



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) VARIEDAD CATIMOR,
EN RELACIÓN A DIFERENTES ALTITUDES EN
EL DISTRITO DE JAMALCA, AMAZONAS**

Autor:

Bach. Alan Alvarado Vigo

Asesor:

Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

Coasesor:

Ing. César Rafael Balcázar Zumaeta

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) VARIEDAD CATIMOR,
EN RELACIÓN A DIFERENTES ALTITUDES EN
EL DISTRITO DE JAMALCA, AMAZONAS**

Autor:

Bach. Alan Alvarado Vigo

Asesor:

Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

Coasesor:

Ing. César Rafael Balcázar Zumaeta

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Con mucho amor y respeto a mis padres y hermanos quienes siempre han sido parte fundamental de los logros obtenidos, y por su incondicional apoyo en todo momento de mi vida, por sus consejos y valores enseñados, y por la motivación constante de superarme día a día.

A mis docentes de la Universidad por las enseñanzas, conocimientos y experiencias compartidas en aulas con el fin de contribuir a través de sus experiencias y conocimientos en mi formación como profesional y persona en mi vida.

Alan Alvarado Vigo

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida, y brindarme siempre, salud, tenacidad y fe para la realización de mis metas.

Al asesor de tesis, el Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana, por el apoyo incondicional en la elaboración, ejecución y culminación del presente trabajo de investigación a través de sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. César Rafael Balcázar Zumaeta, Co-asesor de esta tesis, por su valioso aporte al presente trabajo, por su tiempo, paciencia e interés para hacer posible la realización de esta tesis.

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, por haberme albergado en estos años de formación profesional en sus aulas y por las enseñanzas impartidas.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, cuna de conocimiento y por ser la Institución referente en la región que todo joven necesita para poder contribuir al desarrollo de nuestra población.

De igual forma a mis familiares y amigos por su aprecio, cariño y apoyo que me brindan en mi formación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dra. Flor de Teresa García Huamán

Vicerrectora de Investigación

Ing. MSc. Erick Aldo Auquiñivín Silva

Decano de la Facultad de

Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **Evaluación de la calidad del café (*Coffea arabica* L.) variedad Catimor, en relación a diferentes altitudes en el distrito de Jamalca, Amazonas**; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

✓ **Bach. Alan Alvarado Vigo**

El suscrito da el visto bueno al informe de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, 10 de junio de 2019

Ing. Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS

El que suscribe, de profesión Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas hace constar que ha coasesorado la realización de la tesis titulada **Evaluación de la calidad del café (*Coffea arabica* L.) variedad Catimor, en relación a diferentes altitudes en el distrito de Jamalca, Amazonas**; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

✓ **Bach. Alan Alvarado Vigo**

El suscrito da el visto bueno al informe de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, 10 de junio de 2019



Ing. César Rafael Balcázar Zumaeta

Ingeniero Agroindustrial

CIP N° 208301

JURADO EVALUADOR



Ph. D. Ligia Magali García Rosero

Presidente



Ing. Mg. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri

Secretario



Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández

Vocal



ANEXO 2-0

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo Alan Alvarado Vigo
identificado con DNI N° 46959863 Estudiante de la Escuela Profesional de
Ingeniería Agroindustrial
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: Evaluación de la calidad de café (Coffea arabica) variedad Catimor, en relación a diferentes altitudes en el distrito de Jamalca, Amazonas.

La misma que presento para optar: Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Alan Alvarado Vigo

Chachapoyas, 05 de Agosto de 2019

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS	vii
JURADO EVALUADOR	viii
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ix
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	x
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS	5
2.1 Objeto de estudio	5
2.2 Diseño de la investigación	5
2.3 Variables de estudio	5
2.4 Muestra	6
2.5 Métodos	7
2.6 Técnicas	7
a. Sólidos solubles totales	7
b. Potencial de hidrógeno	7

c. Humedad.....	7
d. Cenizas	7
e. Tamaño del Grano	8
f. Acidez titulable.....	8
g. Análisis Sensorial	8
2.7 Procedimiento	10
III. RESULTADOS.....	11
3.1. Caracterización fisicoquímica de café variedad Catimor en relación a diferentes altitudes.....	11
3.2. Comparación de la calidad sensorial de café en la variedad Catimor, en las diferentes altitudes.....	19
3.3. Evaluación de la interacción entre la calidad fisicoquímica y sensorial del café variedad Catimor a diferentes altitudes	21
IV. DISCUSIONES.....	23
V. CONCLUSIONES.....	28
VI. RECOMENDACIONES.....	29
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable “Calidad”	5
Tabla 2. Altitudes consideradas para la toma de muestras de café variedad Catimor en el distrito de Jamalca	6
Tabla 3. Prueba de Duncan para °Brix	12
Tabla 4. Prueba de Duncan para la humedad oro verde	14
Tabla 5. Prueba de Duncan para la humedad de café molido.....	15
Tabla 6. Prueba de Duncan para el pH	17
Tabla 7. Prueba de Duncan para la acidez titulable.....	18
Tabla 8. Determinación del tamaño del grano de café variedad Catimor	18
Tabla 9. Puntaje total promedio obtenido.....	20
Tabla 10. Efecto de la altitud sobre la calidad fisicoquímica.....	21
Tabla 11. Efecto de la altitud sobre la calidad sensorial.....	21
Tabla 12. Pruebas de efectos inter-sujetos de los indicadores fisicoquímicos.	22
Tabla 13. Pruebas de efectos inter-sujetos de la evaluación sensorial	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de medias del contenido de cenizas a diferentes altitudes.....	11
Figura 2. Comparación de medias de °Brix del café a diferentes altitudes.....	12
Figura 3. Comparación de medias de la humedad oro verde del café a distintas altitudes	13
Figura 4. Comparación de medias del contenido de humedad del café tostado molido a diferentes altitudes.....	15
Figura 5. Comparación de medias del nivel de pH de café a diferentes altitudes.....	16
Figura 6. Comparación de medias de la acidez titulable del café variedad Catimor a diferentes altitudes.....	17
Figura 7. Comparación de medias para el rendimiento de café variedad Catimor a diferentes altitudes.....	19
Figura 8. Comparación de medias del puntaje total del perfil en taza del café variedad Catimor a diferentes altitudes	20

RESUMEN

El café es una de las bebidas de mayor consumo a nivel mundial y es el segundo producto más comercializado después del petróleo. Esta potencialidad del café se debe a la calidad que posee y está influenciado por distintos factores tanto externos como internos. En el presente trabajo se evaluó la influencia de la altitud sobre la calidad del café variedad Catimor en el distrito de Jamalca. Los resultados evidenciaron que las características fisicoquímicas evaluadas en las muestras presentan variación con respecto a la altitud del cultivo, identificando que las que presentan mayor diferencia significativa son el pH con un valor máximo de 4,947 a una altitud de 1717 msnm (Las Antenas) y mínimo de 4,813 a 1547 msnm (Santa Cruz 1), y los sólidos totales (°Brix) con resultados máximo de 1,33743 °Brix a 1618 msnm (Tilapia) y menor a 1,33660 °Brix a 1261 msnm (Huachaca 1), se evidencia además un rendimiento físico superior a 74% que demuestra un producto de buena calidad. En el análisis organoléptico se obtuvo un resultado de 81.63 puntos en taza a una altitud de 1114 msnm (Jamalca) incrementando así conforme la altitud del cultivo con un valor máximo de 83.75 puntos en taza a 1618 msnm (Tilapia), concluyendo finalmente que la calidad del café de esta variedad es favorablemente influenciada por la altitud.

Palabras clave: Catimor, sensorial, fisicoquímico.

ABSTRACT

Coffee is one of the most consumed beverages worldwide and is the second most commercialized product after oil. This coffee potential is due to the quality it has and is influenced by different external and internal factors. In this work, the influence of altitude on the quality of the Catimor coffee variety in the district of Jamalca was evaluated. The results showed that the physicochemical characteristics evaluated in the samples show variation with respect to the altitude of the crop, identifying that the ones with the greatest significant difference are the pH with a maximum value of 4,947 at an altitude of 1717 meters above sea level (Las Antenas) and minimum from 4,813 to 1547 amsl (Santa Cruz 1), and total solids (° Brix) with maximum results of 1,33743 ° Brix at 1618 amsl (Tilapia) and less than 1,33660 ° Brix at 1261 amsl (Huachaca 1), There is also a physical performance of over 74%, which demonstrates a good quality product. In the organoleptic analysis, a result of 81.63 cup points was obtained at an altitude of 1114 meters above mean sea level (Jamalca), thus increasing according to the altitude of the crop with a maximum value of 83.75 cup points at 1618 meters above mean sea level (Tilapia), finally concluding that the quality Coffee of this variety is favorably influenced by altitude.

Key words: Catimor, sensory, physicochemical.

I. INTRODUCCIÓN

El distrito de Jamalca es uno de los siete distritos de la Provincia de Utcubamba, ubicado en el Departamento de Amazonas, en el norte del Perú, con una elevación de 1201 msnm y una superficie de 358 km² (Municipalidad Provincial de Utcubamba, 2017). Encontrando en toda su superficie múltiples climas, en las que se cultiva entre otros productos el café, predominando la variedad catimor por su resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*) siendo en este ámbito el lugar en el que se desarrolla la presente investigación.

El café es una de las bebidas de mayor consumo a nivel mundial, tal como señala la Organización Internacional del Café (ICO, por su siglas en inglés) “el café es el segundo producto más comercializado después del petróleo” (Castrillón et al., 2017).

El café, como menciona Lázaro (2012) es una planta que se denomina cafeto, pertenece al género *Coffea*, de la familia Rubiaceae. Sus plantaciones tienen una altura de 2 a 3 m con el fin de facilitar el cultivo y la recolección, la flor es de color blanco, tiene un olor parecido al jazmín y una vida muy corta (tres días), el fruto es una drupa, la cual exteriormente consta del epicarpio o cáscara de color rojo o amarillo a la madurez, el mesocarpio que es gelatinoso y el endocarpio llamado pergamino.

Catimor es un cruce entre Timor (híbrido de robusta y arábica muy resistente a la oxidación) y Caturra, fue creada en Portugal en 1959. El híbrido Timor se caracteriza por tener genes resistentes a Roya (*H. vastatrix*). La maduración es temprana y la producción es muy alta, por lo que deben ser monitoreados de cerca, son pequeños en estatura, tienen grandes frutos y semillas de café. Se adapta bien a regiones más bajas pero a una altura mayor tiene una mejor calidad de taza (Gamonal, 2014), los catimores son muy precoces y productivos, exigentes al buen manejo agronómico, especialmente a la fertilización y manejo de sombra. Presenta mayor susceptibilidad a *Mycena citricolor* en zonas altas, por lo que su cultivo es recomendado en zonas bajas y medias (García, 2012).

El café es uno de los productos del mercado mundial que se comercializa en base a su calidad, donde se destaca por su aroma, acidez, cuerpo y consistencia. Gamboa, Mosquera, y Paz (2015) mencionan que el 80 % de la producción mundial corresponde a la especie *Coffea arabica*, en el caso de Perú, se ha convertido en principal producto agrícola de

exportación, debido a la calidad en sabor y aroma que resultan agradables para los consumidores; en el caso de la región Amazonas Torres y Siche (2017) mencionan que debido a su biodiversidad, se constituye como la cuarta región cafetalera del país en importancia, con 32 853,47 t de producción de café pergamino en el año 2013.

Este producto al ser una de las principales fuentes de ingresos económicos, es de gran importancia su estudio para lograr un mayor aprovechamiento del mismo, como se mencionó anteriormente la calidad que presentan los granos en sus diversas variedades es la principal fortaleza económica. Para la calidad en el café, Oblitas et al. (2011) sostienen que dependen de factores externos: climáticos, edáficos, geográficos y de prácticas culturales; por otra lado la altitud según Cheong et al. (2013) y Gamonal (2014) indican que es necesario su influencia ya que estas redundarán mucho en la calidad que ayudará a los caficultores a tener mejores ingresos, mayor responsabilidad y agregar mayor valor a las actividades que ellos realizan.

Gamonal (2014) y Lara (2005) indican que la calidad en café se refiere a las cualidades o características intrínsecas del grano de café y de su infusión, la variación de esta propiedad está determinada por factores genéticos y no genéticos.

Asimismo Gamonal (2014) indica que tenemos cuatro factores no genéticos relacionadas con la calidad del café (altitud, pluviometría, acidez del suelo y la sombra) y dos factores genéticos (producción y granulometría). Asimismo, la calidad de los granos depende de varios factores tales como; la variedad cultivada, las condiciones ambientales, el estado de maduración, las plagas y enfermedades, así como de las prácticas culturales. En este producto, el proceso pos cosecha mantiene la calidad del grano y en ocasiones la desmejora.

La altitud modifica las características físicas del grano, el café de altura es de un color verde gris azulado, de menor tamaño pero más denso y con una ranura irregular y cerrada, mientras tanto el café de poca altura es verde pálido, con una ranura abierta, regular y es menos denso (Jarata, 2015). Según la bibliografía revisada es necesario señalar que la altitud influye en la calidad del fruto, haciéndolo más fino conforme es más alto sobre el nivel del mar.

Gamonal (2014) menciona que el efecto de la altitud en cuatro variedades de café (Catuai, Caturra, Pache y Catimor) influyó en la característica física de ancho y espesor, sobresaliendo en mayor medida la que tiene mayor altitud. En característica sensorial, la

altitud mejoró la fragancia/aroma en la variedad caturra, así mismo tuvo mayor calificación de calidad en taza la de mayor altitud (1000 msnm – 1200 msnm). En el caso de la variedad Catimor (800 msnm – 1000 msnm) en dicho estudio se obtuvo que fue la que obtuvo mayor gramaje en merma (perdida), asimismo presentó un brocado grave pero resistente a la roya, en cuanto a su granulometría presentó granos más pequeños a comparación de las otras variedades, y en calidad de taza la variedad Catimor fue la que presentó la más baja puntuación a diferencia de las demás variedades.

Cárdenas (2017) en cuanto a la variedad de café para la variedad Catimor Rojo presentó diferencias significativas para la calidad física, en las características sensoriales influye significativamente en fragancia/aroma, sabor, acidez y balance; en promedio en los tres pisos altitudinales también se obtuvo mejor calificación de calidad en taza.

Delgado y Jibaja (2017) en su estudio realizado sobre la variedad Catimor, que dicha variedad en sistema altitudinal bajo (1016 msnm) obtuvo que las características físicas fueron afectadas por el tipo de riego, horas de fermentación y tipos de secado. Asimismo, en lo concerniente a las características organolépticas de esta variedad no fueron afectadas por las variables estudiadas, deduciendo que el resultado en taza fue afectado por factores externos como: en toda el área se empleó la misma dosis de fertilización, estuvieron al mismo nivel altitudinal.

Jarata (2015) indica que en la variedad Catimor en función de la altitud tiene el siguiente rendimiento, de la zona baja (800 msnm – 1000 msnm) tiene 78,29%, zona media (1000 msnm – 1400 msnm) con 77,59% y zona alta (1400 msnm – 1600 msnm) con 76,25%, existiendo una diferencia significativa entre las muestras. En perfil de taza y sus características, el mejor puntaje fue de la muestra de zona alta con un aroma floral 7,83 puntos, sabor achocolatado y vainilla 7,50 puntos, acidez alta 8,17 puntos y cuerpo medio 7,58 puntos. Frente a las muestras de zona baja con un aroma floral de 7,17 puntos, sabor achocolatado 7,25 puntos, acidez ligero 7,17 puntos, cuerpo medio 7,42 puntos y la zona media con un aroma a caramelo 7,50 puntos, sabor achocolatado 7,5 puntos, acidez media 7,60 puntos y cuerpo medio 7,67 puntos. De esto podemos deducir que los resultados obtenidos evidencian que la altitud por influencia de condiciones del clima tiene un efecto significativo en los atributos de aroma y acidez, pero no tiene efecto significativo en cuanto a sabor y cuerpo del café.

Es evidente en base a los antecedentes que la altitud genera diferencias sobre los atributos físicos, sensoriales y químicos en el café, esta influencia varía según altitud, climas, variedad, y otros factores externos que contribuyen en la formación de la calidad del café.

Por ello la presente investigación se enfocó al estudio de la interacción de la calidad del café variedad Catimor en función del factor altitud, la calidad fue evaluada mediante indicadores fisicoquímicos y pruebas de catación realizada por expertos. Para cada uno de los ítems evaluados, se realizaron las pruebas por triplicado y se analizaron los datos estadísticamente mediante pruebas multivariantes y test de rangos múltiples (Duncan) para determinar la interacción de la altitud sobre la calidad.

Se apreció a través del trabajo que existe una importante influencia de la altitud sobre la calidad fisicoquímica y sensorial, pero es necesario ampliar a más investigaciones para poder determinar posibles tendencias que se pueden dar entre los factores estudiados.

Lo expuesto, sirve como referencia para el desarrollo de una evaluación más profunda de la calidad en términos fisicoquímicos y sensoriales en el café variedad Catimor y su relación a diferentes altitudes, con el fin de generar información que motive a los productores y signifique un aporte para mejorar la producción y calidad del café referente a dicha variedad, así como también beneficiar a cooperativas, asociaciones y productores del distrito y la región.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Objeto de estudio

Para el presente trabajo el objeto de estudio fue evaluar la calidad del café variedad Catimor en relación a diferentes altitudes.

2.2 Diseño de la investigación

El diseño para la investigación fue no experimental, de un factor de estudio (piso altitudinal), a través del cual se determinó la existencia de diferencia significativa en la calidad del café variedad Catimor en el distrito de Jamalca.

2.3 Variables de estudio

La variable de estudio fue la calidad fisicoquímica y sensorial del café, en la variedad Catimor según siete diferentes altitudes del distrito de Jamalca.

Tabla 1. Operacionalización de la variable “Calidad”

Variable	Descripción Conceptual	Descripción Operacional	Dimensiones	Indicadores
Calidad	La Calidad es aquella cualidad de las cosas que son de excelente creación, fabricación o procedencia, Calidad describe lo que es bueno, por definición, todo lo que es de calidad supone un buen desempeño	La calidad del café está determinada por factores: ambientales, genéticos, agronómico y agroindustriales	Fisicoquímica	°Brix Potencial de Hidrógeno de 0-14 % % cm % meq del ácido cafeico
			<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos Solubles - pH - Humedad - Cenizas - Tamaño del grano - Acidez titulable 	
			Sensorial:	Puntuación en perfil de taza
			<ul style="list-style-type: none"> - Análisis sensorial 	

2.4 Muestra

La muestra estuvo conformada por la producción de café de diferentes altitudes (localización mediante GPS).

Tabla 2. Altitudes consideradas para la toma de muestras de café variedad Catimor en el distrito de Jamalca

Zona	Sector	Altitud	Georreferenciación
1	Jamalca	1114	S: 5°53'26.298" W: 78°14'06.198"
2	Huachaca 1	1261	S: 5°53'56.046" W: 78°15'01.920"
3	Huachaca 2	1338	S: 5°54'12.732" W: 78°14'59.292"
4	Santa Cruz 1	1547	S: 5°54'37.794" W: 78°13'17.862"
5	Santa Cruz 2	1529	S: 5°54'11.412" W: 78°13'47.250"
6	Tilapia	1618	S: 5°54'20.910" W: 78°13'55.956"
7	Las Antenas	1717	S: 5°54'40.758" W: 78°13'52.998"

Las tomas de muestras se harán por triplicado para la realización de la evaluación del café.

2.5 Métodos

El método del trabajo de investigación utilizado es deductivo, debido a que se determinó la influencia de la altitud en la calidad (físicoquímica y sensorial) del café variedad Catimor.

2.6 Técnicas

a. Sólidos solubles totales

Se evaluaron los grados sólidos solubles (°Brix) según la AOAC 932.14 con el refractómetro, en las muestras catadas. Los resultados fueron dados en °Brix.

b. Potencial de hidrógeno

El análisis de la concentración del ion de hidrógeno con un potenciómetro digital. En un vaso se colocó 10 mL del café líquido analizando pH por triplicado para cada altitud mediante el potenciómetro.

c. Humedad

Se midió el contenido de humedad a una muestra de 3 g de café variedad Catimor por piso altitudinal (con tres repeticiones por zona) en la balanza halógena de humedad, los resultados obtenidos fueron dados en porcentaje.

d. Cenizas

Se recurrió a la técnica descrita según la Norma Técnica Peruana (2008)

- Se pesó al 0,1 mg en una cápsula previamente calcinada y tarada (m_0) 2 gramos de muestra homogeneizada (m_1).
- Se precalcino previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego se colocó en la mufla e incineró a 550 °C por 8 horas, hasta cenizas blancas o grisáceas.
- Se deja enfriar en desecador y pesamos (m_2).

- Calculamos las cenizas totales:

$$\%Cenizas\ totales = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

e. Tamaño del Grano

Se realizaron las medidas del grano pergamino mediante la utilización del equipo de Vernier.

f. Acidez titulable

- Se llenó una bureta con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N o 0,1 M.
- Se tomó la lectura de la cantidad de solución del álcali de la bureta.
- Se introdujo la muestra acondicionada en un matraz Erlenmeyer.
- Se adicionaron 3 a 4 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador.
- Se adicionaron gota a gota la solución de hidróxido de sodio, al mismo tiempo se gira el Erlenmeyer con la muestra lentamente.
- Hasta que se observó la aparición del color rosa, a partir del cual se detiene la titulación y se sigue girando el Erlenmeyer durante 15 segundos para ver si el color permanece.
- Se tomó la lectura en la bureta del gasto del álcali usado para neutralizar la acidez de la muestra.

g. Análisis Sensorial

Para dicho análisis se realizó mediante puntuación de perfil de taza, y se recurrió a la técnica descrita utilizada por Valencia, Pinzón y Gutiérrez (2015).

- Se adecuaron las 05 tazas.
- Se humedecieron con agua caliente para esterilizar.
- Se pesaron 13 gramos de café tostado y son adicionados, luego se adicionarán de forma circular, para humedecer todo el café, 200 mililitros de agua.

- Luego se dejó reposar completamente.
- Para el análisis de perfil de taza se contó con la presencia de un catador certificado, los cuales calificaron los siguientes atributos sensoriales:

Fragancia/Aroma: Los aspectos aromáticos incluyen la fragancia definida como el olor del café de la muestra molida cuando todavía está seca, y el aroma el olor del café mezclado con agua caliente.

Sabor: El sabor se refiere al gusto y está compuesto por los elementos del café tostado y molido disuelto en agua que han sido extraídos durante el proceso de preparación de la bebida; estos componentes incluyen minerales, aceites y ácidos orgánicos.

Sabor/Residual: Este sabor viene a ser el postgusto generado después de evaluar el ítem antes indicado.

Acidez: Los sabores ácidos los percibimos principalmente en sustancias que son ácidas. Estos compuestos contienen átomos de hidrógeno, que son los principales responsables de dicho sabor.

Cuerpo: La calidad del cuerpo se basa sobre la sensación táctil del líquido en la boca, especialmente como es percibido entre la lengua y el paladar. La mayoría de las muestras con cuerpo pesado pueden recibir una cuenta alta en términos de la calidad debido a la presencia de coloides (de infusión).

Balance: Se define como los aspectos del sabor, sabor residual, cuerpo y acidez que se complementan y trabajan juntos.

Uniformidad: Se refiere a la consistencia del sabor en las diferentes tazas probadas.

Taza limpia: Se refiere a la ausencia de impresión negativa en las distintas tazas a catar.

Dulzura: Es uno de los atributos del café arábica por la presencia de carbohidratos y se pueden relacionar con frutos dulces.

Puntaje del catador: Es un parámetro más como los anteriormente descritos, y se refiere a cuanto le gusto o no el café al catador.

Puntaje total: El aspecto "total" del puntaje se da para reflejar la calificación integrada de la muestra percibida por cada panelista, es decir, es la suma de todos los ítems evaluados anteriormente.

2.7 Procedimiento

Se recolectaron las muestras de las diferentes altitudes en el distrito de Jamalca, teniendo en cuenta que en cada piso se contó con tres repeticiones.

Se realizaron las pruebas de evaluación fisicoquímico por cada piso altitudinal con tres repeticiones.

Luego siguiendo la técnica descrita se realizó la evaluación de perfil de taza de la misma forma que para la evaluación anterior.

Para los análisis fisicoquímicos y sensoriales se utilizó un análisis de varianza (ANOVA), con el cual se describió el impacto de un solo factor categórico “altitud” sobre una variable dependiente “calidad”.

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización fisicoquímica de café variedad Catimor en relación a diferentes altitudes

- Cenizas

Con respecto al contenido de cenizas en la figura 1 se observa que, a la altitud de 1114 msnm se obtuvo un promedio de 3,28% y en Huachaca 1 y 2 (1261 msnm y 1338 msnm respectivamente) se obtuvo el mayor valor promedio de 3,97% de contenido de cenizas. Sin embargo, en la comparación de medias y con la prueba de Duncan (ver Anexo C) no existe diferencia significativa en el contenido de cenizas en función de las altitudes estudiadas.

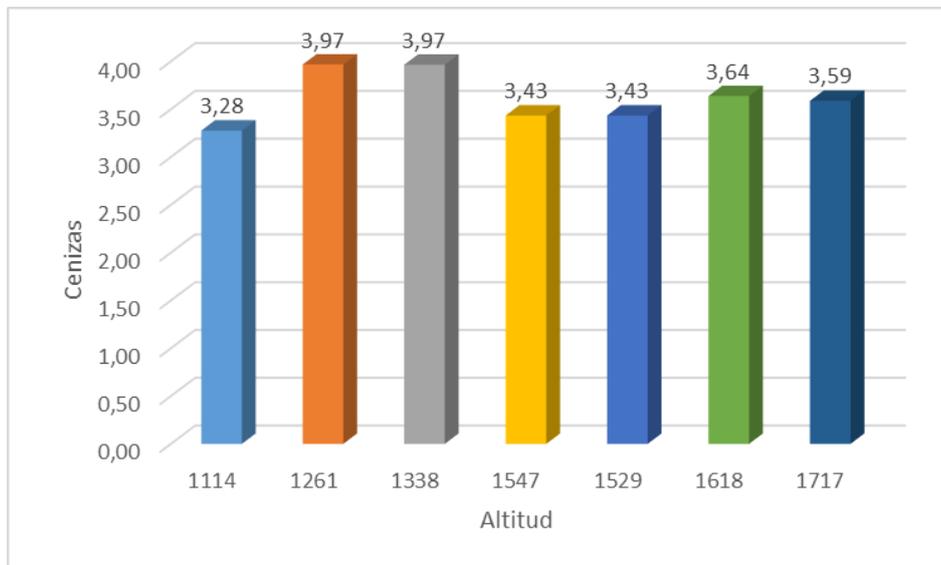


Figura 1. Comparación de medias del contenido de cenizas a diferentes altitudes.

- °Brix

Con respecto al °Brix, en la figura 2 se puede apreciar que a 1618 msnm se tiene 1,33743 °Brix en comparación al valor obtenido a 1261 msnm que es de 1,33660 °Brix; estos valores si bien no demuestran gran diferencia al realizar la comparación de medias del contenido de °Brix en función de las altitudes, se aprecia que los datos recopilados en las altitudes evaluadas han variado en sus valores, pero en el promedio en general en la comparación resultan próximas a 1,33700.

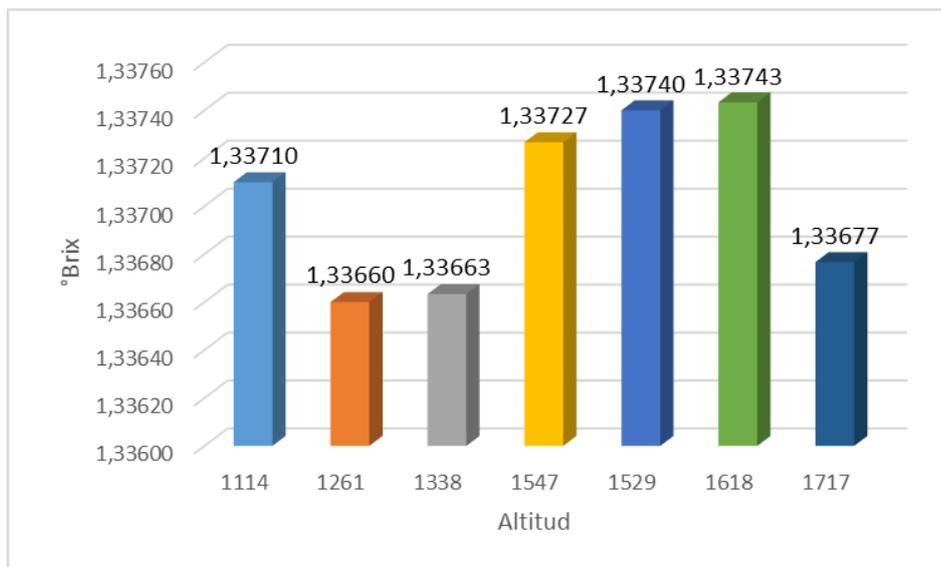


Figura 2. Comparación de medias de °Brix del café a diferentes altitudes

En la tabla 3, a través del test de comparaciones múltiples; se logró comparar las medias del contenido de °Brix en función de las altitudes, formándose tres subconjuntos presentando una diferencia significativa sobre el contenido de la misma, en la cual se observa que en el lugar Tilapia (1618 msnm) tiene un mayor °Brix en comparación al menor valor obtenido proveniente del lugar Huachaca 1 (1261 msnm).

Tabla 3. Prueba de Duncan para °Brix

°BRIX			
Altitud (msnm)	Subconjunto		
	1	2	3
1261	1,33660		
1338	1,33663		
1717	1,33677		
1114		1,33710	
1547			1,33727
1529			1,33740
1618			1,33743
Sig.	0,390	0,082	0,105

- **Humedad oro verde**

Con respecto a la humedad oro verde se evaluó antes de realizar el tostado, obteniendo un mayor contenido de humedad en Huachaca 2 (1338 msnm) de 12,43% en promedio, en comparación a la menor humedad registrada de 10,47% en Santa Cruz 2 (1529 msnm).

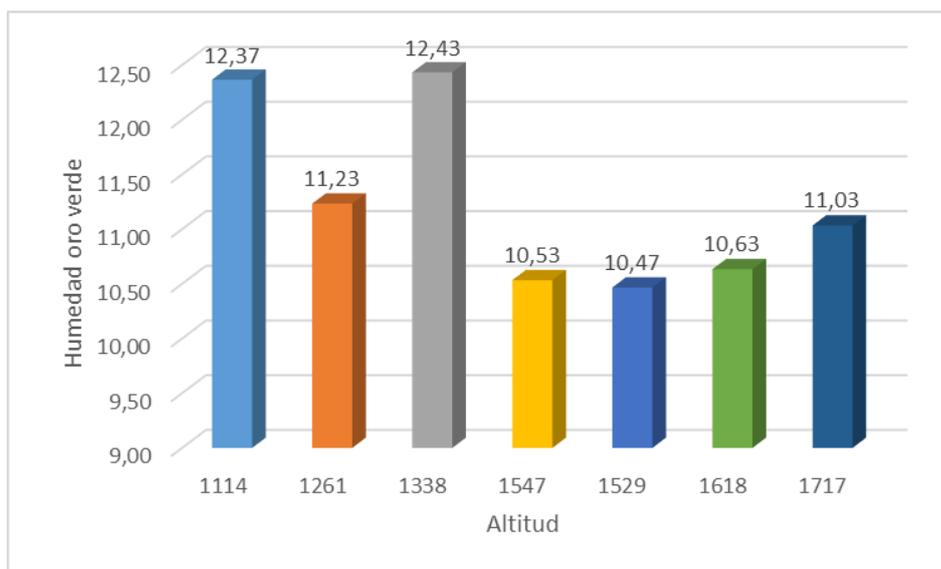


Figura 3. Comparación de medias de la humedad oro verde del café a distintas altitudes

Al realizar la prueba de Duncan para la humedad oro verde se evidencio que la altitud al interactuar sobre este indicador provoca la formación de tres subconjuntos homogéneos (ver tabla 4) que difieren sobre el contenido del mismo, así mismo entre cada uno de los subconjuntos que se han agrupado los datos obtenidos no evidencian diferencias entre ellos.

Tabla 4. Prueba de Duncan para la humedad oro verde

Humedad oro verde			
Altitud (msnm)	Subconjunto		
	1	2	3
1529	10,47		
1547	10,53		
1618	10,63		
1717		11,03	
1261		11,23	
1114			12,37
1338			12,43
Sig.	0,238	0,142	0,612

- Humedad del café tostado molido

Para el contenido de humedad del café tostado molido (ver figura 4); a una altitud de 1114 msnm (Jamalca) se obtuvo un bajo porcentaje de humedad en el café tostado molido (1,410%), y a una mayor altitud (1618 msnm) un porcentaje de 2,007%.

Asimismo, a través de la comparación de medias se evidencia la variación en el contenido de humedad en el café tostado molido a diferentes altitudes, en la comparación se puede apreciar que los datos recopilados para la determinación de medias tienen una variación conforme aumenta la altitud, que demuestra una vez más la variabilidad de este indicador a diferentes altitudes.

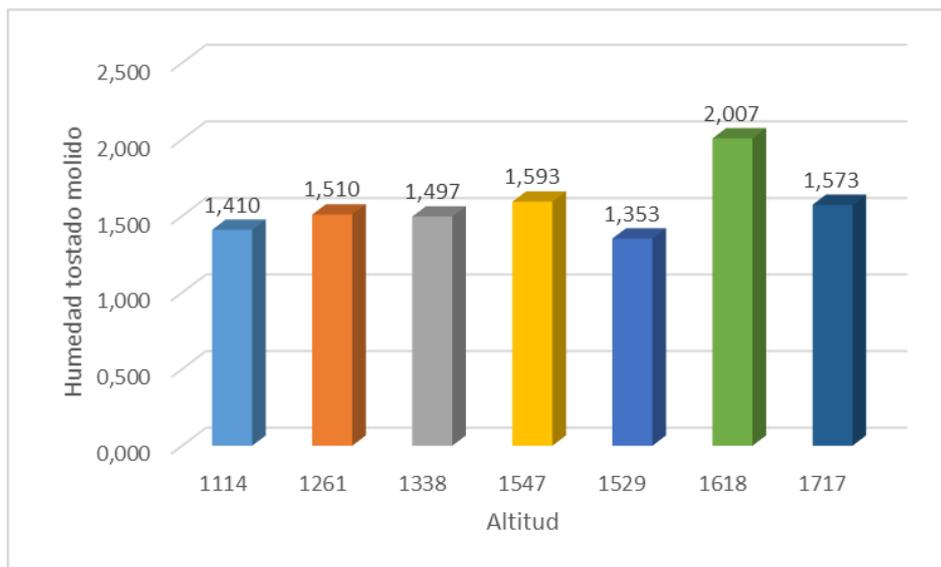


Figura 4. Comparación de medias del contenido de humedad del café tostado molido a diferentes altitudes

En el caso de la humedad del café tostado molido, se formaron dos subconjuntos homogéneos del cual se puede observar en la tabla 5 que difieren entre sí en el contenido de humedad obteniendo una alta humedad en el café variedad Catimor proveniente del lugar Tilapia (1618 msnm) en comparación a los otros seis lugares estudiados en la presente investigación, evidenciando que existe una ligera interacción de la altitud sobre este indicador fisicoquímico.

Tabla 5. Prueba de Duncan para la humedad de café molido

HUMEDAD TOSTADO MOLIDO		
Altitud (msnm)	Subconjunto	
	1	2
SANTA CRUZ 2	1,353	
JAMALCA	1,410	
HUACHACA 2	1,497	
HUACHACA 1	1,510	
LAS ANTENAS	1,573	
SANTA CRUZ 1	1,593	
TILAPIA		2,007
Sig.	0,131	1,000

- pH

Para el caso del pH en el café de la variedad Catimor, se observó que a 1717 msnm (Las Antenas) el pH es de 4,947 y a 1547 msnm (Santa Cruz 1) un pH de 4,813; estos valores que sirven como referencia del máximo y mínimo pH determinado en el café a diferentes altitudes, se aprecia una notoria interacción de la altitud (lugares) sobre el pH en el café de variedad Catimor.

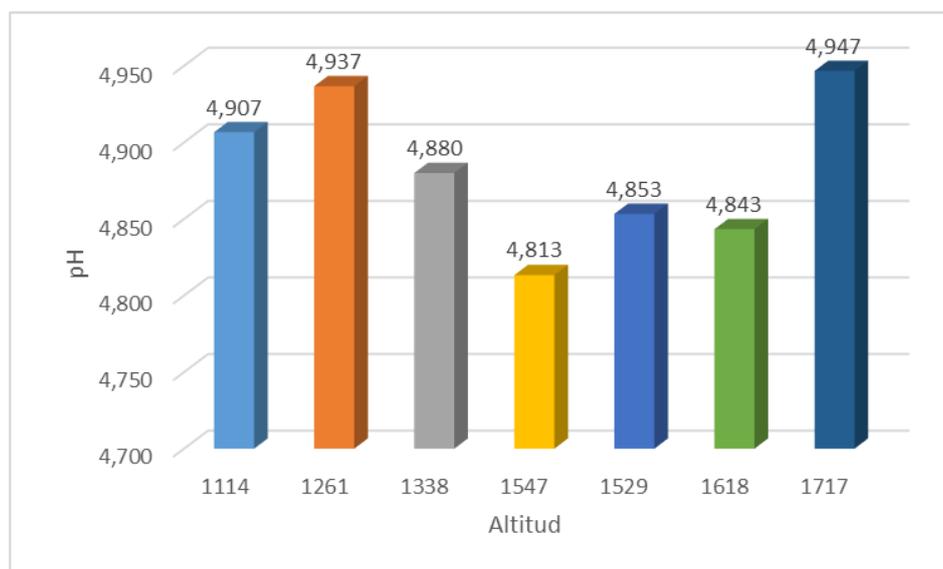


Figura 5. Comparación de medias del nivel de pH de café a diferentes altitudes

En la tabla 6, se observa una notoria interacción de la altitud (lugares) sobre el pH en el café variedad Catimor, formándose un total de 5 subconjuntos demostrando a través de la comparación de las medias del pH sobre cada uno de los lugares, que difieren significativamente, se puede observar en la tabla que el mayor y menor valor del pH es en lugar de Las Antenas (1717 msnm) y Santa Cruz 1 (1547 msnm) respectivamente.

Tabla 6. Prueba de Duncan para el pH

PH					
Altitud (msnm)	Subconjunto				
	1	2	3	4	5
1547	4,813				
1618		4,843			
1529		4,853			
1338			4,880		
1114				4,907	
1261					4,937
1717					4,947
Sig.	1,000	0,298	1,000	1,000	0,298

- **Acidez titulable**

En cuanto a la acidez titulable obtenida; se puede apreciar en la figura 6 que el mayor valor obtenido es de la muestra proveniente del lugar de Tilapia (1618 msnm) con un valor de 3,543 y en el caso de Huachaca 2 (1338 msnm) una menor acidez titulable determinada en el café con un valor de 2,362.

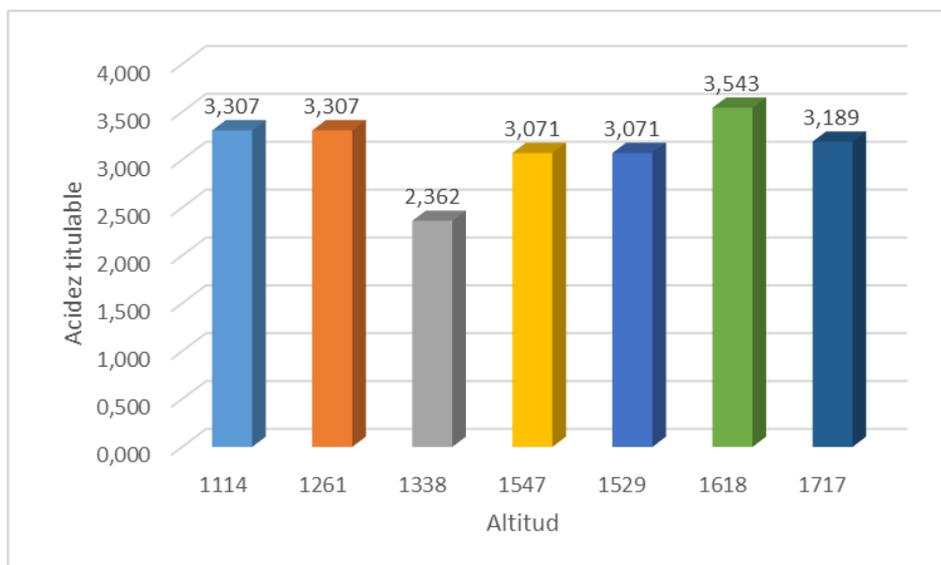


Figura 6. Comparación de medias de la acidez titulable del café variedad Catimor a diferentes altitudes

En cuanto a la acidez titulable obtenida; se puede observar en la tabla 7 la formación de dos subconjuntos en donde al menos uno de los valores obtenidos ha diferido del resto de lugares existiendo diferencia significativa entre las altitudes estudiadas, teniendo a Huachaca 2 (1338 msnm) y Tilapia (1618 msnm) como el máximo y mínimo valor obtenido.

Tabla 7. Prueba de Duncan para la acidez titulable

ACIDEZ TITULABLE		
Altitud (msnm)	Subconjunto	
	1	2
1338	2,362	
1547		3,071
1529		3,071
1717		3,189
1261		3,307
1114		3,307
1618		3,543
Sig.	1,000	0,062

- Tamaño de grano

En la tabla 8 se muestra los resultados obtenidos concernientes al tamaño del grano, expresados en porcentajes por número de malla, esta actividad nos ayuda para hallar el rendimiento en físico ya que, según este, la calidad organoléptica y la bolsa de valores definen el precio del producto.

Tabla 8. Determinación del tamaño del grano de café variedad Catimor

Altitudes (msnm)	Tamaño de Grano								
	Tamiz N°								
	20 (7,94 mm)	19 (7,54 mm)	18 (7,14 mm)	17 (6,75 mm)	16 (6,35 mm)	15 (9,95 mm)	14 (5,56 mm)	13 (5,16 mm)	Rendimi ento
1114	0,00 %	0,00 %	0,00 %	8,77 %	25,48 %	42,27 %	19,56 %	3,91 %	79,7 %
1261	0,00 %	2,17 %	15,80 %	22,90 %	35,28 %	17,11 %	6,19 %	0,55 %	74,8 %
1338	0,00 %	0,00 %	2,00 %	20,65 %	58,50 %	14,00 %	4,85 %	0,00 %	79,1 %
1547	0,00 %	0,00 %	8,68 %	50,15 %	19,68 %	15,55 %	4,50 %	1,44 %	79,6 %
1529	1,97 %	4,40 %	20,12 %	27,11 %	37,65 %	8,75 %	0,00 %	0,00 %	80,3 %
1618	4,48 %	20,78 %	38,14 %	30,48 %	6,13 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	78,9 %
1114	3,52 %	15,28 %	29,08 %	37,57 %	14,55 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	80,1 %

- Rendimiento en físico

Para el caso del rendimiento en la figura 7 se observa que cada punto en la gráfica representa la media marginal estimada de una variable (rendimiento) en cada nivel del factor lugar (altitud) estudiado, si bien no se puede establecer una tendencia de comportamiento lo que se puede evidenciar es la interacción de estas dos variables estudiadas. El mayor rendimiento obtenido es en lugar de Santa Cruz 2 (1529 msnm) con un 80,3% y el menor rendimiento en el lugar de Huachaca 1 (1261 msnm) con 74,8%.

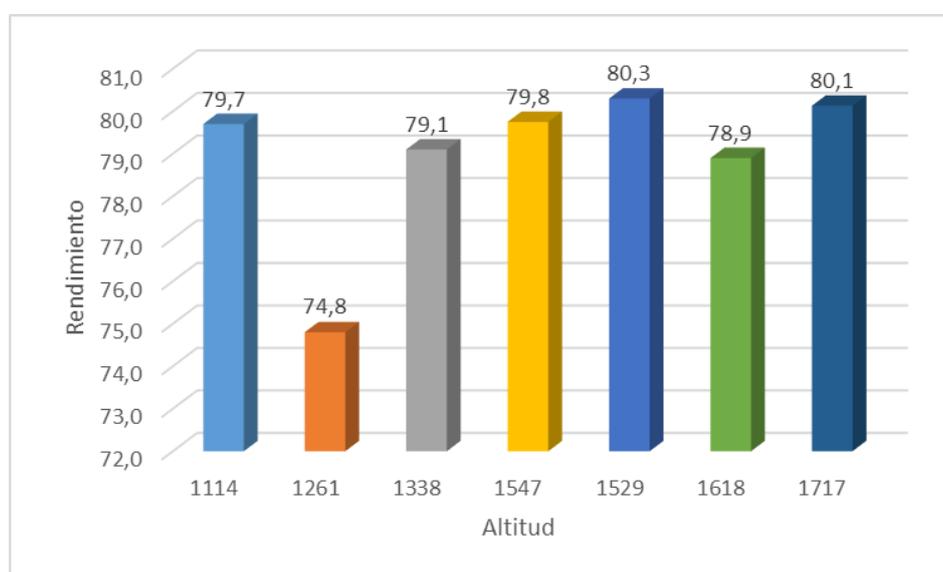


Figura 7. Comparación de medias para el rendimiento en físico de café variedad Catimor a diferentes altitudes

3.2. Comparación de la calidad sensorial de café en la variedad Catimor, en las diferentes altitudes

Como parte de la presente investigación se realizó la catación a través de expertos certificados para llevar a cabo dicha evaluación, que tuvo como objetivo el comparar la calidad sensorial de café de la variedad Catimor cultivadas a diferentes altitudes, los resultados también fueron analizados mediante el test de rangos múltiples (ver Anexo C).

En la figura 8, se muestra el promedio de los puntajes de perfil de taza obtenidos; de los cuales el café del sector Tilapia (1618 msnm) obtuvo un mejor puntaje en taza de 83,75 evidenciando un mejor desarrollo de sus atributos sensoriales con respecto al resto de

muestra evaluadas, así también el café proveniente del sector Jamalca (1114 msnm) obtuvo un menor puntaje en taza de 81,63 de todas las muestras evaluadas.

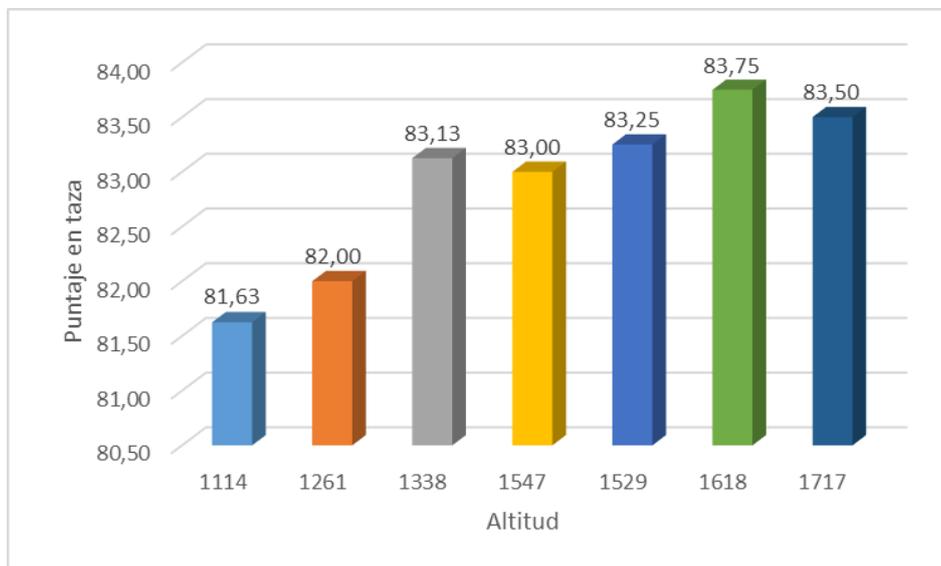


Figura 8. Comparación de medias del puntaje total del perfil en taza del café variedad Catimor a diferentes altitudes

En cuanto a cada indicador evaluado; en lo que respecta a sabor y balance no se ha presentado diferencia significativa en el puntaje dado por los catadores, mientras que, en los indicadores de aroma, sabor/residual, acidez, cuerpo y puntaje de catador si hay diferencia en el puntaje obtenido (ver Anexo C). Sin embargo, es necesario resaltar, que en todos los casos el puntaje de calidad de café es superior a 80 (ver tabla 9).

Tabla 9. Puntaje total promedio obtenido

Lugar	Jamalca	Huachaca 1	Huachaca 2	Santa Cruz 1	Santa Cruz 2	Tilapia	Las Antenas
Altitud (msnm)	1114	1261	1338	1547	1529	1618	1717
Puntaje	81,625	82	83,125	83	83,25	83,75	83,5

3.3. Evaluación de la interacción entre la calidad fisicoquímica y sensorial del café variedad Catimor a diferentes altitudes

Con el fin de visualizar el efecto de las siete altitudes tomadas como referencia en el distrito de Jamalca se realizaron cuatro pruebas multivariantes, en la tabla 10 se observa que existe interacción de la altitud sobre los indicadores fisicoquímicos que determinan la calidad en el café variedad Catimor con una significancia menor a 0,05 con lo cual estadísticamente existe diferencia de la calidad fisicoquímica a diferentes altitudes.

Tabla 10. Efecto de la altitud sobre la calidad fisicoquímica

	Efecto	Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Altitud	Traza de Pillai	3,693	3,736	36,000	84,000	0,000
	Lambda de Wilks	0,000	10,306	36,000	42,283	0,000
	Traza de Hotelling	77,808	15,850	36,000	44,000	0,000
	Raíz mayor de Roy	44,626	104,128 ^c	6,000	14,000	0,000

En la Tabla 11 se observa el efecto de la variable de interacción “altitud” que modifica los indicadores de estudio de la calidad sensorial, en tres de las cuatro pruebas que evaluaron este efecto se obtuvo que la altitud influye significativamente sobre la calidad sensorial en el café variedad Catimor.

Tabla 11. Efecto de la altitud sobre la calidad sensorial

	Efecto	Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Altitud	Traza de Pillai	3,643	1,803	36,000	42,000	0,033
	Lambda de Wilks	0,000	3,619	36,000	11,543	0,012
	Traza de Hotelling	140,571	1,302	36,000	2,000	0,529
	Raíz mayor de Roy	103,960	121,287 ^c	6,000	7,000	0,000

Las pruebas de efectos inter-sujetos que se aprecia en la tabla 12 recoge el ANOVA; en ella, los p-valores son todos menores que 0,05, salvo el de la interacción de la altitud en el contenido de cenizas que es de 0,217. Esto quiere decir, que tanto la categoría de lugares (altitud) estudiadas influyen en la calidad fisicoquímica del café variedad Catimor.

Tabla 12. Pruebas de efectos inter-sujetos de los indicadores fisicoquímicos.

	Factores evaluados	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altitud	Cenizas	1,284	6	0,214	1,609	0,217
	°Brix	2,316E-06	6	3,860E-07	8,107	0,001
	Humedad tostado molido	0,817	6	0,136	5,030	0,006
	Humedad oro verde	12,605	6	2,101	84,840	0,000
	Ph	0,044	6	0,007	57,593	0,000
	Acidez titulable	2,499	6	0,416	6,333	0,002
	Rendimiento	64,994	6	10,832		

En la evaluación sensorial llevada a cabo por catadores, a través de la prueba inter-sujetos en todos los indicadores evaluados se obtuvo una diferencia significativa de dichos indicadores en función de la altitud para el café; y solo en lo que respecta a sabor y balance se evidencia que la diferencia significativa es menor (ver tabla 13).

Tabla 13. Pruebas de efectos inter-sujetos de la evaluación sensorial

	Factores evaluados	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altitud	Fragancia /aroma	0,116	6	0,019	4,333	0,038
	Sabor	0,116	6	0,019	2,167	0,167
	Sabor / residual	0,295	6	0,049	5,500	0,021
	Acidez	0,366	6	0,061	6,833	0,012
	Cuerpo	0,429	6	0,071	4,000	0,046
	Balance	0,304	6	0,051	3,778	0,053
	Puntaje del catador	0,295	6	0,049	5,500	0,021
	Puntaje total	7,402	6	1,234	138,167	0,000

En el análisis estadístico para los indicadores, para la presente investigación se realizó la prueba de Duncan para la comparación de medias, con la finalidad de observar si los valores obtenidos son de igual proporción, a través de la conformación de subconjuntos por lo cual se presenta los resultados donde existe esta consideración (Cenizas no se considera en los resultados debido a que no existe una interacción alta de la altitud sobre el contenido de la misma). Esta información complementaria está en el Anexo C, que corroboran la información descrita anteriormente.

IV. DISCUSIONES

Para el contenido °Brix (materia seca (azúcares) disueltas en agua); en la figura 2, el rango de valores obtenidos está entre 1,33660 y 1,33743, asimismo a través de la prueba de Duncan sobre los °Brix (tabla 3) obtenidos en las altitudes estudiadas se ha evidenciado la formación de tres subconjuntos, para lo que se evidencia que la altitud genera variabilidad en el contenido de °Brix, como menciona Valencia et al. (2015) el contenido de sólidos solubles determina la concentración de la infusión de café y por tanto influirá en la calidad sensorial del producto.

En las altitudes estudiadas; los valores máximos de humedad encontradas tanto para café en oro verde y tostado molido fueron de 12,43% (1338 msnm) y 2,007% (1618 msnm) respectivamente, y las mínimas obtenidas en ambos casos fueron de 10,47% y 1,353% (1529 msnm) respectivamente. Estos valores obtenidos en ambos casos, evidencian que la humedad obtenida en la investigación refleja humedades adecuadas para la prevención de un acelerado deterioro de los granos de café; en el caso de la humedad en café oro verde según USAID (citado en Gamonal, 2014) debe estar entre 10 y 12%, el cual es el rango de valores obtenidos en la presente investigación.

En el caso de la humedad, Vaast et al. (citado en Jarata, 2015) afirman que gran parte de la influencia favorable de altitud en la calidad de café es atribuida en parte a los cambios de humedad que se producen al ascender. En las figuras 3 y 4 en lo que respecta a la humedad oro verde y tostado molido lo que se evidencia es un aumento de la humedad conforme se eleva las altitudes estudiadas, pero no existe un patrón de comportamiento de la humedad en función de la altitud. Valencia et al. (2015) mencionan que el contenido de humedad en el café tostado y molido radica en que valores más altos de lo tolerado pueden acelerar el deterioro del producto, estimulando el desarrollo de microorganismos como los hongos; además del deterioro de los lípidos presentes.

En lo concerniente al pH (ver tabla 6) del café proveniente de los distintas altitudes consideradas se ha formado cinco subconjuntos evidenciando claramente una variabilidad, pero en cada uno de estos bloques los valores de pH están cercanos al 4,9; para Valencia et al. (2015) el nivel de pH debe estar entre 4,9 y 5,2 por lo tanto, este indicador es de importancia en la calidad de café porque aporta para el sabor del café (pH menor del 4,9 el café adquiere sabor demasiado ácido, con pH 5,2 es más amargo), la variabilidad de pH entre

las altitudes está determinada por las condiciones climáticas distintas presentadas, a este factor también pueden sumarse las condiciones edáficas y la fermentación que se realiza.

Otro indicador que fue estudiado en café variedad Catimor, fue la acidez titulable; en este indicador para el cálculo del porcentaje se tuvo como predominante el ácido clorogénico. Se aprecia en la figura 6 que a 1618 msnm se obtuvo una mayor acidez de 3,543 y a 1338 msnm un menor contenido de acidez de 2,362, si bien en la figura se aprecia una variación respecto a la altitud, no hay una relación de comportamiento entre estos factores. Espinoza y Godoy (2017) indican que el café mejora su calidad a partir de los 800 msnm. Debido a que la altitud contribuye a que el proceso de formación y maduración de los granos sea lento, y por tanto un desarrollo amplio de una acidez deseable en el café.

Complementariamente a los resultados obtenidos en la figura 6, que se aprecia una variación de la acidez titulable en función de la altitud, la prueba de Duncan (ver tabla 7) sobre este indicador muestra la formación dos subconjuntos donde solo uno de los datos recopilados se diferenciado del resto.

Sobre los indicadores de tamaño del grano y rendimiento que son características netamente físicas y relacionadas entre sí; los resultados evidenciaron diferencias entre las altitudes estudiadas, según Lara (2005) la altitud presenta influencia sobre la determinación de la calidad física del grano (tamaño). En el caso del tamaño de grano (ver tabla 8) para obtener el rendimiento en físico se mide con malla número 14 (55,56 mm de diámetro), esto quiere decir que granos menores a esta medida no son cafés comerciales pasando a ser cafés de segunda. Se evidencia que mientras aumenta la altitud los granos obtenidos de las zonas estudiadas aumentan su tamaño.

El rendimiento que se aprecia en la figura 7 ha demostrado una ligera tendencia de proporcionalidad en función del aumento de la altitud, verificando lo que se mencionó anteriormente respecto a que una mayor altitud genera una mayor calidad física del grano. Jarata (2015) en cuanto al rendimiento indica además que está influenciado por otros factores como la zona de cultivo, manejo agronómico y proceso de beneficiado. Debido a que la altitud modifica las características físicas del grano, existe una variabilidad entre las observaciones sobre los granos, para la investigación se observó la presencia de granos con defectos secundarios leves y granos vanos y brocados; pero en todos los casos se tuvo un rendimiento mayor al 74%.

Escarramán et al. (2007) y Puerta et al. (2016) coinciden en que una mayor altitud influye en los atributos sensoriales y la calidad de la bebida del café. Si observamos los puntajes obtenidos en la tabla 9, asimismo en la figura 8 se observa en los valores de puntaje total cierta tendencia de proporcionalidad directa entre los factores estudiados. Esta influencia de la altitud sobre la calidad sensorial de la bebida de café, es confirmada por Delgado y Jibaja (2017) para la variedad Catimor. Philipps (2017) indica que con altitudes superiores a los 1200 presentan condiciones climáticas para la producción de un café de calidad; para el presente estudio en su totalidad las altitudes en cuanto a su calidad organoléptica superaron el 80%.

En lo que respecta a las características que se evaluaron para obtener la calidad sensorial; Gamonal (2014) indica que a una altura mayor (superior a los 1200) tiene una mejor calidad de taza. En la variedad Catimor; Cardenas (2017) indica que existe diferencias significativas en las características sensoriales de fragancia/aroma, sabor, sabor residual y balance; en la investigación se presentó esta diferencia significativa (Anexo C), esto según Espinoza y Godoy (2017) es el resultado un desarrollo amplio de las sustancias aromáticas en el café.

El estudio se centró principalmente en la interacción que puede tener la altitud y la calidad, para ello se utilizó cuatro pruebas multivariantes con el fin de determinar la contribución de uno sobre la otra. Según los resultados mostrados en la tabla 10 existe una diferencia significativa (valores menores a 0,05) de calidad fisicoquímica en relación a las altitudes evaluadas en el distrito de Jamalca, de un lado tenemos que en la opinión de Gamboa et al. (2015) mencionan que no existe efecto de la altitud sobre la calidad física (en términos de tamaño de grano y forma) que se afecta por los cambios de temperatura y humedad al ascender altitudinalmente haciendo referencia a la especie C. Arabica.

En el presente estudio sin embargo en los indicadores fisicoquímicos realizados solamente no se halló interacción en el contenido de minerales presentes (cenizas); de otra lado las pruebas realizadas en la Tabla 10 coinciden con lo que indican Cardenas (2017) y Jarata (2015) para el café de dicha variedad, estableciendo en nuestro estudio a partir de dichos antecedentes que la altitud modifica las características fisicoquímicas debido a que los cambios de altitudes generan una variedad de condiciones climáticas que repercuten en lo edáfico y botánico para la calidad del café en la variedad Catimor.

En cuanto a la influencia que presenta la altitud sobre la calidad sensorial en el café; Escarramán et al. (2007) indican que la altitud y/o zona generan una variabilidad importante en los atributos sensoriales pero que la altitud puede constituirse como un factor controlable en contraposición de la variedad que es un factor que estará siempre en función del primero. En este estudio (ver tabla 11) los resultados indican lo que se mencionó anteriormente, que existe una diferencia significativa por lo tanto variabilidad en las altitudes estudiadas, pero es preciso indicar que de las cuatro pruebas realizadas solo en una no se pudo establecer una interacción; la prueba Traza de Hotelling no evidenció una diferencia entre los valores obtenidos a nivel global (calidad sensorial) pero este resultado que discrepa con las otras tres pruebas no exenta que haya variabilidad en cada uno de los indicadores evaluados para determinar la calidad sensorial en el café variedad Catimor.

Si interpretamos los resultados obtenidos de la tabla 11 en lo que respecta a la calidad sensorial; Cardenas (2017) y Lázaro (2012) indican que para esta variedad de café la altitud tiene efecto sobre las características sensoriales en los indicadores fragancia/aroma, sabor, acidez y balance; sobresaliendo que tiene una alta calificación de calidad en taza. Por lo tanto, en la mayoría de las pruebas multivariantes se evidenció la diferencia de los atributos sensoriales (evaluadas como conjunto) de las ubicaciones estudiadas.

Las pruebas de efectos inter-sujetos para la calidad fisicoquímica (ver tabla 12), se evidencia la interacción de la altitud sobre los indicadores, a excepción del contenido de cenizas; asimismo el R cuadrado superior al 0,5 indica una alta correlación de los datos resultando confiable en el análisis estadístico de dichos indicadores. Asimismo, en estos indicadores (°Brix, humedad, pH, acidez titulable) la significancia fue menor a 0,05 evidenciando que la altitud tiene efecto sobre estos, sin embargo, en el caso de la ceniza la significancia fue de 0,217 y que junto a un R cuadrado por debajo del 0,5 no demuestran correlación en el presente estudio.

En cuanto al puntaje obtenido en acidez, se observó variabilidad en la percepción sensorial (tabla 13) en las altitudes estudiadas; asimismo se corrobora lo indicado por Jarata (2015) que menciona que la acidez, varía notablemente conforme a la procedencia del café, destacándose los cafés de altura por una acidez alta a mediana mientras que los cafés de bajura tienen acidez ligera y en casos extremos carecen de ella. La acidez que se ha logrado establecer es adecuada para la comercialización del grano, y que sumado junto al aroma definen un mejor sabor y la calidad de la bebida.

Jarata (2015) y Lara (2005) muestra posiciones opuestas en lo que respecta a la influencia de la altitud sobre el atributo sensorial cuerpo en el café variedad Catimor (ver tabla 13), mientras que el primero que las altitudes no influyen en el atributo del café que es el cuerpo, Lara por otra parte fundamenta la variación de este atributo en función de la altitud debido a que esta genera condiciones climáticas y junto al suelo y el desarrollo de los compuestos bioquímicos generan dicha variación. En el estudio se obtuvo la formación de tres subconjuntos (ver anexo C) que presentan diferencias significativas en el atributo cuerpo, esto demuestra una variabilidad entre los datos recolectados y una cierta tendencia de crecimiento en función de la altitud.

Para la calidad sensorial en todos los indicadores evaluados se obtuvo una diferencia significativa en función de la altitud para el café; y solo en lo que respecta a sabor y balance se evidencia que la diferencia significativa es menor ($p > 0,05$, ver tabla 13); de otro lado en lo que respecta a uniformidad, taza limpia y dulzura no se ha identificado interacción sobre estos indicadores estudiados. Jarata (2015) y Lázaro (2012) sobre esta interacción entre altitud y calidad, indican que la altitud por influencia de condiciones del clima tiene un efecto significativo en los atributos fisicoquímicos y sensoriales.

V. CONCLUSIONES

Las características fisicoquímicas del café (*Coffea arabica* L.) variedad Catimor presentaron diferencias significativas en función de la altitud de cultivo. Con un rendimiento en promedio de 79% y pH en promedio de 4,8 indican que los cafés de las siete altitudes tienen muy buena calidad para ser comercializados.

La evaluación sensorial demostró que en las altitudes estudiadas se obtiene una puntuación en taza superior a 80, evidenciando que el café en la variedad Catimor es agradable al consumo; asimismo se evidenció que el factor altitud influyó sobre aroma, sabor residual, acidez y cuerpo, y por ende en el puntaje total.

La altitud influye benéficamente sobre la puntuación de taza y características fisicoquímicas de café variedad Catimor.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el estudio de la calidad del café en la variedad Catimor incluyendo a parte del factor altitud, otros factores que ayudan a determinar la calidad: suelo, tipo de riego, fermentación, tipo de secado.

Se recomienda realizar la comparación de la calidad fisicoquímica y sensorial con otras variedades en función de la altitud para determinar si existe una tendencia general o una relación entre los indicadores y el factor, así como se recomienda la inclusión de más altitudes para poder ver más ampliamente el efecto sobre el café y su producción.

Si bien en la presente investigación se caracterizó la calidad del café en la variedad Catimor, se recomienda que se realice una caracterización sobre los componentes que posee el grano incluyendo lo mencionado anteriormente, para ampliar el estudio a nivel cuantitativo del principal beneficio de la altitud sobre el café.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burgos, E. (2003). *Determinación de los tipos de Café Coffea arabica, que se producen en la región del Trifinio-Guatemala y descripción de sus sistemas productivos* (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Oriente de Agronomía, Guatemala.
- Cañas, R. (2015). *Guía de factores que inciden en la calidad de Café. Plataforma Nacional de Café Sostenible – SCAN Guatemala*. Recuperado de <http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/Guia-de-Factores-de-Calidad-web.pdf>
- Cardenas Rocca, A. (2017). Evaluación física y organoléptica de tres var. de café (Coffea arábica L.) con cuatro tiempos de fermentación en tres pisos altitudinales del distrito de Santa Ana-La Convención-Cusco (tesis de grado). Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco facultad de ciencias agrarias. Escuela profesional de agronomía tropical.
- Castrillón, J. C., Morán, T., Prado, E. F., & Zevallos, M. I. (2017). *Planeamiento Estratégico de la Industria del Café* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado, Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9003>
- Cheong, M. W., Tong, K. H., Ong, J. J. M., Liu, S. Q., Curran, P., & Yu, B. (2013). Volatile composition and antioxidant capacity of Arabica coffee. *Food Research International*, 51(1), 388-396. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.058>
- Delgado, P., & Jibaja, J. L. (2017). *Efecto del Tiempo de Fermentado, Tipos de Secado y Dos Tipos de Riego en la Calidad de Café (Coffea arabica L.) Var. Catimor. En Nivel Altitudinal Bajo. En el Centro Poblado Las Naranjas. provincia de Jaen-Reg. Cajamarca*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque.
- Escarramán, A., Romero, J. M., Almonte, I., Ribeyre, F., Aguilar, P., Jiménez, H., ... Batista, I. (2007). Determinación de los atributos de calidad del Café en zonas productoras de la República Dominicana. *Instituto Dominicano de Investigaciones*

Agropecuarias y Forestales (IDIAF) y Consejo Dominicano del Café (CODOCAFE), 98.

Espinoza, R., & Godoy, N. (2017). *Influencia del tiempo de tostado en las características organolépticas de tres variedades de Café en la ciudad de Tingo María* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Facultad de Ciencias Agrarias, Huánuco, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/1480>

Gamboa, P. Y., Mosquera, S. A., & Paz, I. E. (2015). Caracterización física de café especial (*Coffea Arabica*) en el municipio de Chachagüí (Nariño, Colombia). *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1).

Gamonal, L. E. (2014). *Evaluación Física y Sensorial de cuatro variedades de Café (Coffea arabica L.) tolerantes a la Roya (Hemileia vastatrix), en relación a dos pisos ecológicos de las provincias de Lamas y Rioja* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de San Martín. Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Tarapoto, Perú.

García, J. W. (2012). *Caracterización biológica del hongo Mycena citricolor Berk & Curt, con aislamientos obtenidos de cultivares de café (Coffea arabica L.) provenientes de las diferentes zonas cafetaleras de Guatemala, CA.* (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas, Guatemala.

Gutiérrez, N., & Barrera, O. M. (2015). Selección y entrenamiento de un panel en análisis sensorial de café *Coffea arabica L.* *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 77. <https://doi.org/10.22267/rcia.153202.15>

Jarata, E. (2015). *Evaluación de perfiles de taza en tres zonas productoras de Café (Coffea arábica) variedad Catimor en el Valle del Distrito de Ayapata - Carabaya.* (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Puno.

Lara, L. (2005). *Efectos de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café (Coffea arabica L. var. Caturra) producido en sistemas agroforestales de la*

zona cafetalera norcentral de Nicaragua (Tesis de Maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Escuela de Posgrado, Costa Rica. <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.3780.3286>

Lázaro, R. (2012). *Caracterización organoléptica en taza de café orgánico (Coffea arabica) variedad caturra según altitud en Satipo* (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Satipo.

Medina, R. (2017). *Infografía de la Producción de café en el Perú*. Recuperado 12 de noviembre de 2018, de <https://larepublica.pe/economia/1077901-produccion-de-cafe-en-el-peru>

Municipalidad Provincial de Utcubamba. (2017). *Conoce Utcubamba*. MPU-Municipalidad Provincial de Utcubamba. Recuperado de http://muniutcubamba.gob.pe/index.php?option=com_tags&view=tag&id=3-jamalca

Norma Técnica Peruana. (2008). *Café soluble. Métodos de ensayo. Comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales no arancelarias*. INDECOPI. Perú. NTP 209.315.

Oblitas, S. G., Montilla, G., Morillo, I., Bianco, H., Tato, S., & Garmendia, C. (2011). Caracterización Física y Sensorial del Café producido en Guarico y Villanueva (Estado Lara), en relación a las características del suelo (Artículo Científico). Universidad Centroccidental. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/319991327>

Palomino, C., López, C., Espejo, R., Mansilla, R., & Quispe, J. (2014). Evaluación de la diversidad genética del café (*Coffea arabica* L.) en Villa Rica (Perú). *Ecología Aplicada*, 13(2), 129–134.

Philipps, M. (2017). *Sistema de postcosecha del café (Coffea arabica) en la región San Martín* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de San Martín. Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Tarapoto, Perú.

- Puerta, G. I., González, F. O., Correa, A., Álvarez, I. E., Calderón, J. A., Girón, O. S., ... Montoya, D. F. (2016). Diagnóstico de la Calidad de Café según altitud, suelos y beneficio en varias regiones de Colombia. *Revista Cenicafé*, 67(2), 15-51.
- Redacción Gestión, R. (2018, marzo 6). *Café: Producción se recupera por cuarto año consecutivo*. Recuperado 13 de noviembre de 2018, de <https://gestion.pe/economia/cafe-produccion-recupera-cuarto-ano-consecutivo-228652>
- Torres, E., & Siche, R. (2017). Sostenibilidad ambiental de dos sistemas de producción de café en Perú: orgánico y convencional. *Revista ciencia y tecnología*, 12(3), 51–65.
- Uriel, E. (2012). *Análisis Físico-Químico de los Alimentos*. Recuperado 20 de febrero de 2018, de <http://biolifepuno.blogspot.pe/2012/05/analisis-fisico-quimico-de-alimentos.html>
- Valencia, J., Pinzón, M. I., & Gutiérrez, R. (2015). Caracterización fisicoquímica y sensorial de Tazas de Café producidas en el Departamento del Quindío. *Alimentos Hoy*, 23(36), 150–156.

ANEXOS

ANEXO A. DATOS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE CAFÉ

ANEXO A.1. Datos obtenidos de la evaluación fisicoquímica de café variedad Catimor a diferentes altitudes

MUESTRA	REPETICIONES	CENIZAS	°BRIX	HUMEDAD TOSTADO MOLIDO	HUMEDAD ORO VERDE	PH	ACIDEZ TITULABLE	TAMAÑO DE GRANO							RENDIMIENTO		
								Tamis N°							%	OBSERVACIÓN	
								20 (%)	19 (%)	18 (%)	17 (%)	16 (%)	15 (%)	14 (%)			13 (%)
JAWALCA (ALTITUD 1114) S: 5°53'26.298" W: 78°14'06.198"	1	3.415	1.3372	1.46	12.5	4.9	3.5431	0.00	0.00	0.00	8.77	24.77	43.16	19.39	3.91	GRANOS CON DEFECTOS SECUNDARIOS LEVES	79.7
	2	2.985	1.3371	1.33	12.3	4.91	3.18879	0.00	0.00	0.00	8.77	25.97	41.27	20.08	3.91		
	3	3.431	1.337	1.44	12.3	4.91	3.18879	0.00	0.00	0.00	8.77	25.72	42.39	19.21	3.91		
HUACHACA 1 (ALTITUD 1261) S: 5°53'56.046" W: 78°15'01.920"	1	3.980	1.3365	1.45	11.1	4.91	3.18879	0.00	2.17	15.87	22.91	35.43	16.97	6.10	0.55	PRESENCIA DE GRANOS BANOS Y BROCADOS	74.8
	2	4.000	1.3365	1.53	11.3	4.94	3.18879	0.00	2.17	15.59	23.19	35.08	17.32	6.10	0.55		
	3	3.922	1.3368	1.55	11.3	4.96	3.5431	0.00	2.17	15.94	22.59	35.33	17.04	6.37	0.55		
HUACHACA 2 (ALTITUD 1338) S: 5°54'12.732" W: 78°14'59.292"	1	4.433	1.3365	1.36	12.5	4.89	2.12586	0.00	0.00	2.00	20.25	59.60	13.30	4.85	0.00	GRANOS CON DEFECTOS SECUNDARIOS LEVES	79.1
	2	3.980	1.3367	1.5	12.3	4.87	2.48017	0.00	0.00	2.00	21.13	57.83	14.20	4.85	0.00		
	3	3.483	1.3367	1.63	12.5	4.88	2.48017	0.00	0.00	2.00	20.58	58.08	14.50	4.85	0.00		
SANTA CRUZ 1 (ALTITUD 1547) S: 5°54'37.794" W: 78°13'17.862"	1	2.899	1.3371	1.66	10.4	4.82	3.18879	0.00	0.00	9.38	49.45	19.68	15.55	4.50	1.44	GRANOS CON DEFECTOS SECUNDARIOS LEVES	79.75
	2	3.500	1.3376	1.34	10.8	4.81	2.83448	0.00	0.00	8.33	50.50	19.68	15.55	4.50	1.44		
	3	3.902	1.3371	1.78	10.4	4.81	3.18879	0.00	0.00	8.33	50.50	19.68	15.55	4.50	1.44		
SANTA CRUZ 2 (ALTITUD 1529) S: 5°54'11.412" W: 78°13'47.250"	1	3.902	1.3374	1.13	10.3	4.85	2.83448	1.97	4.40	19.95	26.89	38.04	8.75	0.00	0.00	GRANOS CON DEFECTOS SECUNDARIOS LEVES	80.3
	2	2.985	1.3376	1.61	10.6	4.86	3.18879	1.97	4.40	20.47	26.77	37.64	8.75	0.00	0.00		
	3	3.415	1.3372	1.32	10.5	4.85	3.18879	1.97	4.40	19.95	27.67	37.27	8.75	0.00	0.00		
TILAPIA (ALTITUD 1618) S: 5°54'20.910" W: 78°13'55.956"	1	4.000	1.3371	1.97	10.6	4.84	3.5431	4.48	20.63	37.83	30.95	6.13	0.00	0.00	0.00	GRANOS CON DEFECTOS SECUNDARIOS LEVES	78.9
	2	3.431	1.3377	2.02	10.7	4.85	3.18879	4.48	21.20	38.03	30.18	6.13	0.00	0.00	0.00		
	3	3.483	1.3375	2.03	10.6	4.84	3.89741	4.48	20.53	38.58	30.30	6.13	0.00	0.00	0.00		
LAS ANENAS (ALTITUD 1717) S: 5°54'40.758" W: 78°13'52.998"	1	3.408	1.337	1.39	10.9	4.94	3.5431	3.52	15.20	29.59	37.27	14.42	0.00	0.00	0.00	GRANOS CON DEFECTOS SECUNDARIOS LEVES	80.13
	2	3.415	1.3365	1.5	11.3	4.95	3.18879	3.52	15.52	28.27	37.89	14.80	0.00	0.00	0.00		
	3	3.902	1.3368	1.83	10.9	4.95	2.83448	3.52	15.12	29.37	37.57	14.42	0.00	0.00	0.00		

ANEXO A.2. Datos obtenidos de la evaluación sensorial de café variedad Catimor a diferentes altitudes

Formulario de Catación

Nombre: Qime Saynes Román Huamán Mesa: 01 Sección: Leales

Fecha: 15/04/15



Clasificación

6.00	Buena	7.00	Muy Buena	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	Balance	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Caudor	Total
01		Total 7.75 Fragancia / Aroma 7.75 Seco Cualidades Espuma 7.75	Total 7.75 Sabor 7.75 Sabor Residual 7.75	Total 7.75 Acidez 7.75 Intensidad 7.75	Total 7.75 Cuerpo 7.75 Intensidad 7.75	Total 7.75 Balance 7.75 Ligero = 2 Rechazo = 4	Total 7.75 Uniformidad 7.75 Balance 7.75	Total 10 Taza Limpia 10 Dulzura 10	Total 7.5 Puntaje Caudor 7.5 Defectos (Sustrac) 7.5	83
Notas: <u>Percepción ligera, miel, semolina, final medio dulce, floral y azucarado</u>										
02		Total 7.75 Fragancia / Aroma 7.75 Seco Cualidades Espuma 7.75	Total 7.75 Sabor 7.75 Sabor Residual 7.75	Total 7.75 Acidez 7.75 Intensidad 7.75	Total 7.75 Cuerpo 7.75 Intensidad 7.75	Total 7.75 Balance 7.75 Ligero = 2 Rechazo = 4	Total 7.75 Uniformidad 7.75 Balance 7.75	Total 10 Taza Limpia 10 Dulzura 10	Total 7.5 Puntaje Caudor 7.5 Defectos (Sustrac) 7.5	83.25
Notas: <u>Panela, miel, chocolate, final medio azucarado, seco azucarado</u>										
03		Total 7.75 Fragancia / Aroma 7.75 Seco Cualidades Espuma 7.75	Total 7.75 Sabor 7.75 Sabor Residual 7.75	Total 7.75 Acidez 7.75 Intensidad 7.75	Total 7.75 Cuerpo 7.75 Intensidad 7.75	Total 7.75 Balance 7.75 Ligero = 2 Rechazo = 4	Total 7.75 Uniformidad 7.75 Balance 7.75	Total 10 Taza Limpia 10 Dulzura 10	Total 7.5 Puntaje Caudor 7.5 Defectos (Sustrac) 7.5	83.75
Notas: <u>Panela, miel, vainilla, chocolate, caramelo, azucarado</u>										
04		Total 7.75 Fragancia / Aroma 7.75 Seco Cualidades Espuma 7.75	Total 7.75 Sabor 7.75 Sabor Residual 7.75	Total 7.75 Acidez 7.75 Intensidad 7.75	Total 7.75 Cuerpo 7.75 Intensidad 7.75	Total 7.75 Balance 7.75 Ligero = 2 Rechazo = 4	Total 7.75 Uniformidad 7.75 Balance 7.75	Total 10 Taza Limpia 10 Dulzura 10	Total 7.5 Puntaje Caudor 7.5 Defectos (Sustrac) 7.5	83.5
Notas: <u>Hone, panela, malte, vainilla, final medio azucarado</u>										



Q GRADER

Formulario de Catación

Nombre: Auber Ferrones Rojas

Fecha: 14-09-15 Mesa: 01 Sección: 02

Clasificación							
6.00	Buena	7.00	May Buena	8.00	Excelente	9.00	Extramediano
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 # 05	Nivel de Tueste 	Fragancia / Aroma Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Sabor Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Acidez Total: <u>7.25</u> 6 7 8 9 10	Cuerpo Total: <u>7.25</u> 6 7 8 9 10	Uniformidad Total: <u>10</u> 6 7 8 9 10	Taza Limpia Total: <u>10</u> 6 7 8 9 10	Puntaje Cataador Total: <u>7.25</u> 6 7 8 9 10	Total <u>91.75</u>
Notas: <u>Panela, almendras, cereal tostado, final abado tostado.</u>									
Defectos (Sustrer) # Taza: <u>0</u> Intencionales: <u>0</u> Ligero - 2: <u>0</u> Rechazo - 4: <u>0</u>									
Puntaje Final 91.75									

Muestra # 06	Nivel de Tueste 	Fragancia / Aroma Total: <u>7.5</u> 6 7 8 9 10	Sabor Total: <u>7.5</u> 6 7 8 9 10	Acidez Total: <u>7.5</u> 6 7 8 9 10	Cuerpo Total: <u>7.25</u> 6 7 8 9 10	Uniformidad Total: <u>10</u> 6 7 8 9 10	Taza Limpia Total: <u>10</u> 6 7 8 9 10	Puntaje Cataador Total: <u>7.5</u> 6 7 8 9 10	Total <u>92</u>
Notas: <u>Chocolate, mani tostado, dulz, te, find aguado, cereal.</u>									
Defectos (Sustrer) # Taza: <u>0</u> Intencionales: <u>0</u> Ligero - 2: <u>0</u> Rechazo - 4: <u>0</u>									
Puntaje Final 92									

Muestra # 07	Nivel de Tueste 	Fragancia / Aroma Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Sabor Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Acidez Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Cuerpo Total: <u>7.5</u> 6 7 8 9 10	Uniformidad Total: <u>10</u> 6 7 8 9 10	Taza Limpia Total: <u>10</u> 6 7 8 9 10	Puntaje Cataador Total: <u>7.5</u> 6 7 8 9 10	Total <u>93.25</u>
Notas: <u>Chocolate oscuro, chocolate amargo, dulce caramelo</u>									
Defectos (Sustrer) # Taza: <u>0</u> Intencionales: <u>0</u> Ligero - 2: <u>0</u> Rechazo - 4: <u>0</u>									
Puntaje Final 93.25									

Muestra #	Nivel de Tueste 	Fragancia / Aroma Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Sabor Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Acidez Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Cuerpo Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Uniformidad Total: <u>10</u> 6 7 8 9 10	Taza Limpia Total: <u>10</u> 6 7 8 9 10	Puntaje Cataador Total: <u>7.75</u> 6 7 8 9 10	Total <u>93.25</u>
Notas:									
Defectos (Sustrer) # Taza: <u>0</u> Intencionales: <u>0</u> Ligero - 2: <u>0</u> Rechazo - 4: <u>0</u>									
Puntaje Final 93.25									



ANEXO B. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS OBTENIDOS

ANEXO B.1. Análisis de pruebas de efectos inter-sujetos para la calidad fisicoquímica

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	CENIZAS	1,284 ^a	6	0,214	1,609	0,217
	°BRIX	2,316E-6 ^b	6	3,860E-07	8,107	0,001
	HUMEDAD TOSTADO MOLIDO	0,817 ^c	6	0,136	5,030	0,006
	HUMEDAD ORO VERDE	12,605 ^d	6	2,101	84,840	0,000
	PH	0,044 ^e	6	0,007	57,593	0,000
	ACIDEZ TITULABLE	2,499 ^f	6	0,416	6,333	0,002
	RENDIMIENTO	64,994 ^g	6	10,832		
Intersección	CENIZAS	274,407	1	274,407	2063,272	0,000
	°BRIX	37,541	1	37,541	788351621,760	0,000
	HUMEDAD TOSTADO MOLIDO	51,324	1	51,324	1895,215	0,000
	HUMEDAD ORO VERDE	2654,439	1	2654,439	107198,481	0,000
	PH	500,688	1	500,688	3894241,333	0,000
	ACIDEZ TITULABLE	204,593	1	204,593	3111,364	0,000
	RENDIMIENTO	130909,364	1	130909,364		
Lugar	CENIZAS	1,284	6	,214	1,609	0,217
	°BRIX	2,316E-06	6	3,860E-07	8,107	0,001
	HUMEDAD TOSTADO MOLIDO	0,817	6	0,136	5,030	0,006
	HUMEDAD ORO VERDE	12,605	6	2,101	84,840	0,000
	PH	0,044	6	0,007	57,593	0,000
	ACIDEZ TITULABLE	2,499	6	0,416	6,333	0,002
	RENDIMIENTO	64,994	6	10,832		
Error	CENIZAS	1,862	14	0,133		
	°BRIX	6,667E-07	14	4,762E-08		
	HUMEDAD TOSTADO MOLIDO	0,379	14	0,027		
	HUMEDAD ORO VERDE	0,347	14	0,025		
	PH	0,002	14	0,000		
	ACIDEZ TITULABLE	0,921	14	0,066		
	RENDIMIENTO	0,000	14	0,000		
Total	CENIZAS	277,552	21			
	°BRIX	37,541	21			
	HUMEDAD TOSTADO MOLIDO	52,521	21			
	HUMEDAD ORO VERDE	2667,390	21			
	PH	500,734	21			

	ACIDEZ TITULABLE	208,012	21			
	RENDIMIENTO	130974,358	21			
Total corregido	CENIZAS	3,146	20			
	°BRIX	2,983E-06	20			
	HUMEDAD TOSTADO MOLIDO	1,196	20			
	HUMEDAD ORO VERDE	12,951	20			
	PH	0,046	20			
	ACIDEZ TITULABLE	3,419	20			
	RENDIMIENTO	64,994	20			

a. R al cuadrado = 0,408 (R al cuadrado ajustada = 0,154)

b. R al cuadrado = 0,777 (R al cuadrado ajustada = 0,681)

c. R al cuadrado = 0,683 (R al cuadrado ajustada = 0,547)

d. R al cuadrado = 0,973 (R al cuadrado ajustada = 0,962)

e. R al cuadrado = 0,961 (R al cuadrado ajustada = 0,944)

f. R al cuadrado = 0,731 (R al cuadrado ajustada = 0,615)

g. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

ANEXO B.2. Análisis de pruebas de efectos inter-sujetos para la calidad sensorial

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Modelo corregido	FRAGANCIA /AROMA	0,116 ^a	6	0,019	4,333	0,038	
	SABOR	0,116 ^b	6	0,019	2,167	0,167	
	SABOR / RESIDUAL	0,295 ^c	6	0,049	5,500	0,021	
	ACIDEZ	0,366 ^d	6	0,061	6,833	0,012	
	CUERPO	0,429 ^e	6	0,071	4,000	0,046	
	BALANCE	0,304 ^f	6	0,051	3,778	0,053	
	UNIFORMIDAD	0,000 ^g	6	0,000			
	TAZA LIMPIA	0,000 ^g	6	0,000			
	DULZURA	0,000 ^g	6	0,000			
	PUNTAJE DEL CATADOR	0,295 ^c	6	0,049	5,500	0,021	
	PUNTAJE TOTAL	7,402 ^h	6	1,234	138,167	0,000	
	Intersección	FRAGANCIA /AROMA	829,290	1	829,290	185761,000	0,000
		SABOR	802,571	1	802,571	89888,000	0,000
SABOR / RESIDUAL		780,018	1	780,018	87362,000	0,000	
ACIDEZ		802,571	1	802,571	89888,000	0,000	
CUERPO		802,571	1	802,571	44944,000	0,000	
BALANCE		798,790	1	798,790	59643,000	0,000	
UNIFORMIDAD		1400,000	1	1400,000			
TAZA LIMPIA		1400,000	1	1400,000			
DULZURA		1400,000	1	1400,000			
PUNTAJE DEL CATADOR		780,018	1	780,018	87362,000	0,000	
PUNTAJE TOTAL		96197,161	1	96197,161	10774082,000	0,000	
Altitud		FRAGANCIA /AROMA	0,116	6	0,019	4,333	0,038
		SABOR	0,116	6	0,019	2,167	0,167
	SABOR / RESIDUAL	0,295	6	0,049	5,500	0,021	
	ACIDEZ	0,366	6	0,061	6,833	0,012	
	CUERPO	0,429	6	0,071	4,000	0,046	
	BALANCE	0,304	6	0,051	3,778	0,053	
	UNIFORMIDAD	0,000	6	0,000			
	TAZA LIMPIA	0,000	6	0,000			
	DULZURA	0,000	6	0,000			
	PUNTAJE DEL CATADOR	0,295	6	0,049	5,500	0,021	
	PUNTAJE TOTAL	7,402	6	1,234	138,167	0,000	
	Error	FRAGANCIA /AROMA	0,031	7	0,004		
		SABOR	0,063	7	0,009		
SABOR / RESIDUAL		0,063	7	0,009			
ACIDEZ		0,063	7	0,009			
CUERPO		0,125	7	0,018			

	BALANCE	0,094	7	0,013		
	UNIFORMIDAD	0,000	7	0,000		
	TAZA LIMPIA	0,000	7	0,000		
	DULZURA	0,000	7	0,000		
	PUNTAJE DEL CATADOR	0,063	7	0,009		
	PUNTAJE TOTAL	0,063	7	0,009		
Total	FRAGANCIA /AROMA	829,438	14			
	SABOR	802,750	14			
	SABOR / RESIDUAL	780,375	14			
	ACIDEZ	803,000	14			
	CUERPO	803,125	14			
	BALANCE	799,188	14			
	UNIFORMIDAD	1400,000	14			
	TAZA LIMPIA	1400,000	14			
	DULZURA	1400,000	14			
	PUNTAJE DEL CATADOR	780,375	14			
	PUNTAJE TOTAL	96204,625	14			
Total corregido	FRAGANCIA /AROMA	0,147	13			
	SABOR	0,179	13			
	SABOR / RESIDUAL	0,357	13			
	ACIDEZ	0,429	13			
	CUERPO	0,554	13			
	BALANCE	0,397	13			
	UNIFORMIDAD	0,000	13			
	TAZA LIMPIA	0,000	13			
	DULZURA	0,000	13			
	PUNTAJE DEL CATADOR	0,357	13			
	PUNTAJE TOTAL	7,464	13			

a. R al cuadrado = 0,788 (R al cuadrado ajustada = 0,606)

b. R al cuadrado = 0,650 (R al cuadrado ajustada = 0,350)

c. R al cuadrado = 0,825 (R al cuadrado ajustada = 0,675)

d. R al cuadrado = 0,854 (R al cuadrado ajustada = 0,729)

e. R al cuadrado = 0,774 (R al cuadrado ajustada = 0,581)

f. R al cuadrado = 0,764 (R al cuadrado ajustada = 0,562)

g. R al cuadrado = . (R al cuadrado ajustada = .)

h. R al cuadrado = 0,992 (R al cuadrado ajustada = 0,984)

ANEXO C. PRUEBA DUNCAN PARA ANÁLISIS SENSORIAL

FRAGANCIA /AROMA		
Altitud	Subconjunto	
	1	2
1261	7,5000	
1114	7,6250	7,6250
1338		7,7500
1529		7,7500
1547		7,7500
1618		7,7500
1717		7,7500
Sig.	0,104	0,124

ACIDEZ			
Altitud	Subconjunto		
	1	2	3
1114	7,2500		
1261		7,5000	
1547		7,5000	
1618		7,6250	7,6250
1717		7,6250	7,6250
1338			7,7500
1529			7,7500
Sig.	1,000	0,250	0,250

SABOR		
Altitud	Subconjunto	
	1	2
1114	7,5000	
1261	7,5000	
1529	7,5000	
1547	7,5000	
1338	7,6250	7,6250
1717	7,6250	7,6250
1618		7,7500
Sig.	0,252	0,243

CUERPO			
Altitud	Subconjunto		
	1	2	3
1114,0	7,2500		
1261,0	7,3750	7,3750	
1338,0		7,6250	7,6250
1618,0		7,6250	7,6250
1717,0		7,6250	7,6250
1529,0			7,7500
1547,0			7,7500
Sig.	0,381	0,120	0,405

SABOR / RESIDUAL			
Altitud	Subconjunto		
	1	2	3
1261	7,2500		
1338	7,3750	7,3750	
1529	7,3750	7,3750	
1114		7,5000	
1547		7,5000	
1717		7,5000	
1618			7,7500
Sig.	0,243	0,252	1,000

BALANCE		
Altitud	Subconjunto	
	1	2
1114,0	7,3750	
1261,0	7,3750	
1338,0	7,5000	7,5000
1547,0	7,5000	7,5000
1529,0	7,6250	7,6250
1618,0		7,7500
1717,0		7,7500
Sig.	0,083	0,083

PUNTAJE DEL CATADOR

Altitud	Subconjunto	
	1	2
1114,0	7,1250	
1261,0		7,5000
1338,0		7,5000
1529,0		7,5000
1547,0		7,5000
1618,0		7,5000
1717,0		7,6250
Sig.	1,000	,252

PUNTAJE TOTAL

Altitud	Subconjunto					
	1	2	3	4	5	6
1114	81,6250					
1261		82,0000				
1547			83,0000			
1338			83,1250	83,1250		
1529				83,2500		
1717					83,5000	
1618						83,7500
Sig.	1,000	1,000	0,227	0,227	1,000	1,000

ANEXO D. GALERÍA FOTOGRÁFICA



Fotografía 1. Recolección de las muestras en las 7 altitudes a evaluar



Fotografía 2. Envasado y rotulado del café según procedencia



Fotografía 3. Muestras recolectadas de las altitudes estudiadas



Fotografía 4. Evaluación fisicoquímica de las muestras en la UNTRM



Fotografía 5. Catación realizada por los expertos para la calidad sensorial



Fotografía 6. Muestras preparadas para los análisis