio (84 puntos), destacando en acidez y cuerpo. Y finalmente la variedad Java presentó poca variación en sabor y acidez entre los diferentes grados de tueste, prefiriéndose también el tueste medio con 83.5 puntos.

Se identificó el tueste medio como el grado de tueste más adecuado para todas las variedades estudiadas. Este grado de tueste mostró una mejor preservación y balance de los atributos sensoriales, lo que ofrece una experiencia única al consumidor e integra los perfiles de sabor y aroma de las variedades.

El análisis de correlaciones y el gráfico biplot revelaron la interrelación entre las propiedades físicas y sensoriales del café y la asociación con las variedades de café; donde las zarandas pequeñas y el grano menudo se asociaron con la variedad Typica, mientras que las variables sensoriales de alta calidad se agruparon con la variedad Gueisha. Los granos exportables se relacionaron positivamente con la variedad Castillo, y los defectos de grano con la variedad Catuai.

Las propiedades físicas de los granos de café revelaron diferencias entre las cinco variedades de café. La densidad de los granos fue mayor en Java y Castillo, lo que puede influir positivamente en la calidad y sabor del café. La humedad fue mayor en Catuai y esto puede afectar la calidad y frescura del café durante el almacenamiento. El trillado indicó que las variedades Geisha y Castillo tienen la mayor proporción de granos exportables, aunque la presencia de cascarilla y granos menudos sigue siendo un desafío para todas las variedades. Finalmente los tamaños de los granos mostró que Java y Castillo tienen una mayor proporción de granos grandes (zaranda 18), lo que puede ser beneficioso para cumplir con los estándares de exportación.

Respecto al objetivo general, los resultados obtenidos indican que la calidad sensorial de las cinco variedades de café (Catuai, Castillo, Java, Typica y Gueisha) está influenciada significativamente por el grado de tueste. Se apreciaron variaciones en los atributos como aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, balance e impresión general, dependiendo del grado de tueste aplicado. Por lo que, se infiere que el grado de tueste es un factor determinante en la percepción sensorial del café, afectando directamente la experiencia del catador.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Para mejorar la calidad del café, es importante implementar mejores prácticas agrícolas, que incluyan la selección de semillas de alta calidad, el manejo adecuado del suelo y el agua, y técnicas eficientes de cosecha y postcosecha para reducir defectos. Además, las tecnologías de procesamiento minimizan la presencia de granos defectuosos, asegurando así un producto final de alta calidad.
- Las variedades Gueisha y Castillo han mostrado atributos sensoriales destacables cuando se tuestan a nivel medio. Por lo tanto, se recomienda estandarizar el tueste medio para maximizar sus cualidades en taza.
- La variedad Castillo demostró que produce granos que cumplen con los estándares de exportación, siendo adecuada para mercados que demandan granos de alta calidad. En contraste, la variedad Gueisha sobresale en atributos sensoriales, por lo que se recomienda mejor para mercados que valoran la calidad en taza.
- Es fundamental continuar con investigaciones de mejoramiento genético de aquellas variedades que presentan atributos deseados, tanto en propiedades físicas y sensoriales, como en resistencia a enfermedades y alta productividad.
- La formación y capacitación de los productores con técnicas adecuadas de cosecha y postcosecha es esencial para asegurar que la calidad del grano se mantenga desde el campo hasta el consumidor final.
- Dado que la altitud y las condiciones climáticas han demostrado tener una correlación positiva con la calidad del café, se recomienda cultivar en estos entornos climáticos para mejorar la calidad y consistencia del café producido.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barbosa, M. de S. G., Scholz, M. B. dos S., Kitzberger, C. S. G., y Benassi, M. de T., Correlation between the Composition of Green Arabica Coffee Beans and the Sensory Quality of Coffee Brews, doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.072, Food Chemistry, 292, 275-280 (2019).
- Barrientos, Z. R. (2000). El cultivo del café en la región de los Yungas. La Paz, Bolivia: CIMA Producciones. 192 p.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (Eds.). (2009). Coffee, Tea, Cocoa. En Food Chemistry (pp. 938–970). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934_7_22
- Bressanello, D., Liberto, E., Cordero, C., Rubiolo, P., Pellegrino, G., Ruosi, M. R., y Bicchi, C., Coffee aroma: Chemometric Comparison of the Chemical Information Provided by Three Different Samplings Combined with GC-MS to describe the Sensory Properties in Cup, doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.088, Food Chemistry, 214, 218-226 (2017).
- Castrillón, J. C., Morán, T., Prado, E. F., & Zevallos, M. I. (2017). Planeamiento Estratégico de la Industria del Café (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado, Lima, Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9003>
- Cenicafe. 2016. La acidez, una limitante común para la producción de café. Avances Técnicos 466. CENICAFE, Colombia. 12 p
- Cheng, B., Furtado, A., Smyth, H. E., y Henry, R. J., Influence of Genotype and Environment on Coffee Quality, doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.003, Trends in Food Science and Technology, 57, 20-30. (2016).
- Clarke, R. J., & Macrae, R. (Eds.). (1985). Coffee (Volume 1: Chemistry). Elsevier Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-4948-5>
- Cuba, N. (2007). Manual para el Cultivo de Café en los Yungas. La Paz, Bolivia

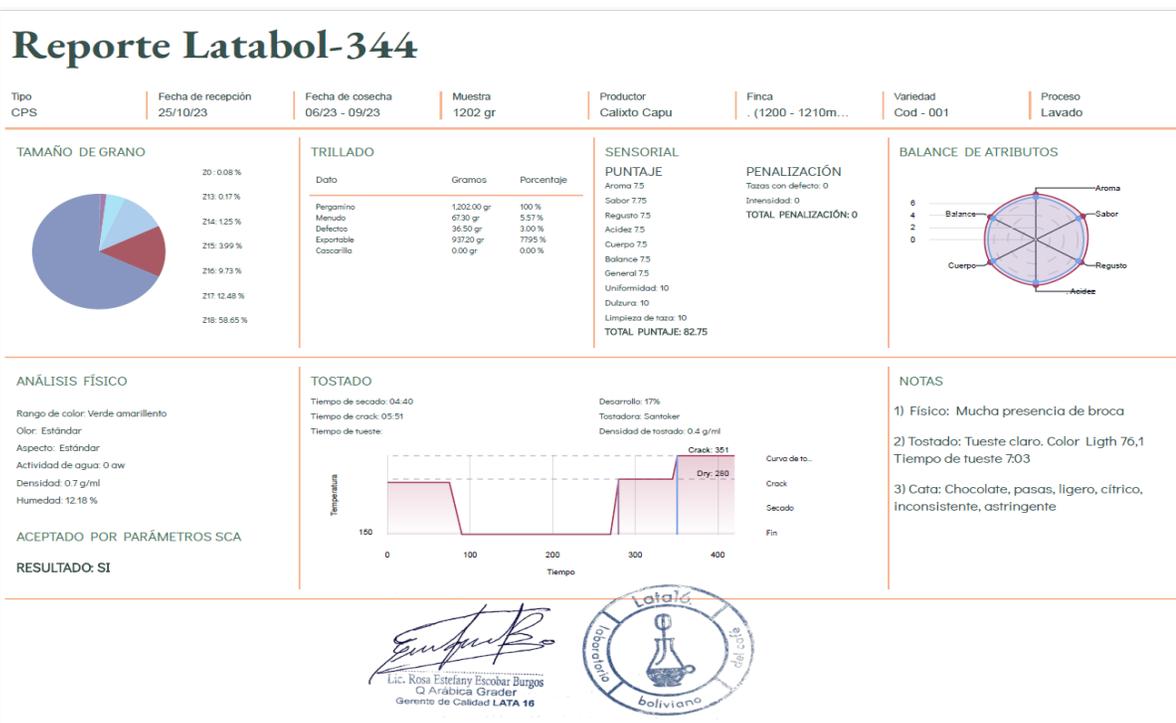
- Días, R. C. E., & Benassi, M. D. T. (2015). Discrimination between Arabica and Robusta Coffees Using Hydrosoluble Compounds: Is the Efficiency of the Parameters Dependent on the Roast Degree? *Beverages*, 1(3), 127–139. <https://doi.org/10.3390/beverages1030127>.
- Duicela, L., Guamán, J., & Farfán, D. (2015). *Poscosecha y Calidad del Café*. Guayaquil.
- Hernández, P. 2019. La industria del café. Un grano que recorre el mundo. <https://siglonuevo.mx/nota/1877.la-industria-del-cafe>
- Herrera Pinilla, J.C y Cortina Guerrero, H.A. (2013). Taxonomía y clasificación del café. In: *Manual del Cafetero Colombiano*. Tomo I. CENICAFE, Colombia. pp 124-169.
- Huanca, M. M.L. 2018. tesis “Evaluación física del grano de café (*Coffea arabica* L.) en diferentes tipos de tueste y la calidad sensorial, en taza destinada a diferentes mercados” UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIDAD DE POSTGRADO MAESTRIA EN PRODUCCION VEGETAL. La Paz - Bolivia. pp 46-47.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad), NB 907, 2000. *Agricultura ecológica – cultivo de plantas*. Editado por IBNORCA. Segunda revisión. La Paz, Bolivia. Pág. 23
- IICA, Consejo Salvadoreño del café, Catholic Relief Services, & Union Europea. (2020). *Guía Práctica de Caficultura*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/13191>
- INFOCAFES. <http://www.infocafes.com>. Obtenido de <http://www.infocafes.com>: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/18.pdf>
- Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE) *Guía Técnica para el Cultivo del Café* 1a ed. Heredia Costa Rica. 2011: ICAFFE-CICAFFE 72 p. ISBN 978-9977-55-041-4
- Farah, A., Monteiro, M. C., Calado, V., Franca, A. S., y Trugo, L. C., Correlation Between Cup Quality and Chemical Attributes of Brazilian Coffee, doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.032, *Food Chemistry*, 98(2), 373-380 (2006).
- FECAFEB. (2006). *Manual de Calidad de Café para las Familias Cafetaleras de FECAFEB*.

- Laukalēja, I. y Krūma, Z., Quality of Specialty Coffee: Balance Between Aroma, Flavour and Biological Active Compound Composition: Review, Research for Rural Development, 240-247 (2018).
- Manual de producción sostenible de café en la República Dominicana / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. – República Dominicana: IICA, 2019. ISBN: 978-92-9248-873-4. <http://www.iica.int>
- MARTÍNEZ, A., & GARCÍA, C. (2020). "Perfiles Sensoriales en Variedades de Café de Alta Calidad".
- Pérez-Hernández, L. M., Chávez-Quiroz, K., Medina-Juárez, L. Á., y Gámez, N., Antioxidante de Café Verde y Procesado de las Especies Coffea Arabica y Coffea Canephora, Biotecnia, 15(1), 51-56 (2012).
- PNFC, (2020). Programa Nacional de Fomento a la Caficultura. 2020. Programa Café Final. 166 p
- Ribeiro, J. S., Ferreira, M. M. C., y Salva, T. J. G., Chemometric Models for the Quantitative Descriptive Sensory Analysis of Arabica Coffee Beverages Using Near Infrared Spectroscopy, doi.org/10.1016/j.talanta.2010.11.00, Talanta, 83(5), 1352-1358 (2011).
- Rodríguez, C., Fernández, J., & Gutiérrez, M. (2018). Caracterización de Variedades de Café en Colombia: Aspectos Agronómicos y de Producción.
- Rodríguez, P., Sánchez, J., & Fernández, M. (2019). Caracterización Morfológica de Variedades de Café.
- Succeso. (2016). Plan territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien - PTDI 2016 - 2020. Caranavi, Bolivia: GAM Caranavi.
- Toci, A. IICA, Consejo Salvadoreño del café, Catholic Relief Services, & Union Europea. (2020). *Guía Práctica de Caficultura*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/13191> y Boldrin, M., Coffee Beverages and Their Aroma Compounds, doi.org/10.1016/B978-0-12-811518-3.00012-0, In Handbook of Food

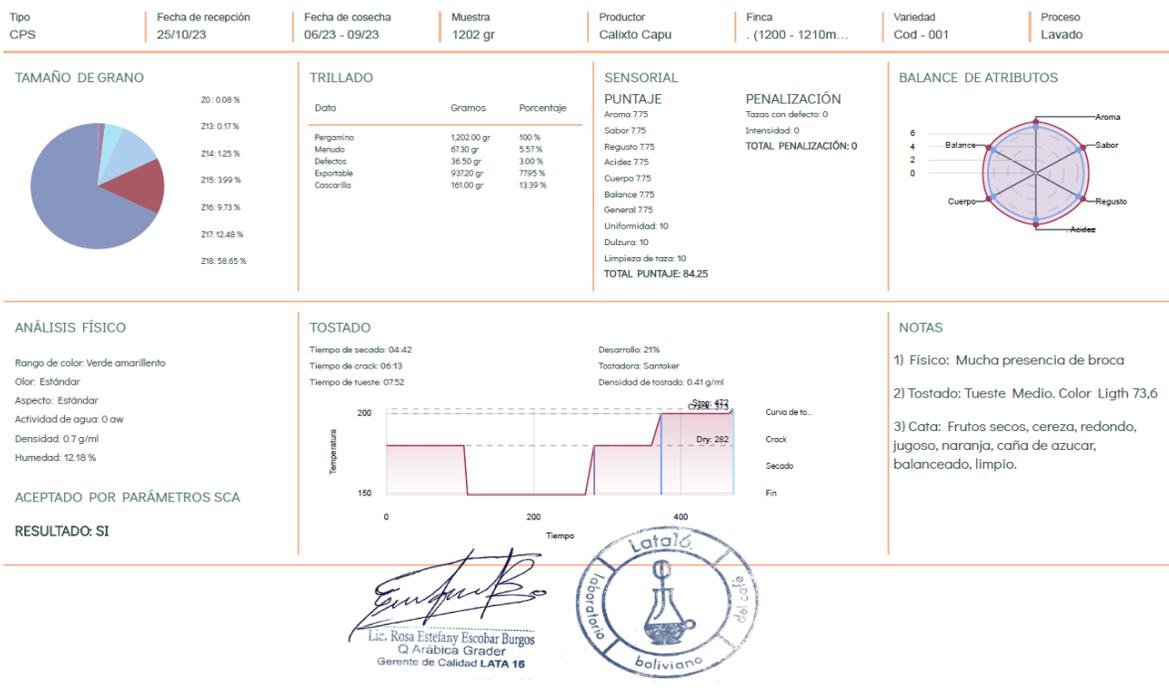
Bioengineering, Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes, pp. 397-425, Academic Press, (2018).

8. ANEXOS

Anexo 1. Reporte de los resultados de catación



Reporte Latabol-345



Reporte Latabol-346

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1202 gr | Productor Calixto Capu | Finca . (1200 - 1210m... | Variedad Cod - 001 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO



Z0: 0.08%
Z13: 0.17%
Z14: 1.25%
Z15: 3.99%
Z16: 9.73%
Z17: 12.48%
Z18: 58.65%

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	1202.00 gr	100 %
Menudo	67.30 gr	5.57 %
Defectos	26.50 gr	2.10 %
Exportable	937.20 gr	77.95 %
Cascarilla	161.00 gr	13.39 %

SENSORIAL

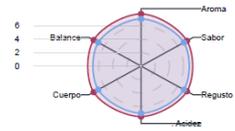
PUNTAJE

Aroma 7.75
Sabor 7.5
Regusto 7.5
Acidez 7.5
Cuerpo 7.75
Balance 7.5
General 7.5
Uniformidad: 10
Dulzura: 10
Limpieza de taza: 10
TOTAL PUNTAJE: 83

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Intensidad: 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS



ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verde amarillento
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.7 g/ml
Humedad: 12.18 %

ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA

RESULTADO: SI

TOSTADO

Tiempo de secado: 04:00
Tiempo de crack: 05:40
Tiempo de tueste: 07:20

Desarrollo: 23%
Tostadora: Santoslar
Densidad de tostado: 0.38 g/ml



Curva de to...
Crack
Secado
Fin

NOTAS

- 1) Físico: Mucha presencia de broca
- 2) Tostado: Tueste oscuro. Color Ligh 67
- 3) Cata: Humo, picante, carne asada, chocolate amargo, acidez fugaz, cremoso, resabio astringente.

Rosa Estefany Escobar Burgos
Lic. Rosa Estefany Escobar Burgos
Q Arábrica Grader
Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-347

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1200 gr | Productor Delfin Pati | Finca . (1435msm) | Variedad Cog - 002 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO



Z0: 0.08%
Z13: 0.75%
Z14: 2.75%
Z15: 6.92%
Z16: 15%
Z17: 24.08%
Z18: 34.25%

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	1200.00 gr	100 %
Menudo	126.80 gr	10.50 %
Defectos	58.40 gr	4.83 %
Exportable	826.80 gr	68.83 %
Cascarilla	188.00 gr	15.67 %

SENSORIAL

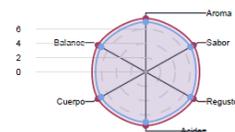
PUNTAJE

Aroma 7.5
Sabor 7.5
Regusto 7.5
Acidez 7.5
Cuerpo 7.5
Balance 7.5
General 7.5
Uniformidad: 10
Dulzura: 10
Limpieza de taza: 10
TOTAL PUNTAJE: 62.5

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Intensidad: 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS



ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verde amarillento
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.69 g/ml
Humedad: 11.96 %

ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA

RESULTADO: SI

TOSTADO

Tiempo de secado: 04:23
Tiempo de crack: 06:30
Tiempo de tueste: 07:15

Desarrollo: 10%
Tostadora: Santoslar
Densidad de tostado: 0.42 g/ml



Curva de to...
Crack
Secado
Fin

NOTAS

- 1) Físico: Problemas severos con insectos
- 2) Tostado: Tueste claro. Color Ligh 70
- 3) Cata: Sultana, cereal, corto, caña de azúcar, frutos secos, pan tostado, cebada, pasankalla

Rosa Estefany Escobar Burgos
Lic. Rosa Estefany Escobar Burgos
Q Arábrica Grader
Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-348

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1200 gr | Productor Delfin Pati | Finca . (1435msm) | Variedad Cod - 002 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO



20: 0.08 %
21: 0.75 %
24: 2.75 %
25: 6.92 %
26: 15 %
27: 24.08 %
28: 34.25 %

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	1200.00 gr	100 %
Menudo	126.80 gr	10.50 %
Defectos	58.40 gr	4.83 %
Exponible	626.80 gr	68.83 %
Cascarilla	188.00 gr	15.67 %

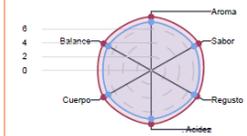
SENSORIAL

PUNTAJE
Aroma 775
Sabor 775
Regusto 775
Acidez 775
Cuerpo 775
Balance 775
General 775
Uniformidad: 10
Dulzura: 10
Limpieza de taza: 10
TOTAL PUNTAJE: 64

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Intensidad: 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS



ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verde amarillento
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.69 g/ml
Humedad: 1196 %

ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA

RESULTADO: SI

TOSTADO

Tiempo de secado: 05:24
Tiempo de crack: 06:17
Tiempo de tueste:

Desarrollo: 14%
Tostadora: Sankoker
Densidad de tostado: 0.4 g/ml



NOTAS

- 1) Físico: Problemas severos con insectos
- 2) Tostado: Tueste normal. Color Ligth 68
- 3) Cata: Caramelo, frutos secos, cítrico, melaza, chocolate, jugoso, cuerpo sedoso.

Rosa Estelany Escobar Burgos
Lic. Rosa Estelany Escobar Burgos
Q. Arábica Grader
Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-349

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1200 gr | Productor Delfin Pati | Finca . (1435msm) | Variedad Cod - 002 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO



20: 0.08 %
21: 0.75 %
24: 2.75 %
25: 6.92 %
26: 15 %
27: 24.08 %
28: 34.25 %

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	1200.00 gr	100 %
Menudo	126.80 gr	10.50 %
Defectos	58.40 gr	4.83 %
Exponible	626.80 gr	68.83 %
Cascarilla	188.00 gr	15.67 %

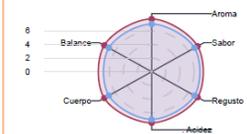
SENSORIAL

PUNTAJE
Aroma 775
Sabor 775
Regusto 775
Acidez 775
Cuerpo 775
Balance 775
General 775
Uniformidad: 10
Dulzura: 10
Limpieza de taza: 10
TOTAL PUNTAJE: 83.25

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Intensidad: 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS



ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verde amarillento
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.69 g/ml
Humedad: 1196 %

ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA

RESULTADO: SI

TOSTADO

Tiempo de secado: 05:30
Tiempo de crack: 06:25
Tiempo de tueste: 08:05

Desarrollo: 21%
Tostadora: Sankoker
Densidad de tostado: 0.39 g/ml



NOTAS

- 1) Físico: Problemas severos con insectos
- 2) Tostado: Tueste oscuro. Color Ligth 64
- 3) Cata: Chocolate oscuro, papel, áspero al enfriar, cuerpo medio, acidez fugaz

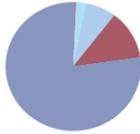
Rosa Estelany Escobar Burgos
Lic. Rosa Estelany Escobar Burgos
Q. Arábica Grader
Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-350

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1197 gr | Productor Calixto Capu | Finca . (1200 - 1210m... | Variedad Cod - 003 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO



Z0: 0.08 %
Z13: 0.08 %
Z14: 0.42 %
Z15: 2.01 %
Z16: 6.27 %
Z17: 10.61 %
Z18: 66.58 %

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	119700 gr	100 %
Menudo	31.80 gr	2.59 %
Defectos	59.20 gr	4.93 %
Exportable	944.00 gr	78.86 %
Cascarilla	162.00 gr	13.53 %

SENSORIAL

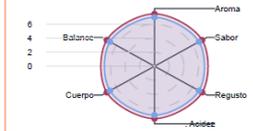
PUNTAJE

Aroma 7.5
Sabor 7.5
Regusto 7.5
Acidez 7.5
Cuerpo 7.5
Balance 7.5
General 7.5
Uniformidad: 10
Dulzura: 10
Limpieza de taza: 10
TOTAL PUNTAJE: 82.5

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Intensidad: 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS



ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verdoso
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.71 g/ml
Humedad: 11.96 %

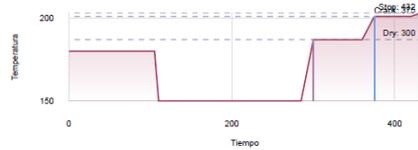
ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA

RESULTADO: SI

TOSTADO

Tiempo de secado: 05:00
Tiempo de crack: 06:15
Tiempo de tueste: 07:12

Desarrollo: 13%
Tostadora: Santolker
Densidad de tostado: 0.42 g/ml



Curva de to...

Crack
Secado
Fin

NOTAS

- 1) Físico: Granos grandes Presencia de broca
- 2) Tostado: Tueste claro. Color Ligh 80
- 3) Cata: Seco, acuoso, papel, pasankalla, cereal.

Rosa Estefany Escobar Burgos
Lic. Rosa Estefany Escobar Burgos
Q Arábrica Grader
Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-351

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1197 gr | Productor Calixto Capu | Finca . (1200 - 1210m... | Variedad Cog - 003 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO



Z0: 0.08 %
Z13: 0.08 %
Z14: 0.42 %
Z15: 2.01 %
Z16: 6.27 %
Z17: 10.61 %
Z18: 66.58 %

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	119700 gr	100 %
Menudo	31.80 gr	2.59 %
Defectos	59.20 gr	4.93 %
Exportable	944.00 gr	78.86 %
Cascarilla	162.00 gr	13.53 %

SENSORIAL

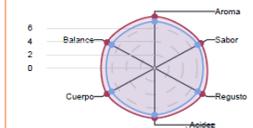
PUNTAJE

Aroma 7.75
Sabor 7.5
Regusto 7.75
Acidez 7.5
Cuerpo 7.75
Balance 7.75
General 7.5
Uniformidad: 10
Dulzura: 10
Limpieza de taza: 10
TOTAL PUNTAJE: 83.5

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Intensidad: 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS



ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verdoso
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.71 g/ml
Humedad: 11.96 %

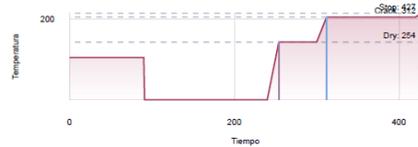
ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA

RESULTADO: SI

TOSTADO

Tiempo de secado: 04:14
Tiempo de crack: 05:12
Tiempo de tueste: 07:07

Desarrollo: 27%
Tostadora: Santolker
Densidad de tostado: 0.41 g/ml



Curva de to...

Crack
Secado
Fin

NOTAS

- 1) Físico: Granos grandes Presencia de broca
- 2) Tostado: Tueste medio. Color Ligh 77
- 3) Cata: Especies, clavo de olor, piña inmadura, picante, jengibre, cremoso.

Rosa Estefany Escobar Burgos
Lic. Rosa Estefany Escobar Burgos
Q Arábrica Grader
Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-352

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1197 gr | Productor Calixto Capu | Finca (1200 - 1210m... | Variedad Cod - 003 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO

Z0: 0.08%
Z13: 0.08%
Z14: 0.42%
Z15: 2.01%
Z16: 6.27%
Z17: 10.61%
Z18: 66.58%

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	119700 gr	100 %
Merudo	31.80 gr	2.59 %
Defectos	59.20 gr	4.93 %
Exportable	944.00 gr	78.86 %
Cascarilla	162.00 gr	13.53 %

SENSORIAL

PUNTAJE

Aroma 7.5
Sabor 7.5
Regusto 7.75
Acidez 7.5
Cuerpo 7.75
Balance 7.5
General 7.5
Uniformidad 10
Dulzura 10
Limpieza de taza 10
TOTAL PUNTAJE: 83

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Inmensidad 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS

ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verdoso
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.71 g/ml
Humedad: 11.96 %

ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA

RESULTADO: SI

TOSTADO

Desarrollo: 26%
Tostadora: Santoker
Densidad de tostado: 0.38 g/ml

Stop: 368
Crack: 270
Dry: 220

NOTAS

- Físico: Granos grandes Presencia de broca
- Tostado: Tueste oscuro. Color Ligth 73
- Cata: Liviano, acidez baja, picante, especiado, sultana, cuerpo medio.

Lic. Rosa Estefany Escobar Burgos
 Q Arábica Grader
 Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-353

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1210 gr | Productor Nelson Luna | Finca (1308msm) | Variedad Cod - 005 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO

Z0: 0.08%
Z13: 0.17%
Z14: 0.91%
Z15: 2.23%
Z16: 6.78%
Z17: 18.18%
Z18: 60.5%

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	121000 gr	100 %
Merudo	42.60 gr	3.47 %
Defectos	66.60 gr	5.45 %
Exportable	970.80 gr	80.17 %
Cascarilla	130.00 gr	10.74 %

SENSORIAL

PUNTAJE

Aroma 7.5
Sabor 7.75
Regusto 7.75
Acidez 7.75
Cuerpo 7.5
Balance 7.5
General 7.5
Uniformidad 10
Dulzura 10
Limpieza de taza 10
TOTAL PUNTAJE: 83

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Inmensidad 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS

ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verde amarillento
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.71 g/ml
Humedad: 11.3 %

ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA

RESULTADO: SI

TOSTADO

Desarrollo: 8%
Tostadora: Santoker
Densidad de tostado: 0.41 g/ml

Stop: 488
Crack: 220
Dry: 220

NOTAS

- Físico: Problemas severos por insectos
- Tostado: Tueste claro. Color Ligth 75
- Cata: Cítrico, naranja, inconsistente, áspero, cereal, liviano, verde, astringente.

Lic. Rosa Estefany Escobar Burgos
 Q Arábica Grader
 Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-354

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1210 gr | Productor Nelson Luna | Finca (1308msm) | Variedad Cod - 005 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	1210.00 gr	100 %
Menudo	42.60 gr	3.47 %
Defectos	66.60 gr	5.45 %
Exportable	970.80 gr	80.17 %
Cascarilla	130.00 gr	10.74 %

SENSORIAL PUNTAJE

Aroma 8
Sabor 7.75
Regusto 8
Acidez 8
Cuerpo 7.75
Balance 7.75
General 8
Uniformidad 10
Dulzura 10
Limpieza de taza: 10
TOTAL PUNTAJE: 85.25

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Intensidad: 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS

ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Verde amarillento
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.71 g/ml
Humedad: 11.3 %

ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA
RESULTADO: SI

TOSTADO

Tiempo de secado: 04:23 | Desarrollo: 16%
Tiempo de crack: 06:55 | Tostadora: Santoker
Tiempo de tueste: 08:15 | Densidad de tostado: 0.39 g/ml

NOTAS

- 1) Físico: Problemas severos por insectos
- 2) Tostado: Tueste normal. Color Ligth 64
- 3) Cata: Chocolate, limon, pimienta, dulce, vino tinto, naranja, sulfana, pasas de uva, canela, cremoso.



Reporte Latabol-356

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1200 gr | Productor Bruno Gomez | Finca (1445msm) | Variedad Cod - 004 | Proceso Lavado

TAMAÑO DE GRANO

TRILLADO

Dato	Gramos	Porcentaje
Pergamino	1200.00 gr	100 %
Menudo	55.60 gr	4.56 %
Defectos	23.00 gr	1.92 %
Exportable	971.40 gr	80.92 %
Cascarilla	150.00 gr	12.50 %

SENSORIAL PUNTAJE

Aroma 7.75
Sabor 7.75
Regusto 8
Acidez 8
Cuerpo 7.5
Balance 7.75
General 8
Uniformidad 10
Dulzura 10
Limpieza de taza: 10
TOTAL PUNTAJE: 84.75

PENALIZACIÓN

Tazas con defecto: 0
Intensidad: 0
TOTAL PENALIZACIÓN: 0

BALANCE DE ATRIBUTOS

ANÁLISIS FÍSICO

Rango de color: Amarillo pálido
Olor: Estándar
Aspecto: Estándar
Actividad de agua: 0 aw
Densidad: 0.68 g/ml
Humedad: 9.32 %

ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA
RESULTADO: SI

TOSTADO

Tiempo de secado: 03:34 | Desarrollo: 16%
Tiempo de crack: 04:40 | Tostadora: Santoker
Tiempo de tueste: 05:35 | Densidad de tostado: 0.42 g/ml

NOTAS

- 1) Físico: Humedad baja
- 2) Tostado: Tueste claro. Color Ligth 74
- 3) Cata: Floral, ciruelo, naranja, cuerpo acuoso, lima, retrogusto corto, fugaz al enfriar.



Reporte Latabol-355

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1210 gr | Productor Nelson Luna | Finca (1308msm) | Variedad Cod - 005 | Proceso Lavado



Rosa Estefany Escobar Burgos
 Lic. Rosa Estefany Escobar Burgos
 Q Arábitica Grader
 Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-357

Tipo CPS | Fecha de recepción 25/10/23 | Fecha de cosecha 06/23 - 09/23 | Muestra 1200 gr | Productor Bruno Gomez | Finca (1445msm) | Variedad Cod - 004 | Proceso Lavado

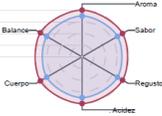


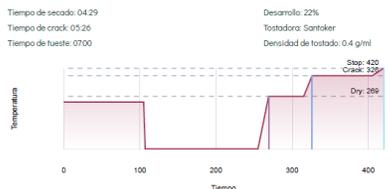
Rosa Estefany Escobar Burgos
 Lic. Rosa Estefany Escobar Burgos
 Q Arábitica Grader
 Gerente de Calidad LATA 16



Reporte Latabol-358

Tipo CPS	Fecha de recepción 25/10/23	Fecha de cosecha 06/23 - 09/23	Muestra 1200 gr	Productor Bruno Gomez	Finca (1445msm)	Variedad Cod - 004	Proceso Lavado
-------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------

TAMAÑO DE GRANO 	TRILLADO <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dato</th> <th>Gramos</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pergamino</td> <td>1,200.00 gr</td> <td>100 %</td> </tr> <tr> <td>Menudo</td> <td>55.60 gr</td> <td>4.58 %</td> </tr> <tr> <td>Solistas</td> <td>23.00 gr</td> <td>1.92 %</td> </tr> <tr> <td>Exponible</td> <td>971.40 gr</td> <td>80.52 %</td> </tr> <tr> <td>Cascarilla</td> <td>150.00 gr</td> <td>12.50 %</td> </tr> </tbody> </table>	Dato	Gramos	Porcentaje	Pergamino	1,200.00 gr	100 %	Menudo	55.60 gr	4.58 %	Solistas	23.00 gr	1.92 %	Exponible	971.40 gr	80.52 %	Cascarilla	150.00 gr	12.50 %	SENSORIAL PUNTAJE Aroma 8 Sabor 8 Regusto 8 Acidez 8 Cuerpo 8.25 Balance 8.25 General 8 Uniformidad: 10 Dulzura: 10 Limpieza de taza: 10 TOTAL PUNTAJE: 86.5	PENALIZACIÓN Tazas con defecto: 0 Intensidad: 0 TOTAL PENALIZACIÓN: 0	BALANCE DE ATRIBUTOS 
Dato	Gramos	Porcentaje																				
Pergamino	1,200.00 gr	100 %																				
Menudo	55.60 gr	4.58 %																				
Solistas	23.00 gr	1.92 %																				
Exponible	971.40 gr	80.52 %																				
Cascarilla	150.00 gr	12.50 %																				

ANÁLISIS FÍSICO Rango de color: Amarillo pálido Olor: Estándar Aspecto: Estándar Actividad de agua: 0 aw Densidad: 0.68 g/ml Humedad: 9.32 % ACEPTADO POR PARÁMETROS SCA RESULTADO: SI	TOSTADO Tiempo de secado: 04:29 Tiempo de crack: 03:26 Tiempo de huete: 07:00 	NOTAS 1) Físico: Baja humedad 2) Tostado: Tueste oscuro. Color Ligth 62 3) Cata: Cedron, hierba luisa, resabio prolongado, sedoso, complejo, fugaz al enfriar, cuerpo sedoso, limpio.
---	--	---



Anexo 2. Equipo de catadores de café

