



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

**TESIS**  
**EFFECTO DE LA FERMENTACIÓN AERÓBICA Y  
ANAERÓBICA SOBRE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA  
DEL CAFÉ (*Coffea arabica.*) DE LAS VARIEDADES  
CATIMOR Y MARSELLA**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO  
EXTERIOR**

**Autor:**

**Bach. Delgado Iparraguirre Alex**  
(<https://orcid.org/0000-0002-6627-3816>)

**Asesor:**

**Ing. Símpalo López Walter Bernardo**  
(<https://orcid.org/0000-0001-9930-3076>)

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**  
**2021**

**EFFECTO DE LA FERMENTACIÓN AEORÓBICA Y ANAERÓBICA SOBRE LA  
CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL CAFÉ (*Coffea arabica*) DE LAS  
VARIEDADES CATIMOR Y MARSELLA**

Aprobación de la tesis

---

Bach. Delgado Iparraguirre Alex

**Autor**

---

Ing. Símpalo López Walter Bernardo

**Asesor**

**Aprobado por:**

---

Mg. Ing. Aurora Vigo Edward Florencio

**Presidente del jurado**

---

Mg. Ing. Larrea Colchado Luis Roberto

**Secretario del jurado**

---

Ing. Símpalo López Walter Bernardo

**Vocal del jurado**

## DEDICATORIA

*Este trabajo quiero dedicárselo a mi familia, especialmente a mi madre **Santos C. Iparraguirre Bobadilla**, por el apoyo constante en el trayecto de vida personal y profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Señor de Sipán, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior y sus docentes que, en el proceso de formación me impartieron conocimientos y experiencias para afrontar el mundo laboral, empresarial y social.

- A la empresa FAICAL COFFEE SAC, por el apoyo con el laboratorio de control de calidad para la realizar los análisis de calidad física y la catación para la calidad organoléptica de las muestras que permitieron tener resultados confiables.

- Al Elton Vera Olivera, catador Q-GRADER y jefe de control de calidad de la cooperativa CASIL; a Fiorela Togas Pesantes, catadora y jefa de control de calidad de la cooperativa UNICAFE; a Mónica Quiñonez, jefa de control de calidad de la Asociación de productores BOSQUES VERDES; a Grover Pérez Zaquinaula, catador Q-GRADER y jefe de control de calidad de la cooperativa GALLITO DE LAS ROCAS y a Lenin Aranda Jaramillo, jefe de control de calidad de FAICAL COFFEE, por el apoyo en la evaluación de la calidad organoléptica del café y por los conocimientos compartidos durante la evaluación de las muestras.

- A los todos los profesionales que han sido consultados y que han aportado con sus conocimientos para llevar a cabo esta investigación.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRAC.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Trabajos previos.....	15
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	18
1.3.1. Origen y distribución del café.....	18
1.3.2. Condiciones climáticas. ....	18
1.3.3. Zonas de producción .....	19
1.3.4. Principales especies de café .....	20
1.3.5. Principales variedades de café en el Perú. ....	21
1.3.6. Principales plagas del cultivo del café .....	28
1.3.7. Cosecha y pos cosecha del café. ....	30
1.3.8. Fermentación del café .....	32
1.3.9. Cafés especiales .....	35
1.3.10. Control de calidad del café. ....	36
1.4. Formulación del Problema.....	37
1.5. Justificación e importancia del estudio. ....	37
1.6. Hipótesis. ....	38
1.7. Objetivos .....	38
1.7.1. Objetivo General.....	38
1.7.2. Objetivos Específicos .....	38
II. MATERIAL Y MÉTODO .....	39
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	39
2.1.1. Tipo. ....	39
2.1.2. Diseño. ....	39
2.2. Población y muestra.....	40
2.2.1. Población.....	40
2.2.2. Muestra. ....	40
2.3. Variables, Operacionalización .....	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. ....	42

2.4.1.	Técnicas en Cosecha .....	42
2.4.2.	Beneficio húmedo del café cerezo .....	42
2.4.3.	Control de calidad del café. ....	43
2.4.4.	Instrumentos de recolección de datos.....	45
2.5.	Análisis estadístico.....	46
III.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
3.1.	Determinación de la calidad física del café para un proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa.....	47
3.1.1.	Análisis de Varianza de la calidad física .....	47
3.1.2.	Prueba de Tukey para la calidad física .....	48
3.2.	Determinación de la calidad sensorial del café para un proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa .....	51
3.2.1.	Análisis de Varianza de la calidad sensorial .....	54
3.2.2.	Prueba de Tukey para calidad sensorial .....	55
3.3.	Discusión de Resultados.....	57
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
4.1.	Conclusiones .....	59
4.2.	Recomendaciones .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables Independientes y Dependientes de la investigación .....	41
Tabla 2. Calidad física del café para los procesos de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa .....	47
Tabla 3. Resumen del análisis de varianza para las características porcentaje Rendimiento exportable, Café de segunda y Humedad, en 300 g de café pergamino .....	48
Tabla 4. Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) de las características, porcentaje de Rendimiento exportable, Café de segunda y Humedad, en 300 g de café pergamino seco. ....	50
Tabla 5. Resumen de resultados para dada Catador, en los diferentes tratamientos.....	54
Tabla 6. Tabla de análisis de Varianza (ANOVA) para la calidad sensorial.....	55
Tabla 7. Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) de los resultados de los catadores.....	56
Tabla 8. Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) de los resultados de los catadores.....	56

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugares de producción de café en el Perú.....	20
Figura 2. Variedad Typica.....	22
Figura 3. Variedad Bourbon.....	23
Figura 4. Variedad Caturra.....	23
Figura 5. Variedad Mundo Novo.....	24
Figura 6. Variedad Catuaí.....	25
Figura 7. Variedad Geisha.....	25
Figura 8. Variedad Pache.....	26
Figura 9. Variedad Catimor.....	27
Figura 10. Variedad Marsellesa.....	27
Figura 11. Roya Amarilla de cafeto (Hemileia vastatrix).....	28
Figura 12. Broca del cafeto.....	30
Figura 13. Proceso de fermentación anaeróbica de café.....	34
Figura 14. Relación aritmética del porcentaje de rendimiento exportable con porcentaje de defectos.....	51
Figura 15. Puntaje de los atributos sensoriales de la Fermentación Aeróbica y Variedad Catimor (TAEC).....	52
Figura 16. Puntaje de los atributos sensoriales de la Fermentación Aeróbica y Variedad Marsellesa (TAEM).....	52
Figura 17. Puntaje de los atributos sensoriales de la Fermentación Anaeróbica y Variedad Catimor (TAEM).....	53
Figura 18. Puntaje de los atributos sensoriales de la Fermentación Anaeróbica y Variedad Marsellesa.....	53



## RESUMEN

En el presente estudio se realizó la fermentación aeróbica y anaeróbica del grano de café despulpado en las variedades de Catimor y Marsellesa para determinar la calidad organoléptica en taza, tenemos como objetivo determinar el aumento de calidad mediante la fermentación anaeróbica y la relación con el sustrato fermentado con las variedades elegidas para el presente estudio. Los resultados obtenidos para la determinar la calidad física del café en sus atributos: Rendimiento exportable, café de segunda y humedad para un proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa; de estas variables se trabajó con una combinación de 4 tratamientos (TAEC, TAEM, TANC, TANM) de las cuales el que tuvo mayor puntaje fue el tratamiento con fermentación aeróbica para la variedad Catimor (TAEC) con un valor de 78.20 promedio para el “Rendimiento Exportable”, para el caso del “Café de Segunda” su mejor tratamiento es la Fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa, con un valor de 3.22 promedio por último en cuanto a la calidad física tenemos a la “Humedad” donde su mejor tratamiento es la Fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa, con un valor calificativo de 13.17 promedio. Para la determinación de la calidad organoléptica también se realizó con el mismo número de tratamientos realizada por 5 catadores entrenados, evaluando los atributos: Aroma / fragancia, Sabor, Posgusto, Acidez, Cuerpo, Uniformidad, Balance, Taza limpia, Dulzor, Apariencia general y Puntaje final de cada catador con una calificación por triplicado; los 5 catadores coincidieron con el tratamiento Fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa (TANM) llegando a un puntaje promedio por cada catador de 84.00, 84.33, 84.25, 84.67 y 84.33, respectivamente.

**Palabras Clave:** *Calidad, variedad, fermentación, organoléptica.*

## ABSTRAC

In the present study, the aerobic and anaerobic fermentation of the coffee bean was carried out pulped in the varieties of Catimor and Marseillaise to determine the organoleptic quality in the cup; the fermented substrate with the varieties chosen for the present study. The results obtained to determine the physical quality of coffee in its attributes: Exportable yield, second-rate coffee and humidity for an aerobic and anaerobic fermentation process in Catimor and Marseillaise varieties; Of these variables, a combination of 4 treatments (TAEC, TAEM, TANC, TANM) was used, of which the one with the highest score was the treatment with aerobic fermentation for the Catimor variety (TAEC) with an average value of 78.20 for the “ Exportable Yield ”, in the case of “ Second-Class Coffee ”, its best treatment is Anaerobic Fermentation for the Marseillaise variety, with an average value of 3.22, finally in terms of physical quality, we have “ Humidity ” where its best treatment is Anaerobic Fermentation for the Marseillaise variety, with an average qualifying value of 13.17. To determine the organoleptic quality, it was also carried out with the same number of treatments performed by 5 trained tasters, evaluating the attributes: Aroma / fragrance, Flavor, Aftertaste, Acidity, Body, Uniformity, Balance, Clean cup, Sweetness, General appearance and Final score of each taster with a qualification in triplicate; The 5 tasters coincided with the Anaerobic Fermentation treatment for the Marseillaise variety (TANM), reaching an average score for each taster of 84.00, 84.33, 84.25, 84.67 and 84.33, respectively.

**Key Words:** *Quality, variety, fermentation, organoleptic.*

## I. INTRODUCCIÓN

El café es el cultivo agrícola más comercializado en el mundo y tiene varios sistemas de clasificación de calidad destinados a facilitar el mercado y la adición de valor (Leroy et al., 2006a). La calidad del café puede definirse por características muy diversas, como el aspecto físico, el contenido de humedad y las medidas organolépticas. Las cualidades organolépticas son las más difíciles de definir porque se basan en la percepción del consumidor de factores subjetivos y sensoriales de fragancia, aroma, gusto y sabores. Se han utilizado dos tipos de fermentaciones, Aeróbica y Anaeróbica en las variedades Catimor y Marsellesa, cultivados en el distrito de San Ignacio de la región Cajamarca. Para el Análisis se realiza una evaluación de la calidad física y sensorial. Para el Análisis de la calidad física se evaluaron los atributos que fueron “Rendimiento Exportable”, “Café de segunda” y la “humedad”, y para el Análisis de la calidad sensorial se evaluaron los atributos: Aroma / fragancia, Sabor, Pos gusto, Acidez, Cuerpo, Uniformidad, Balance, Taza limpia, Dulzor, Apariencia general y Puntaje final, así también podemos indicar que la calidad del café en taza, está bajo la influencia del nivel de compuestos bioquímicos, la calidad organoléptica es el factor que determina el precio del café en los mercados de exportación. Se informa que los niveles más altos de ácido clorogénico y cafeína que se encuentran en el café Arábica imparten efectos desfavorables sobre la calidad del café en taza, mientras que los niveles más bajos de trigonelina y sacarosa podrían ser responsables del sabor neutro en el café en taza (Clifford, 1985; Ky et al. al., 2001a, b).

Estos tipos de café ofrecen una amplia diversidad genética para una variedad de muchas características agronómicas, incluidos los compuestos bioquímicos (Aluka et al., 2006). Sin embargo, los perfiles de taza y los factores organolépticos que son críticos para los precios de mercado no se han descrito hasta ahora (UCTF 2008; 2009).

Durante muchos años, las cualidades organolépticas para todos los cafés se evaluaron mediante los protocolos desarrollados para el café Arábica. Estos protocolos han sido engañosos ya que los niveles bioquímicos en las especies son diferentes. El desarrollo de una evaluación sensorial independiente para una variedad utilizando un protocolo estandarizado podría ayudar a revelar los rasgos de copa que son específicos en las variedades estudiadas. Moschetto et al., (1996) habían establecido que existían diferencias significativas en aroma, acidez, cuerpo y amargor entre los grupos de cafés. Ha habido esfuerzos en el pasado para mejorar los factores genéticos que influyen en la calidad del café en taza. Es decir que la constitución genotípica de los compuestos bioquímicos que determinan la calidad está muy influenciada por factores ambientales como la altitud, las precipitaciones y la temperatura (Cannell, 1985; Clifford et al., 1985; Decazy et al., 2003). Montagnon et al., (1998) informaron que los compuestos bioquímicos y los rasgos organolépticos de la copa podrían mejorarse sin afectar el rendimiento. Se han informado coeficientes de correlación positivamente significativos entre la preferencia y factores como la acidez y el aroma en híbridos y clones comerciales (Moschetto et al., 1996). En otros esfuerzos, se ha intentado mejorar la calidad de *C. canephora* mediante cruces interespecíficos con *C. congensis* y *C. liberica*, las últimas dos especies tienen un tamaño de frijol más grande y una mejor calidad organoléptica (Moschetto et al., 1996; Yapo et al., 2003). Recientemente, la oportunidad de introducir las preferencias de los agricultores y consumidores de los cafés Arábica a otras variedades, ya que se han desarrollado mapas genéticos para la calidad del café e incluso se han mapeado los loci de rasgos cuantitativos (QTL) para compuestos bioquímicos como la trigoleína y el ácido clorogénico (Leroy et al., 2011; Campa et al., 2003).

En Perú, entre los principales cultivos agrícolas de exportación se encuentra el café, con un área de 440,440 hectáreas de superficie cosechada, conducidas por 232,000 familias en 17 regiones, 95 provincias y 450 distritos del país. De las cuales, solo siete regiones Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Amazonas, Huánuco y Pasco concentran el 91% del total de productores y área cultivable. Además, la actividad agrícola en el café es una importante fuente que genera de ingresos, empleo, demanda de insumos bienes y servicios (Andina, 2020).

Con unas 90,000 hectáreas de cultivo certificado, Perú viene a ser uno de los principales proveedores del mundo conjuntamente con México. En Perú la mayor parte de las áreas no certificadas no usan fertilizante químico y pesticida debido difícil acceso al crédito de los pequeños agricultores. La creciente demanda internacional en los países consumidores de cafés especiales es una motivación para los cafetaleros para producir y certificar su cultivo (Junta Nacional de Cafe, 2020).

En la región Cajamarca, la producción de café se incrementó significativamente. Comenzó en Jaén, extendió a San Ignacio y luego ampliándose a provincias como Chota y Cutervo, Hualgayoc y Celendín que también se suma a la producción de cafetales (Gobierno Regional de Cajamarca, 2019).

La fermentación no solo es una novedad dentro de la industria del café sino el secreto detrás un café de excelencia. Los nuevos emprendedores e investigadores han decidido dejar de lado los mitos en torno al proceso tradicional de fermentación y experimentar nuevos métodos de fermentación controlada. Así, se están obteniendo tazas diferenciadas de altísima calidad con atributos muy deseados por los consumidores.

Sin embargo, los caficultores en el distrito de San Ignacio, entregan lotes de café con diferentes características organolépticas, y en algunos casos con sabor y aroma no característicos, por lo que descalifican para el mercado internacional; teniendo como principal causa la falta de control en la fermentación de los granos y el secado.

Ya que la fermentación es compleja, permite que podamos tener resultados prometedores. Una fermentación sin control produce sabores a moho o a químicos en el café. Por tal motivo, es fundamental que los cafetaleros entiendan este proceso y manejen la fermentación cuidadosamente, si tiene éxito en la fermentación puede resaltar los atributos.

En la actualidad existe una creciente demanda de cafés de alta calidad de taza en nuevos mercados emergentes como Corea del Sur, China, Japón, Taiwán y países árabes (Andina, 2020). Los cafetaleros peruanos constantemente participan en concursos nacionales e internacionales de café y que son considerados como una ventana para mostrarse y promocionar su producto de alta calidad obteniendo mayores ingresos (Junta Nacional de Café, 2020).

### **1.1. Realidad problemática.**

En Perú la mayoría los cafetaleros son pequeños agricultores que tienen en promedio de fincas de tres hectáreas. Tienen muchas limitaciones para acceder al financiamiento. Los bancos privados del Perú declinan aceptar como garantía los terrenos agrícolas, recurriendo a los préstamos de comerciantes y personas ajenas al sistema de créditos exponiendo a los productores a bajos precios y a pagar altos intereses (Junta Nacional de Café, 2020).

En la actualidad la caficultura ya no es una actividad atractiva para los productores de café que buscan un negocio rentable y sostenible. Tenemos una marcada necesidad de producir cafés de mayor valor organoléptico y con menos impacto negativo en las personas y el ambiente que nos asegure poder competir en el mercado nacional e internacional.

Como contrapeso para disminuir los efectos de los precios bajos y fluctuantes en el mercado han creado mecanismos de certificación como orgánica que da por quintal de café pergamino seco de 55.2 kg. un valor de 30 dólares sobre el precio cotizado en la bolsa de valores y fairtrade que otorga un precio base de 140 dólares y premio de 20 dólares sobre el precio base o sobre precio de bolsa si este es mayor que 140 dólares

Incluso la certificación no garantiza que los agricultores generen ingresos suficientes de la producción de café para sostener a sus familias, tal

como se reporta en el año 2017 el precio por kilogramo de café pergamino en Chacra en promedio fue de 5,91 soles, sin embargo, el costo de producción es de 8.50 soles por kilogramo, mostrando pérdidas en los productores (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

Las variedades cultivadas en el Perú son las arábicas como son Typica, Caturra, Catimor, Pache y Bourbon, previo a la proliferación masiva de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*), plaga que en 2012 afecto la producción y calidad, la variedad más difundida era la Typica, Bourbon y Caturra. Ante la presencia constante de la enfermedad se ha optado por remplazar con variedades más resistentes como los catimores, que tienen más rango de producción, tamaño bajo, pero, menos calidad organoléptica.

En la actualidad se han introducido nuevas variedades procedentes de otros países como Honduras y Costa Rica por medio de las Cooperativas cafetaleras, las variedades más destacadas son Marsellesa, H1, Parainema, Catiga, Oro Azteca, Pacamara, Ovata Rojo entre otras, pero que aún se encuentran en adaptación. Las primeras cosechas de estas variedades están empezando, situación que no permite conocer la productividad y calidad de estas variedades en el país generando incertidumbre en los cafetaleros.

## **1.2. Trabajos previos**

Avila (2017), "Efecto de la fermentación aerobia del grano de café orgánico, en el desarrollo de características sensoriales de la bebida en el Municipio de Pitalito". Concluye, que durante la etapa de fermentacion existen variables relevantes como son: temperatura ambiental, humedad relativa, temperatura de la masa de fermentación, sólidos solubles totales, pH, tiempo, estado del grano, calidad del agua, tipo de sistema de fermentación (cerrado, abierto, sumergido, sólido), presencia de microorganismos iniciadores, recuento inicial de microorganismos. Los atributos sensoriales que se relacionan con el proceso de fermentación son: Aromas florales, caramelo, dulces, frutos amarillos, frutos rojos, acidez definida (cítrica, málica y láctica) y sabores a caramelo por la

presencia de d-Damascenona. Se destacan también los olores a banano, limón leche. La producción de café orgánico tiene un valor agregado en el mercado internacional de cafés especiales, este valor se puede incrementar desarrollando una fermentación controlada con la finalidad de obtener perfiles únicos y generar mayor margen de ganancia y más utilidad a los cafetaleros, de las regiones cafeteras de Colombia.

Córdova y Guerrero (2016), en su trabajo: “Caracterización de los procesos tradicionales de fermentación de café en el departamento de Nariño”. Determinaron, que el tiempo de fermentación se ve afectada por la ubicación de la finca sobre el nivel de mar, y no por la variedad de café. Se logró observar que el pH disminuye considerablemente durante la fermentación en las variedades evaluadas. Se considera que el pH puede ser un parámetro predictivo para determinar el tiempo real el momento donde el proceso de fermentación ha finalizado. Además, recomiendan continuar con investigaciones que permitan desarrollar herramientas claves para realizar una correcta evaluación de una fermentación controlada.

Sánchez (2018), en su investigación: “Efecto de la adición de levadura (*Saccharomyces sp*) en el proceso de fermentación de café (*Coffea arabica*)”. Determinó que la adición de levaduras tiene una influencia positiva en la calidad organoléptica del café. En la catación de perfil, se encontró que los atributos más sobresalientes son de frutas tropicales, el tratamiento fue la fermentación más adición de 60 mL de *Saccharomyces sp* y con 12 horas de tiempo (T9); con un perfil con las características: “Mucha caña, frutos secos, ciruelas, manzana roja, frambuesa”.

Vilca (2014), en su tesis: “Evaluación de la influencia de parámetros de fermentación en la calidad sensorial del café (*Coffea arábica* L.) del valle de Inambari – Sandia”, Perú. Concluye, que la variedad Borbón cultivado a una altitud de 1688 msnm con una fermentación de 16 horas obtuvo el mejor puntaje



de 86.06 en taza; el tratamiento con la variedad Caturra cultivado y fermentado a una altitud 1524 msnm con 12 horas de fermentación fue el que menos puntaje logró en el estudio, obteniendo 80.31 en promedio según la escala de calificación de SCAA.

Quinde (2020), en su tesis: “Fermentación en el café (*Coffea arábica*) de la variedad catimor adicionando piña (*Ananas comosus*) con fines sensoriales” determinó que el tiempo óptimo de fermentación fue de 16 horas con una puntuación en taza final de 83.8 puntos en promedio. En la evaluación física las muestras en estudio presentaron color uniforme y un aroma fresco intenso. En el estudio se evaluó en el análisis sensorial el aroma, acidez, sabor, taza limpia, cuerpo, balance, dulzura y pos gusto. El mejor tratamiento fue la muestra 2 (2kg de piña/25 kg de café) logrando 83.8 puntos.

Medina (2017), Realizó el estudio: “Controles durante la fermentación del café para mantener su calidad”. Donde determinó que, los cafés sometidos a fermentación sumergida en agua, necesitan periodos más prolongados de tiempo para desprender el mucilago, y para desarrollar perfiles de cafés especiales se necesita aún más tiempo de fermentación. En referencia a la presencia de oxígeno, no observó diferencias significativas entre los puntajes de catación y los perfiles desarrollados en los procesos de fermentación aeróbica en comparación a la fermentación anaeróbica. En una fermentación de 60 horas, y un pH mínimo de pH=2.8 y no se encontró defectos en la taza de café durante el análisis sensorial, en ninguna de las dos localidades en las que se realizó el ensayo. En la mayoría de los tratamientos, los tiempos más largos de fermentación hacen que el café pasara de chocolate dulce a cítrico dulce.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Origen y distribución del café.**

La historia de la expansión del café en el mundo y consumo es unas de las más increíbles que existen. La historia empieza en Etiopia, donde se asegura tiene su origen. Cuenta uno de ellos que a un pastor de cabras etíope le asombró el animado comportamiento que tenían las cabras después de haber mascado cerezas rojas de café. Lo que se sabe con más certeza es que los esclavos a los que se llevaba de lo que es hoy el Sudán a Yemen y Arabia a través del gran puerto de aquel entonces, Moca, sinónimo ahora con el café, comían la succulenta parte carnosa de la cereza del café. De lo que no cabe duda es de que el café se cultivaba en el Yemen ya en el siglo XV y es probable que mucho antes también (International Coffee Organization, 2009).

Fue en el decenio de 1720 cuando el café se empezó a cultivar por primera vez en las América traída por Gabriel Mathieu de Clieu, un oficial de la Marina francesa que estaba de servicio en la Martinica, el cafeto creció, se multiplicó, y en 1726 se hizo la primera cosecha. Sin embargo, fueron los holandeses los que primero empezaron a propagar el cafeto en América Central y del Sur, donde hoy en día reina sin rival como el principal cultivo con fines comerciales del continente (International Coffee Organization, 2009).

#### **1.3.2. Condiciones climáticas.**

En Perú, la caficultura se desarrolla desde los 800 hasta los 2000 msnm en la mayoría de las regiones. Sin embargo, la mayor parte de los sembríos se encuentra sobre los 1,000 msnm.

Ahora, con la nueva tendencia y segmentación del mercado, los productores se han adaptado, optando por café orgánico, café certificado y cafés de especialidad, conocidos por su perfil y atributos como calidad en taza, acidez

y sabor balanceado, que proporcionan los microclimas, la temperatura y la altitud que en algunos casos superan los 2000 msnm.

### **1.3.3. Zonas de producción**

El café es uno de los principales productos agrícolas de exportación en el Perú. Según el último Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012), un aproximado de 223 mil familias conducen 425 400 hectáreas (ha) de café, localizadas en 15 regiones, 95 provincias y 450 distritos. Sin embargo, solo 7 de ellas (Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Amazonas, Huánuco y Pasco) concentran el 91% del total de productores y del área cultivable. El rendimiento promedio del café es bajo si se lo compara con el de otros países productores: la media nacional alcanza apenas 13 qq/ha (quintales por hectárea). No obstante, en algunas zonas cafetaleras que tienen un mejor nivel de desarrollo (como Jaén, Bagua, San Ignacio o Villa Rica, entre otras), los niveles de producción oscilan entre 30 qq/ha y 80 qq/ha (Carlos Diaz y Mieke Willems, 2017).

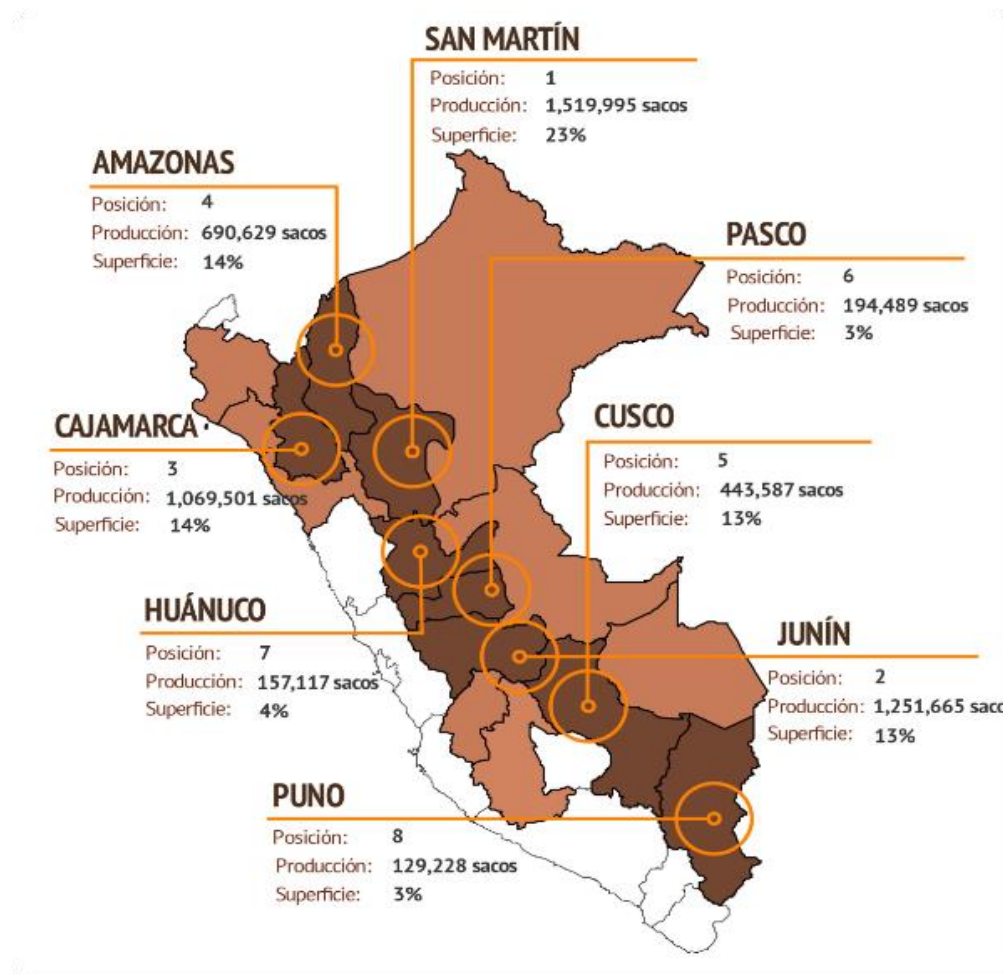


Figura 1. Lugares de producción de café en el Perú.  
Fuente: Cámara peruana de café y cacao.

### 1.3.4. Principales especies de café

#### 1.3.4.1. Coffea Arabica

Definido por Linneo en 1753, las variedades más conocidas son Typica y Borbón, a partir de ellas se desarrollan Caturra (Brasil, Colombia), el Mundo Novo (Brasil), Tico (América Central) y el Jamaican Blue Mountain. El cafeto normal de Arábica es un arbusto grande con hojas ovaladas verde oscuro. El café Arábica es susceptible a plagas y enfermedades. El café Arábica se cultiva en toda Latinoamérica, en África Central y Oriental, en la India y un poco en Indonesia (Camara Peruana de cafe y cacao, 2019).

### **1.3.4.2. Coffea Canephora**

Es un arbusto o pequeño árbol robusto que puede crecer hasta alcanzar 10 metros de altura y tiene una raíz poco profunda. El fruto es redondeado y tarda hasta 11 meses en madurar. El café Robusta se cultiva en África Central y Occidental (Camara Peruana de cafe y cacao, 2019).

En América se cultivan las especies de Coffea Arabica y Coffea Canephora, esta última principalmente en Brasil. En el Perú, el 100% del área cultivada de la especie es Coffea Arabica.

### **1.3.5. Principales variedades de café en el Perú.**

En la última década las cooperativas cafetaleras han introducido al Perú nuevas variedades de cultivares desarrollados a partir de los catimores y cruces entre variedades de la especie Arabica provenientes de Costa Rica y Honduras. Entre ellas tenemos al Marsellesa, H1, Pacamara, Parainema, Oro Azteca, Obata rojo. Siendo la variedad marsellesa la más difundida en los últimos 5 años. A continuación, describimos las variedades de café más importantes en el Perú.

#### **1.3.5.1. Variedad Typica**

Es una variedad de tamaño alto caracterizada por una producción muy baja, susceptibilidad a las principales enfermedades y buena calidad de taza. Hasta la década de 1940, la mayoría de las plantaciones en América Central se plantaron con Typica. Debido a que esta variedad es de bajo rendimiento y altamente susceptible a la mayoría de las enfermedades del café, gradualmente se fue reemplazando en gran parte de las Américas con variedades Borbón, aunque todavía se siembra ampliamente en Perú, República Dominicana y Jamaica (Research, World Coffee, 2018).

El área cultivada de esta variedad se vio reducida en el año 2012 por la afectación de la roya amarilla. Actualmente existen pocas plantaciones de esta variedad, es su mayoría podemos encontrar brotes en medio de plantaciones de otras variedades.



*Figura 2. Variedad Typica.  
Fuente: Alex Delgado.*

#### **1.3.5.2. Variedad Bourbon**

Es una de las variedades más importantes cultural y genéticamente de la especie Arabica en el mundo. Posee excelente calidad en a mayores altitudes. Es una variedad altamente susceptible a la roya amarilla del café, razón por la que las áreas de esta variedad se redujeron considerablemente desde el 2012. Sin embargo, actualmente con la nueva tendencia de los cafés especiales se viene instalando nuevas plantaciones de bourbon en las zonas altas donde los efectos de la roya amarilla son menores y con un manejo agronómico eficiente se puede controlar.





*Figura 3. Variedad Bourbon.  
Fuente: Alex Delgado.*

### **1.3.5.3. Variedad Caturra**

Se caracteriza por ser una planta de tamaño bajo compacto con mucho potencial de calidad física y sensorial. Esta variedad es altamente susceptible a la roya, cuya área también se vio reducida en el año 2012 por la pérdida de plantaciones a consecuencia de la enfermedad de la roya amarilla. Actualmente debido a sus buenas características organolépticas en taza se viene instalando nuevas áreas de esta variedad.



*Figura 4. Variedad Caturra.  
Fuente: Alex Delgado*

#### **1.3.5.4. Variedad Mundo Novo**

Esta variedad tiene la característica de ser una planta de tamaño alto, vigoroso y productivo, de buena calidad organoléptica. Pero, bastante susceptible a la roya amarilla del cafeto, tiene mucha importancia en Brasil, poco cultivada en América central y en Sudamérica.

Luego de la pandemia de la Roya amarilla de cafeto, las áreas cultivadas con esta variedad no se han vuelto a recuperar.



*Figura 5. Variedad Mundo Novo.  
Fuente: World Coffee Research.*

#### **1.3.5.5. Variedad Catuai**

Es obtenida del cruce entre Mundo Novo y Caturra. Esta variedad es altamente productiva a diferencia del Borbón. La forma de la planta hace que sea relativamente fácil aplicar tratamientos para plagas y enfermedades. Sus características principales son su gran vigor y de estatura baja.



Las áreas de esta variedad se han incrementado en el último año debido a su potencial productivo y calidad en taza, además que presenta resistencia a la roya amarilla del cafeto.



*Figura 6. Variedad Catuaí.  
Fuente: Alex Delgado*

#### **1.3.5.6. Variedad Geisha**

Es asociada con una calidad organoléptica muy alta, si las plantaciones se manejan con buenas prácticas agrícolas y en buena altitud, es caracterizada por sus delicados aromas florales, de jazmín y de melocotón.



*Figura 7. Variedad Geisha  
Fuente: World Coffee Research.*

#### 1.3.5.7. Variedad Pache

En el IAC de Brasil fue nombrada como San Bernardo. Encontrada en 1949 en Guatemala, en la finca Brito, Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa. Fue objeto de selección masal en fincas privadas de dicho país, a partir de las cuales se diseminó a otras regiones y otros países en pequeña escala (Research, World Coffee, 2018).



*Figura 8. Variedad Pache.  
Fuente: Alex Delgado.*

#### 1.3.5.8. Variedad Catimor

En 1959, en Portugal se hizo el cruce de dos híbridos (Timor y caturra) dando la variedad catimor. Es una planta de porte bajo, tronco semigrueso, ramas laterales, estructura compacta y entrenudos cortos, resistente a la roya amarilla. A partir del año 2012 se ha convertido en la principal variedad sembrada en el Perú por su producción elevada y resistencia a roya del cafeto.





*Figura 9. Variedad Catimor.  
Fuente: Alex Delgado.*

#### **1.3.5.9. Variedad Marsellesa**

Cruce entre Timor Híbrido 832/2 y Villa Sarchí CIFC 971/10. Selección pedigree realizado por ECOM-CIRAD en Nicaragua. Planta de alto rendimiento adaptada a altitudes medias (Research, World Coffee, 2018).

En los últimos años se ha introducido esta variedad como alternativa para los productores ya que es resistente a las plagas y, además posee buena calidad organoléptica, tal como lo aseguran sus obtentores.



*Figura 10. Variedad Marsellesa.  
Fuente: Alex Delgado.*

### 1.3.6. Principales plagas del cultivo del café

El café como cultivo tiene muchas plagas que afectan la buena producción y calidad del producto final, a continuación, describimos las principales plagas del cultivo.

#### 1.3.6.1. Roya Amarilla

Esta enfermedad es causada por el hongo *Hemileia vastatrix*. Se puede observar marcas redondeadas de amarillo a naranja, que al contacto desprenden un polvo anaranjado. Los primeros síntomas son manchas pequeñas y gradualmente crecen de diámetro hasta causar defoliación y muerte descendente en caso de ataque excesivo (Agrobanco, 2012).

Es la plaga más devastadora del cultivo de café, causando grandes pérdidas económicas a los países productores de la especie *Coffea Arábica*.

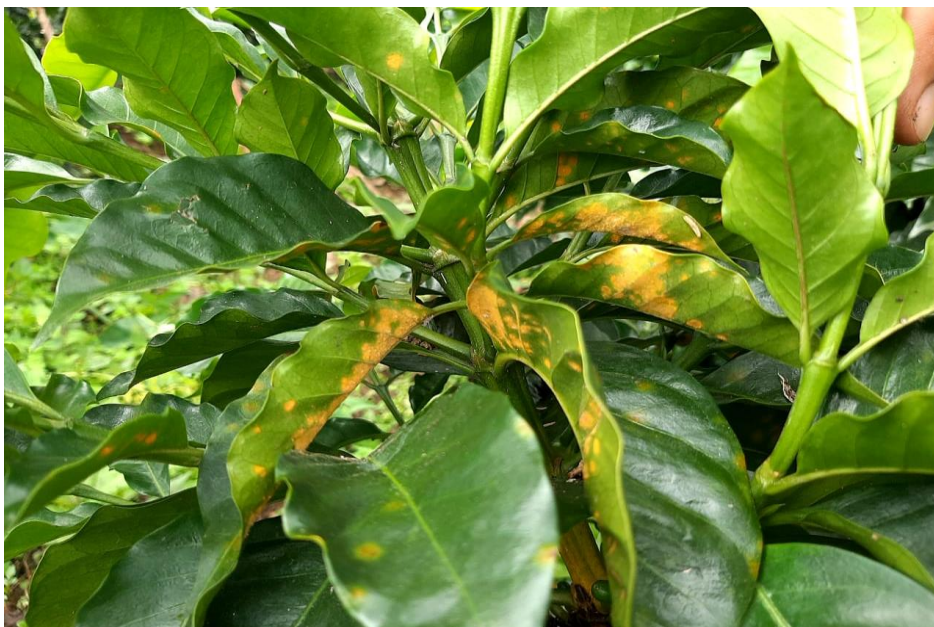


Figura 11. Roya Amarilla de cafeto (*Hemileia vastatrix*).  
Fuente: Alex Delgado.

### **1.3.6.2. Ojo de gallo**

Es ocasionada por el hongo *Mycena citricolor*. En los frutos se puede ver marcas redondas hundidas de diferente tamaño, de color amarillento al empezar y pardo al finalmente. En las hojas se observan manchas circulares en el haz y envés color oscuro inicialmente y gris al final. Los daños al final son perforaciones y caída de las hojas, incluso la muerte de las plantas (Agrobanco, 2012).

### **1.3.6.3. Pie negro**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Rosellinia bunodes* causando pudrición de las raíces, con la corteza desorganizada y de color negro. Los síntomas en la parte superior son amarillamiento, marchitez, defoliación y finalmente la muerte de la planta (Agrobanco, 2012).

### **1.3.6.4. Broca del café**

El daño es ocasionado por el escarabajo *Hypothenemus hampei*, este insecto perfora frutos por la cicatriz de la corola, una vez al interior del grano deposita sus huevos. Las hembras, después de fecundadas, son las que abandonan el fruto infestado (Agrobanco, 2012).

Esta plaga causa la pérdida total del grano incluyendo la caída prematura de las cerezas.



*Figura 12. Broca del cafeto.  
Fuente: Fabián Venegas.*

### **1.3.7. Cosecha y pos cosecha del café.**

Consta de etapas y procesos que son fundamentales para obtener cafés de alta calidad física y organoléptica.

#### **1.3.7.1. Cosecha.**

Esta actividad consiste en recolectar de manera selectiva los cerezos maduros de las plantas de café. La región Cajamarca es de las principales regiones productoras de café, la cosecha normalmente se inicia en marzo a agosto en las zonas bajas y de mayo a octubre en las zonas de mayor altitud sobre el nivel del mar. Actualmente por las variaciones climáticas en algunas zonas la cosecha se realiza durante todo el año.

#### **1.3.7.2. Despulpado de café.**

Aquí empieza el beneficio en húmedo donde los cerezos recolectados y seleccionados pasan por una maquina despulpadora. En este proceso los pergaminos que encuentran dentro del cerezo quedan libres cascara.



### **1.3.7.3. Remoción de mucílago de café.**

El mucílago es una película que se encuentra adherida al pergamino y queda expuesta en el momento que el grano en cerezo se despulpa, el mucilago está bien adherido al endocarpio o pergamino, y se caracteriza por la capacidad para retener agua debido a su composición que puede ser variable según las condiciones climatológicas cuando se realiza de la cosecha y de la variedad cultivada.

La remoción del mucilago se puede hacer con máquinas desmuciligadoras y por el método tradicional de fermentación del grano en tanques tina de cemento o de plástico.

### **1.3.7.4. Lavado.**

Una vez degradado el mucílago por fermentación natural o cualquier otro método, se procede al lavado con la finalidad de remover el mucílago que envuelve los pergaminos. Aquí, se puede realizar la clasificación por densidad de los granos vacíos. El lavado se realiza con agua limpia libre de agentes químicos y olores que no altere la calidad e inocuidad del café.

### **1.3.7.5. Secado.**

Esta actividad se realiza bien al sol, secadora mecánica, en secadores solares tipo invernaderos o en todo caso combinando los métodos. Esta etapa puede tardar entre 4 a 8 días según las condiciones climáticas.

### **1.3.7.6. Comercialización.**

En el Perú el comercio de café lo realizan diferentes actores entre ellos empresas transnacionales como OLAM, ECOM, VOLCAFE entre otros; empresas nacionales como PERHUSA, ROMERO, en el rubro de

cooperativas y asociaciones tenemos a NORANDINO, CENFROCAFE, SOL Y CAFÉ, CECOVASA, LIMCOFFE, CASIL, APROCASSI, BOSQUES VERDES entre otras y comerciantes locales a pequeña escala.

Una vez el café llevado al 12% de humedad, el productor de café decide cuando llevar el café a la comercialización, el momento de comercialización siempre es influido por el precio del mercado local e internacional.

Las cooperativas cuentan con certificaciones de producción orgánica, Fairtrade, Rainforest Alliance, Starbucks entre otras que hacen que tengan una mejor oferta de precios para sus productores asociados. Adicional a ello exportan micro lotes de cafés especiales valorados además de los sellos por la calidad organoléptica del grano en taza.

### **1.3.8. Fermentación del café**

Normalmente este proceso se ha realizado para descomponer el mucílago que cubren a los pergaminos, dejándolos en tanques tina de cemento, tanques de madera o sacos de plástico a temperatura ambiente, esto permite que la temperatura de la masa aumente y se desarrollen los microorganismos que descomponen el mucílago.

La fermentación es un proceso de reacción química derivado de la combinación de levaduras, bacterias y otros microorganismos que hacen posible que la sustancia que compone el mucílago se pueda descomponer en sustancias más simples. En su mayoría las sustancias que se degradan son los azúcares y tiende a emitir o liberar calor. En otras palabras, la fermentación es una variación natural que tiende a ocurrir si juntamos azúcares y agua y los cerezos están constituidos por estos elementos en mayoría. En ese caso, inmediatamente después o incluso antes de la recolección de los cerezos comenzara la fermentación (PERFECT DAILY GRIND, 2018).



La fermentación es un factor fundamental en el beneficio húmedo del café después de la recolección. Estas son las principales formas:

#### **1.3.8.1. Aeróbica.**

Esto pasa con la presencia de oxígeno. El procedimiento en esta fermentación es simple: solo se colocan las cerezas recién recolectadas en cerezo o despulpadas en un tanque tina o cualquier recipiente limpio y los microorganismos hacen su trabajo por sí solos. Es importante tener cuidado con el tiempo y temperatura especialmente para tener control sobre el proceso (PERFECT DAILY GRIND, 2018).

#### **1.3.8.2. Anaeróbica.**

Aquí el café recolectado se coloca en tanques, puede ser despulpado o en cerezo y luego se cubre con agua. Estas condiciones dan oportunidad que actúen microorganismos aerobios (PERFECT DAILY GRIND, 2018).

La fermentación anaeróbica es más homogénea y da mayores oportunidades de manejar el proceso, y la fermentación aeróbica es más heterogénea y difícil de manejar. Un tiempo excesivo de fermentación puede causar pérdidas sustanciales en la calidad en taza; atributos como la acidez, el cuerpo y la dulzura se pueden reducir.

## Proceso de fermentación anaeróbica de café en cerezo

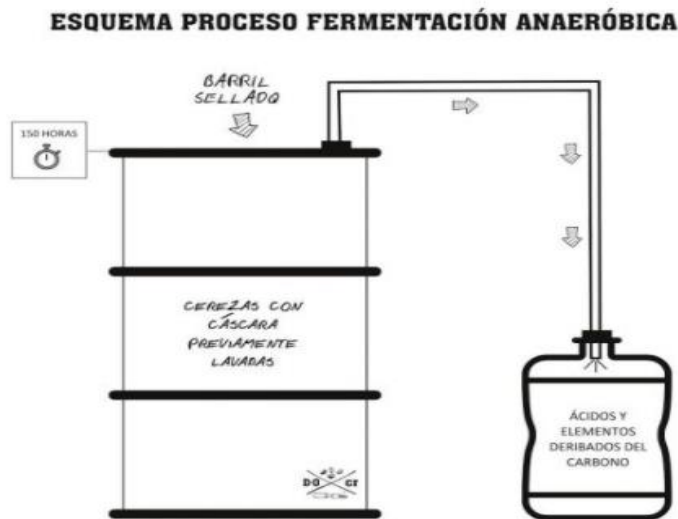


Figura 13. Proceso de fermentación anaeróbica de café.  
Fuente: D´ origen Coffee Roasters.

Los caficultores deben comprender y familiarizar las operaciones en la fermentación que les permitan tomar buenas decisiones objetivas. Porque, si la fermentación es incorrecta, podría significar un problema. Pero, si se tiene un control cuidadoso de la misma, puede producir bebidas deliciosas de alta calidad atraen a los clientes (PERFECT DAILY GRIND, 2018).

En la etapa de pos cosecha después de todo, la fermentación es inevitable en el beneficio húmedo. Sin embargo, podemos elegir si limitarla o aprovecharla. Un buen café de alta calidad también debe ser consistente y sostenible en calidad el tiempo que brinde seguridad y confianza los clientes y tostadores de café y de mayor respaldo a los productores.

La fermentación es muy compleja, y podemos tener resultados con mucho potencial. Una fermentación deficiente y no controlada puede producir sabores desagradables y de muy mala calidad. Por tal razón, es muy importante que los productores entiendan el proceso, lo monitoreen y trabajen cuidadosamente el proceso pos cosecha. Si se tiene éxito en la fermentación se puede resaltar grandes atributos en la bebida que brindara mayor calidad y mayores precios.

Uno de los mayores retos que tenemos en la fermentación en el café, es crear procedimientos en el que tengamos mayor control, algo que vaya más allá de una experimentación que puede dar resultados buenos, pero que también puede producir defectos en el sabor del café. Lo que necesitamos es diseñar procesos y controles de fermentación específicos para el café y poder obtener un producto tiene muchísimo potencial.

### **1.3.9. Cafés especiales**

En la actualidad el nombre de “café especial” es usado con mucha frecuencia y es sinónimo de buen precio. Sin embargo, el nombre se lo debemos a Erna Knutsen, experta en el tostado de café, que uso el nombre en una conferencia en Montruil en 1978, con el objetivo de poder hallar cafés con cualidades únicas, cultivados en sitios especiales (Junta nacional del cafe, 2019).

El café especial, se caracteriza por una calidad excepcional organoléptica sin defectos. También se vende con un diferencial el café con denominación de origen que se denomina al café cultivado en determinados lugares con condiciones climáticas, variedades, composición y tipos de suelos característicos de un aroma y sabor o bien por certificaciones obtenidas.

La SCAA ha definido al café de especialidad en el estado de café oro o verde, como el que no tiene defectos primarios, tamaño apropiado y con un secado correcto; y este café especial debe presentar taza libre de defectos, de químicos contaminantes y con atributos diferenciados. En otras palabras, significa que este café debería lograr superar los parámetros de calificación y catación definidas (Rhinehart, 2018).

Los andes del Perú son excelentes para el cultivo café de altitud, en el país el café se cultiva a partir de 600 msnm llegando 1,800 msnm. El 75 % del área cultivada se encuentra sobre los 1,000 msnm. Por otra parte, los cafés de especialidad se cultivan en altitudes que superan los 1,300 m.s.n.m. Además, la diversidad de microclimas existentes en el Perú le da mayor

potencial. El café que se siembra por sobre de los 1300 msnm, tiene atributos organolépticos muy exclusivos: Aroma, Acidez y Cuerpo que reciben mayor precio sobre valor cotizado en la bolsa de NY (Cafés del Perú, 2019).

Los cafés especiales del Perú han sido ganadores de muchos concursos a nivel mundial, creando prestigio para los productores locales. Actualmente en el país también se desarrollan concursos de cafés especiales, a nivel nacional y regional, donde la competencia más importante es la Taza de Excelencia que se viene desarrollando desde el año 2018 y adicional se han realizado ferias como la FICAFE que tuvo lugar en Jaén, en la Región Cajamarca el 2019.

#### **1.3.10. Control de calidad del café.**

En Perú, el control de calidad para los cafés pergamino también ha ido evolucionando por las exigencias de los mercados internacionales, donde los consumidores demandaban mayor calidad en el producto final. Es así que se pasó de un análisis visual en pergamino, a uno con muestreo y utilizando trilladora para obtener el café pilado o verde libre de cascara con la finalidad de obtener el rendimiento en porcentaje de café exportable, en la actualidad sumado al análisis físico de rendimiento de café exportable, se hace el análisis sensorial con la finalidad de analizar las características organolépticas del grano, calificándole con un puntaje que define si el café se acepta o es rechazado para un determinado mercado.

El análisis sensorial realizado después de esta preparación puede determinar si se acepta o rechaza un envío de café, sujeto a acuerdo entre las partes interesadas. Generalmente, la muestra requerirá un tueste ligero para evaluar los defectos y un tueste medio para evaluar el sabor y el color (Iso 6668, 2008).

La producción y venta de un café certificado orgánico o fairtrade influye en el precio final del mismo modo que la calidad organoléptica en taza, sin duda es un factor diferenciador. Actualmente los clientes tienden a diferenciar la calidad en el producto y está dispuesto a pagar más por ello.

En la actualidad para determinar la calidad del café es necesario realizar dos tipos de análisis en laboratorio, los cuales son:

- Análisis físico, que se realiza en el café trillado. Donde se toma en cuenta el porcentaje de cascara, defectos y segunda.
- Luego del análisis físico y pasar al tostado, se realiza el análisis organoléptico o en taza que se realiza sobre la bebida, tomando en cuenta atributos como, acidez, cuerpo, consistencia, aroma, fragancia etc.

#### **1.4. Formulación del Problema.**

¿Cuál será el efecto de la fermentación aeróbica y anaeróbica sobre la calidad organoléptica del café (*Coffea arabica*) de las variedades Catimor y Marsellesa?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio.**

Como actualmente se conoce la relación entre la fermentación del grano del café y la calidad organoléptica es intrincada y delicada, en el cual el perfil de aroma del café es fácilmente afectado para bien o para mal por el proceso de fermentación durante el proceso pos cosecha.

Es necesario que, más allá de conocer las buenas prácticas agrícolas de deben conocer y entender las prácticas en el proceso pos cosecha empezando desde la recepción de café en cerezo en la planta de beneficio en húmedo que termina en el secado y en especial la fermentación que necesitan ser controladas de manera eficiente para obtener mejores resultados y mayores precios.

Actualmente la exportación de café de especialidad representa una oportunidad y un desafío para los productores, dado que el precio para este tipo de café tiende a ser mayor en 20 % y 40 % del cotizado en la bolsa de valores de New York (Andina, 2019).

## **1.6. Hipótesis.**

**H0:** No existe efecto de la fermentación aeróbica y anaeróbica sobre la calidad organoléptica del café de las variedades Catimor y Marsellesa.

**Hi:** Si existe efecto de la fermentación aeróbica y anaeróbica sobre la calidad organoléptica del café de las variedades Catimor y Marsellesa.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General.**

– Determinar el efecto de la fermentación aeróbica y anaeróbica sobre la calidad física y organoléptica del café (*Coffea arabica*.) de las variedades Catimor y Marsellesa.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

– Determinar la calidad física del café en sus atributos: Rendimiento exportable, café de segunda y humedad para los procesos de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa.

– Determinar la calidad sensorial del café en sus atributos: Aroma / fragancia, Sabor, Posgusto, Acidez, Cuerpo, Uniformidad, Balance, Taza limpia, Dulzor, Apariencia general y Puntaje final del catador, para los procesos de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

#### 2.1.1. Tipo de Investigación

##### **Según su finalidad es Investigación aplicada**

Porque, el objetivo es encontrar estrategias que se puedan utilizar para abordar el problema de la investigación específica. La investigación aplicada se basa en la teoría para generar conocimiento científico práctico.

##### **Según su profundidad de alcance es Investigación exploratoria**

Porque, se utiliza para la investigación preliminar del tema que aún no se comprende bien o no se ha investigado lo suficiente. Sirve para establecer un marco de referencia y una hipótesis a partir de la cual se pueda desarrollar un estudio en profundidad que permita generar resultados concluyentes. Debido a que la investigación exploratoria se basa en el estudio de fenómenos poco estudiados, se basa menos en la teoría y más en la recopilación de datos para identificar patrones que expliquen estos fenómenos.

##### **Según el tipo de datos utilizados es investigación cuantitativa**

Porque, el estudio de investigación cuantitativa profundiza en un fenómeno a través de la recolección de datos cuantitativos y el uso de herramientas matemáticas, estadísticas y asistidas por computadora para medirlos. Esto permite proyectar conclusiones generalizadas en el tiempo.

#### 2.1.2. Diseño de Investigación

El diseño experimental es un enfoque científico de la investigación experimental, donde una o más variables independientes se manipulan y se aplican a una o más variables dependientes para medir su efecto sobre estas

últimas. El efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes se suele observar y registrar durante algún tiempo, para ayudar en las investigaciones a sacar una conclusión razonable con respecto a la relación entre estos 2 tipos de variables.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población.**

La parcela de café ubicada en del distrito de San Ignacio, sector El Huabo a 1600.00 msnm, en donde se tiene 1 has de la variedad Marsellesa y 1 has de Catimor.

### **2.2.2. Muestra.**

En esta investigación se seleccionaron 30 plantas al aleatoriamente por cada variedad, la cosecha del total de plantas constituye la muestra experimental, que fue 5 kg de café pergamino seco por cada variedad y tipo de fermentación, necesaria para hacer el diseño del experimento. La muestra constará de 12 unidades de análisis.



### 2.3. Variables, Operacionalización

Tabla 1. Variables Independientes y Dependientes de la investigación

Variable	Sub-Variantes	Indicadores	Instrumento
INDEPENDIENTE	Tipo de fermentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeróbico</li> <li>• Anaeróbico</li> </ul>	Fichas de observación.
	Variedad de café	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catimor</li> <li>• Marsellesa</li> </ul>	
DEPENDIENTES	Calidad Física del café	– Rendimiento exportable	Formato de análisis físico de café pergamino seco.
		– Café de segunda	Clasificación según norma ISO – 4150 “Green coffee - Size analysis - Manual sieving Green coffee”
		– Humedad	Balanza de Humedad
	Calidad sensorial del café	– Aroma / fragancia	Ficha de catación de la Specialty Coffee Association of America (SCAA).
		– Sabor	
		– Posgusto	
		– Acidez	
		– Cuerpo	
		– Uniformidad	
		– Balance	
– Taza limpia			
General	– Dulzor		
	– Apariencia		
	– Puntaje final de catador		

Fuente: Elaboración propia.

## **2.4. Técnicas e instrumentos.**

### **2.4.1. Técnicas en Cosecha**

Se recolectaron 5 kilogramos de cerezo de cada una de las variedades y tratamientos, en igualdad de condiciones, para tener resultados objetivos. Se ha realizado cosecha selectiva, descartando granos sobre maduros, verdes y defectuosos. El área de cultivo de donde se obtuvieron las muestras de café en cerezo está ubicada a 1600 msnm.

### **2.4.2. Beneficio húmedo del café cerezo**

#### **2.4.2.1. Despulpado**

Una vez que el café cosechado y seleccionado, de forma inmediata se procedió con el despulpado, en una máquina de despulpar café limpia.

#### **2.4.2.2. La fermentación.**

Una vez obtenido el café pergamino libre de cascara, se ha procedido a la fermentación. Para el caso de la fermentación aeróbica, el sustrato se ha puesto en baldes de 20 litros y dejado en un ambiente sombreado por 48 horas. En el caso de la fermentación anaeróbica se ha depositado el sustrato en baldes de 20 litros, adicionando agua limpia en proporción 1:1 y tapado herméticamente con la finalidad de evitar la entrada de oxígeno.

#### **2.4.2.3. Lavado.**

Posterior a la fermentación, realizamos el lavado con agua libre de olores y sabores extraños y en depósitos adecuados hasta dejar a los pergamino libres del mucilago.

#### **2.4.2.4. Secado.**

El secado se ha realizado en el módulo de secado con manto de carpa solar, en altura y con las mejores condiciones para evitar cualquier contaminación con olores extraños. Esta etapa tardó de 12 a 15 días para obtener 12% de humedad.

#### **2.4.3. Control de calidad del café.**

##### **2.4.3.1. Calidad física**

Una vez terminado el proceso pos cosecha que culmina en el secado, se ha llevado las muestras al laboratorio de la empresa 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 de 300 gramos, 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, la segunda y se determinó el porcentaje de rendimiento.

##### **2.4.3.2. Calidad organoléptica**

La evaluación de la calidad organoléptica la realizaron 5 catadores de las principales cooperativas de la provincia de San Ignacio, 2 de ellos son certificados Q-GRADER. El análisis sensorial respectivo se realizó en el laboratorio de Control de Calidad de FAICAL COFFEE SAC, 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).

#### **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 cata, en este caso se utilizó 110 g 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 colocó en cada pírex 11 g. de café tostado. Con el fin de evitar contaminación entre muestras se ha limpiado el molino para cada una de las muestras.

### **Ficha de anotación**

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.

### **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 pírexs 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.

Teniendo en cuenta que, en cada muestra se califica los atributos de: uniformidad, balance, taza limpia, dulzor y apreciación

general. Seguidamente se hace la adición de los atributos para obtener el resultado final.

La catación no debe superar de 30 a 45 minutos. En este rango se determinará eficientemente la calidad de la muestra.

#### **2.4.4. Instrumentos para recolección de datos**

Se utilizó diferentes materiales, equipos e instrumentos para el trabajo de campo y de laboratorio:

##### **a) Materiales y equipos de campo.**

- Canastos para cosechar.
- Máquina de despulpar.
- Matora a gasolina.
- 08 recipientes de plástico de 20 L.
- Tinas para lavar café.
- Agua limpia.
- Módulo de secado.
- Reloj.
- Cámara.
- Bolsas de polietileno
- Lapiceros.
- Ficha de apuntes.
- Termómetro

##### **b) Materiales y equipos de laboratorio.**

En este caso los materiales y equipos utilizados han sido los de la empresa FAICAL COFFEE SAC que cuenta con laboratorio equipado para el control de calidad de café. Los cuales son: 02 bidones de agua, pírex, cucharas para catador, molino, tostadora de muestras, bandejas pequeñas para muestras, escupideros, balanza, termómetro, cuchara

para peso, bolsas de polipropileno, teteras, hervidor, ficha de catación SCAA, detector de humedad.

## 2.5. Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico considerando cada unidad de análisis como una repetición y cada variedad como un tratamiento y la unidad de evaluación, los parámetros de calidad de cada variedad en evaluación. Para este trabajo se ha utilizado el Diseño Completamente al Azar (DCA) aplicando ANOVA y sometidos a la prueba de TUKEY para determinar la naturaleza de las diferencias entre tratamientos.

La prueba de Tukey (o procedimiento de Tukey), también llamada prueba de diferencia significativa honesta de Tukey, es una prueba post-hoc basada en la distribución del rango studentizado. En una prueba ANOVA nos puede decir si los resultados son significativos en general, pero no nos dice exactamente dónde se encuentran esas diferencias. Entonces una vez que hallado y ejecutado el ANOVA y haya encontrado resultados significativos, se puede ejecutar el HSD de Tukey para averiguar qué medias de grupos específicos (comparados entre sí) son diferentes. La prueba comparó todos los posibles pares de medias.

Para probar todas las comparaciones por pares entre medias usando el Tukey HSD, se calcule HSD para cada par de medias usando la siguiente fórmula:

$$\text{HSD} = \frac{M_i - M_j}{\sqrt{\frac{MS_{\text{error}}}{n_h}}}$$

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Determinación de la calidad física del café para un proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa

Tabla 2. Calidad física del café para los procesos de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa.

	Rendimiento exportable			Café de segunda			Humedad		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
TAEC	78.33	77.66	77.33	3.67	3.00	3.00	11.94	12.20	12.60
TAEM	77.00	78.00	78.33	3.00	1.66	2.00	12.10	13.40	13.00
TANC	78.00	77.33	78.00	3.67	4.00	1.80	12.20	12.20	12.80
TANM	78.60	78.00	78.00	2.00	2.00	1.66	13.20	12.60	13.70

Fuente: *Elaboración propia.*

TAEC: Fermentación aeróbica + Catimor

TAEM: Fermentación aeróbica + Marsellesa

TANC: Fermentación anaeróbica + Catimor

TANM: Fermentación anaeróbica + Marsellesa

R1, R2, R3: Repeticiones

##### 3.1.1. Análisis de Varianza de la calidad física

En la siguiente Tabla 3 se muestra un resumen del Análisis de varianza (ANOVA) para las características porcentuales de Rendimiento exportable, Café de Segunda y Humedad, observándose que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, en las tres características. El coeficiente de variabilidad de las tres características es 0.60, 32.96 y 4.47% indicando que para las características de "Rendimiento exportable" y "Humedad" una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales, más no se aprecia la misma homogeneidad en la característica de "Café de segunda".

Tabla 3. Resumen del análisis de varianza para las características porcentaje Rendimiento exportable, Café de segunda y Humedad, en 300 g de café pergamino.

F.V.	GL	Porcentaje de:								
		Rendto. Export.			Café Segunda			Humedad		
		C.M.	p.valor	Sig.	C.M.	p.valor	Sig.	C.M.	p.valor	Sig.
Trat.	3	0.14	0.671	ns	1.35	0.125	Ns	0.53	0.172	ns
Error Exp.	8	0.25			0.52			0.24		
Total	11									
CV:(%)		0.60			32.96			4.47		

Fuente: *Elaboración propia*

Ns: no significativo al 95 %

CV: Coeficiente de Variación.

### 3.1.2. Prueba de Tukey para la calidad física

Esta es una de las pruebas más robustas en cuanto a pruebas múltiples de medias. Significa que exige para su ejecución altas diferencias entre medias para establecer diferencias estadísticamente significativas, además tiene una alta eficiencia cuando se compara medias, así también para estas pruebas se debe calcular un comparador, llamado  $W_p$  y compararlo con el resto de las medias de los tratamientos.

La fórmula es:

$$W_p = q\alpha * S\bar{x}$$

$$q\alpha = (trt, gle)$$

Donde:

Trt: número de tratamientos (en tablas)

gle: grados de libertad del error (en tablas)

$$q\alpha = (trt, gle) = 4.53 \text{ (al 95\% de confianza: } \alpha = 0.05)$$



$$S\dot{x} = \sqrt{CME/r} = \sqrt{0.25/4} = 0.25$$

Entonces el Wp para el Rendimiento exportable es:

$$Wp = q\alpha * S\dot{x} = 4.53 * 0.25 = 1.1325$$

Entonces el Wp para el Café de segunda es:

$$Wp = q\alpha * S\dot{x} = 4.53 * 0.52 = 2.3556$$

Entonces el Wp para la Humedad es:

$$Wp = q\alpha * S\dot{x} = 4.53 * 0.24 = 1.0852$$

En la Tabla 4, se muestra la prueba de comparación de Tukey para las características estudiadas. En cuanto al Rendimiento exportable, podemos decir que el tratamiento que tiene la mayor significancia es para fermentación Aeróbica en la variedad Catimor (TAEC) llegando a un puntaje promedio de 78.20. Para los casos de Café de segunda se observa una mayor significancia en la fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa (TANM), con un puntaje de 3.22, más abajo con menor significancia está la fermentación Anaeróbica con variedad Catimor con un puntaje de 3.16. Para el caso de la Humedad coincide con la mayor significancia en la fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa (TANM), con un puntaje de 13.17, seguido de la fermentación Aeróbica para la variedad Marsellesa (TAEM) con un puntaje de 12.83.

Tabla 4. Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) de las características, porcentaje de Rendimiento exportable, Café de segunda y Humedad, en 300 g de café pergamino seco.

Porcentaje de:								
Rendimiento exportable			Café de segunda			Humedad		
Trat.	prom.	Sig.	Trat.	prom.	Sig.	Trat.	prom.	Sig.
TAEC	78.20	a	TANM	3.22	a	TANM	13.17	a
TANC	77.78	b	TANC	3.16	a b	TAEM	12.83	a b
TAEM	77.78	b	TAEM	2.22	b	TANC	12.40	b
TANM	77.77	b	TAEC	1.89	b	TAEC	12.25	b

Fuente: *Elaboración Propia.*

Nota:

TAEC: Fermentación aeróbica + Catimor

TAEM: Fermentación aeróbica + Marsellesa

TANC: Fermentación anaeróbica + Catimor

TANM: Fermentación anaeróbica + Marsellesa

En la Figura siguiente podemos contrastar la relación entre las características “Rendimiento Exportable” y “Café de Segunda”, donde podemos verificar que el tratamiento con fermentación anaeróbica y variedad Marsellesa nos da un mayor puntaje, pero a su vez con este tratamiento se reduce el puntaje para el “Café de segunda”.

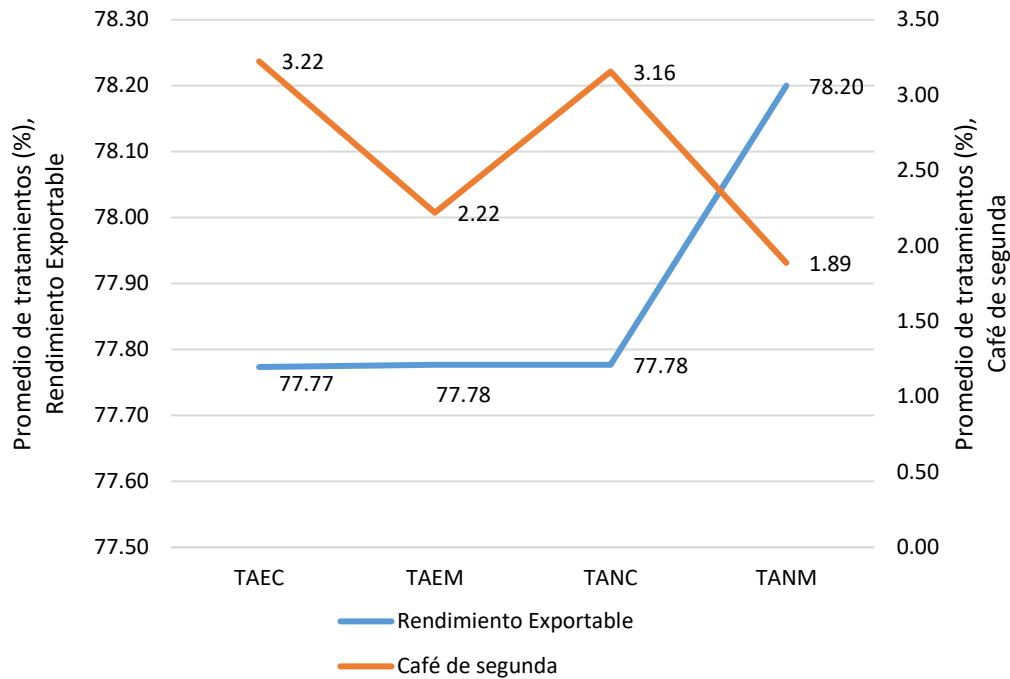


Figura 14. Relación aritmética del porcentaje de rendimiento exportable con porcentaje de defectos.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Determinación de la calidad sensorial del café para un proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa

Para determinar la calidad sensorial se trabajó con 5 catadores experimentados, analizando los siguientes atributos:

- Aroma / fragancia
- Sabor
- Posgusto
- Acidez
- Cuerpo
- Uniformidad
- Balance
- Taza limpia
- Dulzor
- Apariencia general
- Puntaje final del catador

En la Figura 15, 16, 17 y 18, se puede observar cuales son las características que predominan más en el análisis sensorial.



Figura 15. Puntaje de los atributos sensoriales de la Fermentación Aeróbica y Variedad Catimor (TAEC).  
Fuente: Elaboración propia.

En las figuras podemos observar que los atributos Dulzura, Taza Limpia y Uniformidad tienen una mayor puntuación cercanos al valor más alto, por otro lado, para los otros atributos Fragancia/Aroma, Sabor, Pos gusto, Acidez, Cuerpo, Balance y apariencia general nos dan valores menores a 8 puntos, coincidiendo significativamente en las respuestas de los 5 catadores.

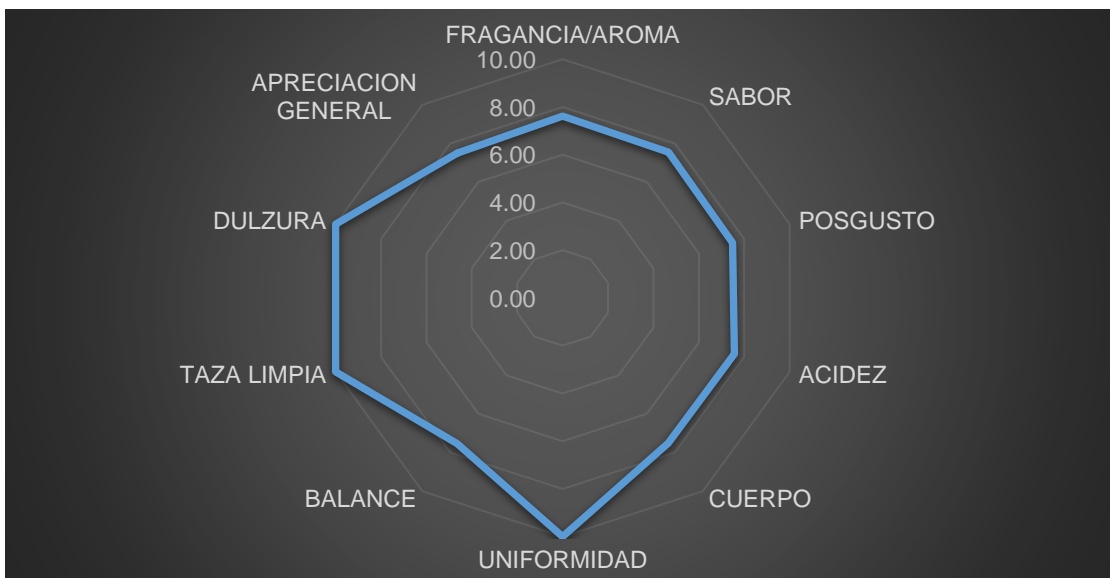


Figura 16. Puntaje de los atributos sensoriales de la Fermentación Aeróbica y Variedad Marsellesa (TAEM).  
Fuente: Elaboración propia.

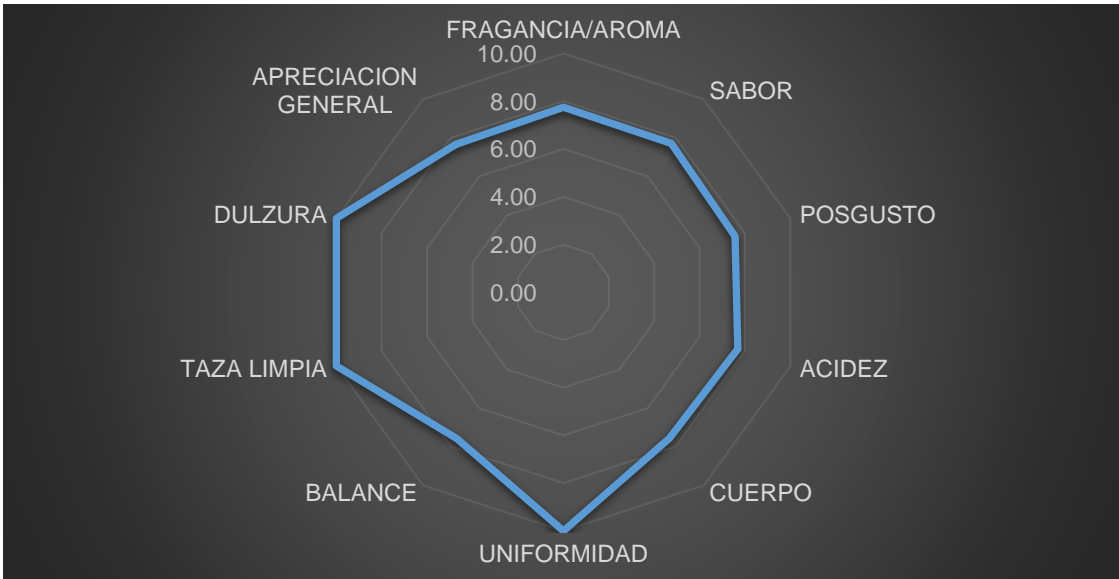


Figura 17. Puntaje de los atributos sensoriales de la Fermentación Anaeróbica y Variedad Catimor (TAEM).  
Fuente: Elaboración propia.

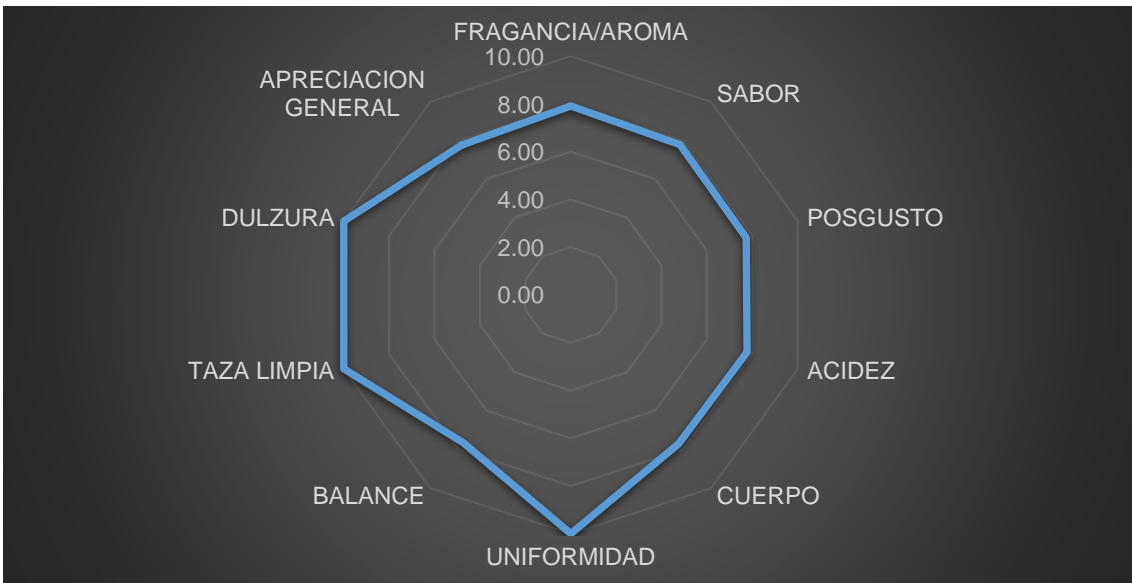


Figura 18. Puntaje de los atributos sensoriales de la Fermentación Anaeróbica y Variedad Marsellesa.  
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5, podemos observar los valores totales de la suma del puntaje de los atributos, para cada tratamiento, dichos tratamientos fueron realizados por triplicado.

Tabla 5. Resumen de resultados para dada Catador, en los diferentes tratamientos.

Trat.	Tipo de Fermentación	Variedad de café	Catador 1	Catador 2	Catador 3	Catador 4	Catador 5
TAEC	aeróbica	Catimor	82.75	82.75	82.00	83.75	82.25
TAEC	aeróbica	Catimor	83.25	83.25	82.00	84.75	80.25
TAEC	aeróbica	Catimor	82.75	82.75	82.50	82.75	81.75
TAEM	aeróbica	Marsellesa	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00
TAEM	aeróbica	Marsellesa	82.50	82.50	82.00	82.75	82.75
TAEM	aeróbica	Marsellesa	81.50	81.50	83.50	82.50	83.50
TANC	anaeróbica	Catimor	83.75	83.75	84.00	84.00	83.00
TANC	anaeróbica	Catimor	83.50	83.50	83.75	83.75	83.75
TANC	anaeróbica	Catimor	83.00	83.00	82.00	84.00	83.75
TANM	anaeróbica	Marsellesa	84.25	84.25	84.25	85.00	84.50
TANM	anaeróbica	Marsellesa	83.50	83.50	84.50	85.00	84.50
TANM	anaeróbica	Marsellesa	84.25	84.25	84.00	84.00	84.00

*Fuente: Elaboración Propia.*

Nota: La simbología para cada tratamiento es como sigue:

TAEC: Fermentación aeróbica + Catimor

TAEM: Fermentación aeróbica + Marsellesa

TANC: Fermentación anaeróbica + Catimor

TANM: Fermentación anaeróbica + Marsellesa

### 3.2.1. Análisis de Varianza de la calidad sensorial

En la tabla siguiente, se muestra el análisis de varianza, en donde destacamos la significancia estadística del modelo, así también el Factor A: Fermentación, tiene un p-valor menor a 0.0001 y el Factor B: Variedad, tiene un p-valor de 0.0205, de igual forma la interacción AB tiene un p-valor de 0.0299, esto nos confirma la significancia por ser menores a 0.05.

Tabla 6. Tabla de análisis de Varianza (ANOVA) para la calidad sensorial.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	G.L.	Cuadrados Medios	F Valor	p-valor Prob > F	
Model	5.35	3	1.782	32.164	< 0.0001	Significant
A-Fermentación	4.50	1	4.502	81.237	< 0.0001	
B-Variedad	0.46	1	0.460	8.305	0.0205	
AB	0.39	1	0.385	6.951	0.0299	
Pure Error	0.44	8	0.055			
Cor Total	5.79	11				
Desv. Estandar	0.15	R <sup>2</sup>	0.9679	C.V.	0.18	

Fuente: *Elaboración propia.*

### 3.2.2. Prueba de Tukey para calidad sensorial

Así también para el análisis de la calidad sensorial se realizó la prueba por su robustez en cuanto a pruebas múltiples de medias. Significa que exige para su ejecución altas diferencias entre medias para establecer diferencias estadísticamente significativas, en tal sentido, también se debe calcular un comparador, ( $W_p$ ) y compararlo con el resto de las medias de los tratamientos.

La fórmula es:  $W_p = q\alpha * S\check{x}$

Donde:

$q\alpha = (trt, gle)$

$S\check{x} = \sqrt{CME/r}$

Entonces el  $W_p$  para calidad sensorial es:

$W_p = q\alpha * S\check{x} = 4.53 * 0.055 = 0.24915$

En la Tabla 7, se muestra la prueba de comparación de Tukey para los resultados de los 5 catadores entrenados, podemos decir que el tratamiento que tiene la mayor significancia es para todos los catadores (Catador 1, Catador 2, Catador 3, Catador 4, Catador 5) la Fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa (TANM) llegando a un puntaje promedio de 84.00, 84.33, 84.25, 84.67, 84.33, respectivamente. El segundo tratamiento significativo fue la Fermentación Aeróbica para la variedad Marsellesa (TAEM), con puntajes de 83.42, 83.42, 83.25, 83.92 y 83.50, respectivamente por cada catador.

Tabla 7. Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) de los resultados de los catadores.

Porcentaje para el:								
Catador 1			Catador 2			Catador 3		
Trat.	prom.		Trat.	prom.		Trat.	prom.	
TANM	84.00	a	TANM	84.33	a	TANM	84.25	a
TAEM	83.42	b	TAEM	83.42	b	TAEM	83.25	b
TAEC	82.92	c	TAEC	83.08	c	TANC	82.83	c
TANC	82.33	d	TANC	82.83	d	TAEC	82.17	d

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) de los resultados de los catadores.

Porcentaje para el:					
Catador 4			Catador 5		
Trat.	prom.		Trat.	prom.	
TANM	84.67	a	TANM	84.33	a
TAEM	83.92	b	TAEM	83.50	b
TAEC	83.75	c	TANC	83.08	C
TANC	82.75	d	TAEC	81.42	d

Fuente: Elaboración propia.



### 3.3. Discusión de Resultados

El protocolo utilizado para evaluar los atributos sensoriales del café en taza es realizado con la catación de la Specialty Coffee Association of America (SCAA), la cual fue capaz de detectar, diferenciar y segmentar las diferencias del café en taza, (Tablas 3; 4; 6; 7; 8). Las diferencias significativas encontradas en las puntuaciones del café en taza de los catadores, reflejan la preferencia individual subjetiva enriquecida con sus experiencias. La percepción individual del gusto en taza y la preferencia por caracteres específicos de la variedad, como el aroma/fragancia, sabor, Posgusto, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor y apariencia general, que constituían la naturaleza y la puntuación de la infusión, implicaron que los tratamientos al café, como la fermentación aeróbica y anaeróbica, y las variedades Catimor y Marsellesa, también varían y son específicos, lo que nos hace concluir la significancia en la comparación de los tratamientos. Por otro lado, se puede decir también que la preferencia por la bebida de café es personal y los consumidores tienen un gusto específico según su lugar de origen, lo que dificulta aún más la definición de la calidad de la taza organoléptica (Leroy et al., 2006). Además, se informa que el sabor de taza en el café tostado constituye más de 800 compuestos aromáticos múltiples y las personas los perciben de manera diferente (Wintgens, 2004). Otros factores que también podrían haber contribuido a las diferencias del café en taza entre los tratamientos pero que no se midieron en este estudio incluyen la fecha de recolección, procesamiento y almacenamiento.

Las características organolépticas de la taza fueron variables como se muestra en la Tabla 5. En general, la acidez, el pos gusto y el cuerpo tuvieron la menor calificación de taza, un atributo que confiere una calificación de grado bajo para los cafés Catimor y Marsellesa (Prakash et al., 2005), a pesar de ello los tratamientos lograron un grado superior en todos otros atributos. Del total de resultados, el 81% tenía un promedio de cuerpo, el pos gusto y la acidez de buena calidad habitual, mientras que el 19% eran de muy buena calidad superior como se puede ver en las figuras 3, 4, 5 y 6.

La mayoría de los atributos evaluados se correlacionaron de manera positiva y significativa entre sí, como se muestra en la Tabla 7 y 8, lo que significa que existe la oportunidad de mejorar la mayoría de los caracteres organolépticos deseables simultáneamente. La calidad general de la taza se correlacionó de manera altamente positiva y significativa con el equilibrio de la taza obteniendo un  $R^2$  total de 0.9679. En cuanto al aroma / fragancia  $R^2 = 0,9523$ , el sabor  $R^2 = 0,9226$ , el pos gusto  $R^2 = 0,7312$ , la acidez  $R^2 = 0,7187$ . El cuerpo  $R^2 = 0,7264$ , la uniformidad  $R^2 = 0.9612$ , el balance  $R^2 = 0.9223$ , la taza limpia  $R^2 = 0.9387$ , el dulzor  $R^2 = 0.9176$  y la apariencia general  $R^2 = 0.9412$ , lo que implica que la acidez, el cuerpo y el pos gusto, es factores determinantes importantes para los consumidores, lo que lo convierte en un rasgo organoléptico importante en el café y una prioridad en la mejora de la calidad. Este hecho está respaldado por los resultados del análisis de la SCAA.

El aroma / fragancia, por otro lado, fue un rasgo organoléptico menos variable. El aroma no se correlacionó en absoluto con la acidez o dulzura en este estudio, aunque Moschetto et al., (1996) reportaron coeficientes de correlación lineal entre la preferencia de acidez y aroma en cafés comerciales. En este estudio, el balance y el pos gusto se encontraban en los niveles más altos en la variedad Marsellesa, mientras que la acidez estaba en declive. Es muy importante reconocer, aunque no es parte del estudio, que la zona de siembra y la altitud, también influye sobre la calidad del café en las características organolépticas, Decazy et al., (2003) también apoyaron la idea de que una alta calidad sensorial está asociada con la altitud, lo que puede ser un criterio para seleccionar genotipos con altos niveles de acidez (Leroy et al., 2006b).

La variedad de la zona de San Ignacio "catimor" tenían una acidez significativamente menor y eran más dulces que la variedad Marsellesa. Bertrand et al., 2006 y Dessalegn et al., 2008, nos indican que pueda haber una mejor selección por vigor y semillas más grandes en los híbridos y en los tipos comerciales puede haber llevado a una variabilidad reducida de acidez y dulzura.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Se llegó a la conclusión que los tratamientos estudiados presentan diferencia significativa en la comparación del tipo de fermentación aeróbica y anaeróbica sobre la calidad física y organoléptica del café (*Coffea arabica*) de las variedades Catimor y Marsellesa, destacando en la calidad física para el “Rendimiento Exportable” el tratamiento con fermentación aeróbica para la variedad Catimor (TAEC). Para “Café de segunda” y “Humedad” el mejor tratamiento fue con fermentación Anaeróbica para la variedad “Marsellesa” (TANM). En cuanto a la calidad sensorial el tratamiento más significativo es la fermentación anaeróbica para la variedad marsellesa (TANM).

Para la determinar la calidad física del café, se analizó con la Prueba de comparación múltiple de Tukey con un  $\alpha = 0.05$ , en sus atributos: Rendimiento exportable, café de segunda y humedad para un proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica en variedades Catimor y Marsellesa; de estas variables se trabajó con una combinación de 4 tratamientos (TAEC, TAEM, TANC, TANM) de las cuales el que tuvo mayor puntaje fue el tratamiento con fermentación aeróbica para la variedad Catimor (TAEC) con un valor de 78.20 promedio para el “Rendimiento Exportable”, para el caso del “Café de Segunda” su mejor tratamiento es la Fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa, con un valor de 3.22 promedio por último en cuanto a la calidad física tenemos a la “Humedad” donde su mejor tratamiento es la Fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa, con un valor calificativo de 13.17 promedio.

Para la determinación de la calidad organoléptica también se realizó con el mismo número de tratamientos (TAEC, TAEM, TANC, TANM) realizada por 5 catadores entrenados, evaluando los atributos: Aroma / fragancia, Sabor, Pos gusto, Acidez, Cuerpo, Uniformidad, Balance, Taza limpia, Dulzor, Apariencia general y Puntaje final de cada catador con una calificación por triplicado; en cuanto al análisis de varianza se obtuvo una significancia en el modelo con un

p-valor <0.0001, así también para los factores A:Fermentación y B: Variedad de café, también se obtuvo un p-valor de 0.0001 y 0.0205 respectivamente, y para la interacción AB un p-valor de 0.0205, que nos indica que también es estadísticamente significativo por ser menor a 0.05. Por otro lado, en la prueba de comparación múltiple de Tukey, los 5 catadores coincidieron con el tratamiento Fermentación Anaeróbica para la variedad Marsellesa (TANM) como la de mejor calidad llegando a un puntaje promedio por cada catador de 84.00, 84.00, 84.25, 84.67 y 84.33, respectivamente.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Evaluar diferentes condiciones de fermentación en el procesamiento de café y con otras variedades para un comparativo de calidad.

- Comparar calidades de cafés en taza, de diferentes altitudes de cosecha.

- Analizar con otros parámetros de evaluación de calidad física, usando otros diseños estadísticos.

- Incrementar el número de tratamientos, repeticiones y catadores para lograr tener una mayor exactitud y precisión en las catas.

## V. REFERENCIAS

- Agrobanco. (2012). <https://www.agrobanco.com.pe>. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-k-cafe.pdf>
- Andina. (25 de Agosto de 2019). *Andina.pe*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-es-segundo-exportador-cafe-organico-del-mundo-764610.aspx>
- Andina. (2020). *Andina.pe*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-cafe-peruano-llega-a-44-mercados-internacionales-e-impulsan-mayor-consumo-811545.aspx>
- Andina. (27 de Agosto de 2020). *Andina.pe*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-cafe-peruano-llega-a-44-mercados-internacionales-e-impulsan-mayor-consumo-811545.aspx>
- Avila, C. A. (2017). <https://repository.unad.edu.co/>. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13481/83042763.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Cafés del Perú. (15 de Abril de 2019). *Cafes del Peru*. Obtenido de <https://peru.info/es-pe/cafesdelperu/acerca-de>
- Camara de cafe y cacao. (2020). *Camara Peruana del Cafe y Cacao*. Obtenido de <https://camcafeperu.com.pe/ES/proyecto-cafe-clima.php>
- Camara Peruana de cafe y cacao. (19 de Enero de 2019). [www.camcafeperu.com.pe](http://www.camcafeperu.com.pe). Obtenido de <https://camcafeperu.com.pe/ES/cafe-peru.php>
- Carlos Diaz y Mieke Willems. (Mayo de 2017). *Linea base del sector cafe en el Peru*. Obtenido de [www.greencommodities.org](http://www.greencommodities.org) / [www.pe.undp.org](http://www.pe.undp.org)
- Cordova Castro , N. M., & Guerrero Fajardo, J. E. (Abril de 2016). <http://www.scielo.org.co/>. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a09.pdf>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (11 de Octubre de 2019). *Regioncajamarca.gob.pe*. Obtenido de <https://www.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/425>
- International Coffee Organization. (29 de Mayo de 2009). [www.ico.org](http://www.ico.org). Obtenido de [http://www.ico.org/ES/coffee\\_storyc.asp](http://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp)
- Iso 6668. (2008). *iso.org*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/44609.html>
- Junta Nacional de Cafe. (23 de Mayo de 2020). [ww.juntadelcafe.org.pe](http://www.juntadelcafe.org.pe). Obtenido de <https://juntadelcafe.org.pe/informe-anual-de-cafe-en-peru-realizado-por-el-departamento-de-agricultura-de-eeuu/#:~:text=El%20consumo%20de%20caf%C3%A9%20per, donde%2>

Osupera%20los%20cuatro%20kilogramos.&text=El%20consumo%20inte  
rno%20de%20caf%C3%A9,10%25%20de

Junta nacional del cafe. (2019). *www.juntadelcafe.org.pe*. Obtenido de <https://juntadelcafe.org.pe/cafe-especiales/#:~:text=El%20caf%C3%A9%20especial%20es%20cultivado,est%C3%A1n%20considerados%20como%20caf%C3%A9s%20especial> es.

Medina Cruz, D. L. (2017). *https://promecafe.net/*. Obtenido de [https://promecafe.net/wp-content/uploads/2019/XXIV\\_Simposio\\_Multimedia/Panel\\_IV/5.\\_Evaluaci%C3%B3n\\_de\\_procesos\\_de\\_fermentaci%C3%B3n\\_Natural\\_del\\_cafe%CC%81\\_-\\_Diana\\_Lineth\\_Medina.pdf](https://promecafe.net/wp-content/uploads/2019/XXIV_Simposio_Multimedia/Panel_IV/5._Evaluaci%C3%B3n_de_procesos_de_fermentaci%C3%B3n_Natural_del_cafe%CC%81_-_Diana_Lineth_Medina.pdf)

Minagri. (2014). *www.minagri.gob.pe*. Obtenido de <http://minagri.gob.pe/portal/485-feria-scaa/10775-el-cafe-peruano#:~:text=El%20Caf%C3%A9%20es%20el%20primer,harina%20de%20pescado%2C%20entre%20otros>.

PERFECT DAILY GRIND. (2 de Junio de 2018). *www.PERFECT DAILY GRIND.com*. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2018/07/02/fermentacion-que-es-como-mejora-la-calidad-del-cafe/>

POSADA, S. G. (17 de Junio de 2019). *QUECAFE.INFO*. Obtenido de <https://quecafe.info/fermentacion-del-cafe-calidad-en-taza/>

PÚERTA QUINTERO, G. I. (2015). FERMENTACION CONTROLADA DEL CAFE, TECNOLOGIA PARA AGREGAR VALOR A LA CALIDAD. *AVANCES TECNICOS, CENICAFE*.

Quinde Guitierrez, L. N. (2020). *https://repositorio.unp.edu.pe/*. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2344/IAIA-QUI-GUT-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Research, World Coffee. (2018). *Catalogo de variedades*. Obtenido de <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/varieties/pache>

Rhinehart, R. (Mayo de 2018). *https://rutadelcafeperuano.com*. Obtenido de <https://rutadelcafeperuano.com/2018/03/27/que-es-un-cafe-especial/>

Sanchez De la Cruz, I. G. (2018). *http://repositorio.untrm.edu.pe/*. Obtenido de <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1514/Sanchez%20De%20La%20Cruz%20Inder%20Gley.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vilca Sotomayor, R. O. (2014). *http://repositorio.unap.edu.pe/*. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3413/Vilca\\_Sotomayor\\_Rildo\\_Orlando.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3413/Vilca_Sotomayor_Rildo_Orlando.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**ANEXOS.**

**Anexo 1. Tabla de valor críticos de Tukey**

**Tabla de valores críticos de Tukey**  
 $q_{\alpha}(v_1, v_2)$

$v_2$ I	$\alpha$ I	$v_1$									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.00	29.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59
	0.01	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	0.05	6.10	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39
	0.01	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	0.05	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72
	0.01	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13
4	0.05	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.34	7.60	7.83	8.03
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57
5	0.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	0.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	0.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	0.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03

## Anexo 2. Ficha de catación de la SCAA



### La Asociación de Cafés Especiales de América - Formulario de Catación

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Mesa: \_\_\_\_\_ Sesión: \_\_\_\_\_

<u>Clasificación:</u>			
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

Muestra #	Nivel de Tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
M1		Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ □ □ □ □ □	Total: _____ □ □ □ □ □	Total: _____ 6 7 8 9 10	
		Seco: _____ Cualidades: _____ Espuma: _____	Total: _____ 6 7 8 9 10	Intensidad Alto Bajo	Intensidad Alto Bajo	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ □ □ □ □ □	Defectos (Sustraer) Ligero=2 # Tazas intensidad Rechazo=4 □ × □ = □	
Notas: _____									Puntaje Final

Muestra #	Nivel de Tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
M2		Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ □ □ □ □ □	Total: _____ □ □ □ □ □	Total: _____ 6 7 8 9 10	
		Seco: _____ Cualidades: _____ Espuma: _____	Total: _____ 6 7 8 9 10	Intensidad Alto Bajo	Intensidad Alto Bajo	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ □ □ □ □ □	Defectos (Sustraer) Ligero=2 # Tazas intensidad Rechazo=4 □ × □ = □	
Notas: _____									Puntaje Final

Muestra #	Nivel de Tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
M3		Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ □ □ □ □ □	Total: _____ □ □ □ □ □	Total: _____ 6 7 8 9 10	
		Seco: _____ Cualidades: _____ Espuma: _____	Total: _____ 6 7 8 9 10	Intensidad Alto Bajo	Intensidad Alto Bajo	Total: _____ 6 7 8 9 10	Total: _____ □ □ □ □ □	Defectos (Sustraer) Ligero=2 # Tazas intensidad Rechazo=4 □ × □ = □	
Notas: _____									Puntaje Final



### Anexo 3 Análisis físico de café.



Pesado de la muestra.



Detección de humedad.

**Anexo 4. Analisis Organoleptico.**



Laboratorio de control de calidad de la empresa Faical Cofee SAC.



Tostado de muestra.





Preparacion de las muestras.



Evaluacion de aroma.



Adicion de agua hervida.



Evaluacion de Fragancia.





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



Evaluación de atributos en la bebida.



Catadores realizando la evaluación.