

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA FERMENTACIÓN ANAERÓBICA EN LA CALIDAD
DE TAZA DEL CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN LA COLONIA WALDO
BALLIVIAN 1, MUNICIPIO DE CARANAVI**

POR:

Monica Ticona Ayala

EL ALTO – BOLIVIA

Septiembre, 2025

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

**EFFECTO DE LA FERMENTACIÓN ANAERÓBICA EN LA CALIDAD DE TAZA DEL
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN LA COLONIA WALDO BALLIVIAN 1, MUNICIPIO DE
CARANAVI**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniera Agrónoma*

MONICA TICONA AYALA

Asesores:

M. Sc. Lic. Ing. Juan José Vicente Rojas

Ing. Erasmo Quispe Huanca

Tribunal Revisor:

Lic. Ing. Marcelo Rolando Barrientos Zamora

Lic. Ing. Irineo Villalobos Apaza

M. Sc. Lic. Ing. José Luis Lima Jacopa

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

Con mucho amor y cariño a Dios, a mis queridos padres: Don. Fernando Ticona Añamuri, su esposa Dña. Lidia Ayala Puño, por el apoyo incondicional y valores brindados durante mi formación de estudio.

A mis queridos hermanos: Eva Ticona, Hilda Ticona y Ofelia Ticona por brindarme su apoyo moral y material incondicional en todo momento para la conclusión del presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por la vida, salud y la oportunidad de disfrutar de buenos momentos con mi familia y amistades.

En segundo lugar, quiero agradecer a mis padres Sr. Fernando Ticona Añamuri y Sra. Lidia Ayala Puño por haberme brindado ese amor y apoyo incondicional así también por haberme impulsado durante el avance y desarrollo de mis tesis.

También agradezco a la Universidad Pública de El Alto por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mis asesores de tesis al Ing. Erasmo Quispe Huanca y al Ing. Juan José Vicente Rojas por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo durante todo el desarrollo de la tesis. De la misma manera también agradezco a mis tribunales al Ing. José Luis Lima Jacopa, Ing. Irineo Villalobos Apaza e Ing. Marcelo Rolando Barrientos Zamora, por haberme brindado ese apoyo incondicional y toda la paciencia del mundo durante el desarrollo de mi tesis.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMÉN.....	viii
ABSTRACT.....	ix

ÍNDICE DE TEMAS

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
2 OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GENERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2.3 HIPÓTESIS.....	6
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	7
3.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL CAFÉ.....	7
3.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO	7
3.2.1 Taxonomía	7
3.2.2 Descripción botánica	8
3.2.2.1 Hojas	8

3.2.2.2	Flores	8
3.2.2.3	Frutos (cerezas)	9
3.2.2.4	Raíces	9
3.2.2.5	Tallo	10
3.2.3	Requerimientos agroecológicos.....	10
3.3	COSECHA.....	11
3.4	CALIDAD DEL CAFÉ.....	12
3.5	EVALUACIÓN SENSORIAL DEL CAFÉ	12
3.5.1	Las características organolépticas del café	13
3.5.1.1	Aroma.....	14
3.5.1.2	La acidez	14
3.5.1.3	El amargor	14
3.5.1.4	El dulzor	15
3.5.1.5	El cuerpo	15
3.5.1.6	Fragancia	16
3.5.1.7	Sabor.....	16
3.5.1.8	Resabio	17
3.6	ETAPAS DE TRANSFORMACIÓN.....	17
3.7	FERMENTACIÓN ANAERÓBICA	17
3.8	PERFIL DE TAZA	18
3.9	CATADORES Y JUECES	19
3.10	TIPOS Y PROCESAMIENTOS DE SECADOS	19
3.11	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO DEL CAFÉ.	20
4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4.1	LOCALIZACIÓN	21
4.1.1	Ubicación geográfica	21
4.1.2	Características ecológicas.....	22
4.1.2.1	Clima	22
4.1.2.2	Temperatura.....	22
4.1.2.3	Fisiografía.....	22
4.1.2.4	Flora	23

4.1.2.5	Fauna	23
4.1.2.6	Suelo	24
4.2.	MATERIALES	24
4.2.1.	Materiales de estudio	24
4.2.1.1.	Material genético	24
4.2.2.	Material de laboratorio	24
4.2.3.	Material de campo.....	25
4.2.4.	Material de gabinete.....	25
4.3.	METODOLOGÍA.....	25
4.3.1.	Enfoque del trabajo de investigación.....	25
4.3.2.	Primera etapa: Preparación y Planificación	27
4.3.3.	Segunda etapa: Campo o experimentación.....	27
4.3.3.1.	Determinación de la muestra	29
4.3.3.2.	Tamaño de la muestra.....	30
4.3.3.3.	Procedimiento experimental en campo	30
4.3.4.	Tercera etapa: Análisis de Información	33
4.3.4.1.	Factor de estudio.....	33
4.3.4.2.	Tratamientos	33
4.3.4.3.	Croquis del experimento.....	33
4.3.5.	Análisis estadístico de resultados	34
4.3.6.	Variables de respuesta	34
4.3.6.1.	Temperatura ambiente (°C)	34
4.3.6.2.	Humedad relativa	34
4.3.6.3.	Tiempo de secado	35
4.3.6.4.	Evaluación física del grano en los tratamientos	35
4.3.6.5.	Análisis sensorial del café	35
4.3.6.6.	Análisis de costos.....	37
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
5.1.	COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO	40
5.1.1.	Temperatura	40
5.1.2.	Humedad relativa.....	41

5.1.3.	Periodo de secado	43
5.2.	EVALUACIÓN FÍSICA DEL GRANO EN LOS TRATAMIENTOS	44
5.2.1.	Peso total de la muestra.....	45
5.2.2.	Defectos.....	46
5.2.3.	Aspecto físico, color y olor	47
5.2.4.	Humedad del grano.....	47
5.2.5.	Tueste.....	48
5.3.	EVALUACIÓN DE PERFILES ORGANOLÉPTICA DE MUESTRAS.....	49
5.3.1.	Puntuación alcanzada evaluada según la escala SCAA	50
5.3.2.	Testigo (Tratamiento 0) beneficiado húmedo	50
5.3.3.	Tiempo de fermentación de 24 horas (Tratamiento 1).....	52
5.3.4.	Periodo de fermentación 48 horas (Tratamiento 2)	54
5.3.5.	Periodo de fermentación 72 horas (Tratamiento 3)	56
5.3.6.	Calidad en Taza.....	58
5.3.7.	Análisis de varianza de Calidad en Taza.....	59
5.3.8.	Análisis económico	63
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
6.1.	CONCLUSIONES	65
6.2.	RECOMENDACIONES	65
7.	BIBLIOGRAFÍA	67
8.	ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Detalle de los descriptores organolépticos	35
Tabla 2. Resumen de resultados de propiedades físicas de las muestras (g.)	44
Tabla 3. Evaluación cuantitativa de las cualidades organolépticas	49
Tabla 4. Resultados del perfil organoléptico del testigo (T0)	51
Tabla 5. Resultados del perfil organoléptico del testigo (T1)	53
Tabla 6. Resultados del perfil organoléptico del testigo (T2)	54
Tabla 7. Resultados del perfil organoléptico del testigo (T3)	56
Tabla 8. Resultados de los perfiles organoléptico de las 12 muestras del estudio	58
Tabla 9. Análisis de varianza para calidad en taza.....	61
Tabla 10. Prueba de medias para la calidad en taza.....	62
Tabla 11. Comparación de beneficios netos de los diferentes tratamientos	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio	21
Figura 2. Esquema de la metodología de investigación	26
Figura 3. Ubicación de parcela para el estudio	28
Figura 4. Cosecha de café guinda variedad Catuai rojo	28
Figura 5. Proceso de secado del grano mote (testigo).....	29
Figura 6. Descriptor de sensores de café.	37
Figura 7. Comportamiento de temperatura durante el ensayo (°C).....	40
Figura 8. Comportamiento de la humedad relativa (%).....	42
Figura 9. Tiempos de secados de los tratamientos.....	43
Figura 10. Propiedades de secado, selección y grano oro verde de las muestras de café ..	45
Figura 11. Cantidad de defectos presentados por las muestras de café (g)	46
Figura 12. Porcentaje de humedad alcanzado de las muestras de café	48
Figura 13. Evaluación del perfil organoléptico y atributos sensoriales del T0.....	51
Figura 14. Evaluación del perfil organoléptico y atributos sensoriales del T1.....	53
Figura 15. Evaluación del perfil organoléptico y atributos sensoriales del T2.....	55
Figura 16. Evaluación del perfil organoléptico y atributos sensoriales del T3.....	57
Figura 17. Comparación de calidad en taza del tratamiento	60

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Proceso de fermentación.....	72
Anexo 2. Ficha de catación de café SCAA	73
Anexo 3. Resultados de laboratorio detalle de análisis de muestras	74
Anexo 4. Fermentación anaeróbica de café en tanques de 20 litros.....	86
Anexo 5. Determinación de humedad del grano	86
Anexo 6. Preparación de muestras.....	87
Anexo 7. Evaluación de fragancia	87
Anexo 8. Procedimiento de romper taza y quitar las partículas de la superficie.....	88

RESUMEN

El problema identificado es la baja calidad del café en taza, causada por factores que afectan los parámetros organolépticos, especialmente en la etapa de post cosecha, debido al manejo inadecuado de los productores. El objetivo de la investigación fue comparar el impacto de diferentes períodos de fermentación anaeróbica sobre la calidad del café en taza. Se evaluaron tanto parámetros físicos (peso del café pelado, cascarilla, defectos, aspecto físico, color, olor, humedad y tueste) como organolépticos (limpieza, dulzura, acidez, cuerpo, sabor, resabio y balance), en la Colonia Waldo Ballivián 1, ubicada en el municipio de Caranavi, Departamento de La Paz. Esta región se encuentra en un rango altitudinal de 1.200 a 1.500 m s.n.m., con coordenadas 15°31'14,87" Latitud Sur y 67°39'37,63" Latitud Oeste. La altitud es un factor crucial, ya que el café de alta calidad se produce a altitudes superiores a los 1.200 m s.n.m. El estudio se realizó entre los meses de julio y agosto del 2024, evaluando el 25% de la población, lo que corresponde a 12 muestras y sus mezclas (blends). Los resultados se compararon utilizando el análisis de varianza y la prueba de Duncan al 5% de significancia. Los resultados revelaron que el mejor café de calidad obtuvo una puntuación de 86,46 puntos correspondiente al tratamiento T2 (fermentación anaeróbica durante 48 horas). Los tratamientos T1 y T3 obtuvieron puntuaciones de 83,90 y 83,50, respectivamente, mientras que el testigo (T0) con beneficiado húmedo alcanzó un puntaje de 83,00. El perfil organoléptico más destacado se observó con 48 horas de fermentación anaeróbica, presentando notas de fragancia a frutas amarillas (damasco), aroma a manzana roja, sabor predominante a frutos rojos (moras y ciruelas), resabio refrescante, acidez brillante y cítrica, y dulzura similar a almíbar de durazno. Además, el café mostró una consistencia uniforme de caliente a frío entre tazas, con atributos excepcionales. Se concluye que el proceso natural de fermentación anaeróbica de 48 horas (T2) en la variedad Catuai Rojo produce el café de mejor calidad en comparación con los otros tratamientos, resultando estadísticamente significativo.

ABSTRACT

The identified problem is the low quality of coffee in the cup, caused by factors that affect the organoleptic parameters, especially during the post-harvest stage, due to inadequate handling by the producers. The objective of the research was to compare the impact of different periods of anaerobic fermentation on the quality of coffee in the cup. Both physical parameters (weight of hulled coffee, husk, defects, physical appearance, color, odor, moisture, and roasting) and organoleptic parameters (cleanliness, sweetness, acidity, body, flavor, aftertaste, and balance) were evaluated in the Waldo Ballivián 1 area, located in the municipality of Caranavi, Department of La Paz. This region is situated at an altitude range of 1,200 to 1,500 meters above sea level, with coordinates 15°31'14.87" South Latitude and 67°39'37.63" West Longitude. Altitude is a crucial factor, as high-quality coffee is produced at altitudes above 1,200 meters above sea level. The study was conducted between July and August 2024, evaluating 25% of the population, corresponding to 12 samples and their blends. The results were compared using analysis of variance and the Duncan test at a 5% significance level. The results revealed that the best-quality coffee scored 86.46 points, corresponding to treatment T2 (48 hours of anaerobic fermentation). Treatments T1 and T3 scored 83.90 and 83.50, respectively, while the control (T0) with wet processing scored 83.00. The most outstanding organoleptic profile was observed with 48 hours of anaerobic fermentation, with notes of yellow fruit fragrance (apricot), red apple aroma, a predominant flavor of red fruits (blackberries and plums), refreshing aftertaste, bright and citrus acidity, and sweetness resembling peach syrup. Additionally, the coffee showed uniform consistency from hot to cold between cups, with exceptional attributes. It is concluded that the natural anaerobic fermentation process for 48 hours (T2) in the Catuai Rojo variety produces the highest quality coffee compared to the other treatments, resulting in statistically significant findings.

1 INTRODUCCIÓN

El café es un producto de importancia en el mundo y en la economía nacional, dado que representa fuente de ingresos por las exportaciones, genera fuentes de empleo en toda la cadena productiva. La calidad del café está determinada por dos componentes básicos, la calidad inherente y la calidad primaria. La primera está relacionada con la variedad, altitud, condiciones meteorológicas, suelos y manejo agronómico del mismo. La segunda, es determinada por la forma de procesamiento y la calidad obtenida en una evaluación sensorial “taza” es en esta última etapa donde se debe mejorar aspectos de manejo y procesamiento en las características de la calidad inherente del café, puesto que el mal manejo en esta etapa, determinara las características de la misma (Roffé, 2022).

Actualmente en algunos sectores de Bolivia, principalmente en los yungas de La Paz, se observa las plantaciones que utilizan cultivares como Caturra, Catuai, Mondo novo, Typica y muy poco Catimor, que tiene la importancia económica en la zona (FECAFEB, 2013).

La calidad del café está determinada por dos componentes básicos, la calidad inherente y la calidad primaria. La primera está relacionada con la variedad, altitud, condiciones meteorológicas, suelos y manejo agronómico del mismo. La segunda, es determinada por la forma de procesamiento y la calidad obtenida en una evaluación sensorial “taza” es en esta última etapa donde se debe mejorar aspectos de manejo y procesamiento en las características de la calidad inherente del café, puesto que el mal manejo en esta etapa, determinará las características de la misma (Jaldin D. R., 2001).

En Bolivia el café se constituye en uno de los principales productos de exportación no tradicional. La mayor parte de la producción de café de exportación se concentra en el departamento de La Paz en un 95% y un 5% respecto a otros departamentos, esto debido a las condiciones ecológicas de las zonas de producción (IBCE, 2003).

Por otro lado, el café orgánico es un producto diferenciado, reúne características que lo hacen particular y dirigido a sectores específicos de los pequeños productores de café. Estas organizaciones de pequeños y medianos productores de café, son evaluadas por las normas de la certificación de Comercio Justo. La calidad más estos dos elementos de diferenciación (orgánico y de comercio justo) conforman un nicho particular de mercado

para el café, que se convierte en una oportunidad y un desafío para pequeños y medianos productores de café organizados de los países en Mesoamérica (Castañeda, 2007)

Conocer el potencial de calidad de café y comparar, permitirá que se pueda desarrollar productos similares para el mercado Mercosur, Europa, Asia y Estado Unidos. Ante la escasa producción familiar, una opción es vender a mejores precios y por calidad; por ello es importante conocer el nivel y los perfiles organolépticos que nos ayudarán a caracterizar la producción para diferentes nichos de mercado. El comercio de café para Bolivia fue de \$1.4 millones de dólares, del cual la producción orgánica fue del 25% (Ochoa, 2017).

El manejo actual de la zona cafetalera en la región de Caranavi, es netamente tradicional, traduciéndose a bajos rendimientos y una mala calidad del producto final. Los rendimientos se deben a menor área de producción, cafetales muy viejos, descuido en el manejo de su cafetal en: limpieza, poda, sombra; plagas, enfermedades, precios bajos del producto, etc.

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), en el marco de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, traza el Plan Nacional de Desarrollo “Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien” y el Plan Sectorial de Desarrollo Agropecuario con mecanismos participativos e inclusivos; asimismo, establece la Política Nacional de Desarrollo Cafetalero.

El objetivo general es promover el desarrollo sustentable social, cultural, económico y tecnológico del sector cafetalero de Bolivia, en el marco de la Seguridad Alimentaria para “Vivir Bien”, articulados a las entidades públicas con productores beneficiarios, transformadores, industrializadores y comercializadores.

En su eje estratégico de comercialización busca consolidar los sistemas y mecanismo estratégicos más eficientes de comercialización, que garanticen los nuevos nichos de mercado nacional e internacional con la buena calidad y elevado volumen de oferta de producto (PICNN, 2018).

1.1 Antecedentes

Los procesos de beneficiado de café en la etapa de fermentación, garantizan los porcentajes de cobertura del mucílago sobre el grano, se convierte en una labor de delicadeza y proporción que prácticamente impide que se pueda repetir un perfil de taza (CENICAFE, 2000). Tanto el Aroma el cuerpo y la acidez son características muy dominantes en la calidad de bebida, porque si una de estas características sensoriales no es buena, dañaría la calidad de café bajando el puntaje que da cuando se realiza las evaluaciones organolépticas (Huanca, 2007).

Rojas Checca (2017) evaluó dos variedades de café Típica, Catimor rojo y Catimor amarillo y tiempos de fermentación 12, 18, 24 Hrs. Blanca Flores (2017) indica que el más predominante es el café Catimor, aunque la mejor calidad en taza proviene de la variedad Caturra; sin embargo, el procesamiento del café Catimor puede elevar los puntajes de calidad en taza.

El estudio realizado por la Universidad Federal de Paraná en Brasil se centró en comprender los efectos de la fermentación anaeróbica inducida en la calidad de los granos de café, específicamente en la variedad Catuaí Amarillo cultivada a 650 m s.n.m. Se llevaron a cabo tres tratamientos de fermentación con diferentes períodos de tiempo: 24, 48 y 72 horas. A pesar de que el desarrollo microbiano no mostró diferencias significativas entre los tratamientos de 24 y 48 horas, se observó que aquellos con 72 horas de fermentación alcanzaron una puntuación de más de 85 puntos según los catadores, lo que indica una mejora notable en la calidad del café en comparación con los tratamientos de 24 y 48 horas, que mostraron resultados más discretos. Este hallazgo resalta la importancia del tiempo de fermentación en la calidad final del café, demostrando que un período más prolongado puede generar perfiles de sabor más complejos y apreciados por los consumidores (Silva & Balla, 2022)

El proceso de fermentación anaeróbica en café es una técnica relativamente nueva que ha ganado popularidad en la industria cafetera debido a su capacidad para producir perfiles de sabor único y complejo. A diferencia de la fermentación tradicional, donde los granos de café se fermentan en un ambiente abierto y expuesto al aire, la fermentación anaeróbica se lleva a cabo en un ambiente cerrado, donde se limita o se elimina completamente el oxígeno.

El proceso de fermentación anaeróbica en café es una técnica innovadora que permite a los productores explorar nuevas dimensiones de sabor y aroma en el café, ofreciendo una experiencia sensorial única para los consumidores. Su popularidad está en aumento en la industria del café de especialidad, donde la diversidad y la calidad del producto son altamente valoradas (CENICAFE, 2000).

1.2 Planteamiento del problema

El problema identificado en la localidad Waldo Ballivián 1 del municipio de Caranavi es la baja calidad en taza de café en la etapa de post cosecha, por el mal manejo ya que los productores no contemplan aspectos técnicos en los cuidados del grano para mantener o mejorar la calidad en taza, por el cuál alcanza a cifras muy bajas y con el estudio se pretende identificar el tiempo óptimo de fermentación y alternativas para incrementar la calidad de café en taza a través de la evaluación de 4 periodos de fermentación anaeróbica que podría mejorar la calidad en taza, ya que puede resultar más eficientes para el productor y con ello pueda alcanzar parámetros de evaluación superior y satisfacer el mercado.

En Caranavi el beneficio del café se realiza de manera tradicional (húmeda) el cual consiste en retirar el mucilago adherido al grano de café, mediante un proceso fermentativo (Calvert, 1998), posteriormente se realiza el lavado del café con agua limpia, donde se extrae dicho mucilago fermentado, dejando el pergamino libre de impurezas y pueda ser sometido a secado (Zambrano *et al.*, 2006), por lo tanto, el beneficio húmedo es uno de los factores más relevantes en la calidad del café.

Bajo los antecedentes referidos, existe el problema de los productores que no alcanzan ponderaciones requeridas en taza, en los mercados nacionales e internacionales, esto a consecuencia de que no están identificadas y/o no existen técnicas que mejoren la calidad para la comercialización durante el beneficiado de café.

El estudio pretende responder el siguiente interrogante: ¿Cuál será el efecto de los 4 periodos de fermentación anaeróbica en la calidad de taza del café en la colonia Waldo Ballivián 1, municipio de Caranavi?

1.3 Justificación

El objetivo de este estudio es determinar el tiempo ideal de fermentación anaeróbica para optimizar la calidad en taza del café, alcanzando parámetros organolépticos óptimos. Se busca proporcionar información valiosa y alternativas técnicas basadas en buenas prácticas de beneficiado, con el fin de producir cafés especiales que puedan competir en torneos nacionales e internacionales. Además, se persigue un enfoque sustentable en los ámbitos económico y social, garantizando que las prácticas recomendadas no solo mejoren la calidad del café, sino que también promuevan el bienestar de los productores y el cuidado del medio ambiente.

En Bolivia existen estudios sobre el beneficio húmedo para mejorar la calidad de café, pero no se ha investigado las formas de procesamiento para mejorar la calidad en taza, debido a ello con esta investigación se pretende identificar alternativas de beneficiado húmedo a objeto de mejorar la calidad en un proceso de fermentación anaeróbica (FECAFEB, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de la fermentación anaeróbica en la calidad de taza del café (*Coffea arabica* L.) en la Colonia Waldo Ballivián 1, municipio de Caranavi.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar el efecto de 4 periodos de fermentación anaeróbica, con diferentes tiempos de duración (24, 48 y 72 horas) sobre la calidad sensorial del café.
- Determinar el tiempo óptimo de la fermentación anaeróbica para mejorar la calidad en taza del café.
- Examinar los parámetros físicos del grano de café tratados bajo diferentes periodos de fermentación anaeróbica, para establecer su impacto en la calidad física del producto final.
- Analizar el costo beneficio de los tiempos de fermentación anaeróbica.

2.3 Hipótesis

H₀: No existen diferencias, estadísticamente significativas en los diferentes periodos de fermentación anaeróbica, no generan cambios en incremento de la calidad en taza.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen y distribución del café

El café procede del norte de Etiopía (antes llamada Abisinia), en el oriente de África. El cafeto es probablemente originario de la provincia de Kaffa, en Etiopía, pero la cuestión no está resuelta completamente. En los bosques altos del suroeste de Etiopía, de 1300 a 2000 metros de altitud. El género pertenece a la familia de las Rubiáceas (*Rubiaceae*), que tiene alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría árboles y arbustos. Son principalmente de origen tropical, y de una amplia distribución (Castañeda, 2007). Los principales países productores de café del mundo en el año 2015 son: Brasil, Vietnam, Colombia, Indonesia, Etiopía, India, Honduras, Uganda, México, Guatemala, Perú, Nicaragua, Costa de marfil, Costa rica, Kenia, Tanzania, Papua nueva guinea, El Salvador Ecuador, Camerún (Castañeda, 2007).

Alvarado, (2007), hace mención que el café se originó en tierras altas ubicadas sobre los 1000 m s.n.m. de Etiopía y Sudán. Entre los años 575 a 890, los persas y los árabes lo llevaron a Arabia y Yemen, en tanto que los nativos africanos lo extendieron a Mozambique y Madagascar, de aquí los holandeses y los portugueses, entre los años 1600 y 1700, lo trasladaron a Ceylán, posteriormente a Java y a la India, así como a otras regiones de Asia y África. En 1727 fue trasladado de Sumatra a Brasil, luego paso a Perú y Paraguay y se extendió por Centro América, a partir de 1750 se cultivó en Bolivia.

3.2 Generalidades del cultivo

3.2.1 Taxonomía

Según, Franco, (2021), clasifica su taxonomía de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Gentianales

Familia: Rubiaceae

Género: *Coffea*

Especie: *C. Arabica L.*

3.2.2 Descripción botánica

Arbusto o arbolito de entre 1-7 m de altura. Hojas opuestas, brillantes, mayormente oblongas, con los nervios prominentes en ambas caras. Flores blancas y fragantes, en grupos apretados en la axila de las hojas. Fruto carnoso, globoso u ovalado, rojo o amarillo al madurar y que contiene 2 semillas oliváceas (Franco, 2021).

3.2.2.1 Hojas

Las hojas de la planta de café son opuestas, con una forma que puede variar entre elíptica y lanceolada. Su color es verde oscuro y brillante en la parte superior, mientras que la parte inferior presenta un tono más claro, a menudo con una textura algo más áspera. Cada hoja posee un borde liso y uniforme, lo que contribuye a su apariencia general de suavidad.

Las dimensiones típicas de las hojas oscilan entre 6 y 12 centímetros de largo y entre 2 y 5 centímetros de ancho. Estas medidas pueden variar ligeramente dependiendo de las condiciones de cultivo y la variedad específica del café. La estructura y el color de las hojas no solo afectan la estética de la planta, sino que también juegan un papel crucial en la fotosíntesis, facilitando el crecimiento y desarrollo óptimos del arbusto de café. (Reyes, 2018).

3.2.2.2 Flores

Las flores de café son de un atractivo color blanco y poseen una fragancia delicada y agradable. Estas flores, que presentan una estructura estrellada y están compuestas por cinco pétalos, suelen aparecer en racimos axilares, es decir, se agrupan a lo largo de las ramas del arbusto. La floración del café generalmente tiene lugar en primavera, cuando las condiciones climáticas son favorables.

Durante este período, el café exhibe una profusión de flores que no solo contribuyen a la belleza del cultivo, sino que también juegan un papel crucial en el proceso de polinización. La floración es una etapa vital en el ciclo de vida del café, ya que marca el inicio del desarrollo de los frutos que eventualmente se convertirán en granos de café.

3.2.2.3 Frutos (cerezas)

Los frutos del café Arábica son drupas de un vibrante color rojo brillante, que alcanzan su madurez aproximadamente entre 7 y 9 meses después de la floración. Cada fruto está compuesto por una pulpa carnosa que rodea dos semillas de café, las cuales son los granos que se utilizan para preparar el café que consumimos.

Estas drupas, también conocidas como cerezas de café, evolucionan a partir de las flores blancas y fragantes que brotan en racimos axilares en la planta. A medida que los frutos maduran, pasan por un cambio de color, de verde a rojo, indicando que los granos en su interior han alcanzado su desarrollo completo y están listos para ser cosechados. La calidad del café resultante depende en gran medida de la selección de estas cerezas maduras, ya que los granos recolectados en su punto óptimo de maduración aportan un perfil de sabor más rico y complejo.

3.2.2.4 Raíces

La planta de café Arábica posee un sistema radicular característico que es relativamente poco profundo, pero notablemente denso. Este sistema radicular se extiende de manera amplia en el suelo, formando una red que permite a la planta maximizar la absorción de nutrientes y agua de las capas superiores del suelo. Aunque las raíces no penetran profundamente, su expansión horizontal es esencial para el desarrollo robusto de la planta, ya que facilita el acceso a los recursos necesarios para su crecimiento y producción.

El diseño de este sistema radicular también influye en la estabilidad de la planta, permitiéndole soportar condiciones climáticas variables y mantener su estructura en suelos que no son extremadamente profundos. Además, la disposición densa de las raíces contribuye a una mejor resistencia a la erosión del suelo y a una mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes disponibles, lo cual es crucial para la salud y la productividad del café Arábica (CENICAFE, 2000).

3.2.2.5 Tallo

El tallo de la planta de café Arábica es leñoso, ramificado y erguido. Puede alcanzar alturas de hasta 5 metros en su estado silvestre, aunque en los cultivos generalmente se poda para facilitar la cosecha.

El café Arábica es altamente valorado por su suave sabor y bajo contenido de cafeína en comparación con otras especies de café. Es la variedad preferida para los cafés gourmet y de especialidad.

3.2.3 Requerimientos agroecológicos

Los requerimientos agroecológicos para el cultivo del café incluyen consideraciones sobre el clima, el suelo, la altitud, la sombra, el manejo del agua y el manejo integrado de plagas y enfermedades. Estos elementos son fundamentales para promover prácticas sostenibles y la producción de café de alta calidad.

El cultivo de café requiere condiciones agroecológicas específicas para prosperar. Prefiere climas tropicales y subtropicales con temperaturas promedio de 15°C a 24°C y una distribución equilibrada de precipitación, con una breve temporada seca para promover la floración y la maduración de los frutos. Se favorece en altitudes de 600 a 2000 metros sobre el nivel del mar, donde las temperaturas más frescas y la maduración más lenta producen granos de mejor calidad.

El suelo ideal es profundo, bien drenado y rico en materia orgánica, con un pH entre 6 y 6.5. Muchos agricultores emplean sistemas agroforestales, cultivando bajo la sombra de árboles más grandes para proteger contra el calor y la luz solar directa, y promover la biodiversidad. El manejo adecuado del agua, el control integrado de plagas y enfermedades, la poda regular y la fertilización son prácticas clave para el éxito del cultivo. Estos requisitos agroecológicos combinados contribuyen a la calidad y sostenibilidad del café producido, promoviendo un equilibrio entre la producción y el cuidado del medio ambiente (Franco, 2021).

Los árboles de la especie Arábica bajo libre crecimiento pueden llegar a medir entre 4-6 metros de alto, con ramas con crecimiento vertical (orto trópico) que producen un par con

crecimiento horizontal (plagio trópico), estas con hojas onduladas que pueden medir entre 10 -15 x 5 -10 cm. Bajo unas buenas condiciones de campo, las plantas jóvenes pueden comenzar a tener floración entre los 12-15 meses y producir su primera cosecha 2 años y medio después de la plantación. Los frutos del cafeto tardan entre 7 a 9 meses en alcanzar su estado óptimo de madurez (Franco, 2021).

El café arábico es cultivado a altitudes entre los 900-2100 ms.n.m. a una temperatura óptima entre 15-24 °C. Esta especie tiene un potencial para producir cafés con tazas limpias, notas dulces, fructuosas, y con mayor acidez. Es importante recordar que sólo un 20% de los cafés de la variedad Arábica que se cultivan en el mundo están considerados como Cafés de Calidad Superior o Cafés Especiales. El porcentaje de cafeína de los cafés arábicas tiene un promedio de 1.2%. El mayor productor de café Arábica del mundo es Brasil (CPC, 2008).

3.3 Cosecha

El éxito de la buena calidad del café se centra en la recolección del fruto maduro y la buena aplicación de los pasos del beneficiado. En México la recolección de la cosecha se hace a mano y en forma selectiva, es decir, recogiendo principalmente una a una las cerezas maduras y se van guardando en canastos, costales o cubetas. El grado de maduración de la cereza mejora la calidad de la bebida (aroma, acidez y sabor del café) (FECAFEB, 2013).

Sin embargo, en Bolivia se realiza la cosecha de manera manual sólo fruto maduro, ya que esta práctica es componente de alto rendimiento y mayor calidad. Los frutos verdes o sobre maduros pesan menos y dan sabor desagradable a la taza (FECAFEB, 2013).

La cosecha del café implica la recolección de los frutos maduros de la planta de café. Los indicadores clave de madurez incluyen el color, la textura y el sabor de los frutos, así como la facilidad con la que se separan de la planta. Los productores suelen esperar a que los frutos alcancen un color rojo brillante o amarillo, indicios de su madurez. La recolección puede realizarse de forma manual o mecánica, dependiendo de la escala y las prácticas de la finca. En la cosecha manual, los recolectores seleccionan cuidadosamente los frutos maduros, mientras que, en la cosecha mecánica, las máquinas

sacuden los árboles para liberar los frutos. Una cosecha exitosa requiere un seguimiento cuidadoso de los indicadores de madurez y una coordinación eficiente para recolectar los frutos en el momento óptimo, garantizando así la calidad del café (CENICAFE, 2000).

3.4 Calidad del café

La calidad del café depende de numerosos factores como la especie *Coffea arabica* (Arábica) o *Coffea Canephora* (Robusta), la variedad, las condiciones edafoclimáticas y el manejo agronómico del cultivo. Sin embargo, la calidad del café es el resultado de muchos procesos y operaciones realizados por todas las personas de la cadena del café que efectúan las labores de producción, cosecha y pos-cosecha (Castañeda, 2007).

Cuando se obtiene un café de buena calidad, es porque el café ha presentado características de inocuidad, buena calidad física, buena calidad sensorial y una composición química natural (FECAFEB, 2013).

La calidad del café de calidad está determinada por una combinación de factores que abarcan desde el cultivo hasta la preparación. Esto incluye la variedad de café plantada, la altitud y las condiciones climáticas del cultivo, así como las prácticas agronómicas cuidadosas y los métodos de cosecha y procesamiento empleados. Además, el tostado apropiado, el almacenamiento adecuado y la frescura de los granos, junto con la preparación experta del café, son cruciales para obtener una bebida de calidad óptima. Cada etapa del proceso influye en el sabor, aroma y experiencia general del café, y un enfoque integral en la excelencia en todas las fases garantiza la producción de café de alta calidad (CENICAFE, 2000).

3.5 Evaluación sensorial del café

La evaluación sensorial del café, también conocida como catación de café, es un proceso en el que se examinan y se analizan las características sensoriales del café con el fin de determinar su calidad y perfil de sabor. Los catadores profesionales, utilizan una metodología sistemática para evaluar aspectos como el aroma, el sabor, el cuerpo y la acidez del café.

Durante la catación, se examina el aroma del café tanto en seco como después de la infusión, buscando notas florales, frutales, especiadas o terrosas. Luego, se degusta el café, evaluando su sabor en términos de dulzura, acidez, amargor y otros atributos como el equilibrio y la complejidad. El cuerpo del café, que se refiere a su sensación en boca, también se evalúa, desde ligero y sedoso hasta denso y cremoso. Los catadores registran sus observaciones en fichas de catación para describir y clasificar el café según su calidad y perfil de sabor, lo que ayuda a los productores, tostadores y consumidores a identificar y apreciar las características únicas de cada tipo de café (Jaldin D. R., 2001).

Los métodos de la evaluación sensorial se usan básicamente en la industria de los alimentos para determinar la calidad de las materias primas y del producto, en el control de los procesos de fabricación y para los estudios de preferencias en los consumidores (CPC, 2008).

INIFAP (2013), menciona que, en el café, la evaluación sensorial es el método usado para conocer el aroma, el sabor y la sanidad del café, se denomina también cata o prueba de taza. Por medio de esta técnica se pueden identificar los defectos presentes en la bebida, cuantificar y calificar la intensidad de una característica sensorial.

3.5.1 Las características organolépticas del café

La calidad y el perfil de sabor del café pueden variar según factores como la variedad de café, el origen geográfico, las prácticas de cultivo, el procesamiento y el método de preparación. La capacidad para identificar y apreciar estas características es fundamental para los catadores y amantes del café en la evaluación y disfrute de esta bebida.

Están valoradas a través de los sentidos, la fragancia que es la característica del aroma del café tostado y molido. Es la primera cualidad que el catador percibe en la bebida del café al oler. Su intensidad, cualidad y tipo, dan indicios de la calidad del café, de su frescura y de las condiciones de cultivo, así como del proceso para la obtención del producto final (INIFAP, 2013).

3.5.1.1 Aroma

Un buen café presenta un aroma dulce con notas herbales, frutales o a especias. A través del gusto se identifica la acidez, amargor y el dulzor.

Los cafés reposados en agua hervida durante 5 minutos forman una capa en la superficie de la bebida, formando gases que al romper la capa libera un amplio carácter aromático, que se puede distinguir de un café a otro (Katzeff P. , 2012).

3.5.1.2 La acidez

Es el sabor característico de ciertos ácidos como el acético o de frutas cítricas como el limón o la naranja. Esta es una cualidad propia y muy positiva que presenta la especie *Coffea Arábica* cuando se ha beneficiado por la vía húmeda.

La acidez permite evaluar las demás características, es parte fundamental y percibe la brillantez en la parte baja de los lados de la lengua, lo que se califica es la brillantez de la taza, y el balance entre acidez y sabor es muy importante (Katzeff 2012).

3.5.1.3 El amargor

Una característica inherente al café, atribuida a su composición química, es el desarrollo de diversos perfiles de sabor y aroma durante su preparación. La intensidad de estas propiedades puede variar significativamente en función del grado de torrefacción al que ha sido sometido el café y del método de preparación utilizado para la bebida. La torrefacción, o proceso de tostado, es fundamental en la formación de los compuestos aromáticos y sabores del café. Durante este proceso, los granos de café experimentan reacciones químicas complejas, como la reacción de Maillard y la caramelización, que contribuyen al desarrollo de sus características organolépticas. Un mayor grado de torrefacción generalmente intensifica los sabores amargos y las notas de tostado, mientras que una torrefacción más ligera tiende a resaltar notas más ácidas y frutales.

Asimismo, el método de preparación del café influye en su perfil final. Diferentes técnicas, como el espresso, la prensa francesa o el filtro, afectan la extracción de los compuestos solubles del café y, por lo tanto, su intensidad y equilibrio. La proporción de café a agua, la temperatura del agua y el tiempo de extracción son factores cruciales que determinan la intensidad del sabor y el aroma en la taza.

En resumen, la intensidad de las características organolépticas del café es un resultado directo de su composición química, que se ve modificada tanto por el grado de torrefacción como por el método de preparación utilizado. Estos factores trabajan en conjunto para definir el perfil sensorial único de cada taza de café (Boot, 2013).

3.5.1.4 El dulzor

La astringencia es una cualidad distintiva del café Arábica, que se debe a su composición química particular. Esta sensación se experimenta cuando los terminales sensoriales del gusto en la boca detectan la presencia de ciertos compuestos fenólicos, como los taninos.

Cuando se activa el sentido del tacto, es posible percibir cómo la bebida afecta la temperatura, ya sea caliente o fría, así como su textura en términos de astringencia y cuerpo. La astringencia se manifiesta como una sensación de ardor o sequedad al final de la lengua, en la garganta y en la boca del estómago. Esta sensación se debe a la interacción de los compuestos químicos del café con las membranas mucosas, provocando una sensación de sequedad o rugosidad.

En el caso del café, la astringencia excesiva suele ser un defecto y se origina principalmente debido a la presencia de granos inmaduros en el lote de café. Los granos inmaduros contienen una mayor cantidad de ácidos y compuestos fenólicos que, al ser tostados, contribuyen a una mayor astringencia. Este defecto puede ser mitigado mediante una selección más cuidadosa de los granos y un proceso de tostado adecuado, que garantice una calidad óptima y una experiencia de cata equilibrada (Katzeff P. , 2012).

3.5.1.5 El cuerpo

El cuerpo se refiere a la sensación del café en la boca, a la viscosidad, el peso y el grosor con que es percibido en la lengua. Esa característica se relaciona con los aceites y las sustancias que se extraen durante el tratamiento del grano. Una buena bebida de café presenta cuerpo completo, moderado y balanceado. Por último, se encuentra la impresión global que enmarcan todas las propiedades percibidas con el sentido del olfato, el gusto y el tacto. Es la clasificación y calificación general que acepta o rechaza la calidad de un café, (Angel, 2023).

3.5.1.6 Fragancia

La fragancia del café es el primer aspecto que se evalúa durante la cata, y se examina en tazas que contienen 12 gramos de café recién molido. Esta evaluación inicial proporciona una indicación crucial sobre la naturaleza del sabor del café. La fragancia, que es un componente aromático volátil, refleja las características intrínsecas del café y juega un papel fundamental en la experiencia sensorial general.

La intensidad de la fragancia revela la frescura de la muestra; un aroma fuerte y bien definido generalmente indica que el café es reciente y ha sido almacenado adecuadamente. Dado que los compuestos aromáticos del café tienden a disiparse con el tiempo, la fragancia puede ser difícil de conservar durante periodos prolongados. Por lo tanto, una evaluación precisa de la fragancia no solo proporciona información sobre la calidad del café, sino también sobre cómo ha sido manejado y almacenado. La preservación de estos compuestos volátiles es esencial para mantener la calidad y el perfil sensorial deseado del café (Katzeff, 2012).

3.5.1.7 Sabor

Saborear el café recién preparado implica un proceso meticuloso y sensorial que se realiza en varias etapas. Una de las técnicas fundamentales para una cata completa es el uso de una cuchara para sorber el café. Este método no solo permite degustar el café de manera más efectiva, sino que también asegura que el líquido se distribuya uniformemente en toda la boca y la lengua.

Al sorber el café, se introduce oxígeno junto con el líquido en la cavidad bucal, lo que facilita la liberación y percepción de sus complejas notas aromáticas y sabores. Este proceso es crucial para evaluar las cuatro sensaciones básicas del gusto: dulce, salado, agrio y amargo. Cada una de estas sensaciones se detecta en diferentes áreas de la lengua y el paladar, y su interacción conjunta contribuye a la percepción global del sabor del café.

La combinación de estas sensaciones básicas, junto con los compuestos aromáticos del café, crea una modulación del sabor que proporciona una evaluación completa y matizada de la bebida. La habilidad para discernir y apreciar cómo estos elementos interactúan y se

equilibran es esencial para una cata precisa, permitiendo al catador identificar tanto las características deseables como los posibles defectos del café. Este método detallado asegura una apreciación exhaustiva de la complejidad y la calidad del café recién preparado (Katzeff 2012).

3.5.1.8 Resabio

Es la impresión final de un café se hace a base del resabio que permanece en la boca después de probar el café, con una tabulación referente a la calidad del sabor (Katzeff 2012). El resabio según Boot (2003), es un sabor que persiste más de lo habitual en la boca después de haber bebido el café preparado para la catación o para su deleite normal.

En una evaluación sensorial, el jurado es un verdadero aparato de medida, donde cada juez repite la operación varias veces; el registro de las respuestas sensoriales de muchos individuos permite integrar todas las performances individuales y compensar las diferencias de sensibilidad entre los miembros de los jurados y que son inherentes a los factores biológicos y culturales que caracterizan al ser humano (Catania & Avagnina, 2007).

3.6 Etapas de transformación

Las etapas de transformación son un conjunto de procesos de beneficiado del café, mediante el cual el café cerezo se somete a una serie de operaciones que conducen a la obtención del café oro lavado. También consiste en la transformación del café cereza en café pergamino. Hay dos métodos para beneficiar el café la vía seca y la vía húmeda: En la vía seca: no se utiliza agua, consiste en secar los frutos maduros o cerezas al sol para obtener el café bola o capulín. En la vía húmeda: la café cereza es despulpado, fermentado, oreado y secado, hasta obtener café pergamino, con 12% de humedad, que se pueda almacenar (Franco, 2021).

3.7 Fermentación anaeróbica

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y cuyo producto final es un compuesto orgánico. Es propio del metabolismo de

muchos microorganismos y según los productos finales, existen diversos tipos de fermentación.

La fermentación anaeróbica es un proceso en el cual la descomposición de materia orgánica se lleva a cabo en ausencia de oxígeno. En el contexto del café, la fermentación anaeróbica se refiere a un método de procesamiento donde los granos de café se fermentan en un ambiente libre de oxígeno. (Angel, 2023), Durante la fermentación anaeróbica del café, los granos de café se colocan en contenedores herméticos o bolsas selladas, donde se crea un ambiente libre de oxígeno. Este proceso puede durar varias horas o días, dependiendo de la receta y las preferencias del productor.

La fermentación anaeróbica puede afectar significativamente las características organolépticas del café, dando lugar a perfiles de sabor únicos y distintivos. Al limitar la exposición al oxígeno, se pueden producir reacciones químicas diferentes en los granos de café durante la fermentación, lo que resulta en sabores y aromas diferentes en la taza final.

Los cafés procesados mediante fermentación anaeróbica suelen tener perfiles de sabor más complejos y sofisticados, con notas frutales, florales y dulces más pronunciadas. Este método de procesamiento ha ganado popularidad entre los productores y tostadores de café que buscan destacar las características únicas de los granos de café y ofrecer experiencias de degustación más emocionantes y variadas a los consumidores (Angel, 2023).

3.8 Perfil de taza

El perfil de taza de café describe el equilibrio entre acidez, cuerpo y aroma, y es fundamental para definir la calidad del café. En los cafés especiales, este perfil se distingue por la presencia de sabores y aromas complejos y agradables, como notas florales, achocolatadas, cítricas y acarameladas. Estos atributos reflejan la singularidad del café, derivada de su origen y el proceso de producción, y contribuyen a una experiencia de degustación rica y sofisticada.

A diferencia de los cafés especiales, los defectos de taza, como sabores rancios o mohosos, afectan negativamente la calidad del café y desentonan con el perfil deseado.

Mientras que los cafés especiales se caracterizan por su equilibrio y complejidad, los defectos suelen indicar problemas en la producción y pueden comprometer la experiencia sensorial general del café. (NTP, 2013).

3.9 Catadores y jueces

El catador Q Grader es un profesional altamente capacitado que posee un profundo conocimiento de los procesos involucrados en la producción de café, incluyendo los métodos de beneficio húmedo y seco, almacenamiento, comercialización y control de calidad. Este experto se distingue por su habilidad para evaluar cada etapa del proceso del café, desde la cosecha hasta la taza, garantizando que los estándares de calidad se mantengan en cada paso.

Además, el catador Q Grader está entrenado específicamente para realizar evaluaciones sensoriales tanto cuantitativas como descriptivas del café. Utiliza rigurosos estándares y protocolos establecidos por la Specialty Coffee Association of America (SCAA), que incluyen técnicas precisas de cata para medir características como aroma, sabor, acidez, cuerpo y balance. Su formación le permite identificar y describir con precisión las cualidades y defectos del café, facilitando una evaluación objetiva y detallada que es crucial para la comercialización y la garantía de calidad en la industria del café (CQI, 2013).

3.10 Tipos y procesamientos de secados

El secado del café es una parte importante en el proceso de beneficio. Se realiza para evitar la germinación de la semilla, reducir el contenido de humedad, inhibir el desarrollo de hongos, evitar que el grano sufra daños en su aspecto físico, composición química y para obtener un producto estable que conserve su calidad por amplios periodos de tiempo (Jaldin D. R., 2001).

Factores que afectan la calidad durante el secado del café van desde el cultivo (variedad, fertilización, suelo, clima), cosecha, pos-cosecha (prácticas aplicadas para la obtención del café pergamino seco), almacenamiento, tostión y preparación de la bebida (Jaldin D. R., 2001).

3.11 Composición química del grano del café.

Según Carvalho (1997), afirma que el sabor característico del café, se debe a la presencia de varios constituyentes químicos volátiles, destacándose los ácidos, aldehídos, cetonas, azúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos grasos, compuestos fenólicos y también a la acción de enzimas.

Para Cleves (1998) la composición del café es la siguiente:

Componente	Promedio (%)
Agua	9 – 12
Cenizas	4
Nitrógeno	12
Celulosa	24
Azúcar	9
Dextrinas	1 – 15
Grasas	12
Ácido cafetánico	8 – 9
Cafeína	0,7 – 1,2
Extracto sin nitrógeno	18
Aceite esencial	0,7
Materias solubles en agua	25,3

La composición química del café incluye varios componentes que determinan tanto sus propiedades organolépticas como su valor nutricional. El contenido de agua varía entre un 9% y 12%, siendo crucial para las reacciones durante el tueste. Las cenizas representan aproximadamente el 4% del grano y son indicativas de los minerales presentes, como potasio y calcio. El nitrógeno constituye el 12%, esencial para la formación de proteínas. La celulosa, con un 24%, es un carbohidrato que contribuye a la estructura del grano. Los azúcares (9%) son responsables de la dulzura natural del café, mientras que las dextrinas (1-15%) aportan a la viscosidad y al sabor. Las grasas (12%) están relacionadas con la textura y la formación de la crema en el café. El ácido cafetánico (8-9%) es un compuesto fenólico que influye en la acidez y el sabor. La cafeína (0,7-1,2%) es el alcaloide responsable del efecto estimulante del café. El extracto sin nitrógeno (18%) incluye compuestos solubles que contribuyen al sabor. El aceite esencial (0,7%) está relacionado

con el aroma del café, y las materias solubles en agua (25,3%) incluyen una variedad de compuestos que afectan tanto el sabor como el aroma, siendo cruciales para la calidad del café en taza.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización

4.1.1 Ubicación geográfica

La investigación se llevó a cabo en la Colonia Waldo Ballivián 1, ubicada en el municipio de Caranavi Cantón Villamontes, al noreste del Departamento de La Paz, en el sector conocido como Yungas Alto, geográficamente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas $-15^{\circ}31'14.87''$ LS Y $67^{\circ}39'37.63''$ LO a una altitud de 1500 m s.n.m.

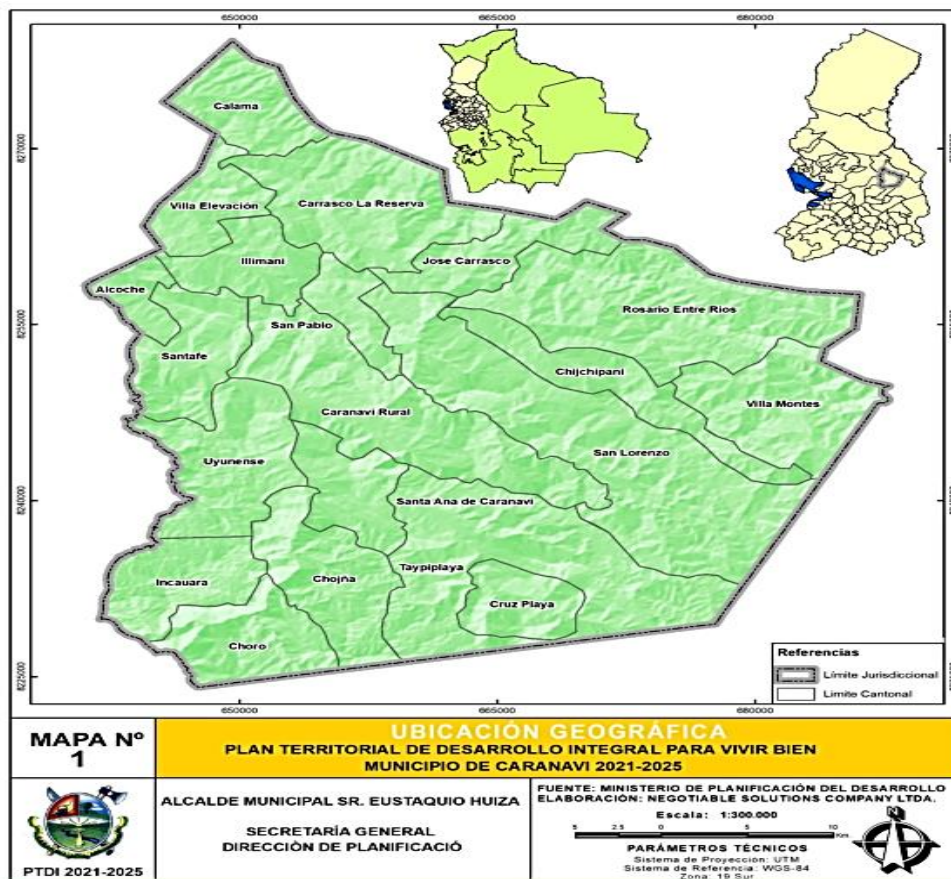


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

Fuente: (PTDI P. T., 2021).

4.1.2 Características ecológicas

4.1.2.1 Clima

La provincia Caranavi posee un clima variado que puede ser catalogado como templado (en las zonas más altas) a clima subtropical y tropical (en las zonas bajas), donde las temperaturas medias anuales oscilan entre los 19 a 20 °C, la precipitación pluvial entre 1500 a 2000 mm/año, y la humedad relativa ambiental entre 60 a 70 %.

Las características que presenta al municipio de Caranavi, en cuanto a clima, difieren en la presencia de sus pisos ecológicos, presentan una temperatura mínima de 8°C, en la estación de invierno y una máxima de 36°C, el promedio anual de temperatura es de 23.8 °C, y el promedio anual de precipitación es de 1.864 mm (Barrientos 2011).

4.1.2.2 Temperatura

En el municipio existe un alto gradiente térmico de temperatura donde se refleja mediante un análisis de temperaturas medias anuales una variación desde los 18°C en las cabeceras a los 24°C en las orillas del río. Las temperaturas máximas superan los 30°C en los meses de enero y febrero, mientras que en junio y julio se da el pico de menor temperatura que el comportamiento anual de temperatura tiene una ligera caída los meses de junio y julio y un remonte de la temperatura el resto del año (PTDI P. T., 2021).

4.1.2.3 Fisiografía

El Municipio Caranavi forma parte de la región amazónica, emplazada sobre la franja de la Cordillera Oriental y el Subandino, donde el relieve es muy accidentado por las bifurcaciones que forman los cursos de agua que descienden de los deshielos de la Cordillera Oriental. Los principales relieves están configurados por altas serranías. Toda esta configuración geomorfológica permite una variación en las formaciones micro climáticas aptos para el desarrollo de una alta biodiversidad en recursos naturales sobre la cadena de los llamados (puntos calientes), pero también esta condición promueve una alta concentración de poblaciones humanas dedicadas al desarrollo de la actividad agrícola extensiva, pecuaria, explotación de recursos forestales y minerales (PTDI P. T., 2021).

4.1.2.4 Flora

Los bosques de la región de los Yungas, en el departamento de La Paz, están conformados por una rica y variada diversidad de especies que incluyen herbáceas, arbustos y árboles de distintas familias. Esta biodiversidad ofrece un amplio abanico de recursos naturales que son aprovechados de manera sostenible por los comunarios de la zona. Los bosques de los Yungas no solo albergan especies maderables, como diversas especies de árboles que proporcionan madera para la construcción y la elaboración de muebles, sino también una variedad de recursos no maderables, tales como frutas, hierbas medicinales, fibras y resinas.

Además, la biodiversidad de los Yungas tiene un valor ecológico significativo, ya que actúa como un regulador climático y conserva la fauna local, contribuyendo a la estabilidad de los ecosistemas de la región. Este aprovechamiento sostenible, junto con iniciativas de conservación y manejo forestal, es fundamental para preservar estos bosques y sus recursos para las generaciones futuras, equilibrando el desarrollo económico de las comunidades con la conservación de su entorno natural. (PTDI P. T., 2021)

4.1.2.5 Fauna

La diversidad de la fauna silvestre en los Yungas de La Paz, constituye un valioso componente de los recursos naturales renovables de la región. Este ecosistema alberga una amplia variedad de especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e insectos, lo que refleja la riqueza biológica de esta zona. La fauna de los Yungas juega un papel crucial en el equilibrio ecológico, al interactuar con las plantas, los suelos y el agua, lo que contribuye a la estabilidad de los ecosistemas de montaña y valle que caracterizan a esta región.

Sin embargo, muchos de estos ejemplares de fauna silvestre se ven amenazados por la presencia de depredadores primarios, que son responsables de reducir las poblaciones de algunas especies. Además, el impacto humano, como la deforestación, la caza furtiva y el cambio climático, también afecta la supervivencia de estas especies, reduciendo sus hábitats y alterando sus comportamientos migratorios y reproductivos. A pesar de estos desafíos, las autoridades locales, las comunidades y las organizaciones de conservación

están trabajando para mitigar los efectos negativos sobre la fauna silvestre, implementando programas de protección, educación ambiental y restauración ecológica (PTDI P. T., 2021)

4.1.2.6 Suelo

Según el Plan de Desarrollo Municipal (2015) señala que los suelos de la región de los Yungas, en el departamento de La Paz, Bolivia, presentan una considerable variedad en su composición y características. Estos suelos abarcan desde los podzoles, que son típicos de áreas con alta humedad y vegetación densa, hasta los latosoles, suelos ricos en nutrientes que favorecen la agricultura. Sin embargo, lo que predomina en la región son los suelos coluvio-aluviales, que se forman en las laderas de las montañas a partir de la acumulación de materiales arrastrados por procesos de erosión y deslizamiento. Estos suelos tienen una gran importancia para las actividades agrícolas locales, pues su fertilidad permite el cultivo de diversos productos como café, frutas tropicales y hortalizas.

La textura de los suelos en los Yungas varía de media a moderadamente fina, lo que influye en la capacidad de retención de agua y la aireación del suelo, ambos factores cruciales para la salud de las plantas. En general, los suelos de la región carecen de una presencia significativa de fragmentos rocosos, lo que facilita el trabajo agrícola, aunque la erosión en las zonas de mayor pendiente puede ser un desafío, afectando la calidad del suelo y reduciendo su capacidad productiva a largo plazo (PTDI P. T., 2021).

4.2. Materiales

4.2.1. Materiales de estudio

4.2.1.1. Material genético

- Café cereza o guinda

4.2.2. Material de laboratorio

- | | |
|--------------|------------------------|
| • Fermaestro | • pH metro |
| • Termómetro | • Balanza de precisión |
| • Higrómetro | • Refractómetro |

4.2.3. Material de campo

- Turril hermético
- Machetes
- Saca bocado/boca de lobo
- Winchas métricas
- Flexo metro
- Cierra mecánica
- Bandejas
- Canastas
- Yutes
- Bañeras de fermentación
- Canales de lavado

4.2.4. Material de gabinete

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Software estadístico
- Lápices o bolígrafos
- Planilla de evaluación en taza SCAA

4.3. Metodología

4.3.1. Enfoque del trabajo de investigación

El presente estudio se desarrolló bajo los lineamientos de una investigación experimental, utilizando un modelo estadístico que relacionó variables de respuesta con un conjunto de variables explicativas. Se empleó como marco referencial el análisis de los factores asociados con diferentes periodos de fermentación anaeróbica en el proceso de beneficiado húmedo del café. El enfoque del análisis se centró en la identificación y revisión detallada de los elementos constitutivos del proceso, con especial atención al factor de estudio único.

En este contexto, y conforme a las consideraciones previas, se estableció una estructura y una secuencia de pasos claramente definidos dentro del marco metodológico. Esta estructura se detalló y visualizado en la Figura 2, que ilustró los pasos adoptados en el estudio, proporcionando una guía clara sobre el desarrollo y la ejecución del mismo. La metodología implementada permitió una evaluación sistemática y rigurosa de los efectos

de los diferentes periodos de fermentación anaeróbica, garantizando así una comprensión profunda de su impacto en el proceso de beneficiado húmedo del café.

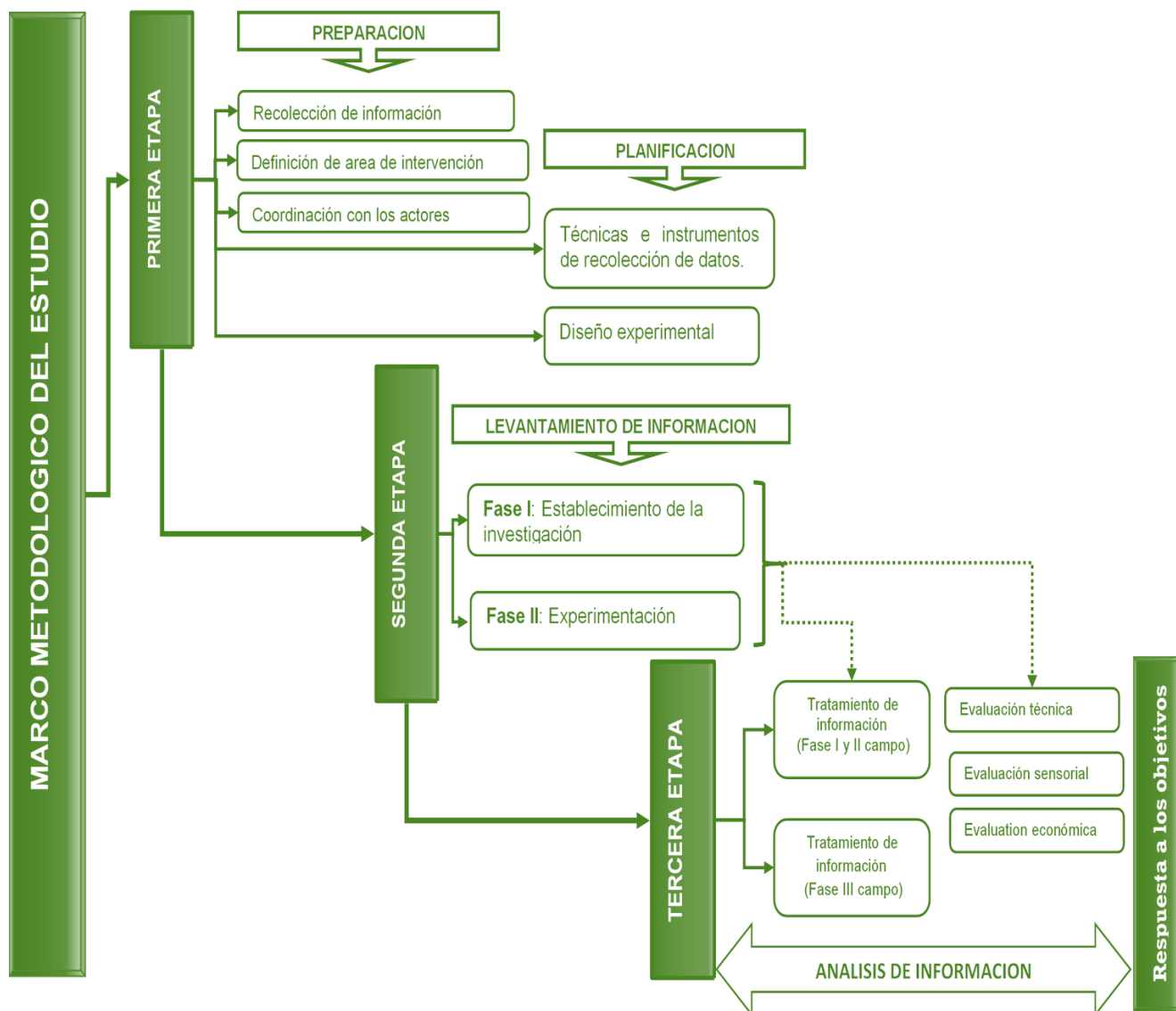


Figura 2. Esquema de la metodología de investigación

Fuente: elaboración propia

4.3.2. Primera etapa: Preparación y Planificación

Esta etapa del estudio contempló elementos preliminares al levantamiento de la información primaria, la cual se estructuró en función de las principales acciones delineadas en el marco metodológico. Se llevó a cabo la recolección de información secundaria para obtener datos adicionales sobre el tema de investigación, utilizando como fuentes instituciones gubernamentales y productores de café.

Durante esta fase, se recopiló información secundaria con el propósito de enriquecer el contexto del estudio y proporcionar una base sólida para el análisis posterior. Las fuentes de información incluyeron datos y reportes de instituciones gubernamentales relevantes, que ofrecieron estadísticas, informes de políticas y regulaciones pertinentes. También se consultó a productores de café y organizaciones de la industria para obtener perspectivas sobre prácticas agrícolas, tendencias del mercado y estudios previos. Esta información secundaria fue crucial para definir el alcance del estudio y preparar el terreno para la recolección de datos primarios, asegurando que el análisis fuese exhaustivo y bien fundamentado.

4.3.3. Segunda etapa: Campo o experimentación

El levantamiento de información se realizó en dos fases distintas, cada una con características específicas en cuanto al tipo, calidad y fuente de datos, pero ambas estrechamente vinculadas por una secuencia sistemática.

La primera fase consistió en la recolección de datos en el campo. Durante esta etapa, se llevaron a cabo actividades como encuestas, entrevistas y observaciones directas para obtener datos primarios directamente relacionados con el tema de investigación. Esta fase permitió la recopilación de información esencial sobre el terreno, asegurando que se capturaran detalles relevantes y específicos del contexto.

La segunda fase se centró en el desarrollo del trabajo del campo y el análisis de procesamiento de la información en el laboratorio. En esta etapa, los datos recopilados fueron sometidos a un análisis detallado utilizando técnicas estadísticas y herramientas analíticas especializadas. El procesamiento en el laboratorio permitió la validación de los datos, la identificación de patrones y la interpretación de resultados, contribuyendo a la formulación de conclusiones fundamentadas y a la elaboración de recomendaciones basadas en el análisis exhaustivo de la información.

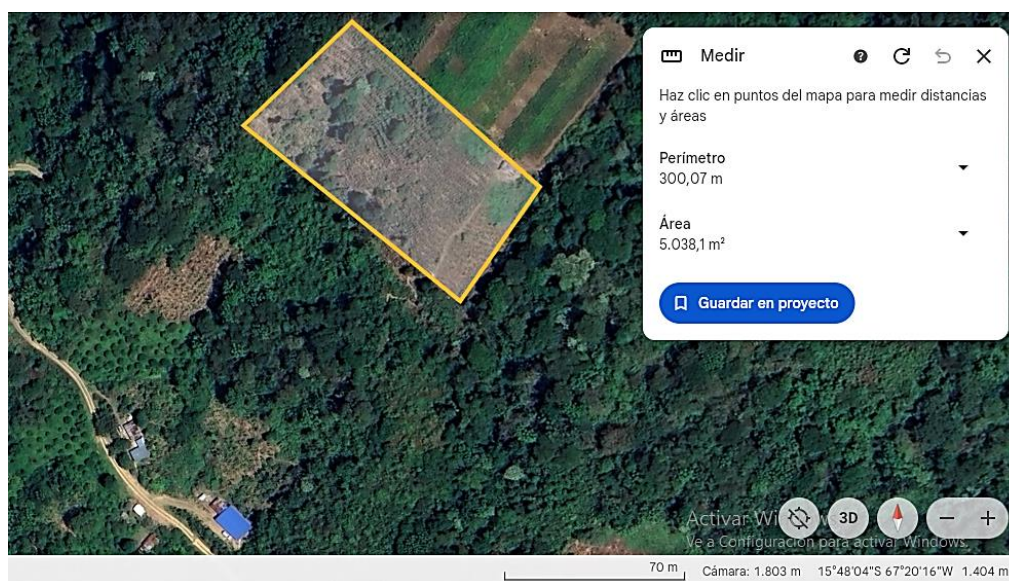


Figura 3. Ubicación de parcela para el estudio

La cosecha del café se realizó de plantas de café de la variedad Catuai rojo, de la comunidad Waldo Ballivián 1 del municipio de Caranavi, se recolecto solo granos de manera manual, y luego se realizó el pesado para obtener el rendimiento del café y posterior se separó y se clasifico los granos dañados, granos verdes y hojas.



Figura 4. Cosecha de café guinda variedad Catuai rojo

Luego procediendo al lavado y flotado de los cerezos, con un colador se retiraron los cerezos que flotaban. En el procedimiento de la fermentación anaeróbica se aplicó 20 kg de cerezos limpios por cada unidad experimental en tanques herméticos y se agregó agua al ras de los granos de café a una temperatura constante, en un tiempo de 24, 48 y 72 horas. Después de la fermentación anaeróbica se pesó y posterior se realizó el despulpado de café cerezo, recibiendo en un balde limpio. El café despulpado sin cascara se colocó de inmediato en un secador solar hasta alcanzar una humedad de 12%. El secado duró un promedio de 12 a 16 días.



Figura 5. Proceso de secado del grano mote (testigo).

4.3.3.1. Determinación de la muestra

Dada la selección del predio, se procedió a realizar el muestreo del material de estudio en una parcela de 0.5 hectárea de plantación de café variedad Catuai rojo, que cuenta con 4.000 plantas, en producción de 5 años y fueron seleccionadas 1.000 plantas. Para determinar el tamaño de la muestra necesario para la investigación, se utilizó los siguientes parámetros estadísticos: un nivel de confianza del 95% ($Z = 1.96$), una proporción estimada (p) de 0.5, y un margen de error de $\pm 4\%$ (0.04).

El nivel de confianza del 95% garantizó que los resultados de la muestra reflejaran con alta probabilidad las características de la población total. La proporción estimada de 0.5, basada en la máxima variabilidad, proporcionó el tamaño de muestra más conservador para asegurar la representatividad. El margen de error del $\pm 4\%$ estableció el rango esperado para los resultados reales, equilibrando precisión y viabilidad.

Con estos parámetros, se calculó el tamaño de la muestra utilizando fórmulas estadísticas apropiadas, garantizando que el muestreo sea representativo y permita obtener resultados fiables y válidos para el análisis del impacto de los diferentes periodos de fermentación anaeróbica en la calidad del café.

4.3.3.2. Tamaño de la muestra

Esta será determinada conforme a la siguiente formula establecido por (Ochoa, Diseños experimentales para la agricultura, 2015)

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población o universo (1.000 plantas)

z = Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza NC (1.96)

e = Error de estimación máximo aceptado (0.04)

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (0.5)

q = (1-0.5) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

n = 277

4.3.3.3. Procedimiento experimental en campo

Se identificó la madurez sensorial óptima del fruto de café utilizando un refractómetro, con el objetivo de que el fruto alcanzara preferentemente un grado de 16° °Brix. Esta medida permitió determinar el nivel adecuado de azúcar en el fruto, asegurando su calidad para la recolección y procesamiento posterior.

Una vez establecida la madurez óptima, se procedió a la preparación de los materiales necesarios para el trabajo de campo. Esto incluyó la disposición de canastas específicas

para la recolección del fruto (coco), así como la preparación de despulpadoras, mesas y bandejas. Estos materiales fueron organizados y verificados para garantizar su funcionalidad y eficiencia en el proceso de recolección y procesamiento del café. La correcta preparación de estos equipos fue crucial para asegurar que el manejo del fruto se realice de manera efectiva y en condiciones óptimas, facilitando así el desarrollo de las etapas siguientes del estudio.

Una vez listas las mesas se procedieron con lo siguiente:

- a) **Recolección de cerezas de café:** Se recolectaron un total de 240 kg de cerezo limpios, se realizó cosecha selectiva, descartando granos sobres maduros, granos verdes y granos defectuosos. y para cada tratamiento se utilizó 20kg de cerezo de café.
- b) **Fermentación en tanques herméticos:**
Una vez obtenido el café cerezo ya seleccionado, se ha procedido a la fermentación anaeróbica donde los granos del café fueron colocados en tanques herméticos de 20 litros. En ello se colocó 20kg de cerezos limpios a cada tratamiento y se agregó agua al ras del grano de café, se eliminó casi todo el oxígeno del entorno sellando los tanques y reemplazando el aire con dióxido de carbono, creando un ambiente controlado para la fermentación.
- c) **Despulpado:** Tras la fermentación anaeróbica se realizó el despulpado. Este paso se efectuó utilizando métodos de fermentación anaeróbica para asegurar la eliminación eficiente de la pulpa.
- d) **Control de temperatura y tiempo:** La fermentación anaeróbica se llevó a cabo a una temperatura ambiente constante, que osciló entre 22°C y 28°C. La duración del proceso de fermentación varió entre 24, 48 y 72 horas, según los tratamientos establecidos.
- e) **Lavado y secado:** Una vez completado el proceso de fermentación, los granos de café fueron lavados para eliminar cualquier residuo de pulpa. Posteriormente, los granos se secaron al sol sobre mallas cafeteras, asegurando una correcta deshidratación. Hasta alcanzar una humedad del 12%.en café pergamino, lo cual el secado duro un promedio de 12 a 16 días

f) Calidad física: Una vez terminado el proceso pos cosecha que culmina en el secado, se ha llevado las muestras al laboratorio para el análisis de calidad física. Este análisis tiene la finalidad de obtener información sobre la humedad del café pergamino seco; este al 12% y el rendimiento. Aquí se sacó una muestra, pasó por la trilladora y se realizó el examen visual para determinar los defectos y segunda según el Manual de defectos de café verde arábica del SCAA. Posteriormente se realizó el pesado de los granos defectuosos, y se determinó el porcentaje de rendimiento.

g) Calidad organoléptica: La evaluación de la calidad organoléptica la realizaron 3 catadores de las principales cooperativas de la provincia de Caranavi. El análisis sensorial respectivo se realizó en el laboratorio ORIGEN – CHOMATEO S.R.L. 2024, que es una empresa dedicada a la compra y exportación de cafés especiales. El procedimiento de Catación usado es el desarrollado por la Asociación Americana de Café Especial (SCAA).

Catador 1: Guadalupe Kea Mamani

Catador 2: Gustavo Yapu Mamani

Catador 3: Erwin Cruz Juárez

h) Proceso de tostado y molido: Los granos de café verde sustraídos de la muestra seleccionados con anterioridad, han sido tostados previamente 12 horas antes de la evaluación de catación, en este caso se utilizó 83g de café verde de cada repetición. El tiempo de tostado tomó aproximadamente 10 minutos iniciándose a una temperatura de 185°C. Para la presente evaluación se realizó el tueste medio. Luego de 12 horas del tostado, se realizó el molido de las muestras y se colocó en cada pírex 7g de café tostado. Con el fin de evitar contaminación entre muestras se ha limpiado el molino para cada una de las muestras.

i) Ficha de tueste: Para tomar registro de los resultados generados durante la evaluación, se ha utilizado la ficha de la SCAA, donde se evaluó 10 atributos en un rango de 6 a 10 puntos: Fragancia/aroma, acidez, cuerpo, sabor, sabor residual, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor y apreciación general, además del resultado final obtenido de la suma de todos los atributos.

j) Catación: La evaluación sensorial o catación se realizó en igualdad de condiciones a todas las muestras en evaluación. Se hirvió agua hasta los 92°C, y luego adicionamos a chorros de manera rápida a los pírex que contienen café molido, con el fin de disolver

todas las partículas. Pasado los 5 minutos, se procedió a quitar la espuma de la parte superior del pírex, en este instante se determina la fragancia aroma de la bebida. Llegado a los 10 minutos luego de que la muestra hizo contacto con el agua hervida, se empezó evaluar a través de sorbos constantes para determinar el sabor, sabor residual, acidez y cuerpo.

4.3.4. Tercera etapa: Análisis de Información

Dada la naturaleza distinta de los datos y extraída de la fase de experimentación, se efectuará el análisis correspondiente de los datos emitidos de laboratorio con el paquete estadístico INFOSTAT o SPSS, para poder responder a los objetivos perseguidos por la investigación.

4.3.4.1. Factor de estudio

Para la presente investigación se tiene único factor: Periodos de fermentación anaeróbica

4.3.4.2. Tratamientos

Factor de estudio: Tiempo de fermentación

T_0 = Testigo (conforme al tiempo) y aeróbico

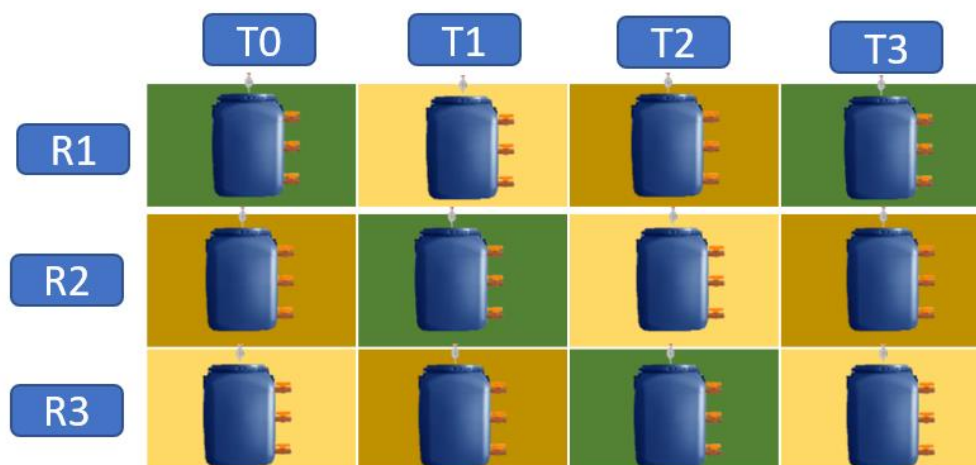
T_1 = 24 horas de fermentación

T_2 = 48 horas de fermentación

T_3 = 72 horas de fermentación

4.3.4.3. Croquis del experimento

La investigación tiene la siguiente distribución espacial de los tratamientos, donde se detalla la ubicación de los tratamientos y las repeticiones, así como la distribución de las mismas.



Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Análisis estadístico de resultados

El análisis estadístico se realizó mediante un ANOVA y la prueba de Duncan al 5% de significancia, lo que permitió identificar diferencias significativas en el análisis sensorial del café; no obstante, las variables ambientales y el proceso de secado solo son descriptivos.

4.3.6. Variables de respuesta

Las variables de respuestas son parámetros físicos y organolépticos que se recabaron por evaluación especializada por catadores con certificación Q-graders, Mismos que desarrollaron el proceso de catación conforme a las normas de SCAA de parámetros de evaluación de una taza de calidad.

4.3.6.1. Temperatura ambiente (°C)

La temperatura se midió con un termómetro portátil de marca Hanna al finalizar los tiempos del proceso de fermentación.

4.3.6.2. Humedad relativa

La humedad relativa se valoró con el higrómetro y se expresó en por ciento (%) cada 7 horas se tomó los datos.

4.3.6.3. Tiempo de secado

El tiempo de secado del café se controló cuidadosamente durante el proceso de post cosecha, utilizando secado al sol y en secadores mecánicos, ajustando los tiempos según las condiciones climáticas. El secado se monitoreó regularmente para evitar defectos y asegurar una calidad óptima en las muestras evaluadas.

4.3.6.4. Evaluación física del grano en los tratamientos

La evaluación física del grano en los tratamientos consistió en analizar parámetros como defectos visibles, peso del café pelado y cascarilla, aspecto físico, color, olor, humedad y tueste. Estos factores permitieron comparar los efectos de los diferentes tratamientos de fermentación anaeróbica en la calidad externa e interna del grano antes de su molienda y cata.

4.3.6.5. Análisis sensorial del café

El análisis sensorial mediante la catación por expertos en el área para determinar el perfil de cata se realizó en Laboratorio ORIGEN CHIMATEO S.R.L. La Paz, utilizando el protocolo SCAA (Asociación de Cafés Especiales) en el cual el rango de calificación para las características organolépticas es del 1 a 10.

Se analizaron un total de 12 muestras, distribuidas en 3 muestras por cada tratamiento, garantizando así una evaluación exhaustiva y representativa de cada grupo. Los catadores aplicaron rigurosos criterios de evaluación para determinar las características organolépticas de las muestras, asegurando la precisión y la fiabilidad de los resultados obtenidos. Este enfoque metodológico proporcionó una visión detallada y objetiva de la calidad en taza, permitiendo una comparación precisa entre los diferentes tratamientos evaluados.

Tabla 1. Detalle de los descriptores organolépticos

DESCRIPTOR		CARACTERÍSTICAS
Intensidad	color	Referencia al color avellana con tonos atigrados.
	crema.	
Textura de la		Crema densa (burbujas muy pequeñas, casi invisibles), con ninguna burbuja de aire ni manchas claras y sin insinuar la tendencia a abrirse dejando entrever el líquido del fondo.
	crema	
Intensidad Olfativa		Fuerza del olor (que puede ser agradable o no)
Intensidad Tostado		Resalta las notas gustativas. Si el tueste es ligero resalta notas

DESCRIPTOR	CARACTERÍSTICAS
	gustativas cítricas frutales, florales y miel) si es medio resalta sabores a nuez, chocolate y caramelo) y si es oscuro resaltan los sabores chocolate amargo.
Cuerpo	Sensación de perdurabilidad, intensidad, redondez y espesor en la boca.
Acidez	Referencia a la frescura o suavidad y viveza. Entre más suave el café es más ácido.
Amargo	Se siente en toda la boca e incluye la lengua (Referencias: solución de quinina o cafeína).
Astringencia	Sensación compleja olfato-gustativa, generalmente debido a la presencia de compuestos ácidos. Acidez no franca.
Olores +	Importancia de la nota característica del olor de café.
Olores -	Aspectos negativos en el olor.

Fuente: (Romero, 2021).

El análisis sensorial del café se llevó a cabo mediante una cata estructurada, en la que un panel de evaluadores entrenados valoró diferentes atributos organolépticos como el sabor, aroma, acidez, cuerpo, dulzura, limpieza, resabio y balance. Los evaluadores utilizaron una escala de puntuación estándar para cada uno de estos parámetros, lo que permitió obtener una evaluación detallada y objetiva de la calidad del café en taza. Durante el proceso, se prestó especial atención a las características específicas de cada tratamiento, como las notas frutales, la acidez brillante y la dulzura, que fueron determinantes para identificar las muestras con mayor calidad.

Para la determinación de los parámetros organolépticos, se empleó un descriptor sensorial de café, el cual es una herramienta estandarizada que permite evaluar de manera sistemática las características del café en taza. Este descriptor incluye una serie de atributos como el aroma, sabor, acidez, cuerpo, dulzura, limpieza, balance y resabio, que son fundamentales para analizar la calidad sensorial del café.

a) Costos fijos totales

Suma de todos los costos fijos los cuales permanecen constantes durante el proceso de producción.

b) Costos variables totales

Los costos asociados con la producción de café varían según el nivel de producto deseado, ya que la cantidad de trabajo y recursos empleados está directamente relacionada con la cantidad de café que se pretende producir. Para calcular el costo variable total (CVT), se utiliza la fórmula:

$$CVT = P * X$$

Dónde:

CVT: representa el Costo Variable Total.

P: es el Costo Variable Unitario, que corresponde al costo asociado a la producción de una unidad individual de café.

X: es la Cantidad de unidades producidas.

Para la obtención de los costos totales, se empleó el método de costos por fases, que permite desglosar y analizar detalladamente cada etapa del proceso de producción de café. Este método implica una descripción exhaustiva de las actividades realizadas en cada fase del proceso, desde la cosecha de las cerezas hasta el tostado final.

El análisis por fases proporciona una visión clara y detallada de cómo se distribuyen los costos a lo largo del proceso productivo. Incluye costos asociados con la recolección, el procesamiento, la fermentación, el secado, el almacenamiento y el tostado del café. Al desglosar los costos de esta manera, es posible identificar áreas específicas donde se pueden realizar mejoras en eficiencia o reducir costos, así como evaluar el impacto financiero de cada fase del proceso sobre el costo total de producción.

c) Cálculo de beneficios

Es la diferencia entre ingresos totales y costos totales; su fórmula:

$$B = IT * CT$$

Dónde:

B: Beneficio

IT: Ingreso total

CT: Costo total

La interpretación que debe dar es la siguiente: $RB/C > 1$, se recuperan los costos y hay un margen de ganancia. $RB/C = 1$, sólo se recuperan los costos, pero no se obtiene ganancia ni pérdida. $RB/C < 1$, hay pérdidas, es decir, no se recuperaron los costos. El resultado se interpreta como una ganancia o pérdida en centavos por cada peso invertido, (Lopez, 2007).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es fundamental, antes de emprender cualquier tipo de análisis, comprender la estructura y la naturaleza de la información. Esta comprensión inicial es crucial, ya que los resultados obtenidos servirán como base para el desarrollo de investigaciones futuras en el tema.

5.1. Comportamiento climático

5.1.1. Temperatura

El clima influye en el periodo de fermentación anaeróbica, afectando aspectos como la temperatura, la humedad y la velocidad del aire, todos los cuales son determinantes en la consistencia y las características organolépticas del producto. Por lo tanto, una evaluación detallada del comportamiento climático permitirá optimizar los procesos de fermentación y, en última instancia, mejorar la calidad final del producto.

El comportamiento climático durante el proceso de secado fue el siguiente:

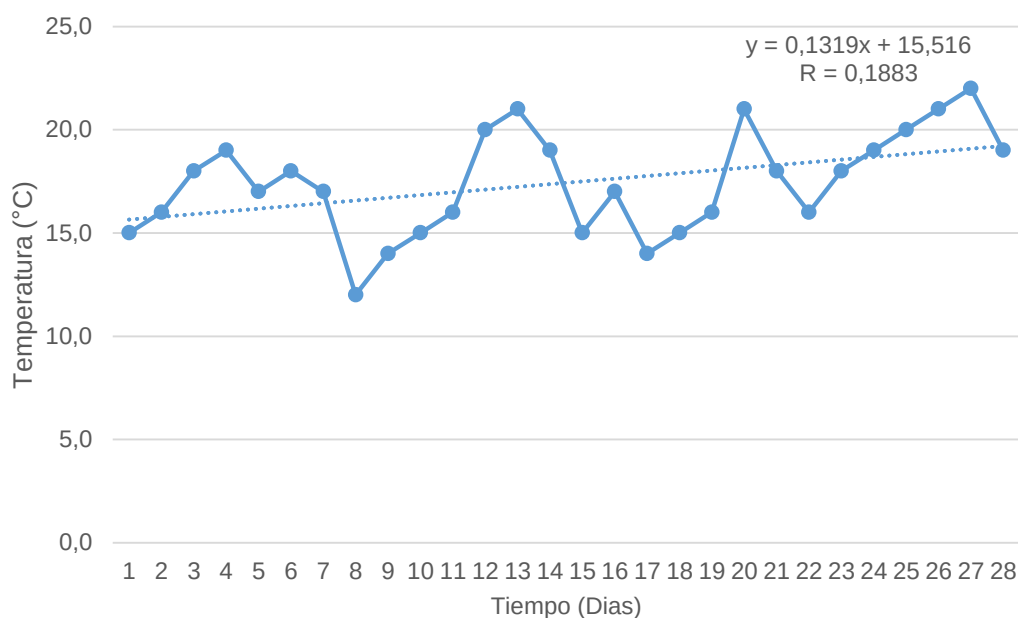


Figura 7. Comportamiento de temperatura durante el ensayo (°C)

De acuerdo con la Figura 7, se observa que las oscilaciones de temperatura se mantuvieron en torno a los 22°C, mostrando una tendencia lineal sin cambios bruscos a lo largo del tiempo. Esta estabilidad en la temperatura sugiere que no hubo fluctuaciones

significativas que pudieran haber afectado el proceso de fermentación. No obstante, es importante considerar que cualquier variación en la temperatura podría influir en el tiempo de fermentación, ya que cambios en la temperatura pueden alterar la velocidad de fermentación anaeróbica y, en consecuencia, impactar la calidad del producto final. Por lo tanto, aunque el comportamiento térmico observado fue relativamente constante, es crucial monitorear y controlar las variaciones térmicas para optimizar el proceso de secado.

La temperatura desempeña un papel crucial en el proceso de fermentación anaeróbica del café, ya que influye directamente en la actividad microbiana y, por ende, en los compuestos organolépticos del producto final. Según (Pérez, Gómez, & Díaz, 2019), "el control adecuado de la temperatura durante la fermentación anaeróbica favorece la proliferación de bacterias lácticas, las cuales son responsables de la producción de ácidos orgánicos que contribuyen al perfil de sabor del café". Una temperatura demasiado alta puede generar la proliferación de microorganismos no deseados, alterando el sabor y la calidad del café, mientras que temperaturas muy bajas pueden ralentizar el proceso de fermentación, reduciendo la efectividad de la misma.

Por otro lado, García y Martínez (2020) destacan que "un rango óptimo de temperatura entre 18 y 24°C favorece una fermentación controlada, resultando en un café de mayor calidad con perfiles de sabor más complejos y equilibrados" (p. 112). De esta manera, la temperatura no solo afecta la velocidad del proceso de fermentación, sino también la formación de compuestos volátiles que determinan las notas de sabor y aroma del café, lo que resalta la importancia de mantener condiciones ambientales estables y controladas durante la fermentación anaeróbica.

5.1.2. Humedad relativa

Los datos recopilados han sido analizados y se ilustran en la figura 8. Esta representación gráfica permite una visualización clara de cómo la variable en cuestión se comporta durante el proceso de fermentación, proporcionando información valiosa sobre su influencia en la calidad del café y en el control del proceso:

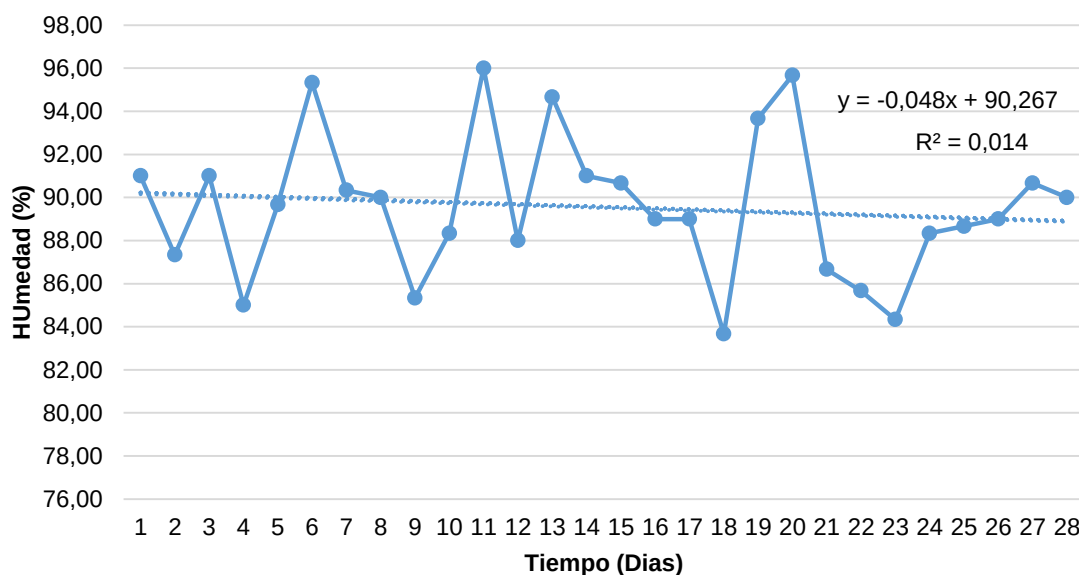


Figura 8. Comportamiento de la humedad relativa (%)

Asimismo, de acuerdo a la figura 8, el comportamiento de la humedad relativa durante el ensayo se mantuvo en torno al 89,77%. El coeficiente de determinación para este parámetro fue de $R = 0.014$, es importante considerar que la humedad relativa puede aún tener un impacto significativo en el proceso de fermentación anaeróbica del café. Un nivel constante de humedad relativa puede influir en la dinámica de la fermentación, afectando la tasa de fermentación y, en consecuencia, la calidad del café. Por lo tanto, aunque la relación no sea fuerte, se debe seguir monitoreando y controlando la humedad relativa para asegurar un proceso de fermentación óptimo.

La humedad relativa es un factor importante en el proceso de fermentación anaeróbica del café, ya que influye en la actividad microbiana y en la dinámica de la fermentación. Según Rodríguez y Pérez (2018), "una humedad relativa alta puede favorecer la proliferación de microorganismos beneficiosos durante la fermentación anaeróbica, lo que contribuye a un perfil de sabor más complejo en el café" (p. 94). Sin embargo, una humedad excesiva también puede generar condiciones propensas para el desarrollo de bacterias no deseadas, lo que podría alterar negativamente los atributos organolépticos del café.

5.1.3. Periodo de secado

En relación con este aspecto, se obtuvieron los tiempos de secado que se detallan en la figura 9. Esta representación gráfica proporciona una visión clara de los tiempos de secado observados durante el estudio. La figura ilustra cómo varían los tiempos de secado en función de las condiciones experimentales, lo que puede ofrecer información valiosa para optimizar el proceso y mejorar los resultados:

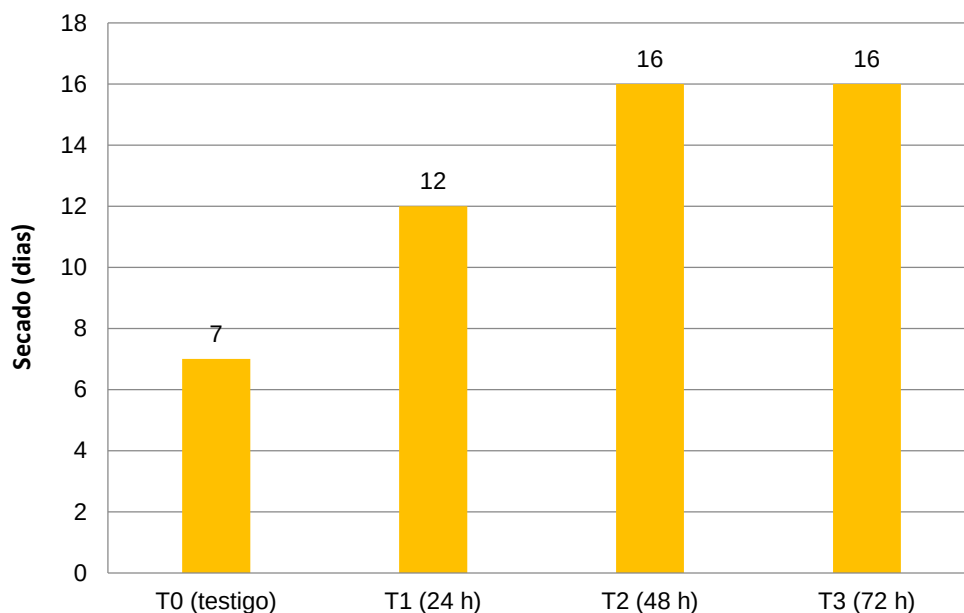


Figura 9. Tiempos de secados de los tratamientos

Según la Figura 9, se observa que los tratamientos T2 y T3 lograron alcanzar un nivel promedio de humedad del 12% en un período de 16 días. En contraste, el tratamiento T0 logró reducir la humedad al 12% en 7 días, mientras que el tratamiento T1 lo hizo en 12 días. Estos resultados indican que T0 fue el más eficiente en el proceso de secado, seguido por T1, con T2 y T3 requiriendo el período más largo para alcanzar el mismo nivel de humedad. Esta variabilidad en los tiempos de secado entre los tratamientos refleja diferencias en el tiempo de secado siendo que los tratamientos estuvieron sometidos a los procesos en diferentes periodos y en las condiciones ambientales específicas a cada tratamiento, lo que resalta la importancia de evaluar y ajustar los parámetros del proceso para optimizar los tiempos de secado y mejorar la calidad final del producto.

5.2. Evaluación física del grano en los tratamientos

Los resultados de la evaluación física del grano en los tratamientos mostraron diferencias significativas en las características del café, como el color, tamaño, forma y la presencia de defectos. Los granos de los tratamientos con fermentación anaeróbica presentaron una mayor uniformidad en su tamaño y forma, así como un color más homogéneo, lo que indica mejor calidad. Además, se observó una reducción en la cantidad de defectos visibles en comparación con el testigo, lo que sugiere que los tratamientos de fermentación anaeróbica contribuyeron a una mejora en la integridad física del grano tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de resultados de propiedades físicas de las muestras (g.).

Detalle	T0	T1	T2	T3
Peso total de la muestra (g)	491	496	492	494
Peso café pelado (g)	409	382	394	397
Peso de cascarilla (g)	80	114	99	97
N° de granos con efecto	30	49	48	44
N° de granos seleccionado	335	283	292	290
Aspecto físico	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Color	Verde	Verde	Verde	Verde
Olor	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable
Humedad	11,10	11,03	11,53	10,98
Tueste	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo

Fuente: Laboratorio ORIGEN – CHOMATEO S.R.L. 2024

Los resultados muestran que las muestras de café presentaron un peso total cercano entre 491 y 496 gramos, con una cantidad de café pelado que varió entre 382 y 409 gramos, y un peso de cascarilla entre 80 y 114 gramos. El número de granos con efecto fluctuó entre 30 y 49, mientras que el número de granos seleccionados estuvo entre 283 y 335. El aspecto físico, el color (verde) y el olor (agradable) fueron consistentes en todas las muestras. La humedad de las muestras varió ligeramente entre 10,98% y 11,53%, y el tueste fue homogéneo en todos los casos.

5.2.1. Peso total de la muestra

Los resultados muestran que el peso total de las muestras fue similar entre los tratamientos, con una ligera variación. El tratamiento T1 tuvo el peso más alto (496 g), mientras que los tratamientos T0 (491 g) y T2 (492 g) fueron los más bajos. Las diferencias fueron mínimas, indicando que los procesos de fermentación y secado no afectaron significativamente el peso del grano.

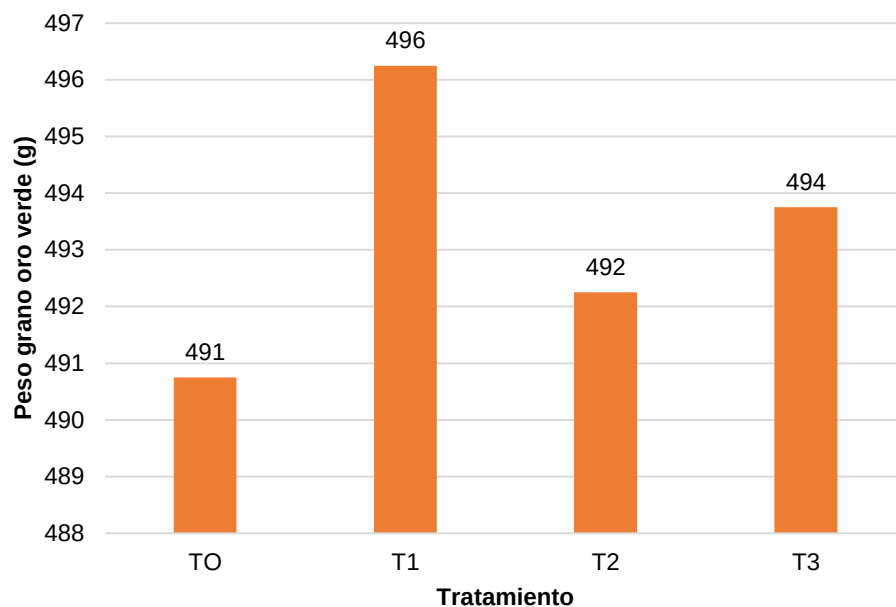


Figura 10. Propiedades de secado, selección y grano oro verde de las muestras de café

El peso total de la muestra según la Figura 10, es bastante similar entre los tratamientos, con T1 mostrando el mayor peso total y T0 el menor. Esta consistencia sugiere que el proceso de secado no tuvo un impacto drástico en la pérdida de peso global de las muestras. Sin embargo, las pequeñas diferencias podrían reflejar variaciones en la cantidad de material inicial o en la eficacia del proceso de secado.

El peso del café pelado muestra que T0 tiene el mayor peso, mientras que T1 tiene el menor. Esta diferencia puede indicar que T1 experimentó una mayor pérdida durante el proceso de secado, posiblemente debido a una mayor pérdida de cascarilla o granos defectuosos. T0, al tener un mayor peso pelado, sugiere una mejor retención del material durante el proceso.

El tratamiento T1 tiene la mayor cantidad de cascarilla, lo que puede sugerir que este proceso de secado pudo haber dañado más las cáscaras o que el método utilizado fue menos eficiente. En contraste, T0 muestra la menor cantidad de cascarilla, indicando que el proceso de secado pudo haber sido más eficaz en la retención de la cáscara o en la minimización de su deterioro.

5.2.2. Defectos

Los granos defectuosos observados en T1 y T2 se deben a daños físicos ocurridos durante el proceso de despulpado. Estos defectos reflejan granos que sufrieron deterioros significativos, como magulladuras o rupturas, que afectaron su calidad final. El aumento en la cantidad de defectos en estos tratamientos puede ser un indicativo de una gestión menos cuidadosa o un equipo de despulpado menos eficiente, lo que resultó en un mayor número de granos dañados. En contraste, los tratamientos que exhiben menos defectos, como T0, probablemente se beneficiaron de un proceso de despulpado más controlado y eficiente:

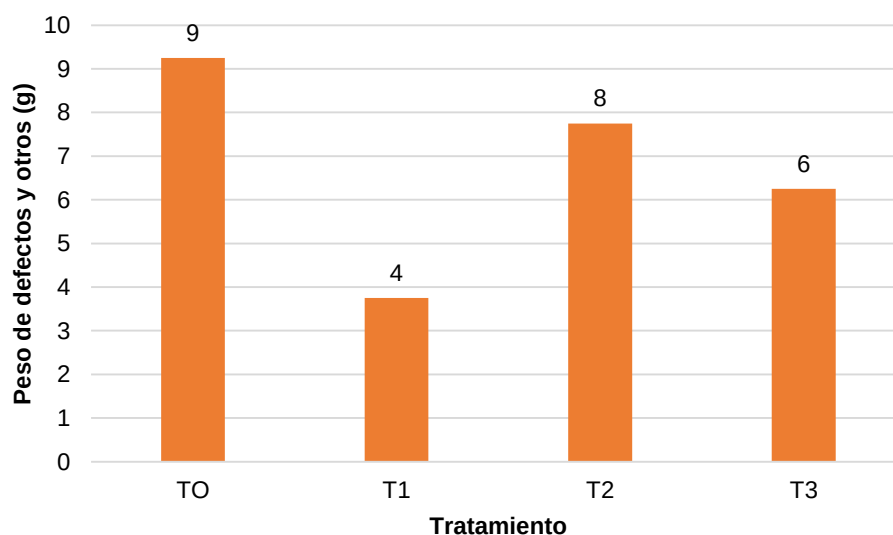


Figura 11. Cantidad de defectos presentados por las muestras de café

De acuerdo a la Figura 11, el T0 y T2 presentan el mayor número de defectos, lo que sugiere que estos tratamientos resultaron en una mayor cantidad de granos dañados o con imperfecciones y de más cascarillas. Esta alta incidencia de defectos puede indicar problemas en el proceso de secado o en el manejo de los granos que resultaron en un mayor deterioro. En contraste, T1 muestra el menor número de defectos, lo que sugiere

que este tratamiento produjo granos de mejor calidad, con menos imperfecciones visibles. Este menor número de defectos podría estar asociado con un manejo más cuidadoso y controlado durante el proceso, así como con una mejor eficacia en el secado. La menor cantidad de defectos en T1 podría reflejar una optimización en el proceso que minimizó el daño y mejoró la calidad final del producto.

5.2.3. Aspecto físico, color y olor

Todos los tratamientos presentan un aspecto físico catalogado como "Bueno", un color "Verde" uniforme y un olor "Agradable". Esto indica que, a pesar de las diferencias en otros parámetros, todos los granos tienen una apariencia, color y aroma aceptables, sugiriendo que el proceso de secado y el tueste fueron consistentemente buenos en todos los tratamientos.

Según Rodríguez et al. (2018), "un color verde uniforme y un aroma agradable son indicadores de un adecuado manejo en las etapas de secado y almacenamiento, lo que contribuye a la percepción positiva del café". Este hallazgo resalta la importancia de controlar las condiciones de secado y tueste para preservar las cualidades organolépticas del café. Además, (Gómez & Herrera, 2020) señalan que "la uniformidad en el color y la ausencia de olores desagradables son características esenciales para asegurar la calidad del grano, lo que a su vez influye positivamente en la experiencia sensorial del consumidor". En este sentido, los resultados indican que, aunque existieron diferencias en otros parámetros, el proceso de secado y tueste fue efectivo en todos los tratamientos, garantizando una calidad visual y aromática aceptable.

5.2.4. Humedad del grano

Los niveles de humedad son bastante similares entre los tratamientos, con T3 mostrando el contenido más bajo y T1 el más alto. Aunque las diferencias son pequeñas, la humedad uniforme en los granos sugiere que todos los tratamientos lograron un secado adecuado. No obstante, las pequeñas variaciones pueden influir en la estabilidad y el almacenamiento del grano tal como se muestra en la figura 12.

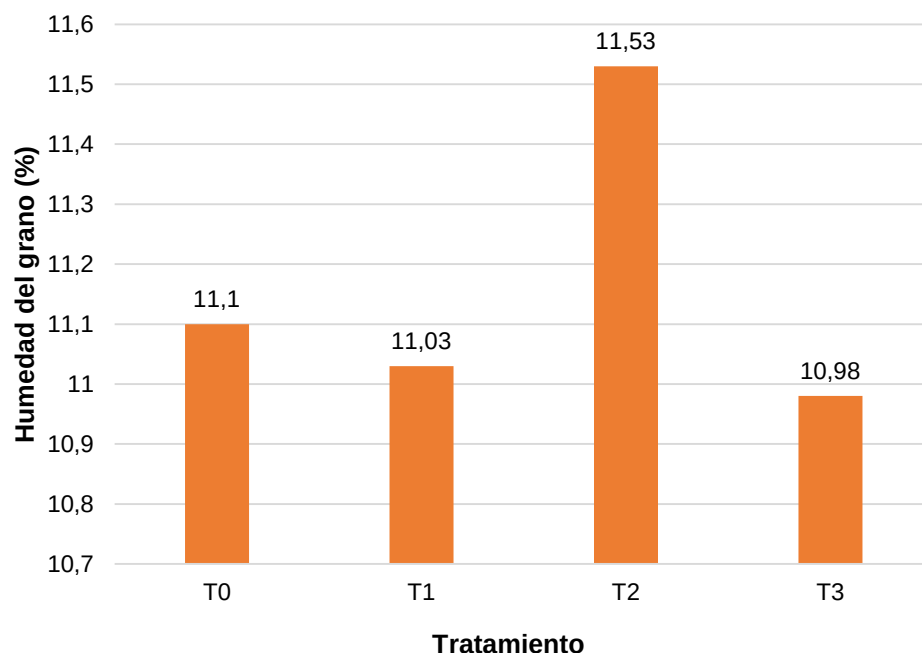


Figura 12. Porcentaje de humedad alcanzado de las muestras de café

La humedad del grano de café tiene una influencia significativa en las propiedades organolépticas del café, ya que afecta tanto su sabor como su aroma. Según García y Martínez (2019), "la humedad del grano es un factor clave en la formación de compuestos volátiles durante el proceso de tueste, los cuales son responsables de la creación de los perfiles de sabor y aroma del café" (p. 88). Un contenido de humedad adecuado permite una mayor liberación de estos compuestos, mejorando las características sensoriales del café. Sin embargo, un nivel de humedad demasiado alto o bajo puede provocar la formación de defectos en el sabor, como notas a humedad o a quemado, que deterioran la calidad.

5.2.5. Tueste

Todos los tratamientos exhiben un tueste "Homogéneo", lo que indica que el proceso de tueste fue consistente y uniforme en cada caso. Este resultado es altamente positivo, ya que asegura que el sabor y las características organolépticas del café no se vieron alterados por variaciones en el proceso de tueste. La uniformidad en el tueste es crucial para mantener una calidad de producto final consistente, garantizando que todos los granos, independientemente del tratamiento al que hayan sido sometidos, presenten un perfil de sabor y aroma equilibrado. Esta consistencia en el tueste contribuye a una

experiencia de consumo de café predecible y satisfactoria, al evitar que diferencias en el proceso de tueste afecten negativamente las propiedades del café. Por lo tanto, la homogeneidad en el tueste refuerza la calidad del producto final y destaca la eficacia del proceso de tueste utilizado.

5.3. Evaluación de perfiles organoléptica de muestras

Con estas pruebas se pudo determinar la influencia que tiene diferentes factores y condiciones en el proceso de beneficio en el cual es una de las características que resalta la calidad del producto, por lo cual también se obtiene una buena taza de café. En las pruebas realizadas se tuvo 12 muestras de café las cuales son de diferentes procesos de beneficiado, donde se obtiene otros criterios de evaluación con puntajes que van resaltando de acuerdo a su manejo y producción en la región.

Tabla 3. Evaluación cuantitativa de las cualidades organolépticas

Propiedades organolépticas	Standard	TO	T1	T2	T3
Limpieza	5,5	5,83	6,00	6,33	6,00
Dulzura	5,5	5,83	6,00	6,33	5,83
Acidez	5,5	6,17	6,00	6,33	6,33
Cuerpo	5,5	5,67	6,00	6,37	6,00
Sabor	5,5	6,00	5,90	6,30	5,83
Resabio	5,5	5,67	6,00	6,22	5,67
Balance	5,5	5,83	6,00	6,27	5,83
Resumen	5,5	6,00	6,00	6,30	6,00
Constante	36	36	36	36	36
TOTAL	80,00	83,00	83,90	86,45	83,50

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de laboratorio ORIGEN-CHOMATEO S.R.L.

Según la Tabla 3, los resultados de la evaluación organoléptica muestran que el tratamiento T3 obtuvo la puntuación más alta con un promedio de 86.45, seguido por T2 con 83,00 T1 con 83.00 cuando el puntaje de los cafés estándar es 80.00 puntos. Esto indica que T3 presentó las mejores propiedades organolépticas en términos de sabor, aroma, y otros atributos sensoriales evaluados, sugiriendo una calidad superior en comparación con los otros tratamientos. T2 también mostró una calidad destacable,

aunque ligeramente inferior a T3, mientras que T1 y el estándar obtuvieron puntuaciones más bajas, reflejando una menor percepción de calidad en estas muestras.

El promedio general de 84.21 para todos los tratamientos sugiere que, en promedio, los granos de café presentan una calidad organoléptica aceptable, con T3 destacándose como el mejor en este aspecto. Esta variación en las puntuaciones puede deberse a diferencias en el proceso de fermentación anaeróbica y el tratamiento aplicado, lo que resalta la importancia de optimizar estos procesos para mejorar las propiedades sensoriales del café. En general, los resultados sugieren que los tratamientos influyen significativamente las características organolépticas, con T3 proporcionando una experiencia de cata más satisfactoria.

5.3.1. Puntuación alcanzada evaluada según la escala SCAA

A evaluación de la puntuación alcanzada se realizó utilizando la escala de la Specialty Coffee Association of America (SCAA), un sistema reconocido internacionalmente para clasificar la calidad del café según parámetros organolépticos específicos. Esta escala considera diversos aspectos sensoriales del café, tales como aroma, sabor, acidez, cuerpo y balance, los cuales son puntuados de manera individual. Cada uno de estos criterios refleja características fundamentales que contribuyen a la experiencia global del café. Una vez puntuados estos parámetros, se suman para obtener una puntuación total que representa la calidad general del café.

Una puntuación elevada indica un café de alta calidad, caracterizado por atributos excepcionales en todos los aspectos sensoriales, mientras que puntuaciones más bajas pueden señalar deficiencias o áreas de mejora en alguno de los componentes del perfil organoléptico. De esta manera, la evaluación no solo permite clasificar el café, sino también identificar sus fortalezas y debilidades, facilitando su mejora y optimización para alcanzar un nivel superior de calidad.

5.3.2. Testigo (Tratamiento 0) beneficiado húmedo

El "Testigo" o T0 corresponde al proceso de beneficiado húmedo, que es un método tradicional de procesamiento del café. Las cerezas de café se despulpan para eliminar la pulpa exterior, dejando los granos cubiertos por una capa mucilaginosa. Luego, los granos se fermentan en tanques de agua para descomponer la mucilagina, se lavan para eliminar

residuos y se secan al sol o en secadoras mecánicas hasta alcanzar el nivel de humedad adecuado.

Tabla 4. Resultados del perfil organoléptico del testigo (T0)

Coffee quality- Organoleptic			Descripción
Propiedad	Standard	Testigo	
Limpieza	5,5	5,83	Limpia
Dulzura	5,5	5,83	Chocolate
Acidez	5,5	6,17	Media, cítrico
Cuerpo	5,5	5,67	Medio, ligero delicado
Sabor	5,5	6,00	Balanceado
Resabio	5,5	5,67	Perdurable
Balance	5,5	5,83	Equilibrado
Resumen	5,5	6,00	Agradable
Constante	36	36	
Total		83,00	

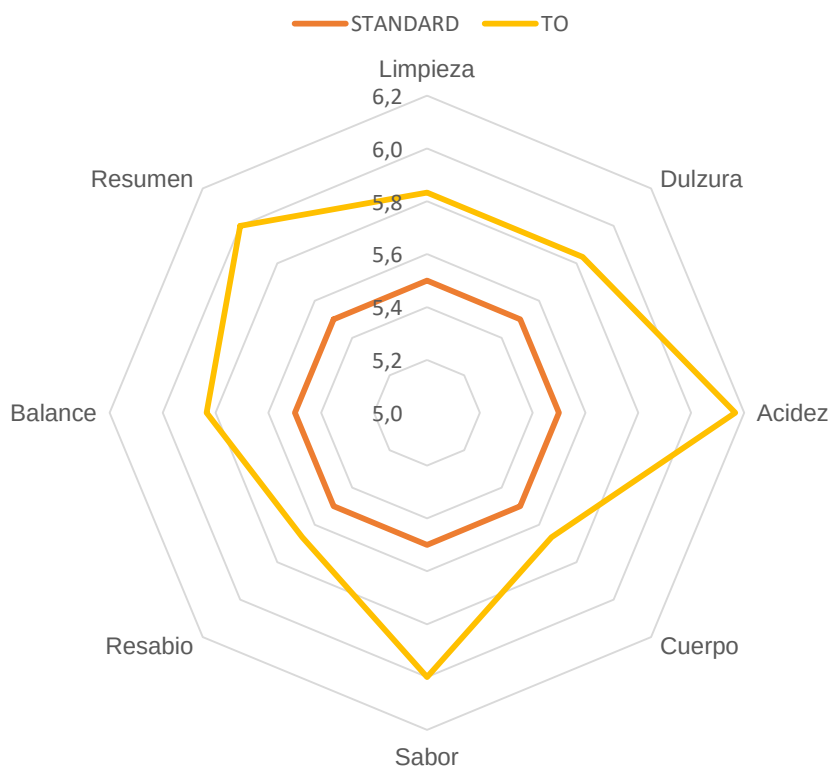


Figura 13. Evaluación del perfil organoléptico y atributos sensoriales del T0.

Según la Tabla 4 y Figura 13, se puede ver en los puntajes obtenidos Los resultados de la evaluación organoléptica revelan que el tratamiento T0 supera al estándar en varias propiedades clave del café. En términos de limpieza, T0 obtuvo una puntuación de 5.83 frente a 5.5 del estándar, indicando una percepción de mayor pureza en el café. La dulzura también se evaluó como más prominente en T0, con una nota de 5.83 comparada con 5.5 del estándar, sugiriendo una presencia más destacada de notas de chocolate. La acidez en T0 se califica como media y cítrica, con una puntuación de 6.17 frente a 5.5 del estándar, mientras que el cuerpo es descrito como medio y ligero delicado en T0 con una puntuación de 5.67, superior al 5.5 del estándar. Estos resultados sugieren que T0 ofrece una experiencia de sabor más equilibrada y agradable.

En términos de sabor y resabio, T0 también muestra una ventaja con puntuaciones de 6.00 y 5.67, respectivamente, en comparación con las notas de 5.5 del estándar para ambos aspectos. El balance general en T0 se califica como equilibrado, con una puntuación de 5.83 frente a 5.5 del estándar, lo que refuerza la impresión de que T0 tiene una calidad organoléptica superior. El resumen general de T0, con una puntuación de 6.00, indica una experiencia agradable, mientras que el estándar se queda en 5.5. En total, T0 obtiene una puntuación de 83.00, superior a la del estándar, destacándose por ofrecer un perfil de sabor más satisfactorio y equilibrado en comparación con la muestra de referencia.

5.3.3. Tiempo de fermentación de 24 horas (Tratamiento 1)

Según los resultados del laboratorio de ORIGEN-CHOMATEO S.R.L., como se muestra en la Tabla 5, se observa una notable homogeneidad en la correlación entre las muestras evaluadas. Este análisis revela claramente las particularidades de cada café, destacando que algunas muestras presentan características distintivas que las clasifican como cafés de origen especiales. Las cualidades organolépticas sobresalientes de estos cafés reflejan atributos únicos que los diferencian en términos de sabor, aroma y otras propiedades sensoriales. Esta homogeneidad en la correlación subraya la consistencia dentro del grupo de muestras evaluadas, a la vez que resalta las diferencias significativas en las cualidades organolépticas de los cafés.

Tabla 5. Resultados del perfil organoléptico del testigo (T1)

Coffee quality- Organoleptic			Descripción
Propiedad	Standard	T1	
Limpieza	5,5	6,00	Limpia a muy Limpia
Dulzura	5,5	6,00	Miel de caña, caramelo y malta
Acidez	5,5	6,00	Cítrica, limonaria
Cuerpo	5,5	6,00	Fino, fugaz, cremoso y completo
Sabor	5,5	6,10	Miel de caña y caramelo
Resabio	5,5	6,00	Perdurable y persistente
Balance	5,5	6,00	Equilibrado
Resumen	5,5	6,00	Agradable a muy agradable
Constante	36	36	
total		84,10	

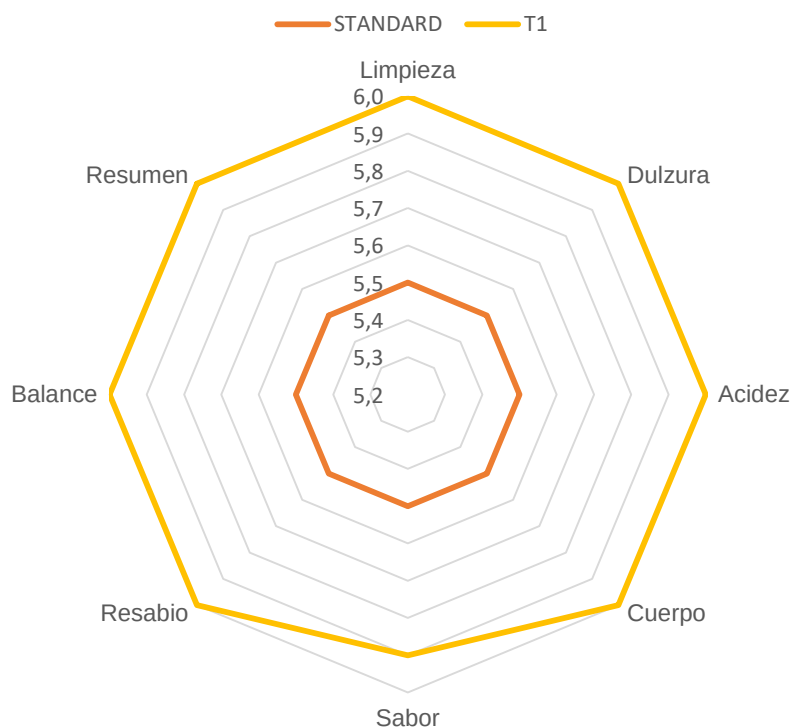


Figura 14. Evaluación del perfil organoléptico y atributos sensoriales del T1.

En la Tabla 5 y Figura 14, se observa Los resultados organolépticos del tratamiento T1 muestran una notable mejora en comparación con el estándar en varias categorías clave. T1 obtuvo una puntuación de 6.00 en limpieza, lo que indica una percepción de limpieza que va de limpia a muy limpia, en comparación con la puntuación de 5.5 del estándar. En cuanto a dulzura, T1 recibió una puntuación de 6.00, destacándose con notas de miel de caña, caramelo y malta, en contraste con la dulzura más moderada del estándar. La acidez en T1 también es evaluada como cítrica y limonaria con una puntuación de 6.00, mientras que el cuerpo es descrito como fino, fugaz, cremoso y completo, en comparación con el estándar que tiene una puntuación de 5.5 y una descripción menos detallada.

El sabor de T1, con una puntuación de 6.10, refleja notas de miel de caña y caramelo, ofreciendo una experiencia de cata más rica y compleja que el estándar. El resabio, calificado como perdurable y persistente en T1, también es superior al del estándar. El balance y el resumen en T1, con puntuaciones de 6.00 y una descripción de agradable a muy agradable, reflejan una calidad general superior. Con una puntuación total de 84.10, T1 supera claramente al estándar, ofreciendo una experiencia organoléptica más completa y satisfactoria. Estas puntuaciones sugieren que T1 presenta un perfil de sabor más refinado y bien equilibrado, destacando en todas las áreas evaluadas.

5.3.4. Periodo de fermentación 48 horas (Tratamiento 2)

Según los resultados del laboratorio ORIGEN-CHOMATEO S.R.L., como se muestra en la Tabla 6, se observó una notable homogeneidad en las muestras evaluadas, destacando características únicas en algunos cafés que los clasifican como de origen especial. Estas cualidades organolépticas resaltan diferencias significativas en sabor, aroma y otras propiedades sensoriales, mostrando tanto consistencia como distinciones notables entre las muestras.

Tabla 6. Resultados del perfil organoléptico del testigo (T2)

Coffee quality- Organoleptic			Descripción
Propiedades	Standard	T2	
Limpieza	5,5	6,33	Limpia a muy Limpia
Dulzura	5,5	6,33	Miel de caña, caramelo y malta
Acidez	5,5	6,33	Alta a naranja, Limón, cítrico y maracuyá
Cuerpo	5,5	6,37	Completo y cremoso

Sabor	5,5	6,30	Ciruelas pasas, acaramelado, balanceado, chocolate y leche
Resabio	5,5	6,22	Perdurable, persistente, seco, fresco
Balance	5,5	6,27	Muy equilibrado
Resumen	5,5	6,30	Muy buena
Constante	36	36	
Total		86,45	

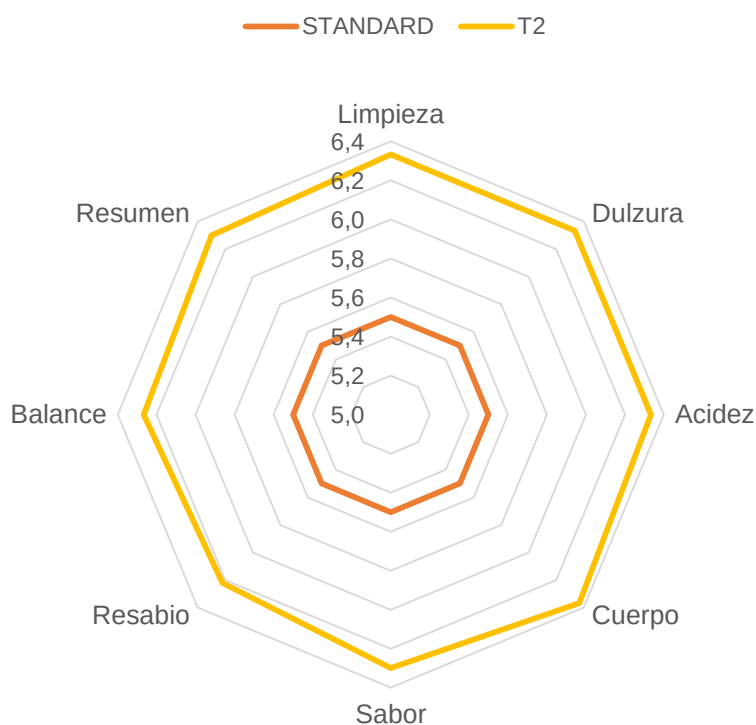


Figura 15. Evaluación del perfil organoléptico y atributos sensoriales del T2.

En la tabla 6 y la figura 15, los resultados organolépticos del tratamiento T2 muestran una mejora destacada en todas las categorías evaluadas en comparación con el estándar. T2 obtiene una puntuación de 6.33 en limpieza, lo que indica una calidad superior, de limpia a muy limpia, frente al 5.5 del estándar. La dulzura en T2 es sobresaliente, con notas de miel de caña, caramelo y malta. La acidez en T2, calificada como alta con matices cítricos, aporta frescura y vivacidad, mientras que su cuerpo es completo y cremoso, lo que mejora la textura respecto al estándar.

El perfil de sabor de T2 es complejo y atractivo, con una puntuación de 6.30, destacando notas de ciruelas pasas, caramelo, chocolate y leche, lo que genera una experiencia equilibrada y rica. El resabio es perdurable, seco y fresco, proporcionando un final agradable y prolongado. T2 también sobresale en balance, con una puntuación de 6.27, mostrando alta armonía general. Con una puntuación total de 86.45, T2 supera al estándar, ofreciendo una experiencia organoléptica excepcionalmente buena, destacando en sabor, aroma y otros atributos sensoriales, lo que lo hace muy apreciado en su categoría.

5.3.5. Periodo de fermentación 72 horas (Tratamiento 3)

La muestra T3 obtuvo una puntuación total de 83,50, superando al estándar en todos los parámetros evaluados. Destacó por su limpieza, dulzura (caramelo y manjar blanco), acidez cítrica (limón y naranja), cuerpo cremoso y jugoso, sabor balanceado con notas de achocolatado y frutas, y un resabio refrescante. El balance fue armonioso, resultando en una calificación general de "muy agradable a exquisito".

Tabla 7. Resultados del perfil organoléptico del testigo (T3)

Coffee quality- Organoleptic			Descripción
Propiedades	Standard	T3	
Limpieza	5,5	6,00	Muy Limpia
Dulzura	5,5	5,83	Caramelo y manjar blanco y endulzado
Acidez	5,5	6,33	Cítrica, limonaria y naranja
Cuerpo	5,5	6,00	Cremoso, fino, delicado, completo y jugoso
Sabor	5,5	5,83	Balanceado, achocolatado, fresas, moras
Resabio	5,5	5,67	Corto, perdurable, achocolatado y refrescante
Balance	5,5	5,83	En armonía
Resumen	5,5	6,00	Muy agradable a Exquisito
Constante	36	36	
Total		83,50	

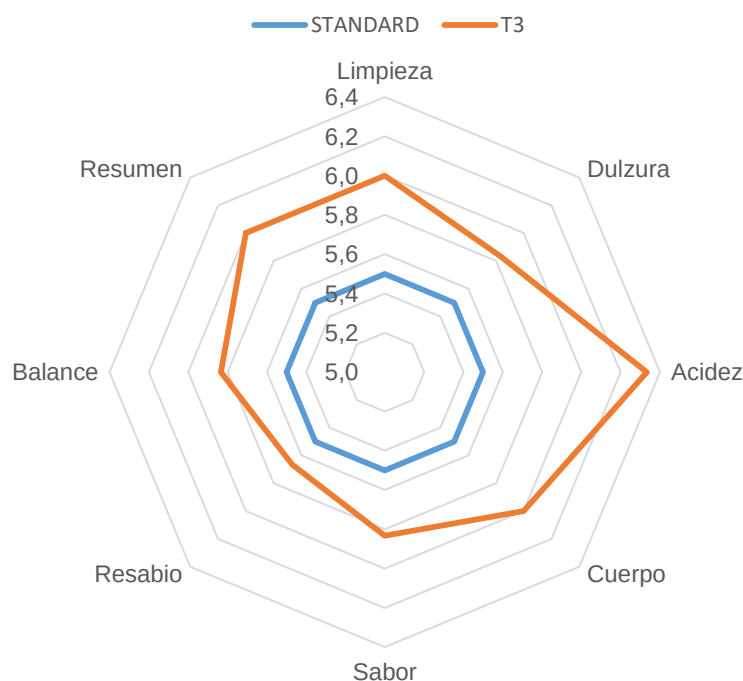


Figura 16. Evaluación del perfil organoléptico y atributos sensoriales del T3.

En el Tabla 7 y Figura 16, los resultados organolépticos del tratamiento T3 muestran una calidad destacada en varias áreas, aunque con algunas variaciones en comparación con el estándar. T3 obtuvo una puntuación de 6.00 en limpieza, describiendo el café como muy limpio, lo que es una mejora respecto al estándar. La dulzura en T3, con una calificación de 5.83, se caracteriza por notas de caramelo y manjar blanco, ofreciendo un perfil de sabor dulce y endulzado, aunque ligeramente menos destacada en comparación con otros tratamientos. La acidez, evaluada en 6.33, es notablemente cítrica, con matices de limón y naranja, proporcionando un toque vibrante y fresco.

El cuerpo de T3, con una puntuación de 6.00, es descrito como cremoso, fino, delicado, completo y jugoso, lo que añade una riqueza y plenitud a la experiencia de cata. El sabor de T3, calificado en 5.83, es balanceado con notas de chocolate, fresas y moras, aunque ligeramente menos pronunciado que en otros tratamientos. El resabio, con una puntuación de 5.67, es corto pero perdurable, con un perfil achocolatado y refrescante. El balance general de T3, con una calificación de 5.83, indica una armonía aceptable. El resumen final de T3, con una puntuación de 6.00, describe el café como muy agradable a exquisito, reflejando una calidad organoléptica alta. Con una puntuación total de 83.50, T3

se presenta como un café de calidad muy buena, aunque con ligeras diferencias en algunas categorías en comparación con los tratamientos superiores.

El World Coffee Research (2017) clasifica al café Geisha producido a gran altitud con una calidad excepcional, alcanzando cinco tazas, la máxima calificación. Este café, cultivado a alturas elevadas, ofrece un perfil de taza sobresaliente en comparación con otras variedades.

La variedad Borbón de origen Arábica, cultivada en altura, recibe cuatro tazas por su excelente calidad. La variedad Típica, tradicional en la selva de Puno y La Paz, también obtiene cuatro tazas, destacando por su alta calidad en zonas altas. Ambas variedades son reconocidas por sus perfiles de taza superiores.

La variedad Catuai, con un rendimiento alto y calidad estándar, recibe tres tazas. Castillo, de Colombia, es tolerante a la roya y ofrece buena calidad en taza. Las plantaciones en San Juan del Oro y Apolo, con variedades mezcladas, afectan la calidad. Estudios como los de Quispe (2011) y Huanca (2007) corroboran que la altitud influye positivamente en la calidad del café.

5.3.6. Calidad en Taza

Los resultados muestran que la muestra T2 obtuvo la puntuación más alta en todos los rangos, con un promedio de 86,17, destacándose sobre los demás tratamientos. Las muestras T1 y T3 presentaron puntuaciones similares, con promedios de 84,10 y 83,50, respectivamente. La muestra T0 fue la de menor puntuación promedio, alcanzando 83,00. Estos resultados indican que la fermentación anaeróbica en el tratamiento T2 produjo una mayor calidad en comparación con los otros tratamientos.

Tabla 8. Resultados de los perfiles organoléptico de las 12 muestras del estudio

	T0	T1	T2	T3
r1	83,00	84,00	86,10	83,50
r2	83,50	84,00	86,40	83,50
r3	82,50	84,30	86,00	83,50
X	83,00	84,10	86,17	83,50

Se observan los promedios de puntuación alcanzados en la tabla 8, según la escala SCAA en calidad de taza, los resultados de la evaluación de calidad en taza para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 muestran variaciones significativas en las puntuaciones obtenidas. El tratamiento T2 sobresale con puntuaciones consistentes y relativamente altas, alcanzando 86.10, 86.40 y 86,00 en las tres repeticiones, lo que indica una calidad de taza excepcional y uniforme. Este tratamiento destaca por sus atributos sensoriales superiores en comparación con los demás, reflejando una consistencia en la calidad de sabor, aroma y otras características organolépticas evaluadas.

En contraste, los tratamientos T0, T1 y T3 muestran puntuaciones más bajas y con menos consistencia. T0 varía entre 82.5 y 83.5, T1 entre 84,00 y 84.30, y T3 entre 83,00 y 83.50. Aunque T1 y T3 presentan puntuaciones relativamente similares y más cercanas entre sí, ninguna de estas muestras alcanza la calidad de T2. Las variaciones en las puntuaciones sugieren que T0, T1 y T3 tienen perfiles de taza menos uniformes y posiblemente menos destacables en términos de calidad sensorial. En general, T2 se identifica claramente como el tratamiento con la mayor calidad en taza, según los resultados obtenidos por los catadores.

5.3.7. Análisis de varianza de Calidad en Taza

Los resultados del laboratorio de ORIGEN - CHOMATEO S.R.L., con catadores certificados (Q-graders), se obtuvieron los siguientes resultados.

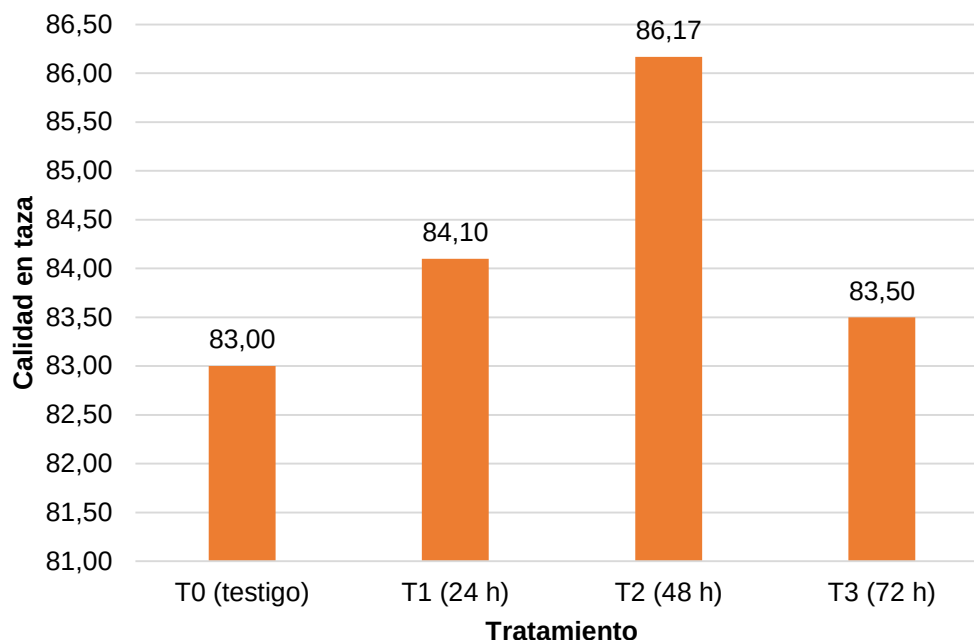


Figura 17. Comparación de calidad en taza del tratamiento

En la Figura 17, se ilustra la calidad en taza como resultados de los parámetros organolépticos. Los resultados de la evaluación de calidad en taza indican que el tratamiento T2, con una puntuación de 86.17, se destaca claramente sobre los otros, sugiriendo una calidad de taza superior tras 48 horas de proceso. En comparación, el tratamiento T1 (24 horas) obtuvo una puntuación de 84.10, mostrando una mejora con respecto al testigo T0, que obtuvo 83.00, pero sin alcanzar la calidad de T2. El tratamiento T3 (72 horas), con una puntuación de 83.50, se aproxima a la del testigo, pero no alcanza la calidad de T2, lo que sugiere que el tiempo de fermentación de 48 horas podría ser óptimo para obtener la mejor calidad en taza, mientras que las 72 horas no aportan una mejora significativa.

Según Duicela, Farfan, Garcia, Corral, & Chullan, (2004), la calidad del café está determinada por sus características físicas y organolépticas, entre los factores físicos y de taza se mencionan: altitud de la zona de cultivo, composición del suelo y su fertilidad, cantidad de lluvia y su distribución, temperatura ambiental, manejo agronómico de la plantación, cosecha, beneficio, secado y almacenamiento.

Los resultados de la evaluación de calidad en taza revelan que el tratamiento T2, con una fermentación anaeróbica de 48 horas, obtuvo la puntuación más alta de 86.17, indicando la mejor calidad de taza entre los tratamientos evaluados. Este resultado sugiere que un

período de fermentación de 48 horas optimiza las características sensoriales del café. En comparación, el tratamiento T1, con 24 horas de fermentación, logró una puntuación de 84.10, mostrando una mejora respecto al testigo T0, que obtuvo 83.00, pero no alcanza la calidad de T2. El tratamiento T3, con 72 horas de fermentación, obtuvo una puntuación de 83.50, que es superior al testigo, pero inferior a T2, indicando que una fermentación más prolongada no siempre mejora la calidad y podría no ser tan efectiva como el periodo de 48 horas.

Al respecto Usquino, (2013), Establece que, el concepto de calidad va asociado a la satisfacción, porque el servicio o producto cumple con los requisitos y características que exige el cliente; se puede decir que es sinónimo de excelencia. El Instituto Alemán para la Normalización, DIN 55 350-11, 1979, lo define como, “Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio, que confiere su aptitud para satisfacer las necesidades dadas”.

Tabla 9. Análisis de varianza para calidad en taza

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	P>F	Significancia
Tratamientos	3	17.42	5.81	71.85	0.0001	**
Error experimental	8	0.65	0.08			
Total	11	18.07				

CV: **0.34%**

** Altamente significativo

En análisis de varianza del Tabla 9, relacionado a calidad en taza muestra, es significativamente mayor que el valor crítico de F (F_t) para un nivel de significancia del 5%. Esto indica que las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas, lo que sugiere que los distintos períodos de fermentación anaeróbica tienen un efecto notable en la calidad de la taza del café.

El coeficiente de variación (CV) es de 0.34%, indicando una alta precisión en la medición de la calidad en taza (Ochoa, Diseños Experimentales, Estadísticas, Taller de Grado, 2015). Dado que el resultado es altamente significativo, se puede concluir con confianza que los períodos de fermentación anaeróbica impactan de manera significativa en la

calidad del café, y que los tratamientos evaluados tienen efectos distintos y estadísticamente relevantes en las características sensoriales del producto final.

El análisis de varianza (Tabla 9) revela diferencias estadísticamente significativas en la calidad de la taza entre los distintos tratamientos, con una significancia alta. Este resultado sugiere que los períodos de fermentación anaeróbica influyen de manera considerable en la calidad del café. El coeficiente de variación, que se sitúa en 0.34%, indica una alta precisión en los resultados obtenidos, y el análisis de errores, con un coeficiente al 5%, confirma la robustez de las diferencias encontradas, para el cual, se analiza la comparación estadística de medias.

Tabla 10. Prueba de medias para la calidad en taza

Tratamientos	Media calidad en taza	Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₂	86.17	A
T ₁	84.10	B
T ₃	83.50	C
T ₀	83.00	C

Los resultados del Tabla 10, que presenta la prueba de medias para la calidad en taza utilizando la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$), muestran claramente las diferencias significativas en la calidad del café entre los tratamientos evaluados. La media de calidad en taza más alta corresponde al tratamiento T2, con un promedio de 86.17, clasificado como "A" en la prueba de Duncan. Esto indica que T2 tiene una calidad de taza significativamente superior en comparación con los otros tratamientos.

VEI tratamiento T1, con una media de 84.10, es clasificado como "B", indicando que también presenta una calidad notable, aunque inferior a la de T2. Por otro lado, los tratamientos T3 y T0, con medias de 83.50 y 83.00 respectivamente, son ambos clasificados como "C", lo que sugiere que tienen una calidad de taza comparable entre sí, pero inferior a la de T1 y T2. Estos resultados reflejan que el período de fermentación de 48 horas (T2) es el más.

Al respecto ACEA, (2017) La razón principal es porque al momento de fermentar el grano, el caficultor no le remueve el mucílago, que es el elemento viscoso que se crea en la pulpa de la cereza del café a lo largo de la maduración del fruto. Por otro lado (Katzeff P. , 2012), el grano de café puede adquirir diferentes propiedades organolépticas positivas durante el proceso de secado. Asimismo, Usquino, (2013), menciona que los cafés de proceso honey generalmente contienen un gran dulzor y acidez balanceada con notas afrutadas. Los sabores son normalmente menos intensos que los de un natural, pero su claridad y definición es mucho más notable y pronunciada. Los sabores de un proceso honey se vuelven más complejos y tienen mayor profundidad con relación al mucílago que queda en el pergamino. Entre mayor es el pergamino, más fuertes son los sabores.

5.3.8. Análisis económico

La evaluación económica se realizó siguiendo el método de presupuestos (Clapp, 2017), este artículo proporciona un análisis integral de los factores que afectan la calidad del café y los métodos económicos utilizados para evaluarlos.

Tabla 11. Comparación de beneficios netos de los diferentes tratamientos

Detalle	T0	T1	T2	T3
Costos fijos				
Costo de producción	603	703	703	703
Café oro verde (Lb)	45	45	45	45
Costos variables				
Precio de venta (Bs.)	19,488	26,448	34,8	26,448
Ingreso Total (Bs.)	876,96	1190,16	1566	1190,16
Ingreso Neto (Bs.)	273,96	487,16	863	487,16
Costo beneficio (Bs)	1,45	1,69	2,23	1,69

Fuente: elaboración propia

Los cafés que obtienen una puntuación superior a 86 puntos en la escala de evaluación de la Specialty Coffee Association of America (SCAA) se clasifican como cafés gourmet. Esta alta calificación indica una calidad excepcional, con perfiles de sabor complejos y bien equilibrados, que cumplen con rigurosos estándares de calidad en cuanto a aroma, sabor, acidez, cuerpo y equilibrio.

Debido a su calidad superior, estos cafés gourmet pueden alcanzar precios en el mercado internacional que son hasta dos o tres veces mayores que los precios locales. Esta diferencia de precio se debe a la alta demanda de cafés de calidad excepcional, el proceso meticuloso de cultivo, recolección y procesamiento, y el valor añadido asociado a su origen y características únicas. En consecuencia, los cafés con puntuaciones altas no solo se distinguen por su sabor superior, sino que también representan una inversión significativa tanto para los productores como para los consumidores que buscan experiencias de cata exclusivas (CAMEX, 2023).

El precio del café en el mercado internacional se valora principalmente conforme a su calidad en taza, la cual es evaluada a través de parámetros sensoriales como el sabor, aroma, cuerpo, acidez y balance. La calidad en taza influye directamente en la demanda y el valor del café en los mercados internacionales, donde los cafés de especialidad pueden alcanzar precios significativamente más altos que los cafés comerciales debido a sus características organolépticas excepcionales.

Según Paredes y Guzmán (2020), "la calidad en taza es un factor determinante en la fijación de precios del café, ya que los cafés con puntuaciones superiores en cata son percibidos como productos de mayor valor y son comercializados a precios más altos en los mercados internacionales" (p. 45). Esto implica que los productores de café deben centrarse en mejorar la calidad de sus granos a través de mejores prácticas agrícolas, procesos de post-cosecha y tueste para maximizar su competitividad y obtener precios más altos.

Por otro lado, (Rodríguez, Pérez, & Díaz, 2018) afirman que "los cafés de alta calidad, evaluados con puntuaciones de 80 puntos o más en la escala de cata, son clasificados como cafés de especialidad y alcanzan un precio significativamente superior en el mercado, lo que refleja la creciente preferencia de los consumidores por productos diferenciados y de origen específico". Esto resalta cómo las certificaciones de calidad y las evaluaciones de expertos influyen en la fijación del precio y en la capacidad de los productores para acceder a mercados más lucrativos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El planteamiento del estudio, se encaminó en la necesidad de mejorar los resultados que forma parte del estudio, pero que sí contribuyen en la posible solución del mismo. En este sentido, las conclusiones expuestas a continuación solo responden a aquellos resultados que forman parte activa de la problemática investigación:

- El período de fermentación anaeróbica de 48 horas (T2) demostró ser el más efectivo para mejorar la calidad en taza del café, alcanzando las puntuaciones más altas en las evaluaciones sensoriales y generando el mayor ingreso neto.
- La fermentación anaeróbica influye significativamente en la calidad del café. El tratamiento T2, con 48 horas de fermentación, ofreció una calidad superior en comparación con los períodos de 24 horas (T1) y 72 horas (T3), que no mostraron mejoras significativas respecto al testigo (T0).
- El tratamiento T2 no solo proporciona la mejor calidad en taza, sino que también ofrece el mayor retorno económico, con un índice de costo-beneficio de 2,23. Esto refleja que la inversión en el proceso de fermentación anaeróbica tiene un impacto positivo en la rentabilidad.
- Las diferencias en los resultados de calidad en taza entre los tratamientos fueron estadísticamente significativas, confirmando que los distintos períodos de fermentación tienen efectos diferenciados sobre las características organolépticas del café.
- Aunque el tratamiento T2 muestra una rentabilidad óptima, los tratamientos T1 y T3 también ofrecen beneficios superiores al testigo (T0). Esto indica que, aunque el proceso de fermentación anaeróbica mejora la calidad y rentabilidad, los períodos de fermentación más cortos o más largos también pueden ser rentables bajo ciertas condiciones.

6.2. Recomendaciones

Culminada la etapa de investigación, quizá el hecho más relevante es presentar recomendaciones que mejoren la realidad compleja de la problemática estudiada. Sin

embargo, esta situación no implica presentar un recetario que resuelva el problema, sino encausar estudios que aporten al desarrollo y consolidación de la investigación inicial. En este contexto se recomienda lo siguiente:

- Adoptar el período de fermentación anaeróbica de 48 horas (T2) para optimizar la calidad del café y maximizar los beneficios económicos, ya que ha demostrado ser el más efectivo en mejorar la calidad en taza y el retorno económico.
- Evaluación Continua: Realizar evaluaciones periódicas de la calidad en taza y el análisis económico para ajustar el proceso de fermentación según las condiciones de mercado y la variabilidad en la calidad del café, asegurando así una mejora continua en los estándares del producto.
- Capacitación de Productores: Capacitar a los agricultores y productores locales en las técnicas de fermentación anaeróbica y en la gestión eficiente de los períodos de fermentación para asegurar la consistencia en la calidad del café y optimizar la rentabilidad.
- Considerar la implementación de diferentes períodos de fermentación anaeróbica en combinación con otros métodos de procesamiento para explorar nuevas oportunidades de mejora en la calidad y rentabilidad del café.
- Continuar con la investigación y el desarrollo de métodos innovadores de fermentación y procesamiento del café, incluyendo la evaluación de nuevas técnicas que puedan complementar o mejorar los resultados obtenidos en el estudio. Esto permitirá mantener una ventaja competitiva en el mercado y asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ACEA, A. d. (2017). Café con tibio. Obtenido de <https://www.cafecontibio.com/es/que-es-un-cafe-especial/>.
- Alvarado, M. (2007). Cultivo y beneficiio de café. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia San José. Primera edicion. 190p.
- Angel, L. (2023). Fermentación anaeróbica. Colombia: <https://www.sanagustin.com/fermentacion-anaerobica/>.
- Armas, F., Cornejo, M., & Murcia, Z. (2008). Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café como una alternativa para la diversificación de la actividad cafetalera y aporte de valor a la cadena productiva. Salvador: Tesis de grado Ingeniería Industrial, Universidad de el Salvador.
- Banegas, R. (2009). Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad de café (*Coffea arabica*) en los Municipios de el Paraíso. Turrialba, Costa Rica: Tesis Ms.Sc. en Agroforesteria Tropical. . Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza. 74 p.
- Blajos, J., & Quiroga, J. (2005). Revisión de métodos para el análisis económico del cultivo de la papa. Programa de Investigación de la Papa (PROIMPA). Cochabamba – Bolivia: p. 2 -26.
- Boot, W. (2013). Segunda Competencia de Cafés Especiales de Bolivia, Contacto Personal. Coroico, La Paz – Bolivia.
- Castañeda, P. C. (2007). Manual Tecnico Cafetalero, Primera edicion. Lima - Peru Pag. 162: TECNAPROT S.R.L.
- Castillon, A. M. (1997). El cultivo de Café Centro de Investigación Agrícola Tripical. Santa Cruz - Bolivia Página 188: Primera Edicion.
- Catania, C., & Avagnina, S. (2007). I análisis sensorial. Curso superior de degustación de vinos. INTA, Mendoza, Argentina.
- CCI, C. d. (05 de Junio de 2018). La Guia del Café. Obtenido de <http://www.laguiadelcafe.org/guia-del-cafe/mercados-nichoaspectos-ambientales-y-sociales/que-significa-cafe-especial/>.
- CENICAFE. (2000). Tecnologia de cultivo de café, Federacion Nacional de Cafetaleros de Colombia. Caldas - Colombia: Segunda Edicion Litografia.
- CENICAFE, C. N. (2000). Tecnología del cultivo del café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Caldas – Colombia. : Edición I. A. José Vélez M. Segunda edición. Impresión en Litografía Cafetera Ltda. Manizales – .

- Clapp, J. (2017). Calidad y economía de la producción de café: un análisis empírico. *economía agrícola*. 48(2), 159-170.
- CPC, C. D. (2008). *Federacion Nacional Cafetalero de Colombia*,. Santa fé - Bogotá D.C. Colombia: Escala.
- CQI, C. Q. (2013). Q Grader. California - Estados Unidos. Disponible en: <http://www.coffeeinstitute.org/the-q-coffee-system/become-a-q-grader>.
- Duicela, L., Farfan, S., Garcia, J., Corral, R., & Chullan, W. (2004). Boletín Técnico Post Cosecha y Calidad de Café Arabigo. Consejo Nacional Cafetalero. Ecuador. 27 p: CONACAFE.
- Escamilla, P., Ruiz, R., Zamarripa, C., & Gonzales, H. (2015). Calidad en variedades de café orgánico en tres regiones de México. *Rev. Geografía Agrícola, México*. *Rev. Geografía Agrícola, México*: 55(2):45-55. Doi:10.5154/r.rga.2015.55.004.
- FECAFEB. (2013). Zonificación y tipificación de la calidad de café en OECAS. La Paz - Bolivia Pag. 03-16: ZEOBOL.
- FECAFEB, F. d. (2003). Zonificación y Tipificación de la Calidad de Café de las Organizaciones Economicas Campesinas OECA's en la Provincia Caranavi. Proyecto de Cafe Organico. La Paz - Bolivia Pag. 03-16: ZEOBOL.
- Figueroa, R. (1996). *La caficultura en el Perú*. Foteoelectrónica,. Lima - Perú: editorial y servicios S.A. (Fiessa). 98 p.
- Franco, R. M. (02 de Marzo de 2021). <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/831/1/01.%20Historia%20del%20caf%C3%A9.pdf>. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/831/1/01.%20Historia%20del%20caf%C3%A9.pdf>
- Gómez, A., & Herrera, R. (2020). Factores que influyen en la calidad del café: Secado y tueste. *Journal of Coffee Research*, 112.
- Huanca, M. M. (25 de Octubre de 2007). EVALUACION DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DEL CAFE (Coffea arabica) EN COSECHA Y BENEFICIADO EN EL CANTO ROSARIO ENTRE RIOS. (M. M. Huanca, Intérprete) Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Murillo, Bolivia.
- IBCE, I. B. (2003). Instituto Boliviano de Comercio Exterior. Comercio Mundial de Productos Organicos. Asociacion de Cafés Especiales de Bolivia ACEB. Santa Cruz de la Sierra - Bolivia.
- Jaldin, D. (13 de Septiembre de 2021). Segunda competencia de Cafés Especiales de Bolivia – Catando el Pico de la Montaña Contacto Personal, Coroico - Bolivia. (T. C. Chiri, Entrevistador)

- Jaldin, D. R. (2001). Guía de Laboratorio de Control de Calidad de Café. CAFÉ & CALIDAD. La Paz - Bolivia.
- Jimenez, L., & Ticona, I. (2017). Introducción de manejo de café y cualidades de un café en taza. Puno - Perú 93 y 121 p.: UNA.
- Katzeff, C. P. (2001). El manifiesto de los catadores de café. California USA: Primera edición. pp 82.
- Katzeff, P. (2012). Manifiesto de los Catadores de Café, edición Fort Bragg. California – USA, pp, 35 – 54. .
- Lopez, E. (2007). Costo de Produccion de Café. Sistemas de Costos de Beneficiado. Costa Rica.
- López, J., Ramírez, P., & Fernández, M. (2020). Efectos de la humedad en el perfil sensorial del café durante el tueste. *Journal of Coffee Science*, 135.
- Marin, L. (2003). Relacion entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio, rendimiento y calidad de bebida. *Rev. Cenicafé, Colombia*. : 54(4):297-315.
- Martínez, F., & López, A. (2019). El tueste del café y su influencia en el perfil sensorial. *Journal of Coffee Science*, 114.
- Martínez, F., & López, A. (2021). Condiciones ambientales y fermentación anaeróbica del café: Un análisis sobre la humedad relativa. *Boletín de Investigación Agrícola*, 126.
- Monroig, M. (18 de octubre de 2021). Artículo: Descripción de variedades de coffea arabica más cultivadas en Puerto Rico Archivo PDF. Publicado el marzo / 2000 Disponible. Obtenido de http://descripci_n_de_variedades_de_coffea_arabica_m_s_cultivadas_en_puerto_rico.
- Muñante, P. (2005). Indicadores para la evaluación económica de proyectos: VAN, B/C, N/K, TIR. Definición de cálculo e interpretación. Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.
- NTP, 2. (2013). Catálogo de Norma Técnica Peruana. INACAL. .
- Ochoa, R. (2015). Diseños experimentales para la agricultura. La Paz .
- Ochoa, R. (2015). Diseños Experimentales, Estadísticas, Taller de Grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andres, Universidad Públiza de El Alto, Universidad Catolica Boliviana .
- OIC, O. I. (2013). Aspectos Botanico de Café. Peru.

- Ospina, O., Duque, O., & Farfan, F. (2013). Análisis económico de la producción de fincas cafetaleras convencionales y orgánicas, en el departamento de Caldas. Cenicafé Caldas – Colombia.
- PDMC, P. d. (2015). Plan de Desarrollo Municipal de Caranavi. La Paz - Bolivia.
- Pérez, J., Gómez, L., & Díaz, M. (2019). Efecto de la fermentación anaeróbica en la calidad del café. Editorial Científica, 78.
- PICNN, P. d. (2018). Programa de Inversión Cafecultura a Nivel Nacional. La Paz - Bolivia.
- PTDI, P. T. (2018). Plan Territorial de Desarrollo Integral. La Paz - Bolivia.
- PTDI, P. T. (2021). Plan Territorial de Desarrollo Integral. La Paz - Bolivia.
- Ramos, C. E. (2019). COMPARACIÓN DE CALIDAD DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN SAN JUAN DEL ORO - PUNO - PERÚ Y APOLO - LA PAZ - BOLIVIA. Puno - Perú: Tesis.
- RAMOS, C. E. (2019). COMPARACIÓN DE CALIDAD DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN SAN JUAN DEL ORO - PUNO - PERÚ Y APOLO - LA PAZ - BOLIVIA. PUNO - PERÚ: TESIS.
- Reyes Hernández, M. (2001). Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales: Reenseñando el uso de este enfoque. Boletín Informativo. CIAGROS 1-2001, 41 pp Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía.
- Reyes, H. W. (2018). Evaluación física y calidad de taza de dos variedades de café en dos condiciones de almacenamiento. Zamorano - Honduras: Tesis.
- Rodríguez, M., Pérez, J., & Díaz, L. (2018). Impacto de la calidad en taza en la valorización del café en los mercados globales. Journal of Coffee Research, 112.
- Rodriguez, V., & Zambrano, F. (2010). Los subproductos del café: fuente de energía renovable, ISSN: 0120-0178. Avances Técnicos, Cenicafé: Pág. 393.
- Roffé, M. (2022). Análisis de la satisfacción de los clientes de las cafeterías de la ciudad de Posadas, Misiones . Posadas, Argentina : Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Misiones .
- Romero, C. A. (10 de mayo de 2021). <http://hdl.handle.net/10803/327037>. Obtenido de Universitat de Girona METODOS ESTADISTICOS PARA LA EVALUACION DE CALIDAD DE CAFÉ: <http://hdl.handle.net/10803/327037>
- Salamanca, C. (2015). Tesis Métodos estadísticos para evaluar el café. Universitat de Girona. España. 6 p.

- SCAN, G. (2015). Evaluación Sensorial del Café. Plataforma Nacional de Café Sostenible. Guatemala. 5, 9 y 32 p.
- Silva, A. D., & Balla, G. (2022). Entendiendo los resultados de fermentación inducida para la calidad de granos de café. Paraná - Brasil: Tesis Universidad Federal de Paraná .
- Soto, F. L. (2013). Guía de buenas prácticas para la producción de café semi lavado -. Recuperado; http://www.anacafe.org/glifos/images/e/e7/Guia_de_honeys-ES.pdf .
- Soto, F. L. (2015). Guía buenas prácticas para la producción de café semi lavado y natural. Guatemala: ANACAFÉ.
- Usquino, L. (2013). Manual de Autoevaluación y Calidad. Politécnico Colombiano . Medellín - Colombia: 369 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de fermentación



Anexo 2. Ficha de catación de café SCAA



Formato de Catación de la Asociación Americana de Cafés Especiales

Clasificación:

6.00 - Bueno	7.00 - Muy bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Nombre: _____

Fecha: _____ Mesa: _____ Sesión: _____

Muestra #	Nivel de Tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Puntaje Total
1		Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje Final
		Seco: _____ Calidad: _____ Espuma: _____ Sabor Residual: _____	Intensidad: _____ Alta: _____ Baja: _____	Nivel: _____ Pesado: _____ Ligero: _____	Balance: _____ Dulzor: _____	Defectos (sustrato): Ligero=2 _____ Rechazo=4 _____	# tazas: _____ Intensidad: _____ Rechazo=4 ☐ x ☐ = ☐		
		Notas: _____							
2		Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje Final
		Seco: _____ Calidad: _____ Espuma: _____ Sabor Residual: _____	Intensidad: _____ Alta: _____ Baja: _____	Nivel: _____ Pesado: _____ Ligero: _____	Balance: _____ Dulzor: _____	Defectos (sustrato): Ligero=2 _____ Rechazo=4 _____	# tazas: _____ Intensidad: _____ Rechazo=4 ☐ x ☐ = ☐		
		Notas: _____							
3		Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje: _____	Puntaje Final
		Seco: _____ Calidad: _____ Espuma: _____ Sabor Residual: _____	Intensidad: _____ Alta: _____ Baja: _____	Nivel: _____ Pesado: _____ Ligero: _____	Balance: _____ Dulzor: _____	Defectos (sustrato): Ligero=2 _____ Rechazo=4 _____	# tazas: _____ Intensidad: _____ Rechazo=4 ☐ x ☐ = ☐		
		Notas: _____							

Anexo 3. Resultados de laboratorio detalle de análisis de muestras

Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ PERGAMINO-LAVADO
Código:	TO-R1
Productor:	TO-R1
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

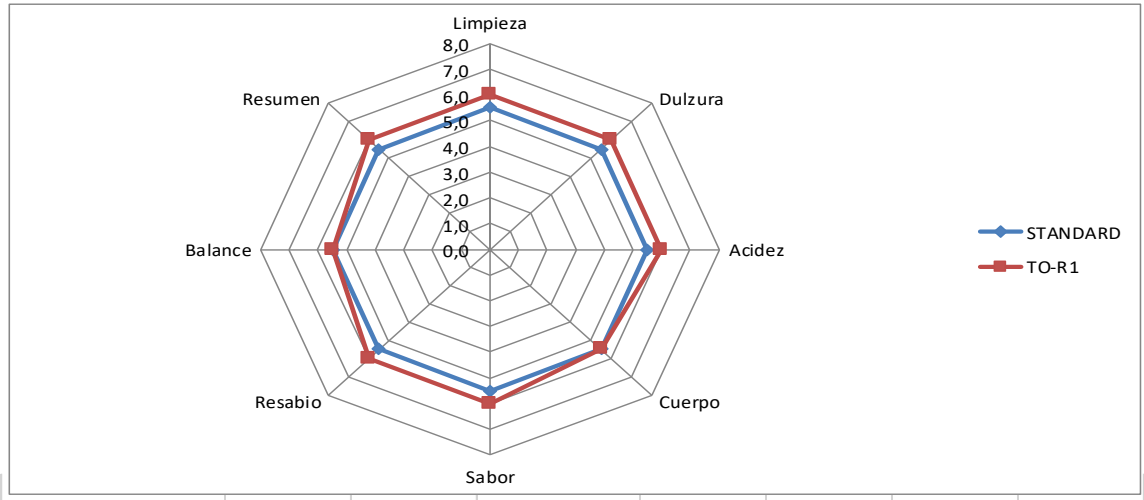
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	478	100,0
Peso café pelado	398	83,3
Cascarilla	80	16,7
Defectos	22	4,6
Seleccionado	337	70,5
Aspecto físico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	AGRADABLE	
Humedad	11,00%	10,00%
Tueste	HOMOGENEO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	18	5%
15	21	5%
16	54	14%
17	116	29%
18	189	47%
total	398	

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTOS	STANDARD	TO-R1		Comentarios
Limpieza	5,5	6,0	Limpia	Café con frangancia a caramelo, aroma dulce; sabor balanceado, resabio achocolatado perdurable; acidez media a citricos; cuerpo medio, ligero; equilibrado entre atributos; uniforme entre tazas;consistente de caliente a frio, café agradable.
Dulzura	5,5	6,0	Chocolate	
Acidez	5,5	6,0	Media	
Cuerpo	5,5	5,5	Medio, ligero	
Sabor	5,5	6,0	Balanceado	
Resabio	5,5	6,0	Perdurable	
Balance	5,5	5,5	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
N° Taza co defecto				
TOTAL	80	83		



Evaluacion de muestra

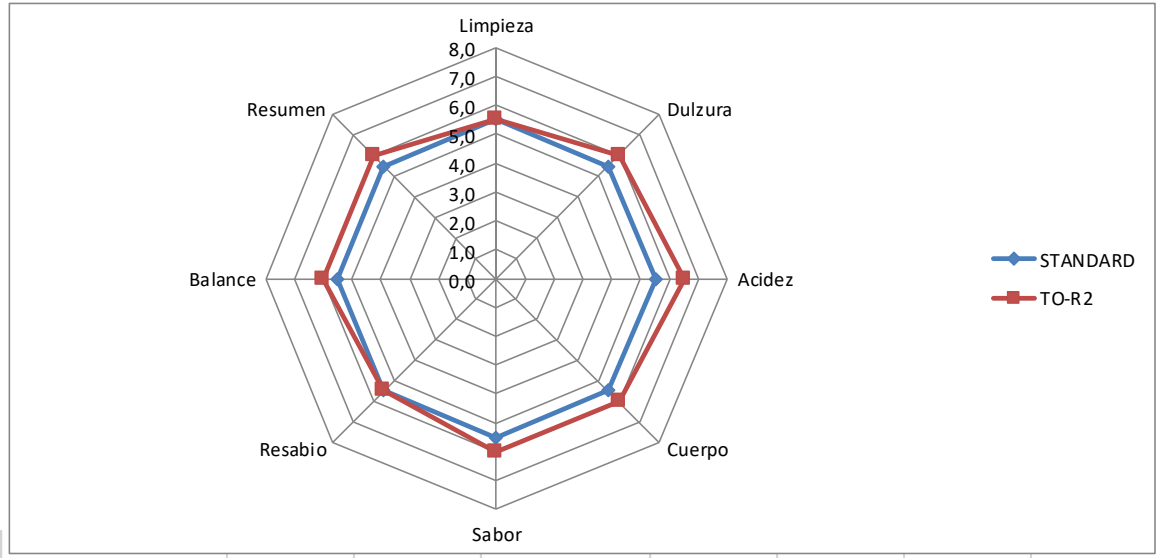
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ PERGAMINO-LAVADO
Código:	TO-R2
Productor:	TO-R2
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%	<table><tr><th>Zaranda</th><th>g.</th><th>%</th></tr><tr><td>14 and <14</td><td>22</td><td>5%</td></tr><tr><td>15</td><td>23</td><td>6%</td></tr><tr><td>16</td><td>55</td><td>13%</td></tr><tr><td>17</td><td>123</td><td>29%</td></tr><tr><td>18</td><td>194</td><td>47%</td></tr><tr><td>total</td><td>417</td><td>100%</td></tr></table>	Zaranda	g.	%	14 and <14	22	5%	15	23	6%	16	55	13%	17	123	29%	18	194	47%	total	417	100%
Zaranda	g.	%																						
14 and <14	22	5%																						
15	23	6%																						
16	55	13%																						
17	123	29%																						
18	194	47%																						
total	417	100%																						
Peso total de la muestra	500	100,0																						
Peso café pelado	417	83,4																						
Cascarilla	83	16,6																						
Defectos	33	6,6																						
Seleccionado	339	67,8																						
Aspecto físico	BUENO																							
Color	VERDE																							
Olor	AGRADABLE																							
Humedad	10,80%	10,00%																						
Tueste	HOMOGENEO																							

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTOS	STANDARD	TO-R2	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	5,5	Limpia	café con fragancia a caramelo, aroma a chocolate, sabor acaramelado, notas a ciruelas pasas; acidez alta a naranja; cuerpo completo y cremoso; equilibrado entre atributos, uniforme entre tazas, dulce a chocolate y caramelo; café muy agradable.
Dulzura	5,5	6,0	Chocolate	
Acidez	5,5	6,5	Naranja	
Cuerpo	5,5	6,0	Cremoso	
Sabor	5,5	6,0	Acaramelado	
Resabio	5,5	5,5	Perdurable	
Balance	5,5	6,0	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Café muy bueno	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
Nº Taza co defecto				
TOTAL	80	83,5		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ PERGAMINO - LAVADO
Código:	TO - R3
Productor:	TO - R3
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

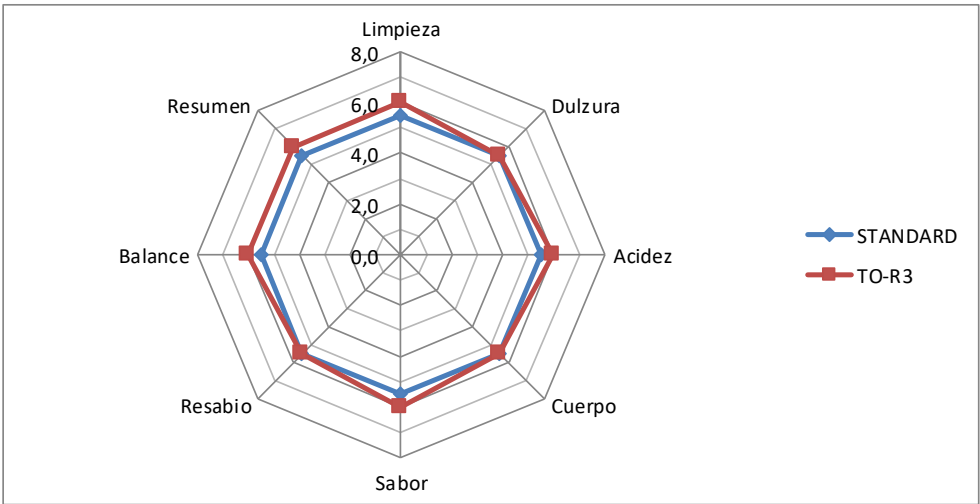
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	500	100,0
Peso café pelado	421	84,2
Cascarilla	79	15,8
Defectos	39	7,8
Seleccionado	330	66,0
Aspecto físico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	BUENO	
Humedad	11,40%	10,40%
Tueste	HOMOGENEO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	21	5%
15	30	7%
16	53	13%
17	93	22%
18	224	53%
total	421	100%

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTO	STANDARD	TO-R3	DESCRIPCION	COMENTARIOS
Limpieza	5,5	6,0	Limpia	Café con fragancia a frutos amarillos, aroma a chocolate, sabor balanceado, acidez media a citrico; cuerpo delicado, plano; equilibrado entre atributos; uniforme entre tazas, consistente de caliente a frio, café completo.
Dulzura	5,5	5,5	Chancaca	
Acidez	5,5	6,0	Citrico	
Cuerpo	5,5	5,5	Delicado	
Sabor	5,5	6,0	Balanceado	
Resabio	5,5	5,5	Perdurable	
Balance	5,5	6,0	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
N° Taza co defecto				
TOTAL	80	82,5		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 24 HORAS
Código:	T1-R1
Productor:	T1-R1
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

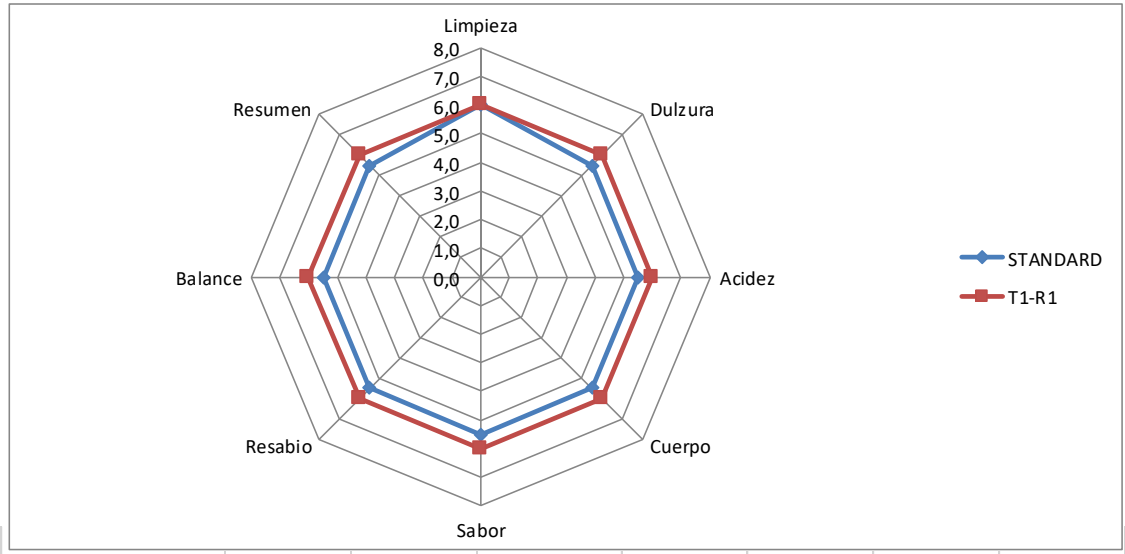
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	500	100,0
Peso café pelado	381	76,2
Cascarilla	119	23,8
Defectos	35	7,0
Seleccionado	296	59,2
Aspecto fisico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	AGRADABLE	
Humedad	10,90%	10,00%
Tueste	HOMOGENIO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	24	6%
15	24	6%
16	54	14%
17	105	28%
18	174	46%
total	381	

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTOS	STANDARD	T1-R1		Comentarios
Limpieza	6,0	6,0	Muy Limpia	Café con fragancia a citrico, chancaca; aroma a chocolate y caramelo; sabor balanceado, resabio perdurable y refrescante; acidez media citrica y malica; cuerpo fino con un final fugaz; equilibrado entrea tributos; consistente de caliente a frio, uniforme entre tazas
Dulzura	5,5	6,0	Miel de caña	
Acidez	5,5	6,0	Citrica, malica	
Cuerpo	5,5	6,0	Fino, fugaz	
Sabor	5,5	6,0	Balanceado	
Resabio	5,5	6,0	Perdurable	
Balance	5,5	6,0	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Muy agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
Nº Taza co defecto				
TOTAL	80,5	84		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 24 HORAS
Código:	T1-R2
Productor:	T1-R2
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

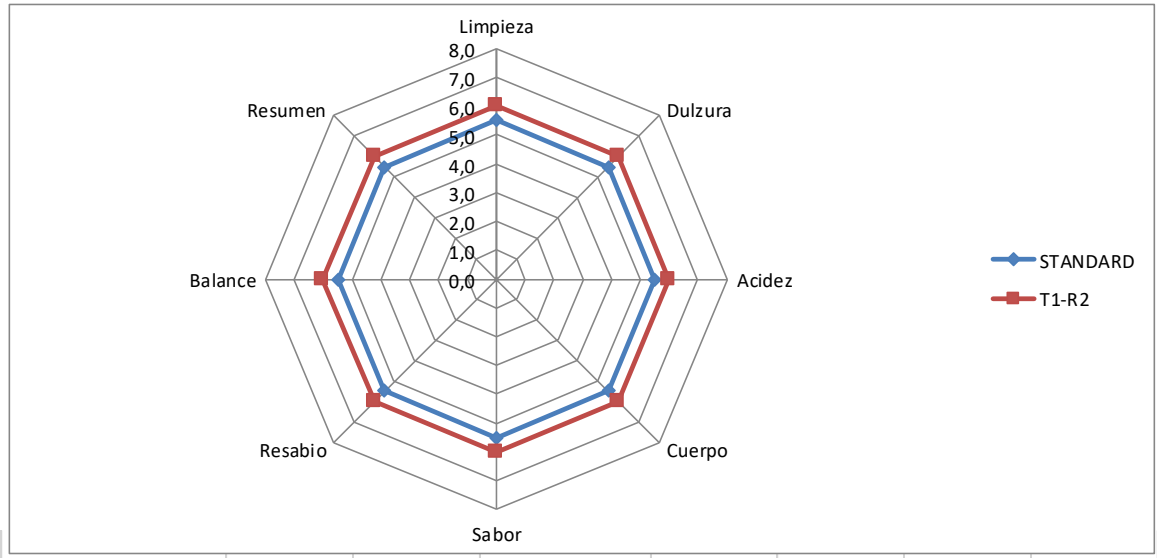
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%			
Peso total de la muestra	496	100,0			
Peso café pelado	378	76,2			
Cascarilla	118	23,8			
Defectos	39	7,9			
Seleccionado	291	58,7			
Aspecto físico	BUENO				
Color	VERDE				
Olor	AGRADABLE				
Humedad	11,20%	10,30%			
Tueste	HOMOGENIO				

Zaranda	g.	%
14 and <14	26	7%
15	22	6%
16	43	11%
17	96	25%
18	191	51%
total	378	

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTOS	STANDARD	T1-R2	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	6,0	Limpia	café con fragancia a chancaca, dulce; aroma a moras; sabor balanceado, achocolatado, resabio corto, en frio perdurable; acidez media a citricos; cuerpo delicado con un final cremoso; dulce a malta y caramelo, uniforme entre tazas, en frio mejora, café agradable
Dulzura	5,5	6,0	Malta	
Acidez	5,5	6,0	Citrica	
Cuerpo	5,5	6,0	Cremoso	
Sabor	5,5	6,0	Balanceado	
Resabio	5,5	6,0	Persistente	
Balance	5,5	6,0	equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
N° Taza co defecto				
TOTAL	80	84		

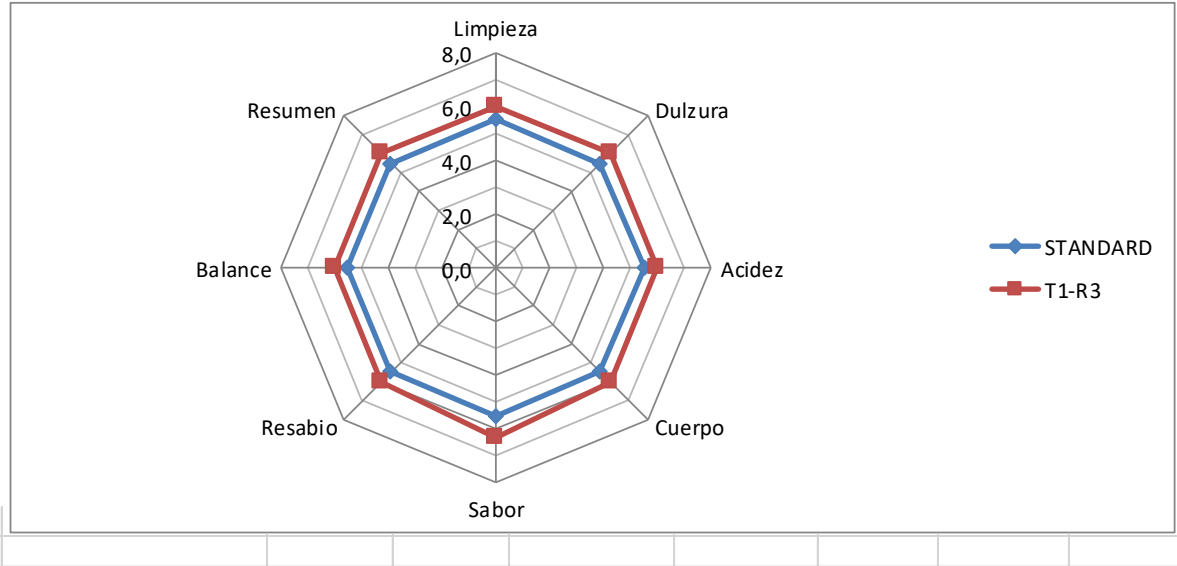


Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA		
Fecha de Evaluación	26/4/2024	
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 24 HORAS	
Código:	T1-R3	
Productor:	T1-R3	
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.	
EVALUACION FISICA		
DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	498	100,0
Peso café pelado	378	75,9
Cascarilla	120	24,1
Defectos	42	8,4
Seleccionado	285	57,2
Aspecto físico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	AGRADABLE	
Humedad	11,00%	10,30%
Tueste	HOMOGENEO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	24	6%
15	24	6%
16	49	13%
17	103	27%
18	178	47%
total	378	100%

EVALUACION ORGANOLEPTICA				
ATRIBUTO	STANDARD	T1-R3	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	6,0	Limpia	Café con fragancia a flores, caramelo y chancaca; aroma dulce; sabor balanceado y achocolatado; acidez citrica; cuerpo delicado y completo; resabio perdurable; dulce a caramelo y malta; consistente de caliente a frio, uniforme entre tazas
Dulzura	5,5	6,0	Caramelo	
Acidez	5,5	6,0	Citrica	
Cuerpo	5,5	6,0	Completo	
Sabor	5,5	6,3	Balanceado	
Resabio	5,5	6,0	Acaramelado	
Balance	5,5	6,0	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
N° Taza co defecto				
TOTAL	80	84,3		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 48 HORAS
Código:	T2-R1
Productor:	T2-R1
Respnzable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

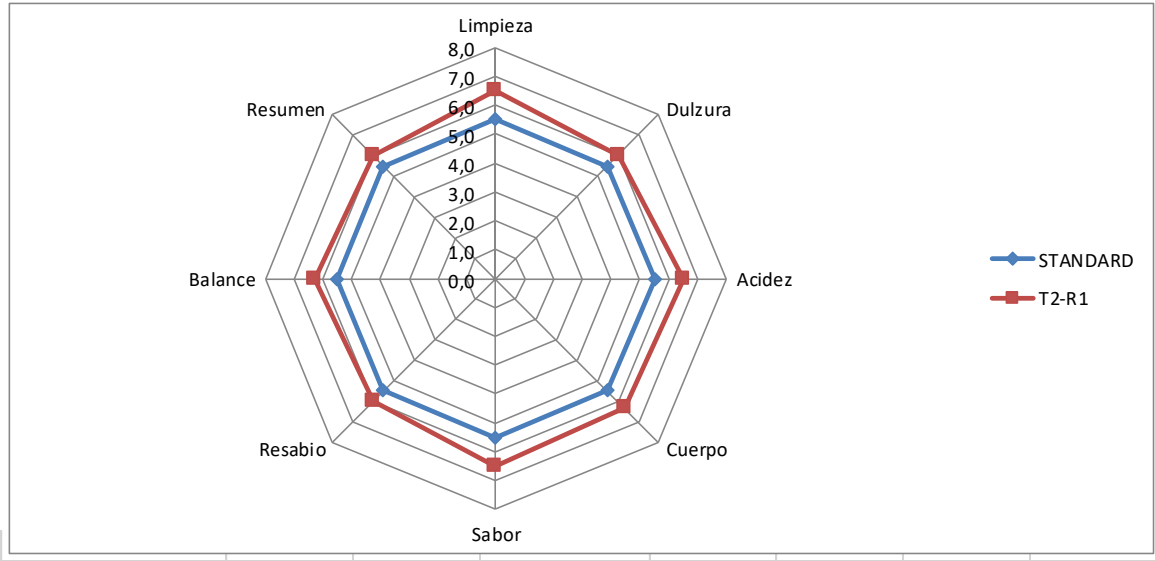
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%			
Peso total de la muestra	491	100,0			
Peso café pelado	392	79,8			
Cascarilla	99	20,2			
Defectos	59	12,0			
Seleccionado	279	56,8			
Aspecto físico	BUENO				
Color	VERDE				
Olor	AGRADABLE				
Humedad	11,60%	10,60%			
Tueste	HOMOGENEO				

Zaranda	g.	%
14 and <14	24	6%
15	29	7%
16	43	11%
17	102	26%
18	194	49%
total	392	100%

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTO	STANDARD	T2-R1	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	6,5	Limpia	Café con fragancia dulce, frutas maduras, aroma a malta y chancaca; sabor a chocolate con leche, notas a manzana roja; acidez brillante a maracuya; resabio perdurable; cuerpo cremoso, dulce a caramelo, uniforme entre tazas, equilibrado entre atributos
Dulzura	5,5	6,0	Caramelo	
Acidez	5,5	6,5	Maracuya	
Cuerpo	5,5	6,3	Cremoso	
Sabor	5,5	6,5	Chocolate, leche	
Resabio	5,5	6,0	Perdurable	
Balance	5,5	6,3	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Muy agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
Nº Taza co defecto				
TOTAL	80	86,1		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 48 HORAS
Código:	T2-R2
Productor:	T2-R2
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

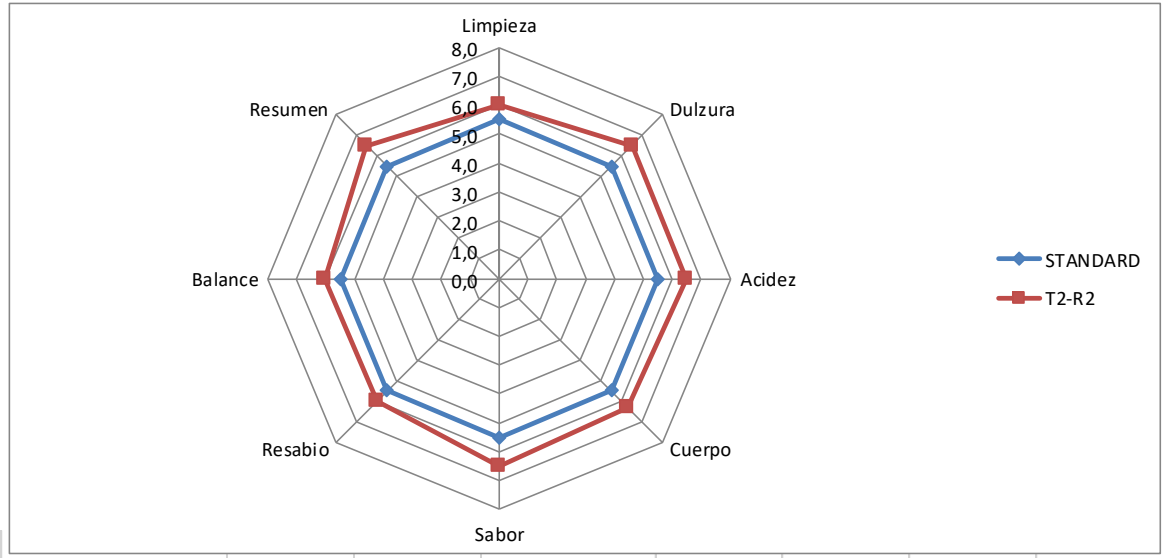
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	491	100,0
Peso café pelado	394	80,2
Cascarilla	97	19,8
Defectos	39	7,9
Seleccionado	302	61,5
Aspecto físico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	AGRADABLE	
Humedad	11,30%	10,30%
Tueste	HOMEGENEO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	23	6%
15	29	7%
16	58	15%
17	114	29%
18	170	43%
total	394	

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTOS	STANDARD	T2-R2	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	6,0	Limpia	Café con fragancia dulce; aroma a chancaca; sabor a chocolate intenso, acidez pronunciada a naranja y limon; cuerpo cremoso, resabio perdurable; dulce a miel; equilibrado entre atributos; consistente caliente a frio; uniforme entre tazas, café uy agradable
Dulzura	5,5	6,5	Caramelo	
Acidez	5,5	6,5	Naranja, limon	
Cuerpo	5,5	6,3	Cremoso	
Sabor	5,5	6,5	Acaramelado	
Resabio	5,5	6,0	Persistente	
Balance	5,5	6,0	En equilibrio	
Resumen	5,5	6,5	café muy bueno	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
Nº Taza co defecto				
TOTAL	80	86,3		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 48 HORAS
Código:	T2-R3
Productor:	T2-R3
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

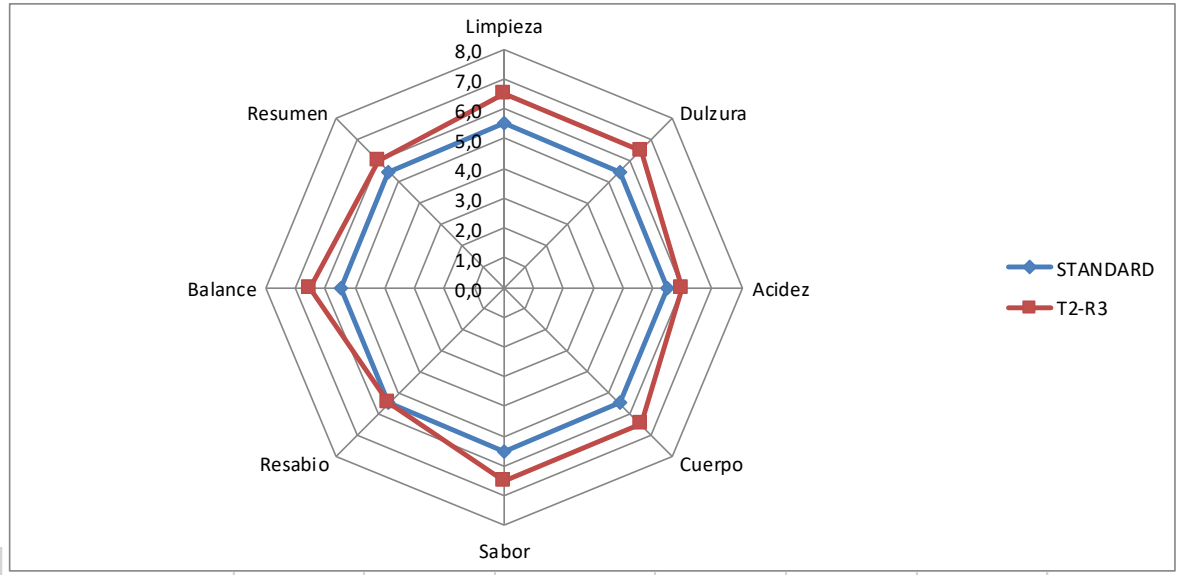
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	492	100,0
Peso café pelado	392	79,7
Cascarilla	100	20,3
Defectos	46	9,3
Seleccionado	292	59,3
Aspecto físico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	AGRADABLE	
Humedad	12,00%	10,70%
Tueste	HOMOGENEO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	24	6%
15	29	7%
16	51	13%
17	115	29%
18	173	44%
total	392	

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTOS	STANDARD	T2-R3	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	6,5	Limpia	Café con fragancia a uvas frescas, aroma a chancaca y frutos amarillos; sabor balanceado, resabio seco y fresco; acidez media a citrico; cuerpo cremoso con un final jugoso, dulce pronunciado a caramelo, consistente de caliente a frio, uniforme entre tazas, cafe agradable
Dulzura	5,5	6,5	Caramelo	
Acidez	5,5	6,0	Citrico	
Cuerpo	5,5	6,5	Cremoso	
Sabor	5,5	6,5	Balanceado	
Resabio	5,5	5,5	Seco, fresco	
Balance	5,5	6,5	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
N° Taza co defecto				
TOTAL	80	86		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 72 HORAS
Código:	T3-R1
Productor:	T3-R1
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

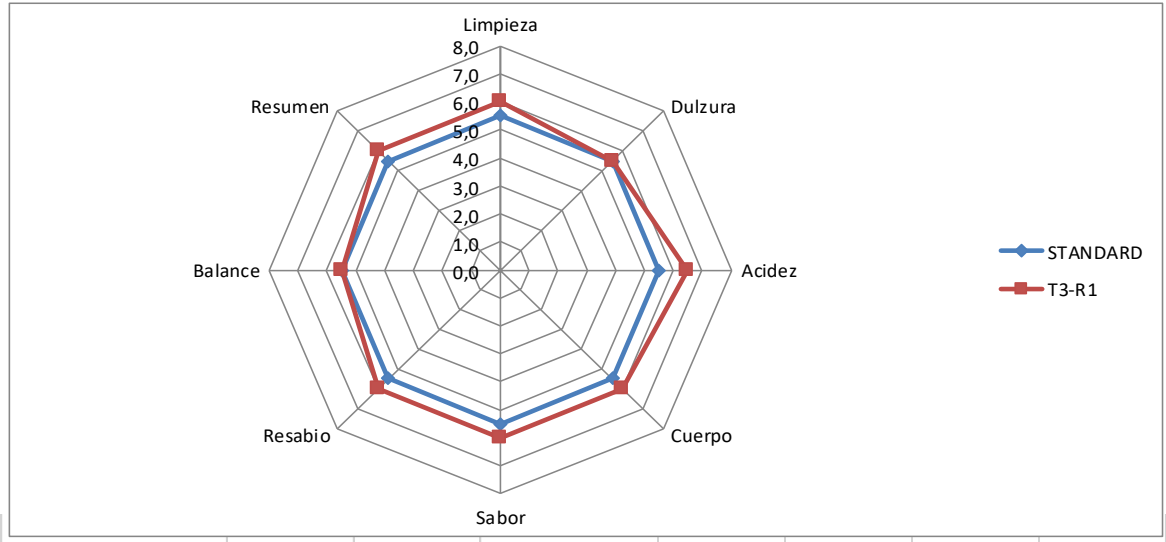
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	494	100,0
Peso café pelado	398	80,6
Cascarilla	96	19,4
Defectos	39	7,9
Seleccionado	296	59,9
Aspecto físico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	AGRADABLE	
Humedad	11.00%	10,20%
Tueste	HOMOGENEO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	30	8%
15	33	8%
16	52	13%
17	114	29%
18	169	42%
total	398	100%

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTO	STANDARD	T3-R1	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	6,0	Muy limpia	Café con fragancia dulce, aroma a malta y caramelo; sabor a chocolate; acidez citrica a naranja; cuerpo jugoso, resabio refrescante; equilibrado entre atributos, dulce pronunciado a manjar blanco, consistente de caliente a frio, café muy agradable
Dulzura	5,5	5,5	Manjar blanco	
Acidez	5,5	6,5	Citrico, Naranja	
Cuerpo	5,5	6,0	Jugoso	
Sabor	5,5	6,0	Chocolate	
Resabio	5,5	6,0	Refrescante	
Balance	5,5	5,5	En armonia	
Resumen	5,5	6,0	Muy agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
Nº Taza co defecto				
TOTAL	80	83,5		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 72 HORAS
Código:	T3-R2
Productor:	T3-R2
Responsable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

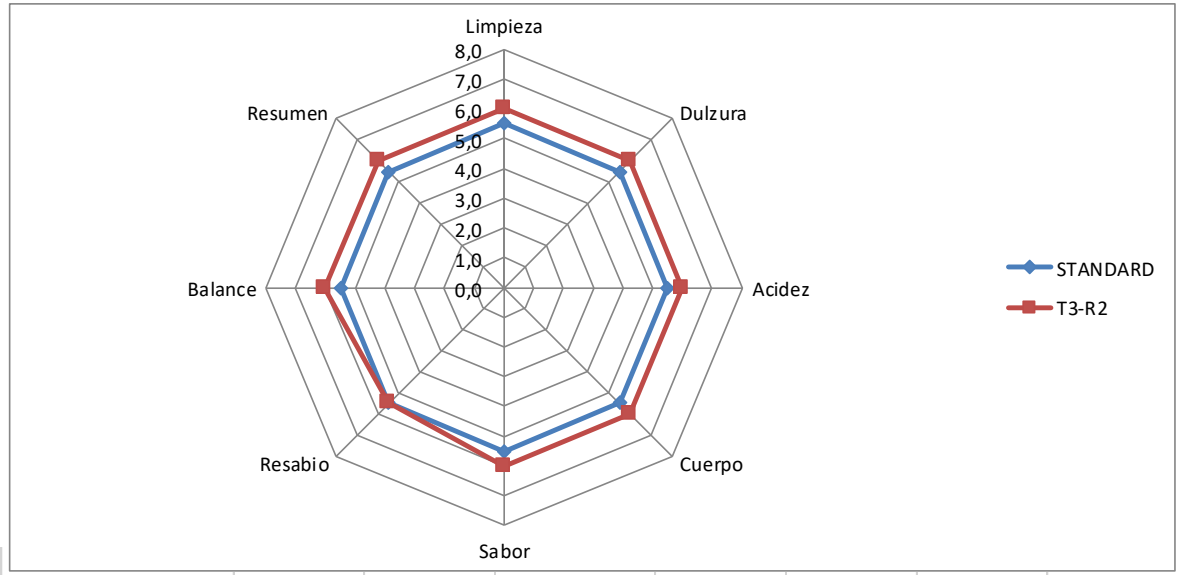
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	492	100,0
Peso café pelado	392	79,7
Cascarilla	100	20,3
Defectos	46	9,3
Seleccionado	292	59,3
Aspecto físico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	AGRADABLE	
Humedad	12,00%	10,70%
Tueste	HOMOGENEO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	24	6%
15	29	7%
16	51	13%
17	115	29%
18	173	44%
total	392	

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTOS	STANDARD	T3-R2	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	6,0	Limpia	Café con fragancia a uvas frescas, aroma a chancaca y frutos amarillos; sabor balanceado, resabio seco y fresco; acidez media a citrico; cuerpo cremoso con un final jugoso, dulce pronunciado a caramelo, consistente de caliente a frio, uniforme entre tazas, cafe agradable
Dulzura	5,5	6,0	Caramelo	
Acidez	5,5	6,0	Citrico	
Cuerpo	5,5	6,0	Cremoso	
Sabor	5,5	6,0	Balanceado	
Resabio	5,5	5,5	Seco, fresco	
Balance	5,5	6,0	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Agradable	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
N° Taza co defecto				
TOTAL	80	83,5		



Evaluacion de muestra

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
Fecha de Evaluación	26/4/2024
Tipo de Muestra	CAFÉ FERM. ANAEROBICA 72 HORAS
Código:	T3-R3
Productor:	T3-R3
Respnzable:	ORIGEN CHOMATEO S.R.L.

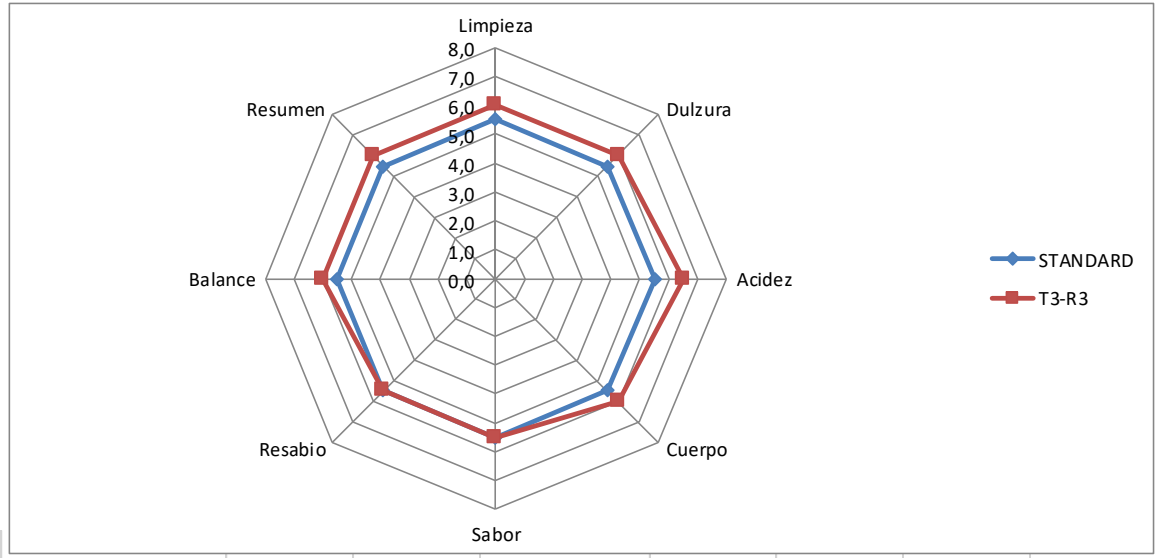
EVALUACION FISICA

DETALLE	Gramos	%
Peso total de la muestra	500	100,0
Peso café pelado	417	83,4
Cascarilla	83	16,6
Defectos	33	6,6
Seleccionado	339	67,8
Aspecto físico	BUENO	
Color	VERDE	
Olor	AGRADABLE	
Humedad	10,80%	10,00%
Tueste	HOMOGENEO	

Zaranda	g.	%
14 and <14	22	5%
15	23	6%
16	55	13%
17	123	29%
18	194	47%
total	417	100%

EVALUACION ORGANOLEPTICA

ATRIBUTOS	STANDARD	T3-R3	DESCRIPCION	Comentarios
Limpieza	5,5	6,0	Limpia	café con fragancia a caramelo, aroma a chocolate, sabor acaramelado, notas a ciruelas pasas; acidez alta a naranja; cuerpo completo y cremoso; equilibrado entre atributos, uniforme entre tazas, dulce a chocolate y caramelo; café muy agradable.
Dulzura	5,5	6,0	Chocolate	
Acidez	5,5	6,5	Naranja	
Cuerpo	5,5	6,0	Cremoso	
Sabor	5,5	5,5	Acaramelado	
Resabio	5,5	5,5	Perdurable	
Balance	5,5	6,0	Equilibrado	
Resumen	5,5	6,0	Café muy bueno	
Constante	36	36		
Intensidad defecto				
Nº Taza co defecto				
TOTAL	80	83,5		



Anexo 4. Fermentación anaeróbica de café en tanques de 20 litros



Anexo 5. Determinación de humedad del grano



Anexo 6. Preparación de muestras



Anexo 7. Evaluación de fragancia



Anexo 8. Procedimiento de romper taza y quitar las partículas de la superficie.

