

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA TROPICAL**



**TESIS**

**EFFECTO DE CINCO PROCESOS DE BENEFICIO POSTCOSECHA EN  
LA CALIDAD FÍSICA Y SENSORIAL DEL CAFÉ (*Coffea arábica*  
*L.variedad Geisha*) EN EL SECTOR DE ANDIHUELA – SANTA TERESA –  
LA CONVENCION – CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

Br. CESAR ORTEGA PARISACA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL**

**ASESOR:**

M. SC. LUIS JUSTINO LIZARRAGA  
VALENCIA

**CUSCO – PERÚ**  
**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA.....  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: EFFECTO DE CIMA PROCESES DE  
BENEFICIO POSTCOSECHA EN LA CALIDAD FISICA Y SENSORIAL DEL  
CAFE (Coffea arabica L. variedad Beisha) EN EL SECTOR DE  
ANDIHUELA - SANTA TERESA - 2A CONVENCION - CUSCO.....

Presentado por: CESAR ORTEGA PARISACA..... DNI N° 47568725;  
presentado por: ..... DNI N°: .....  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**  
**Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10.....%.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**  
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 09 de OCTUBRE..... de 2025.....

Firma



Post firma LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

Nro. de DNI 23902170

ORCID del Asesor 0000-0001-5600-7998

#### Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259510440597

# César Ortega

## TESIS - BACH CESAR ORTEGA.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:510440597

Fecha de entrega

9 oct 2025, 11:17 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

9 oct 2025, 12:27 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS - BACH CESAR ORTEGA.docx

Tamaño del archivo

8.8 MB

110 páginas

25.120 palabras

135.521 caracteres

# 10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe




- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado

## Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

---

## Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por estar siempre conmigo.  
Con infinito amor y agradecimiento a mis  
padres Paulina y Miguel. A mis hermanos  
Gladis, Miguel, Genara, Carlos, Flavio y Edith.

A mis tías Luisa y Pilar.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater, Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, por haberme acogido y formado profesionalmente, brindándome no solo conocimientos, sino también valores que guiarán mi ejercicio profesional.

A la Escuela Profesional de Ciencias Agrarias Tropicales, a mis docentes y en especial a mis asesores de tesis, M. Sc. Luis Justino Lizárraga Valencia y Dra. Analí Lizárraga Farfán, por su orientación, exigencia académica y paciencia en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mi familia, por apoyo constante e incondicional, por ser mi mayor motivación en los momentos de dificultad.

Un agradecimiento especial al productor cafetalero Sr. Dwingh Aguilar Masías y esposa por darme las facilidades de realizar el presente trabajo de investigación en sus instalaciones de su finca cafetalera “Nueva Alianza”.

A la Central de Cooperativas Agrarias Cafetaleras Ltda. 281 “COCLA” por su apoyo en la realización del presente trabajo.

Finalmente, a mis amigos y a todos quienes con palabras de aliento y compañía de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo, mi más sincera gratitud.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado “Efecto de cinco procesos de beneficio postcosecha en la calidad física y sensorial del café (*Coffea arabica* L. variedad Geisha) en el sector de Andihuela – Santa Teresa – La Convención – Cusco”, se desarrolló entre marzo y octubre de 2024, con el objetivo de evaluar la influencia de cinco métodos de beneficio de postcosecha en la calidad física y sensorial del café Geisha.

El estudio se ejecutó bajo un diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, conformando un total de 20 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron: lavado, honey aeróbico, honey anaeróbico, natural aeróbico y natural anaeróbico. La calidad física fue evaluada mediante los parámetros de humedad, rendimiento en café verde, porcentaje de cascarilla, grano exportable y granos defectuosos. La calidad sensorial se determinó mediante el protocolo de catación de la Specialty Coffee Association (SCA).

Los resultados evidenciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. En la calidad física, los procesos natural aeróbico y natural anaeróbico registraron los mayores contenidos de humedad, mientras que el método lavado presentó el mejor desempeño en rendimiento, con mayor proporción de café verde y grano exportable, así como menor contenido de cascarilla. En la evaluación sensorial se observaron diferencias significativas al 95 % de confianza, destacando los procesos natural aeróbico y natural anaeróbico por sus mayores puntajes y mejor expresión de atributos como fragancia, sabor, acidez y cuerpo. Se concluye que los procesos de beneficio postcosecha influyen de manera significativa en la calidad del café Geisha.

**Palabras clave:** Café, Geisha, Postcosecha, Calidad.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN .....	IV
CONTENIDO.....	V
INDICE DE TABLAS .....	VII
INDICE DE FIGURAS .....	VIII
INTRODUCCIÓN .....	10
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	11
1.1. Problema general .....	11
1.2. Problemas específicos.....	11
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	13
2.1 Objetivo general .....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
2.3 Justificación .....	13
III. HIPÓTESIS .....	15
3.1 Hipótesis general .....	15
3.2 Hipótesis específicas .....	15
IV. MARCO TEÓRICO .....	16
4.1. Antecedentes de la investigación .....	16
4.2. Bases teóricas .....	19
4.2.1. Cultivo del café .....	19
4.2.2. Calidad sensorial del café .....	41
4.3. Descripción de términos básicos .....	44
4.3.1. Efecto.....	44
4.3.2. Catación.....	44
4.3.3. Café pergamino .....	45
4.3.4. Café verde .....	45
4.3.5. Café grano exportable.....	45
4.3.6. Café especial .....	45
4.3.7. Café orgánico.....	46

4.3.8.   Apreciación Organoléptica – Café Geisha ( <i>Coffea arábica</i> L.).....	46
V.   DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	48
5.1.   Tipo de investigación .....	48
5.2.   Ubicación ecológica.....	48
5.3.   Ubicación espacial.....	48
5.3.1.   Ubicación política .....	48
5.3.2.   Ubicación geográfica.....	48
5.3.3.   Ubicación hidrográfica.....	48
5.4.   Ubicación temporal del experimento.....	49
5.5.   Materiales y métodos.....	50
5.5.1.   Materiales, equipos y herramientas .....	50
5.5.2.   Métodos.....	51
VI.   RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	74
6.1.   Calidad física del café.....	74
6.1.1   Porcentaje de humedad de granos.....	74
6.1.2   Porcentaje de café verde .....	75
6.1.3   Porcentaje de cascarilla.....	77
6.1.4   Porcentaje de grano exportable.....	78
6.1.5   Porcentaje de granos defectuosos .....	79
6.2.   Calidad sensorial del café.....	81
6.2.1   Análisis Sensorial – Catación .....	81
VII.   CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	99
7.1.   Conclusiones .....	99
7.2.   Sugerencias.....	102
VIII.   BIBLIOGRAFÍA.....	103

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación de granos defectuosos según NTP 209.027:2018 y NTP-ISO 10470:2017 .....	40
<b>Tabla 2</b>	Escala de calificación: Asociación Americana de Café Especial .....	44
<b>Tabla 3</b>	Descripción de los tratamientos de beneficio postcosecha del café .....	51
<b>Tabla 4</b>	Cronograma de Proceso de Beneficio por el método de lavado (T- 1) .	55
<b>Tabla 5</b>	Cronograma de Proceso de Beneficio Honey (T-2) .....	58
<b>Tabla 6</b>	Cronograma de Proceso de método natural anaeróbico (T-3).....	60
<b>Tabla 7</b>	Cronograma de Proceso de método natural aeróbico (T-4).....	62
<b>Tabla 8</b>	Cronograma de Proceso de Beneficio Honey anaeróbico (T-5).....	64
<b>Tabla 9</b>	<i>Porcentaje de humedad de granos (%)</i> .....	74
<b>Tabla 10</b>	<i>Análisis de varianza para porcentaje de humedad de granos (%)</i> .....	74
<b>Tabla 11</b>	<i>Prueba de Tukey para porcentaje de humedad de granos (%)</i> .....	75
<b>Tabla 12</b>	<i>Porcentaje de café verde (%)</i> .....	75
<b>Tabla 13</b>	Análisis de varianza para porcentaje de cafe verde (%) .....	76
<b>Tabla 14</b>	Prueba de Tukey para porcentaje de cafe verde (%).....	76
<b>Tabla 15</b>	<i>Porcentaje de cascarilla (%)</i> .....	77
<b>Tabla 16</b>	<i>Análisis de varianza para porcentaje de cascarilla (%)</i> .....	77
<b>Tabla 17</b>	<i>Prueba de Tukey para porcentaje de cascarilla (%)</i> .....	78
<b>Tabla 18</b>	<i>Porcentaje de grano exportable (%)</i> .....	78
<b>Tabla 19</b>	<i>Análisis de varianza para porcentaje de grano exportable (%)</i> .....	79
<b>Tabla 20</b>	<i>Prueba de Tukey para porcentaje de grano exportable (%)</i> .....	79
<b>Tabla 21</b>	<i>Porcentaje de granos defectuosos (%)</i> .....	79
<b>Tabla 22</b>	<i>Análisis de varianza para porcentaje de grano defectuosos (%)</i> .....	80
<b>Tabla 23</b>	<i>Prueba de Tukey para porcentaje de grano defectuosos (%)</i> .....	80
<b>Tabla 24</b>	<i>Puntaje por tratamiento para fragancia</i> .....	81
<b>Tabla 25</b>	Análisis de varianza para fragancia .....	82
<b>Tabla 26</b>	<i>Prueba de Tukey para fragancia</i> .....	83
<b>Tabla 27</b>	<i>Puntaje por tratamiento para sabor</i> .....	83
<b>Tabla 28</b>	<i>Análisis de varianza para sabor</i> .....	84
<b>Tabla 29</b>	<i>Prueba de Tukey para sabor</i> .....	85
<b>Tabla 30</b>	<i>Puntaje por tratamiento para sabor residual</i> .....	85
<b>Tabla 31</b>	<i>Análisis de varianza para sabor residual</i> .....	86

<b>Tabla 32</b>	<i>Prueba de Tukey para sabor residual</i>	87
<b>Tabla 33</b>	<i>Puntaje por tratamiento para acidez</i>	87
<b>Tabla 34</b>	<i>Análisis de varianza para acidez</i>	88
<b>Tabla 35</b>	<i>Puntaje por tratamiento para cuerpo</i>	89
<b>Tabla 36</b>	<i>Análisis de varianza para cuerpo</i>	89
<b>Tabla 37</b>	<i>Prueba de Tukey para cuerpo</i>	90
<b>Tabla 38</b>	<i>Puntaje por tratamiento para uniformidad</i>	91
<b>Tabla 39</b>	<i>Puntaje por tratamiento para balance</i>	91
<b>Tabla 40</b>	<i>Análisis de varianza para balance</i>	92
<b>Tabla 41</b>	<i>Prueba de Tukey para balance</i>	93
<b>Tabla 42</b>	<i>Puntaje por tratamiento para taza limpia</i>	93
<b>Tabla 43</b>	<i>Puntaje por tratamiento para dulzor</i>	94
<b>Tabla 44</b>	<i>Puntaje por tratamiento para puntaje de catador</i>	95
<b>Tabla 45</b>	<i>Análisis de varianza para puntaje de catador</i>	96
<b>Tabla 46</b>	<i>Prueba de Tukey para puntaje de catador</i>	96
<b>Tabla 47</b>	<i>Puntaje por tratamiento para puntaje total</i>	97
<b>Tabla 48</b>	<i>Análisis de varianza para puntaje total</i>	97
<b>Tabla 49</b>	<i>Prueba de Tukey para puntaje total</i>	98

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Flujograma del proceso de beneficio húmedo o lavado	34
<b>Figura 2</b>	Flujograma del proceso de beneficio Honey Aeróbico	35
<b>Figura 3</b>	Flujograma del proceso de beneficio Honey Anaeróbico	36
<b>Figura 4</b>	Flujograma del proceso de beneficio Natural Aeróbico	37
<b>Figura 5</b>	Flujograma del proceso de beneficio Natural Anaeróbico	38
<b>Figura 6</b>	Elección de la parcela experimental	52
<b>Figura 7</b>	Selección de plantas para obtención de muestras	53
<b>Figura 8</b>	Cosecha selectiva de cerezos de café Geisha	54
<b>Figura 9</b>	Lavado de cerezos de café Geisha	54
<b>Figura 10</b>	Muestra de beneficio método lavado- T1	56
<b>Figura 11</b>	Actividad de pre secado – T2	59

<b>Figura 12</b>	Secado - método natural anaeróbico – T3 .....	61
<b>Figura 13</b>	Secado - Método natural aeróbico – T4 .....	63
<b>Figura 14</b>	Secado- Método Honey anaeróbico (T-5) .....	65
<b>Figura 15</b>	Embolsado y sellado de muestras.....	65
<b>Figura 16</b>	Pesado de muestras de granos de café .....	66
<b>Figura 17</b>	Medición de porcentaje de humedad.....	67
<b>Figura 18</b>	Trillado de café pergamino .....	67
<b>Figura 19</b>	Tostado de granos de café Geisha.....	71
<b>Figura 20</b>	Molienda de granos de café tostados.....	72
<b>Figura 21</b>	Proceso de catación .....	72
<b>Figura 22</b>	Acompañamiento de la Asesora en el desarrollo de la evaluación sensorial.....	73
<b>Figura 23</b>	Acompañamiento del asesor en el desarrollo de la fase experimental. ....	73

## INTRODUCCIÓN

La calidad sensorial del café está determinada por diversos factores, entre los que destacan la variedad genética, las condiciones de cultivo y el manejo agronómico. En cuanto a la variedad, se ha demostrado que algunas, como la Geisha, desarrollan atributos sensoriales excepcionales y altamente valorados en el mercado, aunque presenten rendimientos menores. La altitud también influye, ya que los cafés producidos en mayores altitudes suelen clasificarse como especiales debido a sus características distintivas. Del mismo modo, las prácticas de manejo agronómico contribuyen significativamente a la expresión de la calidad del grano.

Dentro del manejo postcosecha, múltiples estudios han evaluado el efecto de los métodos de beneficio sobre los atributos físicos y sensoriales del café. Se ha demostrado que variables como el tiempo de fermentación y las condiciones de secado influyen directamente en componentes sensoriales como la fragancia, el sabor, el sabor residual, el cuerpo y la acidez. No obstante, la mayoría de estos estudios se han realizado en variedades de mayor rendimiento, como Caturra, Catimor e híbridos, mientras que la variedad Geisha ha sido poco abordada, a pesar de su reconocido potencial organoléptico.

Tradicionalmente, el método de beneficio más empleado ha sido el café lavado o vía húmeda, que comprende el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano. Sin embargo, en los últimos años ha aumentado el interés por métodos alternativos cuyo impacto en la calidad aún no ha sido ampliamente documentado. Entre ellos destacan los procesos honey aeróbico y honey anaeróbico, en los cuales los granos despulpados se secan con mucílago adherido, sin lavado previo; y el método natural o seco, que consiste en el secado directo del cerezo completo, seguido del trillado para remover la cáscara. En este contexto, la presente investigación evalúa el efecto de cinco métodos de beneficio postcosecha en la calidad física y sensorial de los granos de café de la variedad Geisha, bajo las condiciones agroecológicas del sector Andihuela, distrito de Santa Teresa, provincia de La Convención, Cusco.

El autor

## **I.PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **Identificación del problema objeto de investigación**

La calidad física y sensorial del café es un factor de gran importancia en el mercado nacional e internacional, pues de ello depende el precio del producto: cuanto mayor es la calidad, mayor es el valor en el mercado. La calidad del café depende de varios factores, entre ellos los métodos de beneficio postcosecha. Cuando estas actividades no se realizan correctamente, se afecta gravemente la calidad física y sensorial de los granos. A nivel regional, los productores de café, especialmente aquellos con pequeñas áreas de cultivo, no cuentan con conocimiento técnico sobre cuál es el método de beneficio más adecuado, ya que no se han realizado comparaciones sistemáticas con catadores certificados. Esta situación limita la calidad del café producido y reduce su competitividad.

Para mejorar la calidad física y sensorial del café, se hace necesario comparar diferentes métodos de beneficio postcosecha y determinar su efecto en los parámetros de calidad física (humedad, rendimiento en café verde, café exportable, granos defectuosos) y sensorial (fragancia, sabor, acidez, cuerpo, dulzor, uniformidad, balance, entre otros). En ese contexto se realizó las siguientes preguntas de investigación:

### **Formulación del problema**

#### **1.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de cinco procesos de beneficio postcosecha en la calidad física y sensorial del café (*Coffea arábica* L. variedad Geisha) en el sector de Andihuela, Santa Teresa, La Convención, Cusco?

#### **1.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuál es el efecto de cinco procesos de beneficio postcosecha en la calidad física del café (*Coffea arábica* Variedad Geisha) en el sector de Andihuela – Santa Teresa – La Convención – Cusco?

2. ¿Qué efecto tienen los cinco procesos de beneficio postcosecha en la calidad sensorial del café (*Coffea arabica* L.variedad Geisha) en el sector de Andihuela, Santa Teresa, La Convención, Cusco?

## **II.OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de cinco procesos de beneficio postcosecha en la calidad física y sensorial del café (*Coffea arábica* L.variedad Geisha) en el sector de Andihuela, Santa Teresa, La Convención, Cusco.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Analizar el efecto de cinco procesos de beneficio postcosecha (Lavado, Honey aeróbico, Natural anaeróbico, Natural aeróbico y Honey anaeróbico) en la calidad física del café (*Coffea arábica* L.variedad Geisha) en el sector de Andihuela – Santa Teresa – La Convención – Cusco.
2. Determinar el efecto de cinco procesos de beneficio postcosecha (Lavado, Honey Aeróbico, Natural Anaeróbico, Natural Aeróbico y Honey Anaeróbico) en la calidad sensorial del café (*Coffea arábica* L.variedad Geisha) en el sector de Andihuela, Santa Teresa, La Convención, Cusco.

### **2.3 Justificación**

#### **Justificación Económica**

La presente investigación es de gran relevancia económica, pues permitirá identificar el método de beneficio postcosecha que optimizará la calidad física y sensorial del café de la variedad Geisha. Al alcanzar puntajes superiores a 85 según los estándares de la Specialty Coffee Association (SCA), el producto puede acceder a mercados de cafés especiales, donde se paga un precio significativamente mayor al del café convencional. Esto se traduce en un incremento de los ingresos económicos de los productores de Santa Teresa y la provincia de La Convención, fortaleciendo la sostenibilidad financiera de sus fincas y contribuyendo al posicionamiento de la región como productora de cafés diferenciados.

### **Justificación Social**

El café constituye la principal fuente de ingresos para más de 1,400 familias del distrito de Santa Teresa (MIDAGRI, 2024). Mejorar los procesos postcosecha no solo eleva la calidad del producto final, sino que también repercute en el bienestar de las familias cafetaleras, al permitirles acceder a mejores oportunidades comerciales. Además, la difusión de prácticas de beneficio eficientes fortalece la organización y cooperación entre productores, fomenta la permanencia de los jóvenes en la actividad cafetalera y contribuye a la valorización cultural y social del café Geisha como símbolo de identidad local.

### **Justificación Ambiental**

El beneficio húmedo tradicional requiere grandes cantidades de agua y genera efluentes contaminantes (“aguas mieles”), que en muchos casos son vertidos sin tratamiento en riachuelos y acequias, ocasionando impactos ambientales negativos. La investigación adquiere relevancia al evaluar métodos alternativos como el beneficio natural (Anaerobico y Aerobico) y Honey (Anaerobico y Aerobico), que requieren un consumo mínimo de agua, reducen la huella hídrica y mitigan la contaminación ambiental. De esta manera, se contribuye a la adopción de prácticas sostenibles en la caficultura y se aporta al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) vinculados a la producción responsable y la conservación de ecosistemas.

### **Justificación Científica**

Desde el punto de vista científico, el estudio es pertinente porque la mayoría de investigaciones sobre beneficio postcosecha se han centrado en variedades de alto rendimiento como Caturra y Catimor, existiendo pocos antecedentes sobre la variedad Geisha. Este trabajo generará nuevo conocimiento técnico y académico acerca de la influencia de cinco métodos de beneficio postcosecha en la calidad física y sensorial del café Geisha bajo las condiciones agroecológicas del sector de Andihuela, Santa Teresa – La Convención, Cusco. Los resultados servirán como referencia científica y tecnológica para futuras investigaciones y podrán ser replicados en otras zonas cafetaleras del Perú y de Latinoamérica.

### III.HIPÓTESIS

#### 3.1 Hipótesis general

Al menos uno de los métodos de beneficio postcosecha (lavado, Honey aeróbico, Natural anaeróbico, Natural aeróbico y Honey anaeróbico) mejorará significativamente la calidad física y sensorial del café (*Coffea arábica L.variedad Geisha*) cultivado en el sector de Andihuela, distrito de Santa Teresa, provincia de La Convención, Cusco.

#### 3.2 Hipótesis específicas

1. Permite analizar el efecto de cinco procesos de beneficio postcosecha (Lavado, Honey aeróbico, Natural anaeróbico, Natural aeróbico y Honey anaeróbico) en la calidad física del café (*Coffea arábica L.variedad Geisha*) en el sector de Andihuela – Santa Teresa – La Convención – Cusco.
2. Determina el efecto de cinco procesos de beneficio postcosecha (Lavado, Honey Aeróbico, Natural Anaeróbico, Natural Aeróbico y Honey Anaeróbico) en la calidad sensorial del café (*Coffea arábica L.variedad Geisha*) en el sector de Andihuela, Santa Teresa, La Convención, Cusco.

## **IV.MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Antecedentes de la investigación**

#### **Antecedentes internacionales**

Quiliguango (2013) evaluó el efecto de los métodos de beneficio seco (natural), semihúmedo (honey), húmedo (lavado) y húmedo enzimático sobre la calidad física y sensorial del café en la provincia de Pichincha, Ecuador. El estudio se desarrolló bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y siete repeticiones. Se reportaron diferencias significativas en todos los indicadores sensoriales, destacando los métodos húmedos, semihúmedo y enzimático, con 7.78, 7.91 y 7.92 respectivamente para fragancia, 7.77, 7.78 y 7.79 para sabor, 7.54, 7.6 y 7.58 para sabor residual, 7.79, 7.71 y 7.83 para acidez, 7.56, 7.47 y 7.49 para cuerpo, 7.57 para balance, 7.6, 7.7 y 7.7 para puntaje de catador y 83.6, 83.7 y 83.9 para puntaje total.

Silvestre (2020) analizó el efecto del beneficio natural y del método honey combinado con diferentes estados de madurez del fruto en la calidad física y sensorial del café, en Santa Elena, Ecuador. El estudio se ejecutó bajo un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Se identificaron diferencias significativas en el contenido de humedad, siendo el beneficio natural con frutos maduros, pintones y sobre maduros el que registró valores más altos (13.83 % a 15.43 %). Asimismo, este método obtuvo los mejores puntajes en fragancia (7.5), sabor (8.0), sabor residual (7.5), dulzor (7.5), acidez (7.0), uniformidad (10), taza limpia (10) y puntaje total (79.75).

Chaguala y Coca (2023) evaluaron los métodos natural y honey en las variedades Geisha y Bourbon Rosado en Huila, Colombia. Las muestras fueron sometidas a secado solar y evaluadas mediante el protocolo de la Specialty Coffee Association (SCA). Los resultados indicaron que la variedad Geisha beneficiada por el método Honey obtuvo un puntaje total de 82.81, destacando en los atributos: fragancia/aroma (10), acidez (10), cuerpo (8.78), dulzura (8.78), sabor (8.75), uniformidad (9), balance (8.75) y puntaje del catador (8.75). Por su parte, la variedad Geisha beneficiada por el método natural alcanzó un puntaje total de 82.0, con valores de fragancia (8), aroma (10), acidez (10), cuerpo (8), dulzura (10), sabor (10), uniformidad (10), balance (8) y

puntaje del catador (8.0). La variedad Bourbon Rosado y método de beneficio Honey obtuvo un puntaje total de 79.5, mientras que, la variedad Bourbon Rosado y método de beneficio natural obtuvo un puntaje total de 76.0.

### **Antecedentes Nacionales**

Payano (2021) evaluó los métodos de beneficio húmedo (lavado), semihúmedo (honey) y seco (natural) sobre la calidad sensorial del café en Tocache, San Martín. El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Se encontraron diferencias significativas en la mayoría de atributos sensoriales. El beneficio natural obtuvo las puntuaciones más altas en fragancia (8.69), sabor residual (8.13), puntaje del catador (8.13) y puntaje total (86.56). Además, las combinaciones entre métodos de lavado, honey y natural alcanzaron valores destacados en sabor, cuerpo y balance, con promedios entre 7.94 y 8.25 puntos.

Untiveros (2021) analizó el efecto de los métodos de beneficio lavado, honey y natural sobre la calidad física y sensorial del café en Satipo, Junín. El experimento se ejecutó bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Se hallaron diferencias significativas en el rendimiento de café verde exportable, donde el beneficio lavado alcanzó el 80.83 %, mientras que el beneficio natural registró el mayor porcentaje de cascarilla (50.55 %). En los indicadores sensoriales, el proceso natural obtuvo los mayores puntajes en fragancia (7.83), sabor (7.83), acidez (7.81), cuerpo (7.83), balance (7.78) y puntaje del catador (7.75), lo que evidencia su influencia en el perfil organoléptico final.

Valenzuela (2023) evaluó los métodos de beneficio lavado, honey, natural y anaeróbico sobre la calidad física y sensorial del café en Inambari, Puno. El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. No se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad, cuyos promedios fluctuaron entre 10.5 % y 11.4 %. Sin embargo, el rendimiento de café oro exportable presentó diferencias estadísticamente significativas, destacando el beneficio lavado (75.8 %) y el método honey (75.2 %). En los atributos sensoriales, el beneficio anaeróbico alcanzó los puntajes más altos

en fragancia (8.5) y cuerpo (8.0), mientras que el puntaje total más elevado correspondió al tratamiento anaeróbico (87.38), seguido del natural (85.75).

### **Antecedentes Locales**

Escalante (2023) evaluó los métodos de beneficio húmedo (lavado), natural y honey sobre la calidad física y sensorial del café en Kimbiri, provincia de La Convención, Cusco. Las muestras procedieron de plantaciones comerciales de la variedad Catimor ubicadas a 1500 m s. n. m., con edades entre 5 y 12 años. El estudio se ejecutó bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento, destacando el beneficio húmedo con 74.89 %. En contenido de humedad, el método natural obtuvo el valor más alto (10.83 %). Asimismo, el tratamiento natural alcanzó los mejores puntajes sensoriales en fragancia (8.08), sabor (7.92), sabor residual (8.20), acidez (8.05), puntaje del catador (8.07) y puntaje total (86.02). En los atributos cuerpo y balance no se presentaron diferencias significativas, con promedios entre 7.78 y 7.97 puntos.

Puma (2024) analizó el perfil sensorial del café procesado mediante fermentación láctica y fermentación alcohólica en Quellouno, provincia de La Convención, Cusco. Las muestras fueron recolectadas de plantaciones de café variedad Catimor rojo de ocho años, ubicadas a 1600 m s. n. m. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La fermentación láctica mostró mayor complejidad sensorial, con notas frutales como plátano, manzana, mandarina, melón, tamarindo y limón. La fermentación alcohólica, realizada en sistema sólido, presentó perfiles asociados a chocolate, nueces, almendras, panela y pecanas. El tratamiento testigo, con fermentación tradicional, obtuvo menor expresión aromática. En el análisis sensorial, los puntajes para aroma, sabor, acidez y cuerpo fluctuaron entre 7.27 y 7.85 puntos. Los puntajes totales más altos correspondieron a la fermentación láctica (84.56), seguida de la fermentación alcohólica (83.04) y el testigo (81.58)..

## 4.2. Bases teóricas

### 4.2.1. Cultivo del café

#### 4.2.1.1 Posición taxonómica

Según la clasificación propuesta (Cronquist, 1992) por citado por Sotomayor (1993) el café tiene la siguiente posición taxonómica:

Reino:            Plantae  
División:        Magnoliophyta  
Clase:            Magnoliopsida  
Subclase:       Asteridae  
Orden:           Rubiales  
Familia:          Rubiaceae  
Género:          Coffea  
Especie:                *Coffea arabica* L.

#### 4.2.1.2 Especies cultivadas

Según la Asociación Nacional del Café (ANACAFE 2019), menciona que a nivel mundial se cultivan dos especies de café:

- ***Coffea arabica*:** Presenta la mayor superficie cultivada (60% de la producción mundial), con calidad sensorial superior, es una especie autógama, (9% de polinización cruzada), tetraploide, cuenta con 44 cromosomas, con número básico de  $x=11$ , es la resultante de la hibridación natural entre las especies *Coffea eugenioides* y *Coffea canephora*.
- ***Coffea canephora (robusta)*:** Ocupa menor área cultivada y representa el 40% de la producción mundial, con calidad sensorial inferior. Es alógama (alta variabilidad genética), diploide y de menor rendimiento.

#### 4.2.1.3 Variedad Geisha

Asociación Nacional del Café – ANACAFE. (2019) menciona que la variedad se originó en Geisha, Etiopia, fue introducido al continente Americano en 1953 (Costa Rica) procedente de Tanzania, con la finalidad de investigar su resistencia a la roya, sin embargo, debido a su bajo rendimiento comparado con otras variedades como caturra y catimor, su cultivo fue relegado, sin embargo, en los últimos años debido a que se ha creado el mercado de café especial que bonifica la calidad sensorial del café, el cultivo de la variedad ha tomado nuevo impulso a pesar de tener bajo

rendimiento presenta excelente calidad sensorial con puntajes superior a 85.0. Las principales características de esta variedad son:

- Plantas altas mayor a tres metros.
- Las ramas superiores forman ángulos de 45° con respecto al eje principal.
- Las ramas basales forman ángulos de 60° en relación al eje principal.
- Hojas lanceoladas y angostas color verde ligeramente intenso
- Frutos rojos de maduración tardía
- Crece mejor por encima de 1400 m de altitud, se adaptan mejor a temporadas frías
- Los granos son grandes y alargados
- Excelente calidad en taza por lo que es considerado típicamente café especial.
- Tiene baja resistencia a la roya
- Debido a su bajo rendimiento se recomienda dos plantas por hoyo

#### **4.2.1.4 Características morfológicas**

##### **– Raíces**

Sotomayor (1993) indica que el café presenta raíz pivotante cuando es propagado por semilla, según el tipo de suelo la raíz principal puede alcanzar 60 cm de profundidad, las raíces secundarias nacen de la raíz principal, su abundancia depende de la variedad, la mayor cantidad de estas raíces se ubican en los primeros 30 cm del suelo, alguno de ellos sirven como anclaje de la planta, los pelos radiculares y raicillas que nacen de las raíces secundarias sirven para absorber los nutrientes minerales disueltos en el agua del suelo, el sistema radicular de la planta puede extenderse en forma horizontal hasta un radio de 2.0 a 2.5 m a partir del tallo principal. El desarrollo radicular depende de la variedad y de las condiciones del suelo.

### – Tallo

Florez *et al.*, (2013) indican que el tallo principal es de tipo leñoso, los primeros cuatro nudos presentan solamente hojas, a partir del quinto nudo se generan las ramas laterales las superiores forman 45° con el tallo principal y las inferiores 60° con el eje principal, las ramas se originan a partir de yemas ubicadas en las axilas superiores de las hojas, las ramas crecen en forma continua en forma opuesta y originan una planta arbustiva de forma cónica, a partir de las ramas secundarias nacen las terciarias, en las ramas mencionadas se forman las inflorescencias. El tallo principal crece a nivel de ápice terminal generándose el crecimiento ortotrópico de la planta, mientras que, las ramas laterales generan el crecimiento horizontal o plagiótropico.

### – Hojas

Arcila *et al.*, (2007) señalan que las hojas del café son elípticas, ligeramente coriáceas, la lámina foliar y los bordes son ligeramente ondulados, las hojas jóvenes son verde claro, se originan en los meristemos apicales tanto de ramas como del tallo principal, el área foliar puede ser de 30 a 40 cm<sup>2</sup>, la formación de las hojas depende de las condiciones ambientales y del riego, el número de hojas por planta y el área foliar depende de la edad y la variedad, por ejemplo para una planta de cinco años de la variedad caturra la cantidad de hojas fue de 3,920 hojas para una densidad de 10,000 plantas/ha.

### – Flores e inflorescencias

Arcila *et al.*, (2007) mencionan que la inflorescencia se forma en nudos de ramas justamente en las axilas de las hojas, las inflorescencias son opuestas, ya que, en cada nudo de la rama se forman también hojas opuestas, la inflorescencia presenta de 4 a 5 flores, en un nudo pueden presentarse de 24 a 32 botones florales. El tipo de inflorescencia es glomérulo. Florez *et al.*, (2013) mencionan que la flor presenta cáliz con cinco sépalos tiene la forma de una copa y se fusiona con el ovario, corola también con cinco pétalos, el androceo presenta cinco estambres de filamento corto de 6 a 8 mm de longitud y cuatro sacos polínicos, el gineceo presenta ovario ínfero con dos óvulos que al ser fertilizados forman dos semillas.

### – Frutos

Sotomayor (1993) señala que el fruto es del tipo drupa, tiene forma elipsoidal y presenta básicamente las siguientes partes: las cáscara o epicarpio, la pulpa o mesocarpio conformado por el mucilago y el pergamino o endocarpio que es la cubierta dura que recubre la semilla y que es eliminado en el pilado del café, finalmente el endospermo o semilla. Arcila *et al.*, (2007) mencionan que el color del fruto es variable y depende de la variedad, mayormente es rojo o amarillo, pero existen frutos negros o violetas. Una gran desventaja es que los frutos sobre maduros se caen fácilmente de las ramas y por eso la cosecha debe ser oportuno. El mucilago presente en el fruto es una capa esponjosa de hasta 5 mm de espesor, rico en azúcares y sustancias mucilaginosas, recubre el pergamino y debe ser eliminado luego de la fermentación en el caso del beneficio por lavado. El mucilago corresponde al 11.8% del peso del fruto y el pergamino representa el 6.1%. Entre el pergamino y la semilla existe una capa fina plateada denominada tegumento seminal y que representa el 0.2% del peso del fruto en base húmeda.

### – Semilla

Sotomayor (1993) indica que la semilla del café tiene endospermo y embrión, el primero de ellos es de naturaleza coriácea normalmente de color verdoso por lo que suele denominarse café verde o pilado sin pergamino, el endospermo presenta un pliegue que comienza en la cara aplanada de la semilla, el grano verde representa el 38.9% del peso del fruto en base húmeda, esa formado mayormente por almidón, aceites esenciales, azúcares y alcaloides principalmente la cafeína, sustancia adictiva, se presentan otras sustancias en menor concentración y que generan el aroma y sabor de los granos al ser tostados y molidos. El embrión es una pequeña parte de la semilla y se ubica en parte dorso ventral de la semilla, puede medir en promedio 5 mm, debido a que el café pertenece a las dicotiledóneas, la semilla presenta dos cotiledones pequeños y blanquecinos.

#### **4.2.1.5 Requerimientos de suelo y clima**

##### **– Temperatura**

Instituto del Café de Costa Rica (2011) menciona que el rango de temperatura más indicada para el cultivo de café se ubica entre 19 y 21°C, el límite más bajo recomendado es 13°C y el límite superior 32°C. Sotomayor (1993) menciona que las temperaturas extremas afectan el crecimiento de las plantas, se ha visto por ejemplo que temperaturas superiores a 24°C reducen la tasa fotosintética, cuando la temperatura alcanza a 34°C la tasa fotosintética se reduce tan drásticamente que se ve afectado severamente el crecimiento de la planta, esta sensibilidad a la temperatura depende de la especie siendo más susceptible la especie arábica a las temperaturas altas, mientras que la especie robusta son más susceptibles a las bajas temperaturas. Arcila *et al.*, (2007) agregan que temperaturas inferiores a 10°C por periodos prolongados provocan clorosis y paralización del crecimiento, especialmente de las hojas jóvenes.

##### **– Suelo**

Marín (2012) recomienda para una buena producción de café suelos con textura suelta mayormente franco, con alta fertilidad natural del suelo, buen drenaje y buena aireación; pH puede ser ácido a ligeramente ácido, la profundidad efectiva debe ser buena y alto contenido de materia orgánica. Arcila *et al.*, (2007) agregan que el mejor suelo es aquel garantice buena retención de humedad, textura suelta con gran cantidad de macroporos bien interconectados que facilitan el crecimiento radicular, la provisión de oxígeno y agua en forma adecuada, debe además mantener la temperatura durante la noche. En lo referente a la profundidad no es muy exigente, ya que, puede prosperar en suelos con profundidad de 50 a 60 cm sin mayores problemas.

##### **– Precipitación**

Instituto del Café de Costa Rica (2011) menciona que la provisión de agua para el cultivo es de gran importancia en el café ya que, esta especie debe regenerar follaje para producir mejor, se ha comprobado que el café cuando sufre escasez hídrica prolongada pierde sus hojas en una defoliación intensa y en casos extremos la planta puede morir, sin embargo, el otro extremo, es decir lluvias muy intensas

especialmente en la etapa de producción de frutos afecta la calidad física y sensorial del café, por las razones anteriores se menciona que el rango óptimo de precipitación pluvial para el café es de 1000 a 3000 mm acumulado anual,

- **Cantidad de luz**

Sotomayor (1993) menciona que el café es más eficiente a nivel de fotosíntesis cuando tiene la tercera parte de la iluminación natural directa, es decir, cuando crece bajo sombra difusa su rendimiento es mayor, sin embargo, la ausencia de luz o la excesiva sombra es perjudicial ya que, reduce la eficiencia de los procesos fisiológicos y con ello el rendimiento del cultivo. Esta especie es muy sensible al balance entre la radiación solar difusa y la radiación solar directa, cuando la radiación solar difusa es mayor que la radiación directa las plantas producen ramas más largas que la normal por alargamiento de los espacios internodales y mayor área foliar, lo cual reduce el rendimiento del cultivo, debido a que ramas más largas producen menor número de inflorescencias y mayor área foliar reduce la formación de inflorescencias.

#### **4.2.1.6 Instalación de plántones en campo definitivo**

- **Preparación del terreno**

Marín (2012) señala que las actividades de preparación del terreno depende de las características del campo en el cual se instalará la nueva plantación, en el caso de ser terrenos en los cuales nunca se ha instalado cafetos, la preparación del terreno comienza con el roce y limpieza del monte, con ayuda de machetes, hachas y motosierras para los árboles más grandes, luego del roce se realiza el secado de material vegetal y finalmente, se ejecuta una quema controlada, con la ayuda de vecinos y autoridades locales para evitar incendios forestales, cuando se trata de renovar plantaciones viejas, es necesario cortar a nivel del suelo los cafetos improductivos, cortar los árboles de sombra muy viejos o que pueden generar accidentes al caer en forma espontánea y se debe dejar los árboles de sombra más jóvenes, en este caso no es posible realizar una quema general, para evitar dañar las plantas de sombra que aun persistan, la quema debe ser focalizado y con mucho cuidado.

#### – **Trasplante en campo definitivo**

INIA (2022) menciona que la primera labor a realizar durante el trasplante a campo definitivo es el trazado y estacado de las hileras y las plantas, esta labor es fundamental ya que, se trata de un cultivo que durará varios años, si bien la densidad de plantación depende de la variedad se recomienda en forma general 2.0 entre hileras y 1.0 m entre plantas para variedades de crecimiento bajo como catimor, caturra y catui, distancia entre hileras de 2.5 m y 1.5 m entre plantas para variedades de crecimiento alto como Típica, Bourbon, Geisha, Mundo Novo, entre otros.

Marín (2012) con respecto al sistema de plantación o marco de plantación menciona que las plantas pueden instalarse en cuadrado, es decir la distancia entre hileras y entre plantas es la misma, en rectángulo cuando la distancia entre hileras es mayor a la distancia entre plantas, en tresbolillo cuando existen hileras en diferentes direcciones, recomienda también que en laderas se debe instalar siguiendo las curvas de nivel utilizando para el trazado nivel tipo A o caballetes.

INIA (2022) menciona que las dimensiones del hoyo en el cual se instalan las plantas varían con el tipo de suelo, las dimensiones más frecuentes son 30x30x30 cm, en el caso de suelos pobres o poco profundos, especialmente en laderas se recomienda que durante la instalación de la planta no se debe devolver al hoyo la tierra excavada y en el mejor de los casos y si el tiempo lo permite separar el suelo de la capa superficial y la capa más profunda.

Marín (2012) con respecto a la época de plantación menciona que se debe realizar al inicio de lluvias en las zonas tropicales, en el caso peruano se debe instalar entre los meses de diciembre y enero con la finalidad de asegurar el prendimiento de las plantas recién instaladas, de tal manera que cuando cesen las lluvias en el mes de abril las plantas ya desarrollaron un sistema radicular abundante que les permita enfrentar escasez hídrica.

Marín (2012) recomienda que durante la plantación es bueno realizar un abonamiento de fondo, especialmente con abonos orgánicos como el guano de isla, compost, humus, entre otros, recomienda mezclar estos abonos con el suelo y agregar al fondo o a las costillas de la planta, se puede agregar por hoyo 100 g de roca fosfórica, 200 g de cáscara de café compostada, 25 g de magnocal y 2.0 g de ulexita.

Sotomayor (1993) recomienda trasplantar en horas de menor insolación, cortando la base de la bolsa de repique y el costado con una navaja, la planta con la tierra adherida se acomoda en el fondo del hoyo, se agrega el abono orgánico y se rellena con tierra superficial hasta el nivel del cuello de la planta, luego se compacta ligeramente para eliminar espacios vacíos, las plantas se instalan cuando presentan tres pares de hojas o forman la primera rama.

#### **4.2.1.7 Prácticas agronómicas**

##### **– Instalación de sombra**

INIA (2022) menciona que las planta de sombra que suele instalarse en las plantaciones de café puede ser temporal o permanente, en el primer caso se utiliza especies que tiene corto periodo de crecimiento y desarrollo rápido como es el plátano, frijol de palo, garbanzo, entre otras especies, los cuales son eliminados posteriormente, cuando la sombra permanente alcanza el tamaño deseado, en el caso de sombra permanente se pueden instalar árboles de crecimiento alto como el pacaé, incluso es posible realizar agroforestería al instalar pino, roble o nogal a mayores distancias, los distanciamientos a los cuales se instala los árboles de sombra depende de la especie y las características de clima y suelo.

Sotomayor (1993) menciona que la sombra tiene varias ventajas en el cultivo de café: genera un balance óptimo entre la radiación directa y difusa, lo cual optimiza la fotosíntesis, reduce los requerimientos de agua del café al reducir la evapotranspiración, la inducción floral es constante a través de los años y la producción se mantiene constante entre un año y otro, el control de malezas es menos frecuente, se protege el suelo de la erosión hídrica laminar los árboles reducen la velocidad cinética de las gotas de lluvia, las hojas de los árboles de

sombra incrementa el contenido de materia orgánica, los árboles de sombra se comporta como barrera rompeviento y reduce el daño en las plantas.

#### – **Control de malezas**

Salazar & Hincapié (2013) consideran maleza a todas las plantas que interfieren con el crecimiento del cultivo siendo esta interferencia negativa para la especie cultivada, las malezas compiten por espacio, agua y nutrientes, algunas malezas pueden emitir sustancias alelopáticas e impedir el crecimiento del cultivo, este daño puede ser severo en los primeros años de crecimiento del café, en la etapa productiva reduce el rendimiento del cultivo.

INIA (2022) señala que las malezas pueden controlarse de varias maneras: en forma mecánica utilizando herramientas manuales como el machete, en algunos casos, cuando los distanciamientos así lo permitan puede utilizarse moto guadañas, este tipo de control elimina las malezas ya sea cortando a nivel del suelo o extrayéndolos del suelo. En los primeros años de crecimiento de las plantas se puede utilizar el control cultural, el cual consiste en instalar cultivos anuales, especialmente fabáceas como el maní o frijol, los cuales mejoran la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno del medio ambiente.

#### – **Podas**

Sotomayor (1993) refiere que las podas pueden ser de diferentes tipos según la edad de las plantas, el primer tipo de poda es el de formación, tiene la finalidad de formar una arquitectura adecuada de la planta y se realiza en los primeros dos años de crecimiento, el primer tipo de poda de formación es el conocido como de despunte, consiste en cortar la guía principal y permitir el crecimiento de dos ejes principales, al finalizar la poda la planta tiene la forma de una horqueta. La segunda poda de formación es la del deschuponado, consiste en eliminar en forma periódica las ramas laterales de crecimiento vigoroso que tiene crecimiento orotrópico, estas ramas deben ser eliminados debido a que son poco productivos. La tercera poda de formación se denomina multicaulinar y consiste en agobiar el tallo principal en 45° y favorecer la formación de chupones de los cuales se escogen tres ramas sanas, vigorosas y bien formadas.

INIA (2022) señala que la poda de renovación se realiza normalmente cuando la planta tiene como mínimo seis años de etapa productiva, consiste en realizar un corte drástico del tallo principal de la planta, el corte se realiza en forma de bisel a una altura variable que depende de la variedad, luego de ocurrido el brotamiento de los retoños se elige los mejores normalmente de dos a tres retoños, los demás deben eliminarse. Marín (2012) menciona que la altura de corte del tallo principal en el caso de variedades bajas como caturra, catimor y catui es de 80 a 90 cm del suelo, en el caso de variedades altas como típica, bourbon el corte es a 60 cm del suelo, las herramientas de corte que pueden utilizarse son: serrucho curvo de poda, tijera de poda o motosierra pequeñas.

#### – Cosecha

Sotomayor (1993) recomienda que los frutos de café deben cosecharse cuando al presionar entre los dedos se sienta la suavidad de la pulpa y el fruto se desprende con facilidad del pedúnculo, el color del fruto no siempre es un indicador adecuado de la madurez del fruto, ya que, las coloraciones dependen de la variedad.

IIICA (2010) menciona que la cosecha en el momento exacto de madurez del fruto es de gran importancia, ya que, afecta la calidad sensorial de los granos, cuando se cosecha fruto verde el grano obtenido es revejido, mal formado, manchado o negro, el tegumento seminal se encuentra adherida fuertemente a la semilla, el grano cuando se tuesta es liso, coloración amarillenta y parcialmente manchada, la calidad en taza es muy baja y amarga. Cuando se cosecha fruto verde sazón el grano obtenido es regular, el tegumento seminal está parcialmente adherida a la semilla, el grano al ser tostado es liso o rugoso en cantidades variables, su coloración no es pareja, la tasa es amarga, la calidad sensorial es muy baja. Cuando se cosecha fruto maduro el grano tiene buen aspecto su coloración es verde uniforme, el tegumento seminal se desprende con facilidad de la semilla, el grano al ser tostado tiene coloración uniforme, oscuro y rugoso para plantas de altura y liso y claro de zonas bajas, la calidad sensorial es buena y tiene adecuadas condiciones de aroma, cuerpo y acidez.

Sotomayor (1993) menciona que la cosecha se realiza en forma manual, presionando las cerezas maduras entre los dedos y desprendiendo del pedúnculo,

no se debe desgarrar las yemas de los nudos de las ramas productoras, ya que, a partir de ellas se generan ramas secundarias o terciarias y por tanto, nuevas ramas productivas. No debe cosecharse los frutos verdes o pintones ya que, no solamente reducen la calidad física de los granos, sino también afectan la calidad sensorial de los granos, trae como consecuencia la producción granos de café de baja calidad, ya que la despulpadora rompe los granos verdes y pintones.

#### **4.2.1.8 Postcosecha del café**

##### **– Transporte de café cerezo**

IICA (2010) recomienda las siguientes medidas para el transporte de cerezos a la planta de beneficio: el vehículo de transporte debe estar provisto de tolva para un fácil descargue, debe estar limpio y libre de olores extraños y contaminantes, no debe trasladarse ningún otro tipo de material que pueda contaminar las cerezas, el transporte de cerezas del campo a la planta de beneficio debe realizarse el mismo día de la cosecha.

##### **– Recepción de café cerezo en la planta de beneficio**

IICA (2010) recomienda que la recepción del cerezo en la planta de beneficio debe contemplar lo siguiente:

- Identificación: los lotes que ingresan en forma diaria deben ser identificados para evitar mezclas, se recomienda cuando la planta de beneficio recibe café de varios fundos.
- Pesado: el lote recibido de café cerezo debe ser pesado para determinar su rendimiento en pergamino, esta información es necesaria a pesar de que existen estudios que han determinado que el promedio de rendimiento es normalmente de 5:1 a 6:1 es decir por cada 5 o 6 kilogramos de café cerezo se obtiene 1 kilogramo de café pergamino seco al 12% de humedad.
- Muestreo y análisis de calidad física: en cada lote recibido debe realizar un muestreo aleatorio según norma técnica, el análisis de calidad física se realiza con los siguientes criterios: la calidad excelente se asigna a frutos sanos y con plena madurez y calidad pobre o mala a frutos inmaduros, sobre maduros, secos en fruta o dañados por enfermedades y/o insectos. El análisis de la calidad física comprende la identificación, separación y conteo

de frutos defectuosos tales como: fruto sobre maduro, fruto inmaduro o semi - maduro, fruto atacado por insectos, fruto seco, etc.

- Almacenaje temporal del café cerezo: el lote de café cerezo se deposita en estructuras adecuadas como tanques semisecos, los cuales son estructuras metálicas con fondo inclinado hacia un canal central, a través del cual se transporta los cerezos hacia las maquinas despulpadoras.

- **Despulpado de cerezos de café**

Sotomayor (1993) señala que el despulpado es la remoción de la cáscara o epicarpio del fruto de café. Este despulpado se realiza con máquinas especialmente diseñadas para tal fin. Cuando el beneficio es por el método del lavado es mejor despulpar los cerezos el mismo día de la cosecha para que ocurra un desprendimiento perfecto de la cáscara y para que no ocurra elevación de temperatura en el almacenaje temporal que puede afectar la calidad sensorial de los granos. Cuando no se despulpa el mismo día se debe guardar las cerezas en agua abundante y que este en circulación para evitar alterar el pH de los cerezos. Cuando el despulpado no es el adecuado los granos puede resultar manchado y producir en la bebida sabor vinoso, cuando más se retrasa el despulpado más agrio se vuelven los granos.

IICA (2010) menciona que las despulpadoras más utilizadas son las de cilindro horizontal, los cuales giran en un eje impulsados con un motor eléctrico o en forma manual, el cilindro horizontal es una estructura giratoria enchapada con un chapa o camisa de cobre estampado con ponchaduras sobresalientes, los cuales giran y aplastan los cerezos en la pechera de hule o metal con una fuerza cortante o cizalladura, la presión desprende la cáscara del fruto y lo separa del grano, la cascara atrapada es liberada por el cilindro durante el giro y cae al suelo, mientras que, los granos con mucilago ruedan a través de ventanas hacia un recipiente colocado delante de la máquina. La regulación de la distancia entre la pechera y el cilindro se hace mediante tornillos de ajuste dispuestos a este propósito.

Cuya (2013) recomienda eliminar todo tipo de material extraño, pases vegetales como hojas, ramillas y otros que pudiera existir en la despulpadora, pozas de fermentación, secaderos y otras estructuras de beneficio, al momento del despulpado alimentar con agua el equipo para facilitar el movimiento de las cerezas en el interior, la cáscara resultante del despulpado se debe compostar antes de ser utilizado en el campo, el agua de despulpado y el de lavado se debe juntar en un estanque y ser tratada para evitar contaminación ambiental.

#### – **Fermentación**

Sotomayor (1993) señala que la fermentación viene a ser la digestión aeróbica o anaeróbica del mucilago que recubre el café pergamino, esto ocurre debido a que este material tiene alto contenido de azúcar. La fermentación es realizada por la acción de levaduras, hongos y bacterias, quienes al encontrar alta cantidad de nutrientes se multiplican rápidamente y producen enzimas que disuelven el mucilago, esta etapa es de gran importancia, ya que, se forman diferentes tipos de alcoholes, ácido acético, ácido láctico, propiónico y ácido butírico, sustancias que mejoran la calidad sensorial de los granos de café.

Cuya (2013) menciona que la fermentación puede realizarse en diferentes tipos de recipientes y depende de la cantidad de granos con mucilago, puede utilizarse pozas de concreto de diferentes tamaños y formas, siendo las mejores las de sección cuadrangular y circular, por mantener la temperatura uniforme en todo su volumen, puede utilizarse también cajones de madera, recipientes de plástico o madera, bidones de plástico, bolsas de plástico, entre otros. El tiempo de fermentación normal fluctúa de 24 a 36 horas, sin embargo, el tiempo exacto depende de la temperatura ambiental, estado de madurez del café al momento de ser cosechado, diseño de tanques fermentadores y la calidad del agua. La fermentación concluye cuando los granos frotados entre los dedos generan un sonido de cascajo o cuando se introduce un palo al centro de la poza de fermentación los granos no se desmoronan al momento de retirar el palo.

IICA (2010) indica que la fermentación es de gran importancia en la calidad sensorial de los granos de café, cuando esta etapa no es adecuadamente controlada puede presentarse defectos en el sabor, por ejemplo, cuando se deja mucho tiempo sin lavar y por encima del plazo permitido se desarrollan defectos en la bebida como sabores a fermento. Bioquímicamente durante la fermentación del mucilago ocurre una degradación de la pectina y otras sustancias pécticas a ácido galacturónico y los azúcares existentes en el mucilago se transforman en primer momento a alcoholes y si continua el medio aeróbico se transforma en ácidos orgánicos.

#### – **Lavado**

IICA (2010) mencionan algunos métodos de lavado:

El lavado en el beneficiado húmedo de café es la etapa que sigue a la fermentación del mucílago, mediante la aplicación de agua limpia, con el fin de remover residuos adheridos al pergamino. Esta fase requiere instalaciones adecuadas y medios que aseguren la limpieza del agua y del grano, para evitar contaminación.

#### – **Secado**

CENICAFE (2010) el secado es la etapa pos lavada en la que el café pergamino se somete a condiciones controladas (solares o mecánicas) para reducir su contenido de humedad hasta niveles aceptables para su comercialización (10-12 %). Durante el secado mecánico, el grano cede humedad al aire caliente que circula entre ellos. Oliveros *et al.*, (2008) mencionan que el secado solar mejorado ha sido diseñado por Centro Nacional de Investigaciones de Café en Colombia y el cual consiste en túneles techados con agrofilm desplazables y de baja altura, que son utilizados con éxito para el secado de granos de café, en estos túneles el secado es rápido debido a que el espacio entre las bandejas de secado y el techo plástico es reducida y la temperatura generada a nivel de granos es muy alta, se ha demostrado también que estos túneles de secado solar mejorado no afectan la calidad organoléptica del café.

- **Secado solar mejorado para café**

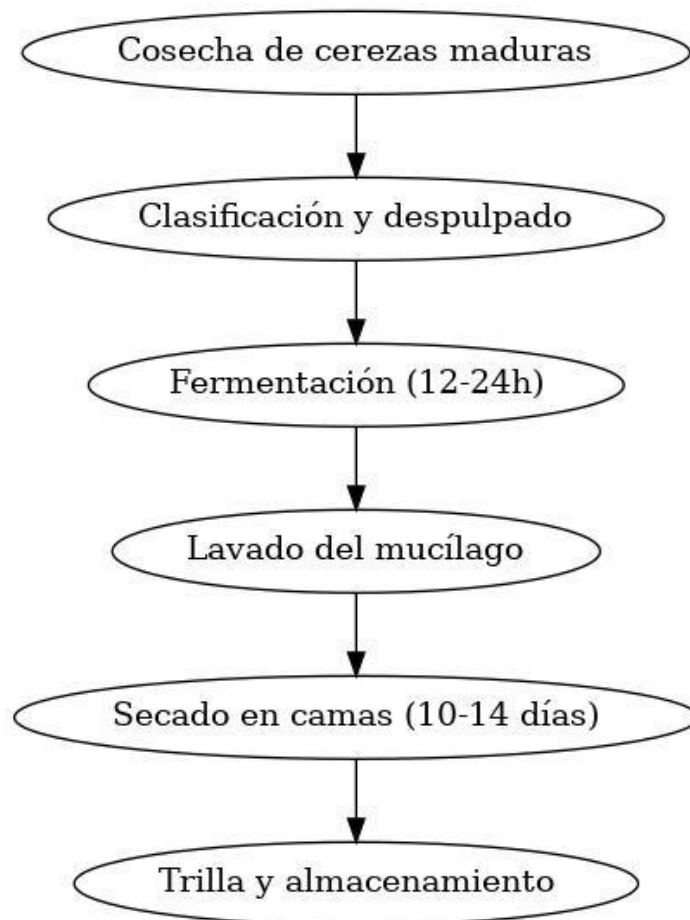
Bécquer-Frauberth et al. (2022) menciona que el secado solar mejorado es una tecnología postcosecha aplicada al café que consiste en el uso de estructuras cerradas o semicerradas (tipo túnel o invernadero) que aprovechan la radiación solar y el flujo de aire natural o forzado para deshidratar el grano de manera controlada. A diferencia del secado tradicional en tendal abierto, este sistema permite regulación de variables microclimáticas (temperatura, humedad relativa, ventilación), asegurando una pérdida de humedad uniforme y estable hasta alcanzar niveles seguros (<12 %).

Este método mejora sustancialmente la calidad física y sensorial del café, al minimizar riesgos de fermentación indeseada, contaminación y defectos organolépticos, optimizando así la conservación de compuestos químicos volátiles y antioxidantes.

#### **4.2.1.9 Métodos de beneficio postcosecha**

- **Beneficio húmedo o lavado**

Ramírez & Cerda (2021) mencionan que este método permite obtener café lavado, el proceso comienza con la limpieza y selección de cerezas recibidas de campo, continua con el despulpado mecánico donde se elimina la cáscara y parte de la pulpa, sigue con la fermentación por un tiempo determinado, continua con el lavado con abundante agua hasta eliminar los restos de mucilago y concluye con el secado de los granos.



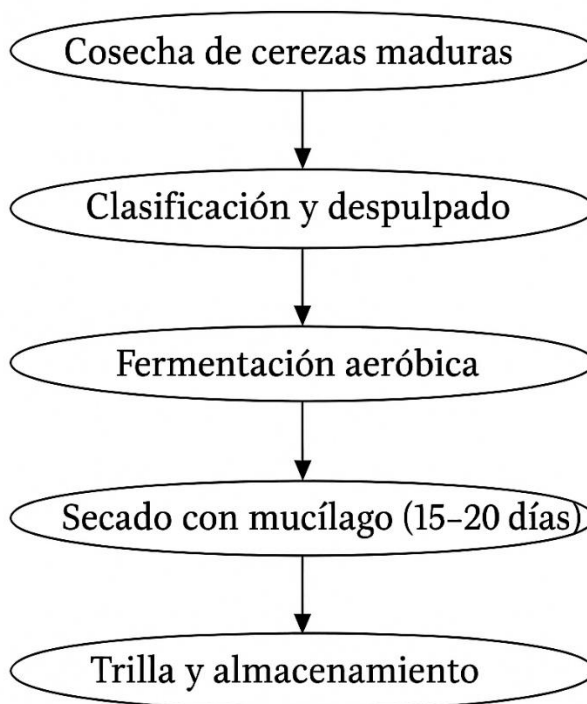
**Figura 1**

Flujograma del proceso de beneficio húmedo o lavado

– **Beneficio Honey aeróbico**

Mardoqueo *et al.*, (2023) mencionan que este método permite obtener granos de café con el mucilago seco sobre ella, debido a que estos granos no son lavados, el procedimiento es el siguiente:

- Limpieza y selección de cerezas recibidas del campo
- Fermentación de cerezas en forma aeróbica, es decir envases abiertos y con presencia de oxígeno.
- Despulpado de cerezas fermentadas en forma mecánica
- Secado de granos despulpados (no se lava los granos), el secado puede ser en tendales, secaderos solares o máquinas de secado, el pergamino del grano se seca con el mucilago.



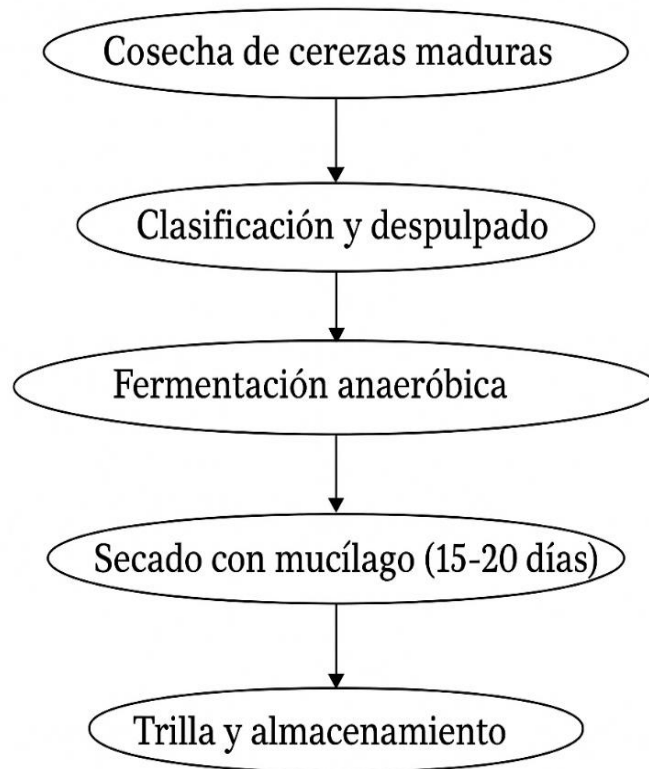
**Figura 2**

*Flujograma del proceso de beneficio Honey Aeróbico*

– **Beneficio honey anaeróbico**

Mardoqueo *et al.*, (2023) mencionan que este método también permite obtener granos de café con el mucilago seco sobre ella, debido a que estos granos no son lavados, el procedimiento es el siguiente:

- Limpieza y selección de cerezas recibidas del campo
- Fermentación de cerezas en forma anaeróbica, es decir envases herméticamente cerrados y sin presencia de oxígeno.
- Despulpado de cerezas fermentadas en forma mecánica
- Secado de granos despulpados (no se lava los granos), el secado puede ser en tendales, secaderos solares o máquinas de secado, el pergamino del grano se seca con el mucilago.



**Figura 3**

*Flujograma del proceso de beneficio Honey Anaeróbico*

– **Beneficio natural aeróbico**

Ramírez & Cerda (2021) indican que este método es conocido también como seco, debido a que no se utiliza agua en el procesamiento, a excepción del agua utilizada para la limpieza y selección de cerezas llegadas del campo, el procedimiento es el siguiente:

- Limpieza y selección de cerezas recibidas del campo
- Fermentación de cerezas en forma aeróbica, es decir envases abiertos y con presencia de oxígeno.
- Secado de cerezas fermentadas (no se realiza el despulpado) el secado puede ser en tendales, secaderos solares o máquinas de secado, el pergamino del grano se seca con el mucílago.
- Trillado de cerezos secos: en una trilladora se separa la cáscara de las cerezas y se recupera el café pergamino.



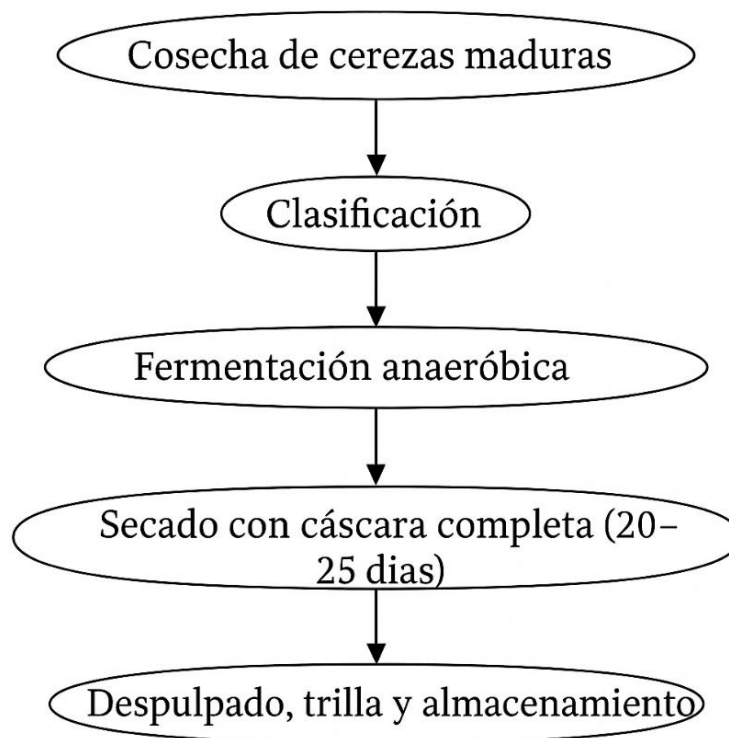
**Figura 4**

*Flujograma del proceso de beneficio Natural Aeróbico*

– **Beneficio natural anaeróbico**

Ramírez & Cerda (2021) indican que este método es conocido también como seco, debido a que no se utiliza agua en el procesamiento, a excepción del agua utilizada para la limpieza y selección de cerezas llegadas del campo, el procedimiento es el siguiente:

- Limpieza y selección de cerezas recibidas del campo
- Fermentación de cerezas en forma anaeróbica, es decir envases herméticamente cerrados y con ausencia de oxígeno.
- Secado de cerezas fermentadas (no se realiza el despulpado) el secado puede ser en tendales, secaderos solares o máquinas de secado, el pergamino del grano se seca con el mucilago.
- Trillado de cerezos secos: en una trilladora se separa la cáscara de las cerezas y se recupera el café pergamino.



**Figura 5**

*Flujograma del proceso de beneficio Natural Anaeróbico*

#### **4.2.1.10 Calidad física del café**

Pabón & Osorio (2019) menciona que la calidad física del café se refiere al conjunto de parámetros o características exteriores que debe cumplir el grano de café para ser considerado como un producto de consumo humano, sin riesgo para la salud. Entre los parámetros más importantes que determinan la calidad del café están: porcentaje de humedad, porcentaje de granos o semillas sanas y sin defectos, rendimiento o porcentaje de café verde o exportable.

INACAL (2021) mencionan los siguientes parámetros de calidad física del café a nivel nacional:

- Contenido de humedad: el porcentaje de humedad se determina con un equipo especialmente diseñado para tal fin y que utiliza la constante dieléctrica de los granos de café, la determinación se realiza sobre una muestra de 142 g de café pergamino, según la norma técnica peruana el rango de humedad de granos debe estar entre 10 y 12.5% para ser aceptado

- en mercados internacionales. Para el pesado del grano debe utilizarse una balanza de precisión de 0.1 g.
- Granulometría: consiste en determinar la distribución porcentual del tamaño de grano en la muestra de café verde. Se determina con la ayuda de una balanza de precisión de 0.1 g, cribas con perforaciones de 15/64 pulg (6.0 mm) redondas, cribas con perforaciones de 14/64 pulg (5.6 mm) y criba sin perforaciones o base, el procedimiento consiste en obtener una muestra de 200 g y se debe pasar por las cribas ordenadas de arriba hacia abajo en la secuencia de 15/64, 14/64 y base, se agita los granos vigorosamente, se pesa los granos retenidos en las mallas y se calcula el porcentaje con respecto a los 200 g de muestra. Se espera que el 50% de granos pase malla 15 y como máximo debe pasar el 5% la malla 14.
  - Olor de los granos: para determinar el olor de los granos se obtiene una muestra de 300 g, se extiende los granos sobre una superficie plana de color negro o naranja y se acerca a la nariz tan cerca como sea posible y se olfatea, se determina la presencia de olores anómalos. El olor normal es el olor característico de los granos de café, no se detecta ningún otro olor. El olor anormal es cualquier olor desagradable producto de un proceso de beneficio defectuoso, moho, fermento, entre otros, u otro olor extraño ajeno al proceso de beneficio.
  - Color de los granos: la determinación del color de los granos se realiza sobre una muestra de 300 g de café verde, los granos se extienden sobre una superficie plana negra o naranja, se observa el color y se describe como: verde-azul, verde azulado, café, verdoso, verde amarillento, amarillo pálido, amarillento o pardusco.
  - Granos defectuosos y materias extrañas: los granos defectuosos y materias extrañas se separan en categorías y luego son pesados, la expresión final se cuantifica en unidades de impacto en la calidad, se admite como máximo 15 defectos en granos de calidad 1, 23 defectos en grado 2 de calidad y 30 defectos en calidad 3 de calidad física de granos.

Pabón & Osorio (2019) menciona que el rendimiento de trillado es también un parámetro de calidad física de gran importancia en la exportación de granos entre estos rendimientos se tiene:

- Rendimiento en grano verde: se refiere a la relación que existe entre el peso del café pergamino y el café verde producto del pillado o trillado, en algunos países este porcentaje debe ser superior al 92.8%.
- Rendimiento en almendra sana: se refiere al café grano verde menos los granos defectuosos y las impurezas, corresponde al grano verde exportable, en algunos países se acepta porcentaje cercanos al 70% en el cual 18.7% corresponde a granos defectuosos e impurezas y 4.1% a café descarte o subproductos, haciendo un total de 92.8%.
- La utilización de la Norma Técnica Peruana (NTP) 209.027:2018 – Café verde. Requisitos como referencia para la identificación y cuantificación de defectos físicos en el grano de café verde resulta fundamental para garantizar la validez y comparabilidad de los resultados obtenidos en esta investigación, se tiene el siguiente cuadro.

**Tabla 1**

*Clasificación de granos defectuosos según NTP 209.027:2018 y NTP-ISO 10470:2017*

<b>Defecto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Causa principal</b>	<b>Efecto en la calidad</b>
<b>Grano negro</b>	Grano totalmente negro u oscuro.	Mal secado, fermentación excesiva, ataque fúngico.	Sabor amargo, fenólico, pérdida de calidad.
<b>Grano fermentado</b>	Grano con decoloración marrón oscura y olor desagradable.	Fermentación prolongada o mal controlada.	Sabores avinados, sucios, disminuye la calidad de taza.
<b>Bola o cereza seca</b>	Fruto completo seco sin despulpar.	Mal beneficio, secado incompleto.	Aporta sabores terrosos y no uniformes.

<b>Concha</b>	Grano abierto o doble, con cavidad interna.	Mal llenado del fruto por deficiencia nutricional o climática.	Afecta el rendimiento y uniformidad.
<b>Partido o cortado</b>	Grano roto o fragmentado.	Manejo inadecuado en trillado o transporte.	Mayor oxidación, afecta apariencia comercial.
<b>Parcialmente negro</b>	Grano con una parte oscura y otra de color normal.	Fermentación parcial o daño por humedad.	Reduce consistencia de la bebida.
<b>Parcialmente fermentado</b>	Grano con áreas marrones o rojizas irregulares.	Fermentación incompleta o deficiente.	Produce notas ácidas y desagradables.
<b>Flotador</b>	Grano liviano que flota en agua, poco denso.	Deficiente llenado del fruto, ataque de insectos, deshidratación.	Afecta rendimiento y calidad en taza.
<b>Palos</b>	Fragmentos de ramas, tallos o material leñoso.	Mala clasificación y limpieza.	Materia extraña no aceptable en exportación.
<b>Cáscaras</b>	Restos de pergamino o cascarilla adherida.	Mal trillado o limpieza deficiente.	No afecta sensorialmente, pero es defecto físico.

Fuente: NTP 209.027:2018.

#### 4.2.2. Calidad sensorial del café

Pabón & Osorio (2019) mencionan que la calidad sensorial del café se refiere al conjunto de atributos detectados por los órganos sensoriales y que determinan un nivel de calidad. Se determina en el proceso conocido como catación, el cual es realizado por un especialista o catador entrenado para calificar, según una escala, los atributos de calidad.

IICA (2010) menciona que la calidad sensorial del café se determina siguiendo un protocolo recomendado por la Asociación Americana de Café Especial (SCAA) y se califica en total 10 atributos de calidad, los cuales son puntuados de 1 a 10. Los atributos son los siguientes:

- Fragancia/aroma: Pabón & Osorio (2019) mencionan que fragancia se refiere al olor del café, de la muestra molida, cuando aún está seca, mientras

que, aroma es el olor de la muestra molida de café, cuando se mezcla con agua caliente.

- Sabor: INACAL (2021) menciona que se refiere a la combinación compleja entre atributos olfativos y gustativos, percibidos durante la catación de la muestra.
- Sabor residual: Pabón & Osorio (2019) mencionan que se refiere a la duración de las cualidades positivas del sabor, percibidas en la parte posterior del paladar.
- Acidez: INACAL (2021) indica que se refiere a la impresión gustativa causada por soluciones diluidas de la mayoría de los ácidos, la impresión ácida en el café es causado por ciertos ácidos orgánicos que se liberan al tostar el grano.
- Balance: Pabón & Osorio (2019) mencionan que viene a ser el contraste o complemento de los diferentes aspectos de sabor, acidez, sabor residual y cuerpo.
- Cuerpo: INACAL (2021) refiere que la intensidad del sabor, se define también como impacto del sabor, es un indicador del amargor y la viscosidad de la bebida preparada y que depende de la cantidad de sólidos solubles.
- Taza limpia: INACAL (2021) indica que es la ausencia de contaminantes, presencia de olores y sabores extraños en la bebida preparada.
- Dulzor: IICA (2010) menciona que se refiere a la sensación de sabor dulce, percibido debido a la presencia de azúcares en la bebida como la fructuosa.
- Uniformidad: Pabón & Osorio (2019) menciona que se refiere a la escasa o nula variación de sabor entre una taza y otra, cualquier variación de sabor indica inconsistencia de taza.
- Puntaje de catador: IICA (2010) menciona que se refiere al puntaje que registra el catador como su apreciación personal de la calidad.

INACAL (2021) menciona el procedimiento de catación para determinar la calidad sensorial del café, según norma técnica peruana: NTP 209.027:2018 café verde.

- Pesado de muestras: En una balanza de precisión será pesado de 100 a 300 g, esta muestra será representativa del lote analizado.

- Tostado: Se utilizará un tostador con un sistema de enfriamiento en el cual el aire pasa a través de una placa perforada, capaz de tostar hasta 500 g de café en 12 minutos, un termómetro con capacidad de registrar hasta 240.0 °C. Los 300 g de grano serán colocados en el tostador y se dejaron en ella hasta que los granos se tornen entre marrón claro a marrón intermedio, el tiempo es variable de 8 a 12 minutos, según muestra. La temperatura dentro del tostador será verificada con el termómetro manteniéndose entre 200 y 240°C.
- Enfriamiento: El enfriamiento de los granos tostados se realizará sobre la placa perforada de la tostadora, a través del cual se hace pasar aire en forma forzada, los granos serán enfriados durante cinco minutos hasta alcanzar una temperatura de 30°C.
- Molienda: La molienda se realizará con la ayuda de un molino de laboratorio ajustado para moler como máximo 100 g de muestra en un minuto, calibrado según norma técnica 70% retenido en tamiz de 600. El procedimiento será moler 50 g de la muestra tostada, descartar la molienda y volver a cargar el resto de granos tostados y moler.
- Pesado de la porción de ensayo: Con la ayuda de una balanza de precisión de laboratorio con una precisión de 0.1 g, se pesará una porción de ensayo en la proporción de 7 g por 100 ml de agua, el pesado se realizará como máximo 90 minutos después de la molienda para evitar la pérdida de las características volátiles del café.
- Preparación de la bebida de ensayo: La porción de ensayo pesado anteriormente se colocará en el fondo de la taza, se calentará el agua en el hervidor hasta alcanzar el punto de ebullición, utilizando la probeta graduada será medido el volumen requerido según porción de café molido agregado a la taza, el volumen de agua será agregado a la taza, se dejará reposar la infusión durante tres minutos para que la mayor parte del molido decante, se agitará levemente para facilitar el decantado, se retirará el molido que quedó en la superficie de la bebida y se descartará, se dejará enfriar la bebida a una temperatura de 55°C, la primera evaluación se realizará en el rango de temperatura de 50 a 55°C.

- Escala de calificación: La escala de calificación según recomendación de la (SCA 2022) es de 1 a 10 donde:

**Tabla 2**

*Escala de calificación: Asociación Americana de Café Especial*

Puntaje	Característica	Descripción
10	Excelente	Expresión máxima del atributo, totalmente limpio y sobresaliente, sin defectos.
9	Muy bueno	Atributo muy claro, de alta intensidad y agradable, muestra complejidad.
8	Bueno	Atributo bien definido, limpio y consistente, con buena expresión sensorial.
7	Aceptable	Atributo presente pero menos intenso, mantiene aceptable claridad.
6	Regular	Atributo débil, comienza a perder complejidad y definición.
5	Bajo	Atributo apenas perceptible, sensación sensorial pobre.
4	Deficiente	Atributo poco definido, aparecen notas indeseadas.
3	Malo	Atributo con defectos evidentes, predominan características negativas.
2	Muy malo	Atributo desagradable, defecto severo que domina la taza.
1	Inaceptable	Atributo ausente o extremadamente defectuoso, taza no apta.

Fuente: SCA 2022

### **4.3. Descripción de términos básicos**

#### **4.3.1. Efecto**

Colombo (2013) define efecto como el resultado de una acción, o como el cambio que genera esta acción en un entorno determinado, por tanto, todo efecto se debe a una causa que explica que el resultado de la acción sea de una manera determinada. En el caso de la experimentación agrícola la aplicación de un tratamiento determinado que viene a ser la causa genera una respuesta determinada en una variable que viene a ser el efecto.

#### **4.3.2. Catación**

Puerta (2009) define la catación como la acción que realizan los catadores para conocer los defectos presentes en una bebida, en el caso de granos de café, se

mide la intensidad de una característica sensorial como la acidez y dulzor, calificar el sabor, aroma y la calidad general del grano.

#### **4.3.3. Café pergamino**

DESCO (2013) menciona que es la semilla y el endocarpio del fruto de café procedente del proceso de beneficio, durante el cual se le ha quitado el mucilago y se ha secado hasta una humedad en el rango de 10 a 12%.

#### **4.3.4. Café verde**

DESCO (2013) menciona que el café verde corresponde a la semilla del fruto de café cuyo endocarpio o pergamino ha sido retirado por un proceso de trillado mecánico.

#### **4.3.5. Café grano exportable**

INACAL (2021) menciona que es el grano verde al cual se le ha quitado todos los granos defectuosos, granos de descarte y materias extrañas, estos granos pueden ser exportados sin temor a ser rechazados en el mercado internacional.

#### **4.3.6. Café especial**

Rhinehart, (2009) menciona que el termino de café de especialidad o especial fue acuñado por Erna Knutsen, de Knutsen Café Ltd., en un discurso ante los delegados de una conferencia internacional del café en Montreuil, Francia, en 1978. En esencia, el concepto es muy simple: microclimas geográficamente especiales producen granos con perfiles de sabor único, a los cuales ella se refirió como ‘cafés especiales’. La Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA) define el café de especialidad en su estado verde como el café que está libre de defectos primarios, que no tenga “quakers”, de tamaño apropiado y con un secado adecuado, que presente una taza libre de defectos, de contaminaciones y contenga atributos distintivos. En términos prácticos, esto significa que el café debe ser capaz de pasar los aspectos de la calificación y las pruebas de catación.

#### 4.3.7. Café orgánico

Arcila *et al.*, (2007) mencionan que es el café cultivado sin el uso de agroquímicos como fertilizantes, insecticidas, fungicidas, entre otros, este café para ser comercializado como tal debe ser certificado por una entidad certificadora orgánica reconocida.

#### 4.3.8. Apreciación Organoléptica – Café Geisha (*Coffea arabica* L.)

El café Geisha se caracteriza por un perfil sensorial altamente diferenciado, evidenciado a través de la evaluación de los diez atributos sensoriales establecidos en los protocolos de catación profesional. Su apreciación organoléptica permite valorar su complejidad, limpieza y expresión varietal, las cuales son consistentes con su clasificación como café de especialidad, considerando los 10 atributos sensoriales establecidos por la Specialty Coffee Association (SCA, 2015) y (INACAL 2021).

1. **Fragancia / Aroma:** Presenta una fragancia floral intensa y compleja, con notas de jazmín, cítricos, frutas tropicales y miel, atributos que reflejan su alto potencial genético y un manejo postcosecha adecuado (SCA, 2015).
2. **Sabor:** Exhibe un perfil dulce, definido y limpio, con marcada expresividad frutal (durazno, mango, cítricos) y delicadas notas florales, integradas de manera armoniosa.
3. **Sabor residual (retrogusto):** Prolongado, elegante y persistente, dominado por matices dulces y cítricos que se mantienen en el paladar, aportando sofisticación al perfil global.
4. **Acidez:** Brillante, nítida y de alta intensidad, con carácter cítrico-quinado, típica de cafés cultivados en altura, sin resultar punzante ni desbalanceada.
5. **Cuerpo:** Medio a alto, sedoso y limpio, con buena estructura, compatible con el perfil delicado del Geisha, sin astringencia ni pesadez.

- 6. Uniformidad:** Total consistencia entre muestras catadas, sin presencia de tazas defectuosas, lo que evidencia un proceso homogéneo y estable.
- 7. Taza limpia:** Ausencia total de sabores extraños o defectos, lo que garantiza transparencia sensorial y fidelidad al origen varietal y geográfico. (NTP 209.401:2019).
- 8. Dulzor:** Muy pronunciado, derivado de azúcares naturales del fruto, perceptible desde la primera fase de la catación, sin necesidad de aditivos.
- 9. Balance:** Armonía entre acidez, dulzor, cuerpo y aroma, logrando una integración sensorial que evidencia tanto el potencial genético como la precisión del proceso postcosecha.
- 10. Puntaje del catador:** La evaluación global sitúa al café Geisha por encima de los 85 puntos, validando su condición de café de especialidad y su aptitud para mercados exigentes.

## **V.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1. Tipo de investigación**

La investigación fue del tipo experimental, enfoque cuantitativo y nivel descriptivo.

### **5.2. Ubicación ecológica**

Según el diagrama bioclimático propuesto por Holdridge (1967) y mencionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2017) el sector de Andihuela, distrito de Santa Teresa, La Convención se ubica en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (bh-ST).

### **5.3. Ubicación espacial**

#### **5.3.1. Ubicación política**

Región:	Cusco
Provincia:	La Convención
Distrito:	Santa Teresa
Sector:	Andihuela
Fundo:	Nueva Alianza

#### **5.3.2. Ubicación geográfica**

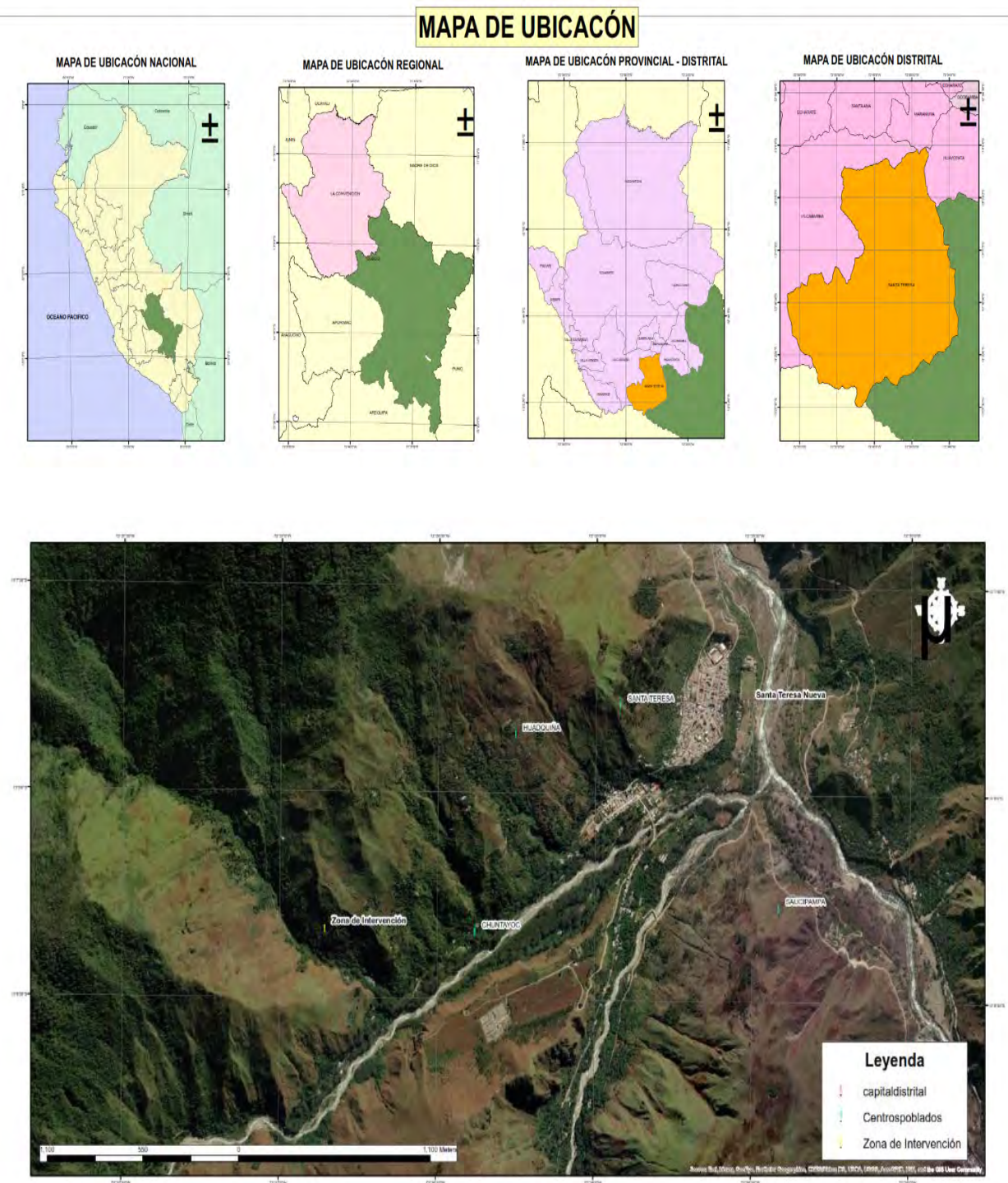
Longitud:	72°36'51.30" Oeste
Latitud:	13°8'20.28" Sur
Altitud:	1820 m

#### **5.3.3. Ubicación hidrográfica**

Cuenca :	Vilcanota - Urubamba
Subcuenca:	Yanatile
Microcuenca:	Andihuela

## 5.4. Ubicación temporal del experimento

La etapa experimental se realizó del 01 de marzo al 31 de octubre del 2024.



**Imagen 1**

*Mapa de Ubicación*

## **5.5. Materiales y métodos**

### **5.5.1. Materiales, equipos y herramientas**

#### **5.5.1.1. Material biológico**

Se utilizó 100 kg de cerezas maduras de café, cosechados de forma selectiva, de una parcela de la variedad Geisha, conducida bajo sombra de pacaes, con ocho años de edad y plena producción, pertenece al fundo Nueva Alianza.

#### **5.5.1.2. Materiales de campo**

- Ficha de campo
- Baldes de 18 litros y bidones de plástico con tapa hermética
- Atadores y sacos
- Bolsas de polietileno con cierre hermético
- Bolsas plásticas para fermentado
- Bandejas de madera con malla metálica para lavado de cerezos
- Manguera y sacos de yute
- Secadero solar con techo cubierto y bandejas de secado

#### **5.5.1.3. Materiales y equipos para catación**

- Equipo de medición de humedad de granos
- Molino de grano de laboratorio
- Tostadora de café y piladora de granos pergamino
- Pírex, cuchara de catación y escupiteras
- Balanza con precisión de 0.1 g y hervidora eléctrica
- Tableros, bandejas, papel toalla
- Mesas de catación
- Fichas de catación sensorial
- Cronometro y termómetros

#### 5.5.1.4. Otros equipos

- Balanza manual de izaje
- Despulpadora de acero inoxidable motorizado
- Celular (registro fotográfico)
- Equipo de cómputo e impresora

### 5.5.2. Métodos

#### 5.5.2.1. Diseño experimental

El experimento se instaló según diseño Completo al Azar con 5 tratamientos y cuatro repeticiones con 20 unidades experimentales. Los resultados fueron procesados en el programa Excel, se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 5%.

#### 5.5.2.2. Tratamientos

**Tabla 3**

*Descripción de los tratamientos de beneficio postcosecha del café*

CLAVE	TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T-1	<b>Lavado (Beneficio Húmedo)</b>	Consiste en despulpar las cerezas inmediatamente después de la cosecha, fermentar el mucílago adherido al pergamino hasta su descomposición, lavar los granos con agua para eliminar residuos y finalmente secarlos hasta 10–12 % de humedad. Este método produce tazas limpias, con alta acidez y fragancia definida.
T-2	<b>Honey Aeróbico (Pulped Natural Aeróbico)</b>	Implica realizar la fermentación en presencia de oxígeno (tanques abiertos) y posteriormente despulpar las cerezas conservando el mucílago en el grano, se realiza un secado controlado con el mucílago adherido.
T-3	<b>Natural Anaeróbico</b>	Se dejan las cerezas completas, sin despulpar, en tanques o envases cerrados para inducir fermentación en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno). Después, las cerezas se secan hasta alcanzar el contenido de humedad deseado y se trilla el pergamino.

<b>T-4</b>	<b>Natural Aeróbico</b>	Consiste en secar las cerezas completas en secadores solares, en presencia de oxígeno, volteándolas periódicamente para asegurar un secado uniforme.
<b>T-5</b>	<b>Honey Anaeróbico</b>	Similar al honey aeróbico, pero la fermentación del mucílago ocurre en ambiente anaeróbico (tanques herméticos o con válvula de liberación de CO <sub>2</sub> ).

### **5.5.2.3. Descripción de actividades**

#### **5.5.2.3.1 Actividades Generales**

Comprendieron las labores comunes a todos los tratamientos, tales como: selección de la parcela, identificación y marcaje de plantas, cosecha selectiva de cerezas, traslado del material a la planta de beneficio y selección manual de frutos sobremaduros o dañados.

#### **a) Elección de la parcela experimental**

Se seleccionó una plantación de ocho años de edad, con una superficie de una hectárea, cultivada con la variedad Geisha y conducida bajo sombra de pacaes, con tecnología propia del productor. La parcela está ubicada a 1820 m.s.n.m., en el sector de Andihuela, distrito de Santa Teresa, provincia de La Convención. Esta actividad se realizó el 21 de marzo del 2024.



**Figura 6**

*Elección de la parcela experimental*

### **b) Selección de plantas para obtención de muestras**

Antes de iniciar la cosecha, se realizó la selección de plantas destinadas para la obtención de las muestras, aplicando los siguientes criterios: edad de la planta, número de ramas productivas, condiciones fitosanitarias óptimas y ubicación de la parcela, descartando las plantas situadas en los bordes. Las plantas seleccionadas fueron identificadas con cintas plásticas para asegurar su correcta identificación durante la cosecha. Esta actividad se realizó el 20 de mayo del 2024.



**Figura 7**

*Selección de plantas para obtención de muestras*

### **c) Cosecha selectiva de cerezos de café**

La cosecha selectiva se efectuó en las plantas previamente seleccionadas de la parcela experimental. Se recolectaron únicamente los granos maduros de las ramas centrales, tomando la parte media de cada rama, con el propósito de obtener cerezas de tamaño homogéneo y madurez uniforme. La recolección se realizó manualmente en baldes, desprendiendo los frutos mediante un giro rápido para evitar daños en las ramas productivas. Esta actividad se llevó a cabo el 22 de junio de 2024.



**Figura 8**

*Cosecha selectiva de cerezos de café Geisha*

#### **d) Selección y lavado de cerezos de café**

Los cerezos cosechados fueron trasladados a la planta de beneficio y extendidos en una capa delgada sobre un cajón con fondo de malla. Los frutos sobremaduros y aquellos con daños ocasionados durante el transporte fueron retirados manualmente. Posteriormente, las cerezas fueron lavadas con agua limpia empleando una manguera.

Esta actividad se realizó el 22 de junio de 2024.



**Figura 9**

*Lavado de cerezos de café Geisha*

### 5.5.2.3.2 Actividades específicas por tratamiento

Posteriormente, se ejecutaron las actividades propias de cada tratamiento de beneficio postcosecha. Para cada uno se siguió la secuencia metodológica correspondiente:

#### a. Beneficio por el método de lavado (T-1)

- **Pesado de cerezos:** se pesaron 20 kg de cerezas lavadas y seleccionadas utilizando una balanza manual.
- **Despulpado:** las cerezas fueron despulpadas en una despulpadora de acero inoxidable accionada por motor eléctrico, realizándose el proceso en seco para evitar modificaciones en el pH del mucílago.
- **Fermentado:** los granos, aún cubiertos por mucílago, fueron sometidos a un proceso de fermentación durante 18 h, en bolsas plásticas, con temperatura inicial de 18 °C y final de 25 °C, PH inicial de 5.6 y PH final de 3.9, con el objetivo de facilitar la completa separación del mucílago.
- **Lavado:** concluida la fermentación, los granos se lavaron en un balde de 18 L, renovando el agua las veces necesarias hasta eliminar completamente el mucílago y obtener granos completamente limpios.
- **Secado:** los granos lavados fueron trasladados al secadero solar y dispuestos en bandejas en una capa de aproximadamente 2 cm de espesor. El secado se prolongó durante 15 días hasta obtener el porcentaje de humedad de 10 a 12%.
- Las labores fueron realizadas del 22 de junio al 11 de julio del 2024

**Tabla 4**

*Cronograma de Proceso de Beneficio por el método de lavado (T- 1)*

Día / Etapa	Actividad	Duración / Parámetros Clave	Resultado Esperado
Día 1 (mañana)	<b>Pesado y selección de cerezos</b>	Selección manual, eliminación de frutos verdes o defectuosos. Peso: 20 kg.	Homogeneidad en la materia prima.

<b>Día 1 (mañana)</b>	<b>Despulpado</b>	Despulpadora de acero inoxidable, operación en seco para evitar alteración del pH del mucílago.	Conservación del mucílago para fermentación controlada.
<b>Día 1 (tarde) – Día 2 (mañana)</b>	<b>Fermentación</b>	18 h en bolsas plásticas. Temp. inicial: 18 °C, final: 25 °C. pH inicial: 5.6 → pH final: 3.9.	Degradación enzimática completa del mucílago, desarrollo de precursores aromáticos.
<b>Día 2 (mañana)</b>	<b>Lavado</b>	Agua renovada varias veces hasta eliminar por completo el mucílago.	Granos completamente limpios, sin restos de mucílago.
<b>Día 2 – Día 16</b>	<b>Secado en secadero solar</b>	15 días. Capa de 2 cm. Remoción: 3-4 veces/día (días 1-7), 2 veces/día (días 8-15). Temp. secadero: 30-38 °C.	Descenso de humedad hasta el rango 10-12 % (NTP 209.027:2018).
<b>Día 17 en adelante</b>	<b>Reposo y estabilización</b>	30 días en ambiente controlado.	Homogeneización de la humedad interna del grano antes de la evaluación física y sensorial.

Fuente: Elaboración propia (2024).



**Figura 10**

*Muestra de beneficio método lavado- T1*

**b. Beneficio por el método Honey aeróbico (T-2)**

- **Pesado de cerezos lavados y seleccionados:** fueron pesados 20 kg de cerezos con la ayuda de una balanza manual.
- **Fermentación:** los cerezos limpios y pesados fueron acomodados en bidones de plástico sin tapa, en estos recipientes abiertos fueron fermentados durante 40 horas.
  - Temperatura inicial de fermentación: 19°C
  - Temperatura final: 24°C
  - pH inicial del mucílago: 5.8.
  - pH final: 4.0
- **Despulpado:** Posterior a la fermentación, los cerezos fueron despulpados en una despulpadora de acero inoxidable de accionamiento eléctrico. Este proceso se realizó **sin adición de agua**, para preservar el pH y mantener el mucílago adherido al grano, condición indispensable para el beneficio Honey.
- **Secado previo (pre-secado):** Los granos despulpados fueron trasladados en forma inmediata a las bandejas de secado con exposición directa al sol con temperatura en un rango de 25 C°- 35c°, aproximadamente de 6 a 8 hora de sol (1 día), el objetivo fue que el mucilago se adhiriera al pergamino y la humedad descendiera de 55%-45%.
- **Secado en secadero solar:** Los granos pre-secos fueron trasladados al secadero solar y dispuestos en bandejas en capas de **2 cm de espesor**.
  - El secado se prolongó por 20 días, removiendo los granos de 3 a 4 veces al día en los primeros 10 días (días 1 al 10), y 2 veces/día en la etapa final (días 11 al 20).
  - Se empleó un higrómetro portátil para monitorear la humedad, hasta alcanzar el rango 10 – 12 % de humedad.
  - La temperatura interna del secadero osciló entre 30 – 38 °C en horas de mayor radiación.

Las labores fueron realizadas del 22 de junio al 16 de julio del 2024

**Tabla 5***Cronograma de Proceso de Beneficio Honey (T-2)*

<b>Día / Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración / Parámetros Clave</b>	<b>Resultado Esperado</b>
<b>Día 1 (mañana)</b>	<b>Cosecha y selección de cerezos</b>	Selección manual, eliminación de frutos verdes o dañados. Peso: <b>20 kg</b>	Homogeneidad en la materia prima
<b>Día 1 (tarde)</b>	<b>Fermentación aeróbica</b>	40 h en baldes abiertos, Temp. inicial: <b>19 °C</b> , final: <b>24 °C</b> . pH: 5.8 → 4.0	Desarrollo de precursores aromáticos, degradación controlada del mucílago
<b>Día 3 (mañana)</b>	<b>Despulpado sin agua</b>	Despulpadora de acero inoxidable, operación en seco	Mucílago se mantiene adherido al grano
<b>Día 3 (día completo)</b>	<b>Presecado al sol</b>	6-8 h de exposición solar. Temp.: <b>28-35 °C</b> . Humedad desciende de 55 % → 45 %	Adherencia rápida del mucílago al pergamino
<b>Día 4 al 23</b>	<b>Secado en secadero solar</b>	20 días. Capas de 2 cm. Remoción: 3-4 veces/día (días 1-10), 2 veces/día (días 11-20). Temp. secadero: <b>30-38 °C</b>	Humedad desciende progresivamente hasta el rango <b>10-12 %</b> (NTP 209.027:2018)
<b>Día 24</b>	<b>Reposo y estabilización</b>	30 días en ambiente controlado antes de la evaluación físico/sensorial.	Homogeneización de la humedad interna del grano

Fuente: Elaboración propia (2024).



**Figura 11**

*Actividad de pre secado – T2*

**c. Beneficio por el método natural anaeróbico (T-3)**

- **Pesado de cerezos lavados y seleccionados:** Se pesaron 20 kg de cerezos utilizando una balanza manual, asegurando homogeneidad en el estado de madurez y eliminando frutos verdes o dañados.
- **Fermentación anaeróbica:** los cerezos limpios y pesados fueron vertidos en bidones de plástico con tapa hermética, eliminando el aire en la medida de lo posible para propiciar un entorno anaeróbico, La fermentación se realizó durante 40 h, registrando una temperatura inicial de 18 °C y una final de 24 °C, con pH inicial de 5.8 y pH final de 4.1, lo que indica una adecuada actividad microbiana y desarrollo de precursores aromáticos. La temperatura interna de los bidones fue monitoreada cada 12 horas para evitar sobrefermentación.
- **Secado previo (pre-secado):** Al término de la fermentación, los cerezos fueron trasladados inmediatamente a bandejas de secado, con exposición directa al sol durante 6–8 h, logrando reducir la humedad inicial de 60–62 % a aproximadamente 50 %, evitando la proliferación de hongos y facilitando la transición al secadero solar.
- **Secado en secadero solar:** Los cerezos presecados fueron dispuestos en capas de 3 cm de espesor sobre las bandejas del secadero solar. El secado tuvo una duración de 25 días, con temperaturas internas del secadero en el rango de 28–36 °C. Durante los primeros 10 días, los

cerezos fueron removidos 4 veces por día para garantizar uniformidad; luego, la frecuencia de remoción se redujo a 2 veces por día. Al final del secado, los cerezos alcanzaron un contenido de humedad de 10–12 %.

- **Reposo y estabilización:** Tras el secado, los cerezos fueron almacenados en ambiente controlado (temperatura 18–20 °C, humedad relativa 60–65 %) durante 30 días, para permitir la estabilización y homogeneización de la humedad interna antes de la trilla y evaluación físico-sensorial.

Las labores fueron realizadas del 22 de junio al 24 de julio del 2024.

**Tabla 6**

*Cronograma de Proceso de método natural anaeróbico (T-3)*

Día / Etapa	Actividad	Duración / Parámetros Clave	Resultado Esperado
<b>Día 1 (mañana)</b>	Pesado y selección de cerezos	20 kg de cerezas seleccionadas, eliminando frutos verdes o dañados.	Homogeneidad en la materia prima, cerezos de madurez óptima.
<b>Día 1 (tarde) – Día 3 (mañana)</b>	Fermentación anaeróbica en bidones plásticos con tapa hermética	40 h. Temp. inicial 17–18 °C → final 23–24 °C. pH: 5.8 → 4.1. Ambiente sin oxígeno.	Degradación completa del mucílago, desarrollo de precursores aromáticos.
<b>Día 3 (tarde)</b>	Secado previo (presoleo)	Exposición directa al sol 6–8 h. Humedad inicial 60–62 % → final 50 %.	Reducción rápida de humedad, prevención de fermentaciones indeseadas y hongos.
<b>Día 4 al 28</b>	Secado en secadero solar	25 días. Capa de 3 cm. Temp.: 28–36 °C. Remoción 4 veces/día (días 1–10) y 2 veces/día (días 11–25). Humedad final 10–12 %.	Granos con humedad óptima según NTP 209.027:2018.
<b>Día 29 – Día 58</b>	Reposo y estabilización en ambiente controlado	30 días. Temp.: 18–20 °C; HR: 60–65 %.	Homogeneización de la humedad interna, estabilización de compuestos volátiles.

Fuente: Elaboración propia (2024).



**Figura 12**

*Secado - método natural anaeróbico – T3*

**d. Beneficio por el método natural aeróbico (T-4)**

- **Pesado de cerezos lavados y seleccionados:** Se pesaron 20 kg de cerezos utilizando una balanza manual, asegurando homogeneidad en el estado de madurez y eliminando frutos verdes o dañados.
- **Fermentación anaeróbica:** los cerezos limpios y pesados fueron vertidos en bidones de plástico sin tapa, en estos recipientes abiertos fueron fermentados durante 40 horas.
  - Temperatura inicial de fermentación: 19°C
  - Temperatura final: 24°C
  - pH inicial del mucílago: 5.8.
  - pH final: 4.0
- **Secado previo:** Al término de la fermentación, los cerezos fueron trasladados inmediatamente a bandejas de secado, con exposición directa al sol durante 6–8 h, logrando reducir la humedad inicial de 60% a aproximadamente 50 %, evitando la proliferación de hongos y facilitando la transición al secadero solar.
- **Secado en secadero solar:** Los cerezos presecados fueron dispuestos en capas de 3 cm de espesor sobre las bandejas del secadero solar. El secado tuvo una duración de 25 días, con temperaturas internas del

secadero en el rango de 28–36 °C. Durante los primeros 10 días, los cerezos fueron removidos 4 veces por día para garantizar uniformidad; luego, la frecuencia de remoción se redujo a 2 veces por día. Al final del secado, los cerezos alcanzaron un contenido de humedad de 10–12 %.

- **Reposo y estabilización:** Tras el secado, los cerezos fueron almacenados en ambiente controlado (temperatura 18–20 °C, humedad relativa 60–65 %) durante 30 días, para permitir la estabilización y homogeneización de la humedad interna antes de la trilla y evaluación físico-sensorial.

Las labores fueron realizadas del 22 de junio al 24 de julio del 2024.

**Tabla 7**

*Cronograma de Proceso de método natural aeróbico (T-4)*

Día / Etapa	Actividad	Duración / Parámetros Clave	Resultado Esperado
<b>Día 1 (mañana)</b>	Pesado y selección de cerezos	20 kg de cerezas seleccionadas, eliminando frutos verdes o dañados.	Homogeneidad en la materia prima, cerezos de madurez óptima.
<b>Día 1 (tarde) – Día 3 (mañana)</b>	Fermentación aeróbica en bidones plásticos sin tapa	40 h. Temp. inicial 19 °C → final 24 °C. pH: inicial 5.8 → Ph final 4.0	Degradación completa del mucílago, desarrollo de precursores aromáticos.
<b>Día 3 (tarde)</b>	Secado previo (presoleo)	Exposición directa al sol 6–8 h. Humedad inicial 60 % → final 50 %.	Reducción rápida de humedad, prevención de fermentaciones indeseadas y hongos.
<b>Día 4 al 28</b>	Secado en secadero solar	25 días. Capa de 3 cm. Temp.: 28–36 °C. Remoción 4 veces/día (días 1–10) y 2 veces/día (días 11–25). Humedad final 10–12 %.	Granos con humedad óptima según NTP 209.027:2018.
<b>Día 29 – Día 58</b>	Reposo y estabilización en ambiente controlado	30 días. Temp.: 18–20 °C; HR: 60–65 %.	Homogeneización de la humedad interna, estabilización de compuestos volátiles.

Fuente: Elaboración propia (2024).



**Figura 13**

*Secado - Método natural aeróbico – T4*

**e. Beneficio por el método Honey anaeróbico (T-5)**

- **Pesado de cerezos lavados y seleccionados:** fueron pesados 20 kg de cerezos con la ayuda de una balanza manual.
- **Fermentación:** los cerezos limpios y pesados fueron acomodados en bidones de plástico con tapa hermética, eliminando el aire en la medida de lo posible para propiciar un entorno anaeróbico, La fermentación se realizó durante 40 horas registrando:
  - Temperatura inicial de fermentación: 19°C
  - Temperatura final: 24°C
  - pH inicial del mucílago: 5.8.
  - pH final: 4.0

Lo que indica una adecuada actividad microbiana y desarrollo de precursores aromáticos. La temperatura interna de los bidones fue monitoreada cada 12 horas para evitar sobrefermentación.

- **Despulpado:** Posterior a la fermentación, los cerezos fueron despulpados en una despulpadora de acero inoxidable de accionamiento eléctrico. Este proceso se realizó **sin adición de agua**, para preservar el pH y mantener el mucílago adherido al grano, condición indispensable para el beneficio Honey.
- **Secado previo (pre - secado):** Los granos despulpados fueron trasladados en forma inmediata a las bandejas de secado con exposición directa al sol con temperatura en un rango de 25 C°- 35c°,

aproximadamente de 6 a 8 hora de sol (1 día), el objetivo fue que el mucilago se adhiriera al pergamino y la humedad descendiera de 55%-45%.

- **Secado en secadero solar:** Los granos pre-secos fueron trasladados al secadero solar y dispuestos en bandejas en capas de **2 cm de espesor**.
  - El secado se prolongó por 20 días, removiendo los granos de 3 a 4 veces al día en los primeros 10 días (días 1 al 10), y 2 veces/día en la etapa final (días 11 al 20).
  - Se empleó un higrómetro portátil para monitorear la humedad, hasta alcanzar el rango 10 – 12 % de humedad.
  - La temperatura interna del secadero osciló entre 30 – 38 °C en horas de mayor radiación.

Las labores fueron realizadas del 22 de junio al 16 de julio del 2024

**Tabla 8**

*Cronograma de Proceso de Beneficio Honey anaeróbico (T-5)*

Día / Etapa	Actividad	Duración / Parámetros Clave	Resultado Esperado
Día 1 (mañana)	Cosecha y selección de cerezos	Selección manual, eliminación de frutos verdes o dañados. Peso: 20 kg	Homogeneidad en la materia prima
Día 1 (tarde)	Fermentación anaeróbica en bidones plásticos con tapa hermética	40 h en ambiente sin oxígeno, Temp. inicial: 19 °C, final: 24 °C. pH: 5.8 → 4.0	Desarrollo de precursores aromáticos, degradación controlada del mucílago
Día 3 (mañana)	Despulpado sin agua	Despulpadora de acero inoxidable, operación en seco	Mucílago se mantiene adherido al grano
Día 3 (día completo)	Presecado al sol	6-8 h de exposición solar. Temp.: 25-35 °C. Humedad descende de 55 % → 45 %	Adherencia rápida del mucílago al pergamino
Día 4 al 23	Secado en secadero solar	20 días. Capas de 2 cm. Remoción: 3-4 veces/día (días 1-10), 2 veces/día (días 11-20). Temp. secadero: 30-38 °C	Humedad descende progresivamente hasta el rango 10-12 % (NTP 209.027:2018)
Día 24	Reposo y estabilización	30 días en ambiente controlado antes de la evaluación físico/ sensorial.	Homogeneización de la humedad interna del grano

Fuente: Elaboración propia (2024).



**Figura 14**

*Secado- Método Honey anaeróbico (T-5)*

### **5.5.2.3.3 Embolsado de granos y cerezos secos**

El café pergamino seco obtenido mediante los métodos de beneficio lavado, honey aeróbico y honey anaeróbico, así como los cerezos secos o café bola provenientes de los métodos natural aeróbico y natural anaeróbico, fueron embolsados utilizando bolsas plásticas (Graimpro) y sellados con equipo térmico. Posteriormente, las muestras fueron almacenadas para su reposo, a fin de estabilizar la humedad y permitir el acondicionamiento del grano antes de la evaluación. Esta actividad se realizó los días 7, 13 y 17 de agosto de 2024.



**Figura 15**

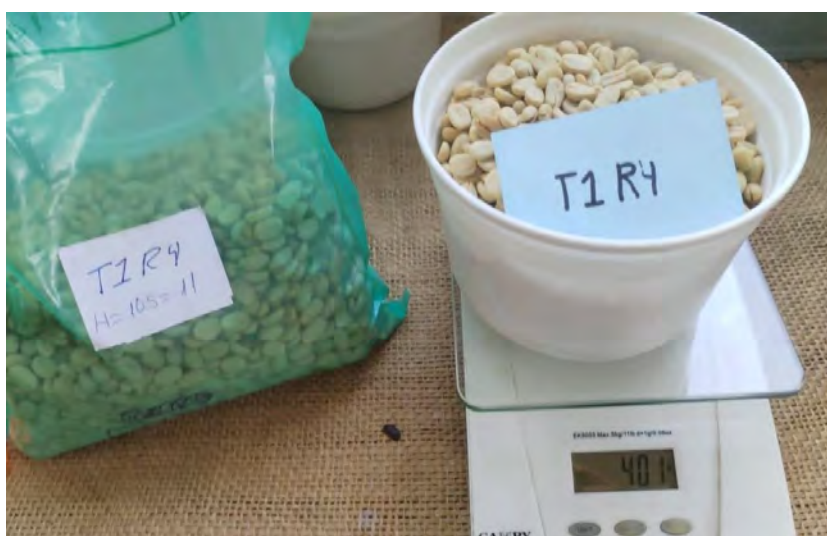
*Embolsado y sellado de muestras*

#### 5.5.2.4. Evaluaciones para el objetivo específico 1 – calidad física

La calidad física de los granos de café se evaluó mediante un conjunto de parámetros establecidos en la NTP 209.027:2018 – Café verde y normas complementarias del INACAL (2021). Para ello, se realizaron las siguientes determinaciones:

##### a) Pesado de muestras:

Se utilizaron muestras representativas de 400 g de café por cada tratamiento y repetición, totalizando 20 muestras correspondientes a cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El pesado se efectuó en una balanza de precisión (0.1 g) para asegurar exactitud.



**Figura 16**

*Pesado de muestras de granos de café*

##### b) Determinación de Porcentaje de humedad

La humedad de cada muestra se determinó mediante un medidor dieléctrico de humedad, utilizando una submuestra de 142 g, siguiendo lo establecido en la NTP 209.027:2018. El rango aceptable para café pergamino seco fue de 10 a 12.5 %.



**Figura 17**

*Medición de porcentaje de humedad*

### **c) Porcentaje de café verde**

Para la determinación del porcentaje de café verde, cada muestra de 400 g de café pergamino correspondiente a cada unidad experimental fue sometida a pilado en una trilladora eléctrica de laboratorio. El proceso permitió separar los granos verdes de la cascarilla resultante.

Posteriormente, los granos pilados se pesaron en una balanza de precisión (0.1 g). Con este dato, el porcentaje de café verde se calculó aplicando la siguiente relación:

$$\% \text{ café verde} = \frac{\text{Peso de café verde}}{\text{Peso total de muestra}} * 100$$



**Figura 18**

*Trillado de café pergamino*

#### **d) Porcentaje de cascarilla**

Para determinar el porcentaje de cascarilla, fue pesado en una balanza de precisión la cascarilla resultante del pilado del café pergamino, esta evaluación fue realizada por cada unidad experimental. Fue calculado con la siguiente expresión:

$$\% \text{ cascarilla} = \frac{\text{Peso de cascarilla}}{\text{Peso total de muestra}} * 100$$

#### **a) Porcentaje de grano exportable**

Para determinar el porcentaje de grano exportable se realizó la distribución de tamaño mediante un juego de cribas de 15/64, 14/64 y base, utilizando una muestra de 200 g de café verde. Los granos fueron agitados, retenidos y posteriormente pesados, calculando el porcentaje de cada fracción en relación con el peso total de la muestra.

El peso de grano exportable se determinó considerando la exclusión de los granos defectuosos, aplicando la siguiente expresión:

$$\text{Peso de grano exportable} = \text{Peso de café verde} - \text{Peso de café defectuoso}$$

Mientras que el porcentaje de grano exportable se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ grano exportable} = \frac{\text{Peso de grano exportable}}{\text{Peso total de muestra}} * 100$$

#### **b) Porcentaje de grano defectuosos**

Los granos defectuosos fueron separados manualmente de cada muestra y pesados en una balanza de precisión (0,1 g). de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 209.027:2018 Café verde. Requisitos, los defectos físicos considerados incluyen: granos negros, fermentados, bola o cereza, conchas,

partidos o cortados, parcialmente negros, parcialmente fermentados, flotadores, palos y cáscaras.

El porcentaje de grano defectuoso fue determinado con la expresión siguiente:

$$\% \text{ granos defectuosos} = \frac{\text{Peso de grano defectuosos}}{\text{Peso total de muestra}} * 100$$

#### 5.5.2.5. Evaluaciones para el objetivo específico 2 – calidad sensorial

La evaluación sensorial de los granos de café se llevó a cabo mediante un panel conformado por tres catadores profesionales certificados como Q Grader, garantizando objetividad y confiabilidad en los resultados. El análisis se efectuó el 14 de octubre de 2024, siguiendo el protocolo de catación estandarizado de la Specialty Coffee Association (SCA, 2021), reconocido internacionalmente por su especificidad en la caracterización de atributos sensoriales en cafés de especialidad.

Este protocolo comprende la valoración de diez atributos: fragancia/aroma, sabor, retrogusto, acidez, cuerpo, uniformidad, taza limpia, dulzor, balance y puntaje global, expresados en una escala de 0 a 100 puntos, que permite clasificar al café como de especialidad cuando supera los 80 puntos.

Asimismo, la metodología aplicada complementa los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 209.027:2018 – Café verde. Requisitos, la cual define parámetros generales de calidad física y sensorial para café verde destinado a mercados nacionales e internacionales. La integración de ambos enfoques (SCA y NTP) asegura una evaluación integral, tanto en el aspecto normativo como en la caracterización sensorial de las muestras estudiadas.

- a. **Pesado de muestras:** Se pesaron 200 g de café **oro** por cada repetición y tratamiento utilizando una balanza de precisión ( $\pm 0,01$  g). Se obtuvieron 20 muestras de 200 g cada una, correspondientes a cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las muestras fueron codificadas (análisis a ciegas) para evitar sesgos en la evaluación sensorial.

- b. Tostado:** El tostado se realizó en un tostador de laboratorio con capacidad de 500 g. Cada muestra (200 g) fue tostada siguiendo los parámetros establecidos por el protocolo SCA para catación, buscando un tueste de color medio ( $\text{Agtron } 55 \pm 1$ ).

El tiempo de tostado fue de 8 a 12 minutos, dependiendo de las características de cada muestra, manteniendo la temperatura de aire en el rango de 200 a 240 °C. La temperatura fue monitoreada mediante termómetro digital.

- c. Enfriamiento:** Inmediatamente después del tueste, los granos se enfriaron utilizando la placa perforada del tostador con flujo de aire forzado, hasta alcanzar una temperatura cercana a 30 °C en un tiempo aproximado de 5 minutos, garantizando que no continúe el desarrollo térmico posterior.

- d. Molienda:** La molienda se realizó con un molino de laboratorio calibrado para obtener un tamaño de partícula de  $850 \pm 100 \mu\text{m}$ , según lo establecido por el protocolo SCA. Se molieron 50 g de café por muestra y se procuró mantener uniformidad en el tamaño de partícula para evitar variaciones en la extracción.

- e. Pesado de la porción de ensayo:** Con ayuda de la balanza de precisión, se pesaron 8,25 g de café molido por taza, siguiendo la relación estándar de 8,25 g de café por 150 ml de agua recomendada por la SCA. El pesado se realizó en un tiempo no mayor a 15 minutos después de la molienda, para evitar la pérdida de compuestos volátiles.

- f. Preparación de la bebida de ensayo:** El café molido se colocó en el fondo de las tazas de catación. El agua se calentó en un hervidor hasta alcanzar una temperatura de  $93 \pm 2$  °C. El volumen de agua requerido fue pesado en balanza digital para asegurar la relación de 8,25 g de café por 150 g de agua establecida en el protocolo SCA. El agua se vertió sobre el café en un solo flujo continuo. La infusión se dejó

reposar durante 4 minutos, luego se rompió la costra con cuchara de catación y se retiraron los residuos flotantes antes de la evaluación sensorial.

**g. Escala de calificación:** La escala de calificación según recomendación de la Asociación Americana de Café Especial (SCA) es de 1 a 10.

**h. Registro de evaluaciones**

Las evaluaciones sensoriales fueron registradas en las fichas oficiales de catación SCA correspondientes a cada muestra. Los resultados se obtuvieron de manera individual por cada catador Q-Grader participante. Las sesiones de evaluación se realizaron el mismo día y en condiciones controladas, evitando variaciones en temperatura y ambiente. Cada catador registró sus puntajes de forma independiente, sin intercambio de opiniones previas, a fin de garantizar la objetividad de los resultados.



**Figura 19**

*Tostado de granos de café Geisha*



**Figura 20**

*Molienda de granos de café tostados*



**Figura 21**

*Proceso de catación*



**Figura 22**

*Acompañamiento de la Asesora en el desarrollo de la evaluación sensorial.*



**Figura 23**

*Acompañamiento del asesor en el desarrollo de la fase experimental.*

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Calidad física del café

#### 6.1.1 Porcentaje de humedad de granos

**Tabla 9**

*Porcentaje de humedad de granos (%)*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
<b>T-1</b>	Lavado	0.1010	0.1000	0.1050	0.1000	0.1015
<b>T-2</b>	Honey aeróbico	0.1010	0.1030	0.1030	0.1000	0.1018
<b>T-3</b>	Natural anaeróbico	0.1030	0.1020	0.1030	0.1040	0.1030
<b>T-4</b>	Natural aeróbico	0.1040	0.1060	0.1050	0.1080	0.1058
<b>T-5</b>	Honey anaeróbico	0.1000	0.0990	0.1010	0.1020	0.1005
<b>Promedio general</b>						0.1025

El promedio general para humedad de granos fue de 10.25% (tabla 9) este promedio es inferior al reportado por Escalante (2023), quien evaluó los métodos de beneficio: lavado, natural y honey encontró como promedio más alto 10.83% para el beneficio natural, Valenzuela (2023) evaluó el efecto de los métodos de beneficio: lavado, Honey, natural y anaeróbico en la calidad física y determinó humedad de granos en el rango de 10.5 a 11.4%, Silvestre (2020) determinó el efecto de los métodos de beneficio natural y honey y determinó como promedio más alto 15.43% para beneficio natural con granos sobremaduros. En la tabla se observa también que el tratamiento con mayor contenido de humedad de granos fue natural aeróbico con 10.58%, mientras que, el tratamiento con menor contenido de humedad fue Honey anaeróbico con 10.05%. INACAL (2021) menciona que el café de exportación debe tener un contenido de humedad en el rango de 10.00 a 12.5%, los resultados obtenidos en presente investigación y presentado en la tabla

**Tabla 10**

*Análisis de varianza para porcentaje de humedad de granos (%)*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	4	0.000065	0.000016	6.2184	3.06	4.89	*	**
<b>Error</b>	15	0.000039	0.000003					
<b>Total</b>	19	0.000105					C.V.	1.58%

El análisis de varianza elaborado al 95% y 99% de confianza (tabla 10) indica que se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, por tanto, los métodos de beneficio postcosecha del café afectaron el porcentaje de humedad de los granos. Este resultado confirma lo mencionado por Escalante (2023) y Silvestre (2020) quienes también encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio evaluados, sin embargo, es opuesto al mencionado por Valenzuela (2023) quien no encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

**Tabla 11**

*Prueba de Tukey para porcentaje de humedad de granos (%)*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS (T)α	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Natural aeróbico	0.1058	0.0035	0.0045	a	a
II	Natural anaeróbico	0.1030	0.0035	0.0045	a b	a b
III	Honey aeróbico	0.1018	0.0035	0.0045	b	a b
IV	Lavado	0.1015	0.0035	0.0045	b	a b
V	Honey anaeróbico	0.1005	0.0035	0.0045	b	b
AES 0.05:		4.367	AES 0.01:		Error estandar:	0.000811

La prueba de Tukey realizada al 95% de confianza (tabla 11) indica que el tratamiento natural aeróbico con un promedio de 10.58% y el tratamiento natural anaeróbico con un promedio de 10.30% de humedad fueron estadísticamente iguales pero superiores a los demás tratamientos evaluados. Al 99% de confianza el tratamiento Honey anaeróbico tuvo el menor porcentaje de humedad con un promedio de 10.05 y fue diferente estadísticamente a los demás tratamientos.

### 6.1.2 Porcentaje de café verde

**Tabla 12**

*Porcentaje de café verde (%)*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	0.8313	0.8375	0.8338	0.8388	0.8353
T-2	Honey aeróbico	0.7425	0.7413	0.7275	0.7375	0.7372
T-3	Natural anaeróbico	0.5485	0.5450	0.5473	0.5373	0.5445
T-4	Natural aeróbico	0.5428	0.5440	0.5485	0.5393	0.5436
T-5	Honey anaeróbico	0.7313	0.7263	0.7338	0.7375	0.7322
Promedio general						0.6786

El rendimiento en café verde obtenido con el método de beneficio lavado (83.53%) (tabla 12) fue superior al reportado por Escalante (2023), quien obtuvo 74.89% para el mismo tratamiento, y a lo mencionado por Untiveros (2021), quien registró (80.83%) bajo el beneficio lavado. Asimismo, se observa que los menores rendimientos correspondieron a los métodos natural anaeróbico (54.45%) y natural aeróbico (54.36%), lo que evidencia una menor eficiencia de conversión de café pergamino a café verde en estos tratamientos.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza para porcentaje de cafe verde (%)*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	4	0.268256	0.067064	2785.0248	3.06	4.89	*	**
Error	15	0.000361	0.000024					
Total	19	0.268617					C.V.	0.72%

El análisis de varianza realizado al 95 y 99% de confianza (tabla 13) indica que se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por tanto, los métodos de beneficio postcosecha afectaron el porcentaje de café verde, este resultado confirma lo mencionado por Escalante (2023) y Untiveros (2021) quienes también encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

**Tabla 14**

*Prueba de Tukey para porcentaje de cafe verde (%)*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS (T)α	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Lavado	0.8353	0.0107	0.0136	a	a
II	Honey aeróbico	0.7372	0.0107	0.0136	b	b
III	Honey anaeróbico	0.7322	0.0107	0.0136	b	b
IV	Natural anaeróbico	0.5445	0.0107	0.0136	c	c
V	Natural aeróbico	0.5436	0.0107	0.0136	c	c
AES 0.05:	4.367		AES 0.01:	5.56	Error estandar:	0.002454

La prueba de Tukey realizada al 95 y 99% de confianza (tabla 14) indica que el tratamiento lavado con un promedio de 83.53% de rendimiento en café verde fue estadísticamente superior a los demás tratamientos evaluados.

### 6.1.3 Porcentaje de cascarilla

**Tabla 15**

*Porcentaje de cascarilla (%)*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	0.1688	0.1625	0.1663	0.1613	0.1647
T-2	Honey aeróbico	0.2575	0.2588	0.2725	0.2625	0.2628
T-3	Natural anaeróbico	0.4515	0.4550	0.4528	0.4628	0.4555
T-4	Natural aeróbico	0.4573	0.4560	0.4515	0.4608	0.4564
T-5	Honey anaeróbico	0.2688	0.2738	0.2663	0.2625	0.2678
<b>Promedio general</b>						0.3214

El promedio general para cascarilla fue de 32.14% (tabla 15) este porcentaje se refiere a la broza o pajilla resultante del pilado del café pergamino, este promedio es inferior al reportado por Untiveros (2021) quien evaluó métodos de beneficio en condiciones de Satipo, Junín y encontró como promedio más alto 50.55% de cascarilla. En la tabla se observa también que los tratamientos natural aeróbico y natural anaeróbico presentaron el mayor contenido de cascarilla con 45.64% y 45.55%, mientras que, el tratamiento lavado presentó el menor contenido de cascarilla con apenas el 16.47%.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza para porcentaje de cascarilla (%)*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	4	0.268256	0.067064	2785.0248	3.06	4.89	*	**
Error	15	0.000361	0.000024					
Total	19	0.268617					C.V.	1.53%

El análisis de varianza realizado al 95 y 99% de confianza (tabla 16) indica que se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por tanto, los métodos de beneficio postcosecha afectaron el porcentaje de cascarilla, este resultado confirma lo mencionado por Untiveros (2021) quien también encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados

**Tabla 17**

*Prueba de Tukey para porcentaje de cascarilla (%)*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS (T)α	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Natural anaeróbico	0.4564	0.0107	0.0136	a	a
II	Natural aeróbico	0.4555	0.0107	0.0136	a	a
III	Honey anaeróbico	0.2678	0.0107	0.0136	b	b
IV	Honey aeróbico	0.2628	0.0107	0.0136	b	b
V	Lavado	0.1647	0.0107	0.0136	c	c
AES 0.05:		4.367	AES 0.01:		5.56	Error estándar: 0.002454

La prueba de Tukey realizada al 95 y 99% de confianza (tabla 17) indica que el tratamiento natural anaeróbico con un promedio de 45.64% y el tratamiento natural aeróbico con un promedio de 45.55% fueron estadísticamente iguales pero superiores a los demás tratamientos, en la misma tabla se observa que el tratamiento lavado presentó el menor porcentaje de cascarilla con apenas 16.47% y fue estadísticamente diferente que los demás tratamientos.

#### 6.1.4 Porcentaje de grano exportable

**Tabla 18**

*Porcentaje de grano exportable (%)*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	0.8220	0.8311	0.8263	0.8306	0.8275
T-2	Honey aeróbico	0.7319	0.7338	0.7171	0.7275	0.7276
T-3	Natural anaeróbico	0.5355	0.5339	0.5350	0.5268	0.5328
T-4	Natural aeróbico	0.5320	0.5314	0.5355	0.5318	0.5327
T-5	Honey anaeróbico	0.7183	0.7185	0.7208	0.7270	0.7211
Promedio general						0.6683

El método de beneficio lavado registró el mayor porcentaje de grano exportable con 82.75%, (tabla 18), superando los valores obtenidos por Untiveros (2021), quien reportó 80.83%, y por Valenzuela (2023), quien determinó 75.2% para esta variable. Esta superioridad indica que el procesamiento con remoción de mucílago, fermentación controlada y secado uniforme favorece la obtención de granos de calidad aceptable para el mercado internacional, al reducir la presencia de defectos y material de descarte. En la tabla se observa que el beneficio natural aeróbico y natural anaeróbico obtuvieron los promedios más bajos con 53.27% y 53.28% de rendimiento en grano exportable, lo que evidencia que la ausencia de despulpado y lavado incrementa la proporción de granos no aptos comercialmente.

**Tabla 19***Análisis de varianza para porcentaje de grano exportable (%)*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	4	0.273647	0.068412	3098.1084	3.06	4.89	*	**
Error	15	0.000331	0.000022					
Total	19	0.273978					C.V.	0.70%

El análisis de varianza realizado al 95 y 99% de confianza (tabla 19) indica que se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por tanto, los métodos de beneficio postcosecha afectaron el porcentaje de grano exportable, este resultado confirma lo mencionado por Untiveros (2021) y Valenzuela (2023) quienes también encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

**Tabla 20***Prueba de Tukey para porcentaje de grano exportable (%)*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS $(\tau)\alpha$	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Lavado	0.8275	0.0103	0.0131	a	a
II	Honey aeróbico	0.7276	0.0103	0.0131	b	b
III	Honey anaeróbico	0.7211	0.0103	0.0131	b	b
IV	Natural aeróbico	0.5328	0.0103	0.0131	c	c
V	Natural anaeróbico	0.5327	0.0103	0.0131	c	c
<b>AES 0.05:</b>		4.367	<b>AES 0.01:</b>		5.56	Error estándar: 0.002350

La prueba de Tukey realizada al 95 y 99% de confianza (tabla 20) indica que el tratamiento lavado con un promedio de 82.75% de rendimiento en café grano exportable fue estadísticamente superior a los demás tratamientos evaluados.

### 6.1.5 Porcentaje de granos defectuosos

**Tabla 21***Porcentaje de granos defectuosos (%)*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	0.0081	0.0076	0.0090	0.0067	0.0079
T-2	Honey aeróbico	0.0126	0.0101	0.0108	0.0102	0.0109
T-3	Natural anaeróbico	0.0191	0.0158	0.0178	0.0195	0.0181
T-4	Natural aeróbico	0.0152	0.0186	0.0191	0.0139	0.0167
T-5	Honey anaeróbico	0.0144	0.0072	0.0143	0.0142	0.0125
<b>Promedio general</b>						0.0132

El tratamiento lavado obtuvo el valor más bajo (0.79%), (tabla 21), resultado que concuerda con lo reportado por Escalante (2023), Valenzuela (2023) y Silvestre (2020), quienes señalan que la remoción del mucílago y el secado controlado reducen la aparición de defectos físicos.

Los métodos honey aeróbico (1.09%) y honey anaeróbico (1.25%) presentaron valores intermedios, lo cual coincide con lo expuesto por Valenzuela (2023), quien indica que la presencia parcial de mucílago puede generar ligeros defectos si el secado no es uniforme.

Los porcentajes más elevados se registraron en los tratamientos natural aeróbico (1.67%) y natural anaeróbico (1.81%), lo que confirma lo señalado por Silvestre (2020) y Escalante (2023), quienes advierten que la ausencia de despulpado inicial incrementa el riesgo de daños fermentativos y defectos físicos. Aun así, todos los valores se mantuvieron por debajo del límite del 2% aceptado internacionalmente (INACAL, 2021).

**Tabla 22**

*Análisis de varianza para porcentaje de grano defectuosos (%)*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	4	0.000281	0.000070	14.5459	3.056	4.89	*	**
Error	15	0.000072	0.000005					
Total	19	0.000354					C.V.	16.62%

El análisis de varianza realizado al 95 % y 99 % de confianza (tabla 22 indica que se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Por tanto, los métodos de beneficio postcosecha sí influyeron en el porcentaje de granos defectuosos.

**Tabla 23**

*Prueba de Tukey para porcentaje de grano defectuosos (%)*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS (T)α	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Natural anaeróbico	0.0181	0.0048	0.0061	a	a
II	Natural aeróbico	0.0167	0.0048	0.0061	a	a
III	Honey anaeróbico	0.0125	0.0048	0.0061	b	ab
IV	Honey aeróbico	0.0109	0.0048	0.0061	b	b
V	Lavado	0.0079	0.0048	0.0061	c	c
AES 0.05:	4.367		AES 0.01:	5.56	Error estándar:	0.001099

La prueba de Tukey realizada al 95 y 99% de confianza (tabla 23) indica que el tratamiento natural anaeróbico con un promedio de 1.81% y el tratamiento natural aeróbico con un promedio de 1.67% fueron estadísticamente iguales pero superiores a los demás tratamientos, en la misma tabla se observa que el tratamiento lavado presentó el menor porcentaje de grano defectuoso con apenas 0.79% y fue estadísticamente diferente que los demás tratamientos.

## 6.2. Calidad sensorial del café

### 6.2.1 Análisis Sensorial – Catación

#### 6.2.1.1. Fragancia

**Tabla 24**

*Puntaje por tratamiento para fragancia*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
<b>T-1</b>	Lavado	8.08	7.92	7.83	7.83	7.92
<b>T-2</b>	Honey aeróbico	7.83	7.83	8.00	7.92	7.90
<b>T-3</b>	Natural anaeróbico	8.08	8.00	8.00	7.83	7.98
<b>T-4</b>	Natural aeróbico	8.08	8.25	8.08	8.08	8.13
<b>T-5</b>	Honey anaeróbico	8.08	7.92	7.83	7.92	7.94
<b>Promedio general</b>						7.97

El tratamiento natural aeróbico obtuvo el puntaje más alto (8.13), (tabla 24), lo que coincide parcialmente con lo reportado por Escalante (2023) y Payano (2021), quienes señalaron que los métodos naturales tienden a potenciar compuestos aromáticos debido a la fermentación prolongada del mucílago. De igual manera, Valenzuela (2023) encontró valores destacados en tratamientos con fermentaciones controladas como el anaeróbico.

El tratamiento natural anaeróbico también registró un promedio elevado (7.98), lo que es coherente con lo mencionado por Valenzuela (2023), quien obtuvo 8.5 puntos en este método, y con Chaguala & Coca (2023), quienes encontraron valores de hasta 10 puntos en Honey y naturalezas fermentativas más intensas.

Los tratamientos Honey anaeróbico (7.94) y lavado (7.92) mostraron puntajes intermedios, similares a los valores señalados por Quiliguango (2013), quien reportó 7.79 puntos para el beneficio lavado, y por Untiveros (2021), quien obtuvo 7.83 puntos como mejor valor en condiciones naturales. Estos resultados indican

que, aunque el lavado reduce la intensidad aromática por menor contacto del mucílago, mantiene niveles aceptables de fragancia.

El tratamiento con menor puntaje fue el Honey aeróbico (7.90), aunque la diferencia es mínima respecto a los demás tratamientos. A pesar de ello, los valores superan los puntajes referidos por Silvestre (2020), quien reportó 7.0 puntos como máximo para este atributo. En conjunto, todos los métodos evaluados en esta investigación alcanzaron puntuaciones superiores a 7.80, lo que refleja un perfil aromático destacado en la variedad Geisha, independientemente del tipo de beneficio.

**Tabla 25**

Análisis de varianza para fragancia

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	4	0.132070	0.033017	3.32	3.06	4.89	*	NS
<b>Error</b>	15	0.149225	0.009948					
<b>Total</b>	19	0.281295					C.V.	1.25%

El análisis de varianza elaborado para fragancia (tabla 25) indicó que al 95% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto significa que para este indicador de calidad sensorial del café los métodos de beneficio postcosecha tuvieron efecto, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas. Este resultado es opuesto al obtenido en las siguientes investigaciones: Chaguala & Coca (2023) en condiciones de Huila, Colombia, Quiliguango (2013) en Pichincha, Ecuador, Escalante (2023) en Kimbiri, La Convención, Payano (2021) en Tocache, San Martín, Untiveros (2021) en Satipo, Junín, Valenzuela (2023) en Inambari, Puno y Silvestre (2020) en Santa Elena, Ecuador quienes encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio postcosecha evaluados.

**Tabla 26***Prueba de Tukey para fragancia*

OM	Tratamiento		ALS (t)	ALS <sub>(T)</sub> α
	Descripción	Promedios	0.05	0.05
I	Natural aeróbico	8.27	0.28	A
II	Natural anaeróbico	8.17	0.28	a b
III	Lavado	8.04	0.28	a b
IV	Honey anaeróbico	8.02	0.28	a b
V	Honey aeróbico	7.92	0.28	B
<b>AES 0.05:</b>		4.367	Error estándar:	0.064862

La prueba de Tukey elaborada al 95% de confianza (tabla 26) señala que los tratamientos: natural aeróbico, natural anaeróbico, lavado y Honey anaeróbico con promedios de 8.27, 8.17, 8.04 y 8.02 respectivamente fueron estadísticamente iguales, pero fueron superiores al tratamiento Honey aeróbico. Es decir, se obtuvo mejor resultado con beneficio natural y lavado

### 6.2.1.2. Sabor

**Tabla 27***Puntaje por tratamiento para sabor*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	8.17	8.08	8.00	7.92	8.04
T-2	Honey aeróbico	7.75	7.92	8.00	8.00	7.92
T-3	Natural anaeróbico	8.17	8.25	8.00	8.25	8.17
T-4	Natural aeróbico	8.33	8.25	8.25	8.25	8.27
T-5	Honey anaeróbico	8.25	8.08	7.75	8.00	8.02
<b>Promedio general</b>						8.08

El tratamiento natural aeróbico obtuvo el mayor puntaje (8.27), seguido del natural anaeróbico (8.17), (tabla 27). Estos resultados coinciden con lo reportado por Chaguala & Coca (2023), quienes alcanzaron hasta 10 puntos en métodos naturales para la variedad Geisha, y con Escalante (2023) y Silvestre (2020), quienes también encontraron mejores puntajes en procesos con fermentación prolongada. Valenzuela (2023) confirmó esta tendencia al reportar valores entre 7.5 y 8.38 para métodos naturales y anaeróbicos.

Los tratamientos honey anaeróbico (8.02) y lavado (8.04) alcanzaron puntajes intermedios, acordes con lo mencionado por Quiliguango (2013), quien reportó 7.79 como mejor valor para el método lavado, y con Silvestre (2020), quien obtuvo 8.0

puntos para el método natural. Estos valores confirman que el secado uniforme y la remoción del mucílago pueden conservar atributos sensoriales satisfactorios, aunque con menor intensidad que en métodos naturales.

El tratamiento honey aeróbico registró el valor más bajo (7.92), aunque sin diferencias marcadas respecto a los demás tratamientos. Este resultado es similar a lo planteado por Escalante (2023) y Untiveros (2021), quienes mencionan que los métodos honey pueden presentar menor complejidad en sabor cuando no se controla el secado y la fermentación.

En conjunto, todos los tratamientos evaluados superaron los 7.90 puntos, lo que indica que la variedad Geisha posee un perfil sensorial favorable, independiente del método, aunque los procesos naturales permiten una mayor expresión del sabor.

**Tabla 28**

*Análisis de varianza para sabor*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	4	0.300430	0.075107	4.46	3.06	4.89	*	NS
<b>Error</b>	15	0.252425	0.016828					
<b>Total</b>	19	0.552855					C.V.	1.60%

El análisis de varianza elaborado para sabor (tabla 28) indicó que al 95% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto significa que los métodos de beneficio postcosecha tuvieron efecto en este indicador de calidad sensorial del café, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas. Este resultado es similar al obtenido en las siguientes investigaciones: Chaguala & Coca (2023) en condiciones de Huila, Colombia, Quiliguango (2013) en Pichincha, Ecuador, Escalante (2023) en Kimbiri, La Convención, Payano (2021) en Tocache, San Martín, Untiveros (2021) en Satipo, Junín, y Silvestre (2020) en Santa Elena, Ecuador, quienes encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio postcosecha evaluados y es opuesto al mencionado por Valenzuela (2023) en Inambari, Puno.

**Tabla 29***Prueba de Tukey para sabor*

OM	Tratamiento		ALS (t)	ALS <sub>(T)</sub> α	
	Descripción	Promedios	0.05	0.05	
I	Natural aeróbico	8.27	0.28	A	
II	Natural anaeróbico	8.17	0.28	a	b
III	Lavado	8.04	0.28	a	b
IV	Honey anaeróbico	8.02	0.28	a	b
V	Honey aeróbico	7.92	0.28	B	
<b>AES 0.05:</b>		4.367	Error estándar:		0.064862

La prueba de Tukey elaborada al 95% de confianza (tabla 29) señala que los tratamientos: natural aeróbico, natural anaeróbico, lavado y Honey anaeróbico con promedios de 8.27, 8.17, 8.04 y 8.02 respectivamente fueron estadísticamente iguales, pero fueron superiores al tratamiento Honey aeróbico. Es decir, se obtuvo mejor resultado con beneficio natural y lavado, lo cual confirma lo reportado por: Chaguala & Coca (2023) quien menciona como mejor resultado el método natural, Quiliguango (2013) menciona como mejor resultado el lavado, Escalante (2023), Untiveros (2021) y Silvestre (2020) mencionan como mejor método el beneficio tipo natural.

### 6.2.1.3. Sabor residual

**Tabla 30***Puntaje por tratamiento para sabor residual*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	8.00	7.92	7.92	7.75	7.90
T-2	Honey aeróbico	7.58	7.83	7.75	7.92	7.77
T-3	Natural anaeróbico	8.17	8.17	7.92	8.00	8.06
T-4	Natural aeróbico	8.25	8.33	8.17	8.17	8.23
T-5	Honey anaeróbico	8.17	8.00	7.75	7.92	7.96
<b>Promedio general</b>						7.98

El tratamiento natural aeróbico obtuvo el mayor puntaje en sabor residual (8.23) (tabla 30), seguido del natural anaeróbico (8.06). Estos valores coinciden con investigaciones como las de Escalante (2023), Payano (2021) y Valenzuela (2023), quienes reportan que los métodos naturales permiten una persistencia más marcada del sabor debido a fermentaciones prolongadas y una mayor retención de compuestos volátiles.

Los tratamientos honey anaeróbico (7.96) y lavado (7.90) alcanzaron valores intermedios, similares a los descritos por Quiliguango (2013) y Silvestre (2020), quienes señalan que los procesos con menor contacto con mucílago o con fermentación controlada generan perfiles limpios pero menos persistentes.

El valor más bajo se observó en el tratamiento honey aeróbico (7.77), aunque sin diferencias críticas frente a los demás. En general, todos los tratamientos superaron los 7.70 puntos, lo que confirma que la variedad Geisha conserva un perfil residual positivo independientemente del método aplicado, destacando mayor expresión en procesos naturales.

**Tabla 31**

*Análisis de varianza para sabor residual*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	4	0.483720	0.120930	7.19	3.06	4.89	*	**
<b>Error</b>	15	0.252175	0.016812					
<b>Total</b>	19	0.735895					C.V.	1.62%

El análisis de varianza elaborado para sabor residual (tabla 31) indicó que al 95% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto significa que los métodos de beneficio postcosecha tuvieron efecto en este indicador de calidad sensorial del café. Este resultado ratifica lo obtenido en las siguientes investigaciones: Quiliguango (2013) en Pichincha, Ecuador, Escalante (2023) en Kimbiri, La Convención, Payano (2021) en Tocache, San Martín y Silvestre (2020) en Santa Elena, Ecuador quienes encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio postcosecha evaluados y es opuesto al mencionado por Valenzuela (2023) en Inambari, Puno.

**Tabla 32***Prueba de Tukey para sabor residual*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Natural aeróbico	8.23	0.28	0.36	a	A
II	Natural anaeróbico	8.07	0.28	0.36	a b	a b
III	Honey anaeróbico	7.96	0.28	0.36	a b c	a b
IV	Lavado	7.90	0.28	0.36	b c	a b
V	Honey aeróbico	7.77	0.28	0.36	c	B
AES 0.05:		4.367	AES 0.01:		5.560	Error estándar: 0.064830

La prueba de Tukey elaborada al 95% de confianza (tabla 32) señala que los tratamientos: natural aeróbico, natural anaeróbico y Honey anaeróbico con promedios de 8.23, 8.07 y 7.96 respectivamente fueron estadísticamente iguales, pero fueron superiores al tratamiento Lavado y Honey aeróbico. Es decir, se obtuvo mejor resultado con beneficio natural, lo cual confirma lo reportado por: Payano (2021) y Silvestre (2020) quienes mencionan como mejor método el beneficio tipo natural. Al 99% de confianza el tratamiento Honey aeróbico tuvo el promedio más bajo estadísticamente con 7.77, por tanto, fue inferior a los demás tratamientos.

#### 6.2.1.4. Acidez

**Tabla 33***Puntaje por tratamiento para acidez*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	8.33	8.00	8.00	7.83	8.04
T-2	Honey aeróbico	7.83	7.92	8.08	8.00	7.96
T-3	Natural anaeróbico	8.17	8.25	8.25	8.17	8.21
T-4	Natural aeróbico	8.25	8.17	8.25	8.25	8.23
T-5	Honey anaeróbico	8.25	8.25	7.92	8.00	8.10
Promedio general						8.11

Los métodos naturales presentaron los puntajes más altos en acidez, destacando el tratamiento natural aeróbico (8.23) y natural anaeróbico (8.21), (tabla 33). Estos resultados coinciden con lo señalado por Escalante (2023), Valenzuela (2023) y Chaguala & Coca (2023), quienes reportan que los procesos con fermentación prolongada favorecen el desarrollo de acidez brillante y compleja en cafés especiales, especialmente en la variedad Geisha.

El tratamiento honey anaeróbico obtuvo un valor intermedio (8.10), similar a los rangos observados por Valenzuela (2023) y Payano (2021), quienes encontraron puntuaciones entre 7.8 y 8.1 en procesos con retención parcial de mucílago.

El método lavado registró 8.04 puntos, superando lo descrito por Quiliguango (2013) y Untiveros (2021), quienes reportaron puntajes entre 7.58 y 7.83 para este beneficio. Esto sugiere que, bajo condiciones controladas, el lavado también puede expresar acidez positiva y equilibrada.

El valor más bajo se observó en el tratamiento honey aeróbico (7.96), aunque sin diferencia relevante frente a los demás métodos, ya que todos los tratamientos obtuvieron puntajes superiores a 7.9. En conjunto, los resultados reflejan que la variedad Geisha conserva una acidez destacada con ligeras variaciones según el tipo de beneficio aplicado.

**Tabla 34**

*Análisis de varianza para acidez*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	4	0.210280	0.052570	2.98	3.06	4.89	NS	NS
<b>Error</b>	15	0.264375	0.017625					
<b>Total</b>	19	0.474655					C.V.	1.64%

El análisis de varianza elaborado para acidez (tabla 34) indicó que al 95% y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto significa que los métodos de beneficio postcosecha no tuvieron efecto en este indicador de calidad sensorial del café. Este resultado es opuesto al obtenido en las siguientes investigaciones: Chaguala & Coca (2023), Quiliguango (2013) en Pichincha, Ecuador, Escalante (2023) en Kimbiri, La Convención, Untiveros (2021) y Silvestre (2020) en Santa Elena, Ecuador quienes encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio postcosecha evaluados y ratifica lo mencionado por Valenzuela (2023) en Inambari, Puno y Payano (2021) en Tocache, San Martín.

### 6.2.1.5. Cuerpo

**Tabla 35**

*Puntaje por tratamiento para cuerpo*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	8.25	8.08	7.92	7.83	8.02
T-2	Honey aeróbico	7.75	7.92	7.92	8.08	7.92
T-3	Natural anaeróbico	8.17	8.17	8.25	8.33	8.23
T-4	Natural aeróbico	8.33	8.42	8.25	8.25	8.31
T-5	Honey anaeróbico	8.25	8.08	7.92	8.00	8.06
<b>Promedio general</b>						<b>8.11</b>

El tratamiento natural aeróbico obtuvo el mayor puntaje (8.31), seguido del natural anaeróbico (8.23), (tabla 35). Estos resultados coinciden con lo reportado por Valenzuela (2023) y Payano (2021), quienes señalan que la presencia de mucílago y la fermentación prolongada favorecen una sensación en boca más densa y estructurada.

El tratamiento honey anaeróbico (8.06) y el beneficio lavado (8.02) alcanzaron valores intermedios, similares a lo mencionado por Escalante (2023) y Quiliguango (2013), quienes reportaron entre 7.49 y 7.97 puntos en estos métodos. Si bien el lavado reduce el contacto con el mucílago, mantiene buena percepción sensorial cuando el secado es uniforme. El tratamiento honey aeróbico presentó el menor puntaje (7.92), aunque sin alejarse significativamente del resto, lo cual coincide con lo observado por Silvestre (2020), quien señala que este método puede reducir la intensidad del cuerpo si el proceso de secado no es homogéneo.

En conjunto, todos los métodos superaron los 7.90 puntos, lo que indica que la variedad Geisha conserva buena estructura sensorial bajo diferentes condiciones de beneficio, con mayor expresión en los procesos naturales.

**Tabla 36**

*Análisis de varianza para cuerpo*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	4	0.411230	0.102807	6.07	3.06	4.89	*	**
Error	15	0.254025	0.016935					
Total	19	0.665255					C.V.	1.60%

El análisis de varianza elaborado para cuerpo (tabla 36) indicó que al 95% y al 99% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto significa que los métodos de beneficio postcosecha tuvieron efecto en este indicador de calidad sensorial del café. Este resultado ratifica lo obtenido en las siguientes investigaciones: Chaguala & Coca (2023), Quiliguango (2013) en Pichincha, Ecuador, Payano (2021) en Tocache, San Martín, Valenzuela (2023) en Inambari, Puno y Untiveros (2021) quienes encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio postcosecha evaluados y es opuesto a lo mencionado por Escalante (2023) en Kimbiri, La Convención.

**Tabla 37**

*Prueba de Tukey para cuerpo*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Natural aeróbico	8.31	0.28	0.36	a	A
II	Natural anaeróbico	8.23	0.28	0.36	a b	a b
III	Honey anaeróbico	8.06	0.28	0.36	a b c	a b
IV	Lavado	8.02	0.28	0.36	b c	a b
V	Honey aeróbico	7.92	0.28	0.36	c	B
<b>AES 0.05:</b>		4.367	<b>AES 0.01:</b>		5.56	Error estándar: 0.065067

La prueba de Tukey elaborada al 95% de confianza (tabla 37) señala que los tratamientos: natural aeróbico, natural anaeróbico, Honey anaeróbico y lavado, con promedios de 8.31, 8.23, 8.06 y 8.02 respectivamente fueron estadísticamente iguales, pero fueron superiores al tratamiento Honey aeróbico. Es decir, se obtuvo mejor resultado con beneficio lavado, lo cual confirma lo reportado por: Quiliguango (2013) quien menciona como mejor resultado el lavado. Al 99% de confianza el tratamiento Honey aeróbico con un promedio de 7.92 ocupó el último lugar siendo estas diferencias estadísticas.

### 6.2.1.6. Uniformidad

**Tabla 38**

*Puntaje por tratamiento para uniformidad*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-2	Honey aeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-3	Natural anaeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-4	Natural aeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-5	Honey anaeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>Promedio general</b>						10.00

El puntaje obtenido para uniformidad fue de 10.00 puntos (tabla 38), puntuación considerada perfecta por ser el valor más alto de la escala de calificación sensorial, este resultado es igual al obtenido por: Chaguala & Coca (2023) quienes evaluaron efecto de los métodos de beneficio postcosecha tipo Honey y natural en las variedades Geisha y Bourbón Rosado en la calidad sensorial de los granos, en condiciones de San Agustín, Huila, Colombia, Valenzuela (2023) evaluó el efecto de los métodos de beneficio: lavado, Honey, natural y anaeróbico en la calidad física y sensorial del café en condiciones de Inambari, Puno y reportó el mismo resultado y Silvestre (2020) determinó el efecto de los métodos de beneficio natural y Honey en la calidad física y sensorial del café, en condiciones de Santa Elena, Ecuador y reportó también 10 puntos para uniformidad.

### 6.2.1.7. balance

**Tabla 39**

*Puntaje por tratamiento para balance*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	8.25	7.92	7.83	7.75	7.94
T-2	Honey aeróbico	7.75	7.92	7.83	8.00	7.88
T-3	Natural anaeróbico	8.08	8.08	8.25	8.17	8.15
T-4	Natural aeróbico	8.17	8.25	8.17	8.17	8.19
T-5	Honey anaeróbico	8.17	8.08	7.83	8.08	8.04
<b>Promedio general</b>						8.04

El atributo balance mostró los valores más altos en los métodos naturales, destacando el tratamiento natural aeróbico con 8.19 puntos, seguido del natural anaeróbico con 8.15, (tabla 39), comparando con otras investigaciones se tiene: Chaguala & Coca (2023) evaluó los métodos Honey y natural y obtuvieron como mejor resultado 8.75 puntos para el método de beneficio Honey y la variedad Geisha, Quiliguango (2013) evaluó los métodos de beneficio natural, Honey, lavado y húmedo enzimático y mencionó que el mejor método fue lavado con 7.57 puntos, Escalante (2023) evaluó los métodos de beneficio: lavado, natural y Honey y obtuvo promedios en el rango de 7.78 a 7.82, Payano (2021) evaluó los métodos lavado, Honey y natural y mencionó que los mejores resultados se dieron con beneficio natural, 50% de lavado y 50% de natural y beneficio lavado con 8.0, 8.0 y 7.94 puntos respectivamente, Untiveros (2021) evaluó los métodos de beneficio: lavado, Honey y natural y encontró como mejor resultado 7.78 puntos para beneficio natural, Valenzuela (2023) evaluó los métodos de beneficio: lavado, Honey, natural y anaeróbico y reportó resultados en el rango de 7.5 a 8.13 puntos, Silvestre (2020) determinó el efecto de los métodos de beneficio natural y Honey y determinó el mejor puntaje de 7 para beneficio natural. En la tabla se observa también que el tratamiento método de beneficio honey aeróbico presentó el promedio más bajo con 7.88 puntos.

**Tabla 40**

Análisis de varianza para balance

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	4	0.284900	0.071225	3.97	3.06	4.89	*	NS
<b>Error</b>	15	0.269075	0.017938					
<b>Total</b>	19	0.553975					C.V.	1.67%

El análisis de varianza elaborado para balance (tabla 40) indicó que al 95% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto significa que los métodos de beneficio postcosecha tuvieron efecto en este indicador de calidad sensorial del café, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas. Este resultado confirma lo mencionado en las siguientes investigaciones: Chaguala & Coca (2023), Quiliguango (2013) en Pichincha, Ecuador, Payano (2021) en Tocache, San Martín,

Valenzuela (2023) en Inambari, Puno y Untiveros (2021) quienes encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio postcosecha evaluados y contrario a lo mencionado por Escalante (2023) en Kimbiri, La Convención.

**Tabla 41**

*Prueba de Tukey para balance*

OM	Tratamiento		ALS (t)	ALS <sub>(T)</sub> α	
	Descripción	Promedios	0.05	0.05	
I	Natural aeróbico	8.19	0.29	A	
II	Natural anaeróbico	8.15	0.29	a b	
III	Honey anaeróbico	8.04	0.29	a b	
IV	Lavado	7.94	0.29	a b	
V	Honey aeróbico	7.88	0.29	B	
<b>AES 0.05:</b>		4.367	Error estándar:		0.066967

La prueba de Tukey elaborada al 95% de confianza (tabla 41) señala que los tratamientos: natural anaeróbico, natural aeróbico, Honey anaeróbico y lavado, con promedios de 8.19, 8.15, 8.04 y 7.94 respectivamente fueron estadísticamente iguales, pero fueron superiores al tratamiento Honey aeróbico. Es decir, se obtuvo mejor resultado con beneficio lavado y natural.

#### 6.2.1.8. Taza limpia

**Tabla 42**

*Puntaje por tratamiento para taza limpia*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-2	Honey aeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-3	Natural anaeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-4	Natural aeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-5	Honey anaeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
<b>Promedio general</b>						10.00

El promedio para taza limpia fue de 10.00 en todos los tratamientos, lo que evidencia la ausencia total de defectos en el perfil sensorial de las muestras (tabla 42), puntuación considerada perfecta por ser el valor más alto de la escala de calificación sensorial, este resultado coincide al obtenido por: Valenzuela (2023) evaluó el efecto de los métodos de beneficio: lavado, Honey, natural y anaeróbico en la calidad física y sensorial del café en condiciones de Inambari, Puno y reportó

el mismo resultado y Silvestre (2020) determinó el efecto de los métodos de beneficio natural y Honey en la calidad física y sensorial del café, en condiciones de Santa Elena, Ecuador y reportó también 10 puntos para taza limpia.

#### 6.2.1.9. Dulzor

**Tabla 43**

*Puntaje por tratamiento para dulzor*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-2	Honey aeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-3	Natural anaeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-4	Natural aeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
T-5	Honey anaeróbico	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Promedio general						10.00

El puntaje para dulzor alcanzo la calificación perfecta de 10.00 puntos (tabla 43), en todos los tratamientos, lo que indica una presencia destacada de azúcares naturales y ausencia de notas amargas, fenólicas o fermentativas en la taza , este resultado coincide al obtenido por: Valenzuela (2023) evaluó el efecto de los métodos de beneficio: lavado, Honey, natural y anaeróbico en la calidad física y sensorial del café en condiciones de Inambari, Puno y reportó el mismo resultado, Silvestre (2020) determinó el efecto de los métodos de beneficio natural y Honey en la calidad física y sensorial del café y reportó como mejor resultado 7.5 para beneficio natural, Chaguala & Coca (2023) evaluaron el efecto de los métodos de beneficio postcosecha tipo Honey y natural y mencionaron como mejor resultado 8.78 puntos para la variedad Geisha beneficiado por el método Honey.

### 6.2.1.10. Puntaje de catador

**Tabla 44**

*Puntaje por tratamiento para puntaje de catador*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	8.25	8.00	7.92	7.83	8.00
T-2	Honey aeróbico	7.75	7.83	7.92	8.08	7.90
T-3	Natural anaeróbico	8.25	8.25	8.08	8.08	8.17
T-4	Natural aeróbico	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33
T-5	Honey anaeróbico	8.33	8.08	7.83	8.17	8.10
Promedio general						8.10

Los métodos naturales alcanzaron los puntajes más altos en la evaluación final del catador. El tratamiento natural aeróbico obtuvo el mejor resultado con 8.33 puntos, seguido del natural anaeróbico con 8.17, (tabla 44). Estos valores superan los reportes de Escalante (2023), quien obtuvo 8.07 puntos como máximo en métodos naturales, y se encuentran por encima de los resultados mencionados por Payano (2021) y Untiveros (2021), quienes registraron valores entre 7.75 y 8.13 en este atributo.

El tratamiento honey anaeróbico alcanzó 8.10 puntos, ubicándose dentro del rango señalado por Valenzuela (2023), quien reportó valores entre 7.5 y 8.0 para los métodos honey y anaeróbicos. El beneficio lavado obtuvo un promedio de 8.00 puntos, superando lo indicado por Quiliguango (2013), quien registró 7.7 para este método, y se mantiene dentro del comportamiento observado por Escalante (2023). El valor más bajo correspondió al tratamiento honey aeróbico (7.90), aunque sin diferencias críticas frente a los demás. Este comportamiento coincide parcialmente con lo observado por Silvestre (2020), quien encontró que este tipo de proceso puede presentar menor expresión sensorial si no se controla adecuadamente el secado y la fermentación.

En conjunto, todos los tratamientos superaron los 7.9 puntos, lo que confirma que la variedad Geisha expresa alta calidad sensorial bajo distintos métodos, con mayor rendimiento organoléptico en los procesos naturales.

**Tabla 45***Análisis de varianza para puntaje de catador*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	4	0.436580	0.109145	5.15	3.06	4.89	*	**
Error	15	0.317875	0.021192					
Total	19	0.754455					C.V.	1.80%

El análisis de varianza elaborado para puntaje de catador (tabla 45) indicó que al 95 y 99% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto significa que los métodos de beneficio postcosecha tuvieron efecto en este indicador de calidad sensorial del café. Este resultado ratifica lo mencionado en las siguientes investigaciones: Chaguala & Coca (2023), Quiliguango (2013) en Pichincha, Ecuador, Escalante (2023) en Kimbiri, La Convención, Payano (2021) en Tocache, San Martín, Silvestre (2020) y Untiveros (2021) y quienes encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio postcosecha evaluados y es opuesto al mencionado por. Valenzuela (2023) en Inambari, Puno, quien reportó que no se presentaron diferencias significativas entre los métodos evaluados.

**Tabla 46***Prueba de Tukey para puntaje de catador*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Natural aeróbico	8.33	0.32	0.40	a	A
II	Natural anaeróbico	8.17	0.32	0.40	a b	a b
III	Honey anaeróbico	8.10	0.32	0.40	a b	a b
IV	Lavado	8.00	0.32	0.40	b	a b
V	Honey aeróbico	7.90	0.32	0.40	b	B
AES 0.05:		4.367	AES 0.01:		5.560	Error estándar: 0.072787

La prueba de Tukey elaborada al 95% de confianza (tabla 46) señala que los tratamientos: natural anaeróbico, natural aeróbico, Honey anaeróbico y lavado, con promedios de 8.33, 8.17, 8.10 y 8.0 respectivamente fueron estadísticamente iguales, pero fueron superiores al tratamiento Honey aeróbico. Es decir, se obtuvo mejor resultado con beneficio lavado y natural, lo cual confirma lo reportado por: Quiliguango (2013) quien menciona como mejor resultado el lavado, Escalante (2023), Payano (2021), Untiveros (2021) y Silvestre (2020) reportaron como mejor

método de beneficio el natural. Al 99% de confianza el tratamiento Honey aeróbico tuvo el promedio más bajo estadísticamente con 7.90 puntos.

#### 6.2.1.11. Puntaje total

**Tabla 47**

*Puntaje por tratamiento para puntaje total*

Clave	Descripción	Repetición				Promedio
		I	II	III	IV	
T-1	Lavado	87.33	85.92	85.42	84.75	85.85
T-2	Honey aeróbico	84.25	85.17	85.50	86.00	85.23
T-3	Natural anaeróbico	87.08	87.17	86.75	86.83	86.96
T-4	Natural aeróbico	87.75	88.00	87.50	87.50	87.69
T-5	Honey anaeróbico	87.50	86.50	84.83	86.08	86.23
Promedio general						86.39

El método de beneficio natural aeróbico obtuvo el puntaje total más alto con 87.69 puntos, seguido del natural anaeróbico con 86.96 (tabla 47). Estos valores superan los resultados alcanzados por Escalante (2023), quien obtuvo 86.02 puntos para métodos naturales, y se encuentran próximos a lo reportado por Payano (2021), quien registró 86.56 puntos como mejor resultado. Asimismo, se aproximan a lo documentado por Valenzuela (2023), quien alcanzó 87.38 puntos en beneficio anaeróbico. El tratamiento honey anaeróbico registró 86.23 puntos, dentro del rango señalado por Valenzuela (2023) y superior al promedio reportado por Quiliguango (2013) y Escalante (2023) en este tipo de beneficio. El método lavado alcanzó 85.85 puntos, superando lo indicado por Quiliguango (2013), quien encontró 83.90 como mejor valor, y mostrando valores similares a los de Escalante (2023). El menor puntaje correspondió al tratamiento honey aeróbico (85.23).

**Tabla 48**

*Análisis de varianza para puntaje total*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	4	14.655130	3.663782	5.99	3.06	4.89	*	**
Error	15	9.179525	0.611968					
Total	19	23.834655					C.V.	0.91%

El análisis de varianza elaborado para puntaje total (tabla 48) indicó que al 95% de confianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto significa que los métodos de beneficio postcosecha tuvieron efecto en este indicador de calidad sensorial del café. Este resultado ratifica lo mencionado en las siguientes investigaciones: Chaguala & Coca (2023), Quiliguango (2013) en Pichincha, Ecuador, Escalante (2023) en Kimbiri, La Convención, Payano (2021) en Tocache, San Martín, Valenzuela (2023) en Inambari, Puno y Silvestre (2020) quienes encontraron diferencias significativas entre los métodos de beneficio postcosecha evaluados.

**Tabla 49**

*Prueba de Tukey para puntaje total*

OM	Tratamiento		ALS (t)		ALS (T)α	
	Descripción	Promedios	0.05	0.01	0.05	0.01
I	Natural aeróbico	87.69	1.71	2.17	a	A
II	Natural anaeróbico	86.96	1.71	2.17	a b	a b
III	Honey anaeróbico	86.23	1.71	2.17	a b c	a b
IV	Lavado	85.86	1.71	2.17	b c	a b
V	Honey aeróbico	85.23	1.71	2.17	c	B
<b>AES 0.05:</b>		4.367	<b>AES 0.01:</b>		5.56	Error estándar: 0.391142

La prueba de Tukey elaborada al 95% de confianza (tabla 49) señala que los tratamientos: natural aeróbico, natural anaeróbico, Honey anaeróbico y lavado, con promedios de 87.69, 86.96, 86.23 y 85.86 respectivamente fueron estadísticamente iguales, pero fueron superiores al tratamiento Honey aeróbico. Es decir, se obtuvo mejor resultado con beneficio natural y lavado lo cual confirma lo reportado por: Quiliguango (2013) quien menciona como mejor resultado el lavado, Escalante (2023), Payano (2021) y Silvestre (2020) reportaron como mejor método de beneficio el natural. Al 99% de confianza el tratamiento Honey aeróbico tuvo el promedio estadísticamente más bajo con 85.23 puntos.

## VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### 7.1. Conclusiones

#### A. Calidad física del café

- 1. Humedad de granos:** Los métodos de beneficio postcosecha influyeron significativamente en el contenido de humedad del grano, observándose valores dentro del rango óptimo establecido por INACAL (10–12.5%). Los tratamientos natural aeróbico y natural anaeróbico presentaron los porcentajes más altos, evidenciando que los procesos sin remoción de mucílago conservan mayor humedad sin comprometer la calidad.
- 2. Rendimiento en café verde:** El rendimiento en café verde fue mayor en el método lavado, superando los valores reportados por otros autores, lo que demuestra su alta eficiencia de conversión en el proceso de trillado. Los tratamientos naturales mostraron los porcentajes más bajos, confirmando una menor recuperación de grano exportable en ausencia de despulpado y lavado.
- 3. Cascarilla:** El contenido de cascarilla fue influenciado por el tipo de beneficio, registrándose mayores porcentajes en los métodos naturales y menores en el beneficio lavado. Este comportamiento indica que la remoción mecánica del mucílago favorece una mejor separación del pergamino durante el pilado, reduciendo la proporción de broza.
- 4. Grano exportable:** El método lavado alcanzó el mayor porcentaje de grano exportable, superando incluso valores referenciales de otras investigaciones. Los métodos naturales presentaron los rendimientos más bajos, lo que demuestra que la fermentación sin despulpado puede incrementar la presencia de defectos y disminuir la aptitud comercial del grano.
- 5. Granos defectuosos:** El menor porcentaje de defectos se obtuvo en el beneficio lavado, mientras que los métodos naturales registraron los valores más altos. Esto confirma que los procesos con remoción del

mucílago reducen el riesgo de fermentaciones no deseadas, daños físicos y presencia de granos brocados o inmaduros.

## **B. Calidad Sensorial del Café**

- 1. Fragancia:** La fragancia presentó mejores puntajes en los métodos naturales, especialmente en el natural aeróbico, lo que evidencia que la fermentación prolongada favorece el desarrollo de compuestos aromáticos. Aunque existieron diferencias entre tratamientos, todos los valores se ubicaron dentro del rango de cafés especiales.
- 2. Sabor:** El sabor mostró su mejor expresión en los métodos natural aeróbico y natural anaeróbico, superando los resultados históricos de otras investigaciones. Los métodos honey y lavado también conservaron perfiles agradables, lo que confirma que la variedad Geisha mantiene su carácter sensorial bajo distintas modalidades de beneficio.
- 3. Sabor residual:** El sabor residual fue más intenso en los tratamientos naturales, lo que indica mayor persistencia aromática en boca. Los demás tratamientos también mostraron valores altos, lo que refleja que independientemente del método, no se generaron sabores indeseados ni notas defectuosas.
- 4. Acidez:** Los métodos naturales mostraron los niveles más altos de acidez, característica deseable en cafés especiales de variedad Geisha. Los tratamientos honey y lavado también presentaron acidez positiva, sin alcanzar diferencias críticas entre tratamientos.
- 5. Cuerpo:** El mayor cuerpo se observó en los tratamientos natural aeróbico y natural anaeróbico, lo que confirma que la retención de mucílago y el tipo de fermentación influyen en la sensación en boca. Los métodos honey y lavado también alcanzaron valores destacados dentro del rango de calidad superior.

- 6. Uniformidad:** La uniformidad obtuvo el máximo puntaje (10.00) en todos los tratamientos, lo que demuestra consistencia sensorial, ausencia de variaciones entre tazas y adecuada estandarización del proceso postcosecha.
- 7. Balance:** El equilibrio sensorial fue superior en los métodos naturales, especialmente en el natural aeróbico. Aunque los valores de los demás tratamientos fueron ligeramente menores, todos se mantuvieron dentro del rango de cafés de especialidad.
- 8. Taza limpia:** Todos los métodos alcanzaron el puntaje máximo en taza limpia, lo que confirma ausencia de sabores fenólicos, mohosos, fermentativos o contaminantes, y valida la correcta ejecución del proceso de beneficio en todas las modalidades evaluadas.
- 9. Dulzor:** El dulzor obtuvo el puntaje perfecto (10.00) en todos los tratamientos, lo que evidencia la presencia de azúcares naturales asociados a la variedad Geisha y el adecuado manejo del secado y fermentación.
- 10. Puntaje de Catador:** Los métodos naturales registraron los puntajes más altos en la evaluación del catador, lo que indica una mejor integración de atributos sensoriales en estos tratamientos. Sin embargo, todos los métodos superaron el umbral mínimo de café especial (>80 puntos).
- 11. Puntaje total:** El método natural aeróbico mostró el puntaje total más alto, seguido del natural anaeróbico y honey anaeróbico. Todos los tratamientos superaron los 85 puntos, consolidando a la variedad Geisha como café de especialidad bajo diversas técnicas de beneficio.

## 7.2. Sugerencias

1. Se recomienda desarrollar futuras investigaciones que evalúen la calidad física y sensorial de otras variedades de café utilizando los mismos métodos de beneficio postcosecha aplicados en este estudio.
2. Se sugiere comparar los métodos de beneficio postcosecha evaluados en diferentes pisos altitudinales y con distintas variedades de *Coffea arabica* L., a fin de analizar la interacción entre altitud, genética y procesamiento.
3. Se recomienda que nuevas tesis consideren, además de la calidad física y sensorial, el análisis del costo-beneficio de cada método de beneficio postcosecha, con el propósito de determinar su viabilidad económica.
4. Se propone desarrollar investigaciones que evalúen la vida útil y estabilidad del café procesado bajo distintos métodos de beneficio, considerando condiciones de almacenamiento y conservación.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Arcila, P., Farfán, V., Moreno, B., Salazar, G., & Hincapié, G. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia*. Bogotá, Colombia: Cenicafé.
- Asociación Nacional del Café (2019). *Guía de variedades de café*. Guatemala: ANACAFE.
- Bécquer-Frauberth, A. (2022). *Construcción y evaluación de secador solar automatizado fotovoltaico eólico para quinua en la Asociación de Productores Heroínas Toledo de Concepción* - Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Centro Nacional de Investigaciones de Café – CENICAFÉ. (2010). *El secado del café* [Cartilla técnica]. Cenicafé.
- Chaguala, C., & Coca, J. (2023). *Evaluación del perfil de taza con los métodos natural y honey en dos variedades de café (Geisha y Bourbon rosado) cosechados a 1800 msnm en el municipio de San Agustín – Huila* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, San Agustín, Colombia.
- Colombo, A. (2013). *Efectos, impactos y outcomes: variantes tipológicas versus metodologías de análisis*. Catalunya, España: Universidad Oberta de Catalunya.
- Cronquist, A. (1992). *An integrated system of classification of flowering plants* (2nd ed.). New York, NY: Columbia University Press.
- Cuya, E. (2013). *Asistencia técnica dirigida a cosecha y postcosecha del café*. Moyobamba, San Martín, Perú: Agrobanco.
- DESCO. (2013). *Control de calidad del café*. Lima, Perú: Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo.

- Escalante, L. (2023). *Influencia de métodos de beneficio poscosecha en la calidad física y organoléptica de granos de café Catimor (Coffea arabica L.) en el VRAEM*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Flórez, C., Ibarra, L., Gómez, L., Carmona, C., Castaño, A., & Ortiz, A. (2013). *Estructura y funcionamiento de la planta de café*. Bogotá, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-56.pdf>
- IICA. (2010). *Protocolo de análisis de calidad de café*. Guatemala: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- INACAL. (2021). *Guía de Implementación de la Norma Técnica Peruana NTP 209.027:2018 café*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad - INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2018). *Café verde. Requisitos (Norma Técnica Peruana NTP 209.027:2018, 5. A ed.)*. Lima: INACAL.
- INIA. (2022). *Manual del cultivo de café en el VRAEM*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Instituto del Café de Costa Rica. (2011). *Guía técnica para el beneficiado de café protegido bajo una indicación geográfica*. San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL, S.A.
- Mardoqueo, J., Díaz, R., Escobar, J., & Guillen, C. (2023). *Manual de cosecha y poscosecha del café*. San Salvador, El Salvador: Instituto Salvadoreño del Café.

- Marín, G. (2012). *Producción de cafés especiales. Manual técnico*. Lima, Perú: Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo - DESCO.
- MIDAGRI. (2024). *Perfil productivo y regional del café en el Perú*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- Oliveros, C., Ramírez, C., Sanz, J., & Peñuela, A. (2008). *Secador parabólico mejorado*. Bogotá, Colombia: Centro Nacional de Investigaciones de Café – (CENICAFE).
- Pabón, J., & Osorio, V. (2019). *Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del café*. Manizales, Colombia: Centro Nacional de Investigaciones en Café- (CENICAFE).
- Payano, J. (2021). *Influencia de siete métodos de beneficio en café (Coffea arábica L.) variedad Caturra Roja en la calidad de taza, en el distrito de Shunte – Tocache*. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- Puerta, G. (2009). *Los catadores de café*. Caldas, Colombia: Centro Nacional de Investigación en Café (Cenicafé).
- Puma Clayssen, S. K. (2024). *Perfil sensorial del café (Coffea arabica) mediante dos técnicas de fermentación en el distrito de Quelluno – La Convención*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Quiliguango, R. (2013). *Influencia de cuatro métodos de beneficio sobre la calidad física y organoléptica del café arábigo (Coffea arábica L.) en dos pisos altitudinales del noroccidente de Pichincha*. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador:
- Ramirez, J., & Cerda, R. (2021). *Manejo del café poscosecha*. Santo Domingo, República Dominicana: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Rhinehart, R. (2009). *¿Qué es un café especial?* Estados Unidos: Specialty Coffee Association of America.
- Salazar, L., & Hincapié, E. (2013). *Manejo integrado de arvenses*. Bogota, Colombia: Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE).
- SENAMHI. (2017). *Atlas de zonas de vida del Perú, guía explicativa*. Lima, Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Silvestre, M. (2020). *Efectos de métodos de beneficio del café robusta (Coffea canephora P.) en la calidad de taza*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La libertad, Ecuador:
- Sotomayor, I. (Ed.). (1993). *Manual del cultivo de café*. Quevedo, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Specialty Coffee Association. (2022). *Evolving the SCA Cupping Protocol and Form: An overview of the pilot testing process*. <https://sca.coffee/sca-news/read/evolving-the-sca-cupping-protocol-and-form-an-overview-of-the-pilot-testing-process>
- Specialty Coffee Association of America. (2015, diciembre 16). *SCAA Protocols: Cupping Specialty Coffee*.
- Untiveros, C. (2021). *Métodos de beneficio (honey, lavado y natural) sobre la calidad organoléptica de Coffea arabica L. variedad catimor*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Valenzuela, R. (2023). *Efecto de los métodos de beneficio de café catimor (lavado, honey, natural, anaeróbico) sobre la calidad física y sensorial en alto Inambari, Perú*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

## ANEXO 01: formato de análisis sensorial



### Specialty Coffee Association Arabica Cupping Form

Name: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Table no: \_\_\_\_\_

#### Quality Scale

6.00 - GOOD	7.00 - VERY GOOD	8.00 - EXCELLENT	9.00 - OUTSTANDING
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Sample No.	Roast Level of Sample	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall	Final Score
		<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	
<div> <div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div> </div>									

Notes: \_\_\_\_\_

Sample No.	Roast Level of Sample	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall	Final Score
		<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	
<div> <div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div> </div>									

Notes: \_\_\_\_\_

Sample No.	Roast Level of Sample	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall	Final Score
		<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	
<div> <div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div> </div>									

Notes: \_\_\_\_\_

Sample No.	Roast Level of Sample	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall	Final Score
		<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	
<div> <div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div> </div>									

Notes: \_\_\_\_\_

Sample No.	Roast Level of Sample	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall	Final Score
		<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	
<div> <div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div> </div>									

Notes: \_\_\_\_\_

Sample No.	Roast Level of Sample	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall	Final Score
		<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	
<div> <div> <div>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div> </div>									

Notes: \_\_\_\_\_

This form is designed and intended to be used in conjunction with the SCA Protocol for Cupping Specialty Coffee

## ANEXO 02: Formato evaluación física de café

### FICHA TÉCNICA DE CONTROL DE CALIDAD

Fecha: \_\_\_\_\_ Organización: \_\_\_\_\_  
 Código Interno: \_\_\_\_\_ Proveedor: \_\_\_\_\_  
 Encargado(s): \_\_\_\_\_

#### I. ANÁLISIS FÍSICO

Análisis de Muestra		Análisis de Proceso		Análisis de Embarque	
---------------------	--	---------------------	--	----------------------	--

Café pergamino				Café Oro			
Peso				Peso			
H° (%)				H° (%)			
Color		Olor		Color		Olor	
Normal		Fresco		Normal		Fresco	
Disparejo		Viejo		Blanqueado		Viejo	
Manchado		Fermento		Disparejo		Fermento	
Negrusco		Terroso		Amarillo		Terroso	
Otros		Hierbas		Traslucido		Hierbas	
		Moho		Azulado		Moho	
Observaciones:							

Cascarilla	Peso (g)	
	Porcentaje (%)	

Granulometría			
Malla N°		Peso (g)	%
20	Por especiales		
19			
18			
17			
16			
15	Por bolsa de New York		
14			
12			
0	Descarte		

Defectos calculados si la muestra es menor a 300g.	
Peso inicial muestra	
N° total defectos hallados	
Total defectos por 350 gr	

Defectos		
Muestra 350 g:		
Primarios	N° de granos	N° Defectos
Grano negro		
Grano agrio		
Cereza seca		
Daño hongo		
Materia extraña		
Brocado severo		
Secundarios	N° de granos	N° Defectos
Parcial negro		
Parcial agrio		
Pergamino		
Flotador/blanc		
Inmaduro		
Averanado/Arrug		
Conchas		
Part/Mord/Cort		
Cáscara y Pulp		
Brocado leve		
N° total defectos		

Peso defectos total (g)	
Porcentaje defectos (%)	

Rendimiento Exportable	(100 - % Cascarilla - % Descarte - % defectos)
------------------------	--

ANEXO 03: certificado de los catadores





**COFFEE QUALITY INSTITUTE®**

## **Q Arabica Grader**

**Ana Alicia Salazar Davila**

The Coffee Quality Institute confers the honor and professional distinction of licensed CQI Q Arabica Grader to the holder of this certificate for having successfully passed all the Q Arabica Grader exams and requirements. CQI extends all of the privileges of this certificate for 36 months, as described in the Q Grader Rules and Regulations. In this honor, the holder agrees to uphold the Q Grader Code of Ethics established by the Q Coffee System.

Tina Yerkes, PhD  
Chief Executive Officer



Improving Quality.  
Changing Lives.

Instructor: Jorge Luis Martinez Marin | Location: NARSA INNOVA

Valid from May 30th, 2022 to May 30th, 2025