



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 13 Julio de 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s): Marlio Ariel Piamba Valdes con C.C. No. 12181391,

autor de la tesis y/o trabajo de grado o pasantía supervisada

Titulado influencia de las condiciones climáticas; altitud, lluvia, temperatura, humedad relativa, brillo solar; en la calidad de taza de café variedad castillo en el municipio de San Agustín.

Presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola; Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Marlio Ariel Piamba Valdes }

Firma: _____



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Influencia de las condiciones climáticas; altitud, lluvia, temperatura, humedad relativa, brillo solar; En la calidad de taza de café variedad castillo en el municipio de San Agustín.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Marlio Piamba Valdes	Marlio Ariel

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Delgado Joven	Bertulfo

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola.

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2018 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 20

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Vigilada mieducación



Diagramas ___ Fotografías X Grabaciones en discos ___ Ilustraciones en general ___ Grabados ___
Láminas ___ Litografías ___ Mapas X Música impresa ___ Planos ___ Retratos ___ Sin ilustraciones ___ Tablas
o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN:

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
-		
1.	Coffea Arabica	Coffea Arabica
2.	Variedad Castillo	Variety Castillo
3.	Altitud	Altitude
4.	Atributos Sensoriales	Sensory attributes
5.	Taza	Cup

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El objetivo principal de esta investigación fue determinar si las condiciones climáticas tales como altitud, lluvia, temperatura, humedad relativa y brillo solar, influyen en la calidad de taza de café variedad castillo (*Coffea arabica*). La calificación se realizó a partir de la evaluación de los siguientes atributos sensoriales; Fragancia/aroma, sabor, sabor residual, cuerpo, acidez, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor e impresión global. Las muestras de las cerezas maduras se recolectaron en un canasto recolector a mano en 15 diferentes fincas con altitudes comprendidas entre 1278- 1930 metros sobre el nivel del mar, en el municipio de San Agustín, departamento del Huila. Estas fueron acopiadas en la finca la cabaña de la vereda la estrella a una altura de 1730 m.s.n.m., para la realización del beneficio húmedo con fermentación natural. El secado se realizó en un secador solar cerrado con techo triangular de plástico. Los procedimientos de tostado y molido se realizaron siguiendo los protocolos establecidos por la Asociación Americana de Cafés Especiales (SCCA). Los catadores evaluaron los atributos sensoriales en una escala de 6-10 para cada muestra. Se empleó el análisis estadístico ANOVA, con un nivel del 95% de



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 4

confianza, los resultados mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes altitudes.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The main objective of this research was to determine if climatic conditions such as altitude, rainfall, temperature, relative humidity and solar brightness, influence the quality of coffee cup variety castle (*Coffea arabica*). The qualification was made from the evaluation of the following sensory attributes; Fragrance / aroma, flavor, residual taste, body, acidity, uniformity, balance, clean cup, sweetness and overall impression. The samples of the ripe cherries were collected in a hand collecting basket in 15 different farms with altitudes between 1278 and 1930 meters above sea level, in the municipality of San Agustín,



department of Huila. These were collected in the farm the cottage of the path the star at an altitude of 1730 m.s.n.m, to realize the wet benefit with natural fermentation. The drying was carried out in a closed solar dryer with triangular plastic roof. The roasting and grinding procedures were carried out following the protocols established by the American Specialty Coffee Association (SCCA). The tasters evaluated the sensory attributes on a scale of 6-10 for each sample. The ANOVA statistical analysis was used, with a level of 95% confidence; the results showed that there are no statistically significant differences between the different altitudes.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Bertufo Delgado Joven

Firma:

Nombre Jurado: Yaneth Liliana Ruiz

Firma:

Nombre Jurado Ricardo Cortes Bernal

Firma:

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS; ALTITUD, LLUVIA, TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, BRILLO SOLAR; EN LA CALIDAD DE TAZA DE CAFÉ VARIEDAD CASTILLO EN EL MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN.

Marlio Piamba Valdes¹ y Bertulfo Delgado Joven²

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue determinar si las condiciones climáticas tales como altitud, lluvia, temperatura, humedad relativa y brillo solar, influyen en la calidad de taza de café variedad castillo (*Coffea arabica*). La calificación se realizó a partir de la evaluación de los siguientes atributos sensoriales; Fragancia/aroma, sabor, sabor residual, cuerpo, acidez, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor e impresión global. Las muestras de las cerezas maduras se recolectaron en un canasto recolector a mano en 15 diferentes fincas con altitudes comprendidas entre 1278- 1930 metros sobre el nivel del mar, en el municipio de San Agustín, departamento del Huila. Estas fueron acopiadas en la finca la cabaña de la vereda la estrella a una altura de 1730 m.s.n.m., para la realización del beneficio húmedo con fermentación natural. El secado se realizó en un secador solar cerrado con techo triangular de plástico. Los procedimientos de tostado y molido se realizaron siguiendo los protocolos establecidos por la Asociación Americana de Cafés Especiales (SCCA). Los catadores evaluaron los atributos sensoriales en una escala de 6-10 para cada muestra. Se empleó el análisis estadístico ANOVA, con un nivel del 95% de confianza, los resultados mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes altitudes.

PALABRAS CLAVE: *Coffea arabica*, variedad castillo, altitud, atributos sensoriales, taza.

INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS; ALTITUDE, RAIN, TEMPERATURE, RELATIVE HUMIDITY, SOLAR BRIGHTNESS; IN THE QUALITY OF COFFEE CUP VARIETY IN THE MUNICIPALITY OF SAN AGUSTÍN

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine if climatic conditions such as altitude, rainfall, temperature, relative humidity and solar brightness, influence the quality of coffee cup variety castle (*Coffea arabica*). The qualification was made from the evaluation of the following

¹Trabajo de grado” INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS; ALTITUD, LLUVIA, TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, BRILLO SOLAR; EN LA CALIDAD DE TAZA DE CAFÉ VARIEDAD CASTILLO EN EL MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN” presentado a la Universidad Surcolombiana como requisito parcial para optar al título de ingeniero agrícola. Neiva-Huila, Colombia. Email: marlio225@hotmail.com

²Docente Universidad Surcolombiana. Email: bertulfo19_2017@yahoo.com

sensory attributes; Fragrance / aroma, flavor, residual taste, body, acidity, uniformity, balance, clean cup, sweetness and overall impression. The samples of the ripe cherries were collected in a hand collecting basket in 15 different farms with altitudes between 1278 and 1930 meters above sea level, in the municipality of San Agustín, department of Huila. These were collected in the farm the cottage of the path the star at an altitude of 1730 m.s.n.m, to realize the wet benefit with natural fermentation. The drying was carried out in a closed solar dryer with triangular plastic roof. The roasting and grinding procedures were carried out following the protocols established by the American Specialty Coffee Association (SCCA). The tasters evaluated the sensory attributes on a scale of 6-10 for each sample. The ANOVA statistical analysis was used, with a level of 95% confidence; the results showed that there are no statistically significant differences between the different altitudes.

KEYWORDS: *Coffea Arabica*, variety castillo, altitude, sensory attributes, cup.

INTRODUCCIÓN

La actividad cafetera ha representado parte importante de la actividad económica de Colombia y es la principal fuente de divisas para el país (Cardenas, 1993). La ubicación geográfica específica de cada región cafetera determina unas condiciones particulares de disponibilidad de agua, temperatura, radiación solar y regímenes de vientos para el cultivo (Colombia, 2010).

En las diferentes regiones el café se procesa en las mismas fincas, mediante las labores culturales de los caficultores, mediante el beneficio húmedo, que comienza con una recolección selectiva del café maduro, seguido del proceso de poscosecha, que incluye varios procesos y etapas como el despulpado, fermentación natural o el desmucilaginado mecánico, lavado y secado (Puerta,2016). Después es transportado a las cooperativas o puntos de compra de café, se almacena y luego se realiza operaciones de trilla, clasificación y análisis físico de defectos y se realizan las evaluaciones sensoriales, organolépticas o pruebas de taza. La catación es el método usado para determinar características como; el aroma, sabor y la pureza del café. Por medio de esta técnica se pueden identificar los atributos y los defectos presentes en la bebida de café, la intensidad de una característica sensorial como: Acidez y el dulzor, y de igual forma, calificar el sabor, el aroma y la calidad global del producto (Barrera, *et al.*, 2017). La calidad del café no está exclusivamente determinada en las operaciones de cosecha y posterior beneficio, estas son las labores en las que si se realizan de manera adecuada, el grano puede conservar sus propiedades; sin embargo, si se cometen errores o manejo inadecuado la calidad del grano puede verse afectada (Barrera, *et al.*, 2017).

El departamento del Huila, tiene un fuerte impacto en las exportaciones que producen café con diferentes características de calidad y perfiles que cautivan los mercados. El café del Huila es reconocido a nivel mundial por presentar características de cafés especiales, con notas sobresalientes en: aroma, fragancia, acidez y cuerpo, para resaltar estos atributos, es necesario realizar investigaciones en la cadena productiva que garanticen la calidad (Henao, *et al.*, 2017).

El municipio de San Agustín se encuentra entre 1100 mts hasta 4300 mts sobre el nivel del mar, donde se cultiva café, por lo que en esta investigación se pretende evaluar si la altitud,

precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar; influyen en la calidad de taza. En todas las regiones cafeteras y de los diferentes rangos de altitud de todas las zonas cafeteras de Colombia se puede producir café de buena calidad (Puerta, et al., 2016).

MATERIALES Y METODOS

Descripción de la zona de estudio

La recolección de las muestras se realizó en los meses comprendidos entre Octubre y Noviembre del 2017 en cada una de las diferentes fincas del municipio de san Agustín (Huila), ubicadas en rangos de altura entre 1278 y 1930 m.s.n.m. (Figura 1).

La zona se encuentra ubicada al sur del departamento del Huila sobre el relieve de los andes, específicamente en la cordillera oriental a 1730 metros sobre el nivel del mar, en las estribaciones del ponderado Macizo Colombiano, desde donde fluye la más significativa riqueza hídrica de Colombia. Es una región húmeda con una temperatura aproximada de 18°C, en este municipio nace en la laguna que lleva su mismo nombre uno de los ríos más importantes que tiene Colombia El Magdalena, además 14 ríos entre ellos el Majúas, Rio negro, Quinchana, Ovejeras, Mulales, Osoguaico, Mazamoras. En el ambiente montañoso que le circunda se hallan picos con alturas entre 1100 mts hasta 4300 mts sobre el nivel del mar, ubicación geográfica de las fincas (Tabla 1).

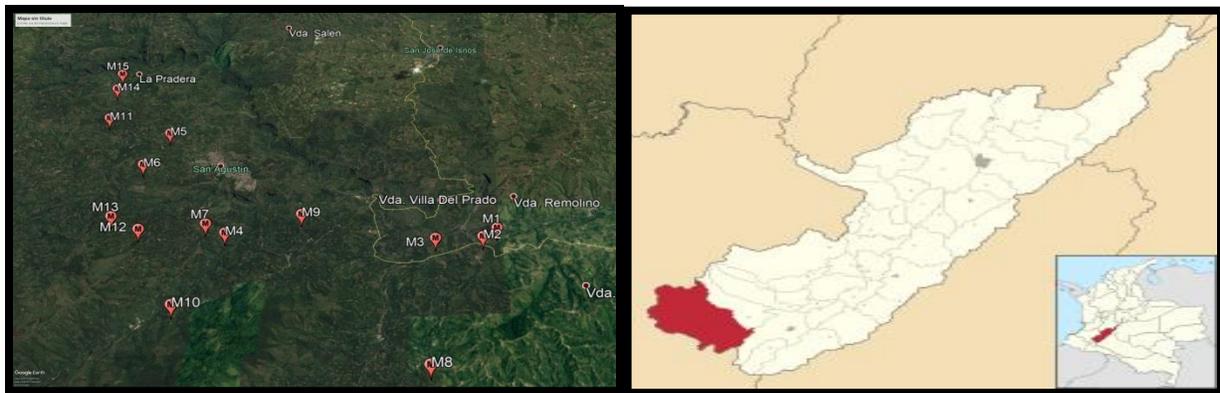


FIGURA 1. Descripción de la zona de estudio.

Tabla 1. Ubicación geográfica de toma de muestras de las fincas.

Número de muestra	Vereda	Coordenadas	altitud
M1	Matanzas	N01°51.512' W 076°12.081'	1278
M2	Matanzas	N01°51.333' W 076°12.293'	1322
M3	Matanzas	N01°51.283' W 076°12.968'	1333
M4	Llanada	N01°51.242' W 076°15.931'	1486
M5	Mesitas	N01°53.309' W 076°17.128'	1637

M6	Estrella	N01°52.578' W 076°17.380'	1730
M7	Llanada	N01°51.276' W076°16.096'	1734
M8	Ermita	N01°49.083' W076°13.057'	1750
M9	Alto del obispo	N01°51.551' W076°14.870'	1800
M10	Retiro	N01°49.904' W076°16.362'	1812
M11	Nueva Zelanda	N01°51.417' W076°17.521'	1830
M12	Tabor	N01°51.191' W076°17.088'	1893
M13	Muraya	N01°53.626' W076°18.154'	1900
M14	Purutal	N01°54.337' W076°18.199'	1916
M15	Purutal	N01°54.736' W076°18.207'	1930

Condiciones climáticas de los cultivos.

Las fincas utilizadas para este estudio comprenden alturas que van desde 1278 hasta 1930 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 1645,5 mm, temperatura promedio de 18,8 °C, humedad relativa promedio del 77,4 %, brillo solar promedio anual de 1200,2 horas y brillo solar promedio de 3,7 horas/día (Tabla 2). La información climática se obtuvo de la estación 21015030 del parque Arqueológico de San Agustín, ubicada en una elevación de 1800 metros sobre el nivel del mar. Estos datos fueron suministrados por el IDEAM.

TABLA 2. Valores de Precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar medio anual y brillo solar horas/día, para los años 2010-2017, de la Estación parque arqueológico municipio de San Agustín.

AÑO	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Brillo solar (horas)	Brillo solar (horas/día)
2010	1598,0	18,8	77,0	1527,9	4,2
2011	2002,0	18,6	78,0	1591,9	4,4
2012	1992,0	18,6	79,0	1345,8	3,7
2013	1797,0	19,0	77,0	1262,5	4,2
2014	1870,0	18,5	79,0	1440,9	3,5
2015	1413,0	18,6	80,0	729,1	3,1
2016	1308,0	19,2	75,0	503,4	2,8
2017	1184,0	19,0	74,0	*	*
MEDIA	1645,5	18,8	77,4	1200,2	3,7

*Datos no suministrados

Materia prima

Se utilizó la cereza madura del café variedad castillo, recolectadas en las diferentes fincas cafeteras del municipio de San Agustín.

Beneficio

Las muestras fueron acopiadas en la finca de agroturismo “la cabaña”, donde se realizó todo el proceso de beneficio húmedo. Esta tiene una localización geográfica de 1730 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). El predio está actualmente certificado con el sello Rainforest Alliance, Better Farming y Better Future.

DESPULPADO

Es el proceso mediante el cual, se despoja el grano de la pulpa. La despulpadora empleada fue una máquina de uso tradicional en Colombia como es la de cilindro o tambor horizontal marca Jotagallo 4 chorros (Figura2). Esta labor se realizó el mismo día de la recolección; ocurre por presión interna de las partes de la máquina despulpadora, separa y elimina la cáscara y parte del mucílago, evitando daños al pergamino en las demás fases del proceso.



Figura 2. Proceso de despulpado de café con maquina mecánica Jotagallo 4 chorros.

FERMENTACIÓN HUMEDA

La fermentación natural se llevó a cabo durante un tiempo de 30 horas para cada una de las muestras recolectadas, se utilizó un balde de 5 litros para el proceso.

LAVADO

El lavado se realizó con agua limpia, empleando un balde de 5 litros de plástico con la técnica de los tres enjuagues, donde se aprovechó el nivel del agua y el desnivel para retirar los granos defectuosos (flotes) e impurezas del café.

SECADO

Este proceso se realizó en un secado solar cerrado parabólico de plástico y conjunto de tarimas hechas a base de guaduas. Este secado sirve para controlar la calidad del grano. Se ubicó los granos de café dentro del secador y se esparcieron uniformemente removiéndolo de tres a cuatro veces al día. El grano se demoró de 3 a 6 días en alcanzar una humedad del 10 al 12%.

Análisis Físico

Las muestras de café, se acopiaron en el centro Surcolombiano de investigación en café CERSUCAFÉ, donde se realizó los análisis físicos siguiendo la N.T.C 3566 la está diseñada para el análisis físico de café pergamino seco (c.p.s), se determinó el contenido de humedad con el equipo de Gran Moisture Tester PM- 4500 (figura 3). A paso seguido, se obtuvo el porcentaje de merma, factor de rendimiento, los defectos del grano y la clasificación por tamaño.



Figura 3. Medidor de humedad Moisture Tester PM-4500.

PESO DE LA MUESTRA

Se realizó el cuarteo y se pesaron 250 g de café pergamino seco, para cada una de las muestras y se utilizó el equipo digital balanza portátil Scout Pro 2000 gr (figura 4).



Figura 4. Balanza portátil Scout Pro 2000 gr.

TRILLADO

Con la trilladora se descascarada la cubierta (pericarpio) del grano por la acción de fuerzas mecánicas (fricción), (figura 5). Finalizado este proceso se pesó la muestra ya trillada la cual es denominada almendra total.



FIGURA 5. Trilladora mecánica de café.

PASO POR LA MALLA # 13

La almendra obtenida de la trilla fue pasada por el equipo de juego de tamices en vibración y los granos retenidos sobre la malla numero 13 son los que se tienen en cuenta para seguir el proceso (figura 6).



Figura 6. Juego de Zaranda vibradora.

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS

La almendra retenida en la malla número 13, se utilizó para identificar los defectos físicos del café, apoyados por folletos de la Asociación Americana de Cafés Especiales (SCAA). Una vez Identificados, clasificados y separados los defectos se pesó la almendra sana. La broca, pasillas y defectos fueron pesados por separado.

CALCULO DE LOS FACTORES

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis físicos anteriores se calculó el factor de Rendimiento (FR) (1).

$$FR = \frac{250g \text{ de cafe pergamino seco} \times 70kg \text{ de cafe excelso}}{\text{peso en g de la almendra sana (As)}} \quad (1)$$

PORCENTAJE DE MERMA (%M)

Es la cantidad de pergamino representado en porcentaje después del proceso de trilla de muestra de café. Se calculó de la siguiente manera (2).

$$\%M = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100 \quad (2)$$

Dónde:

P_i: peso inicial de la muestra (250gr de café pergamino)

P_f: peso final de la muestra después de la trilla (almendra total)

PORCENTAJE DE PASILLA (%P)

Es la sumatoria de los defectos encontrados y se calculó de la siguiente manera (3).

$$\%P = \frac{\text{Peso de los defectos total (gr)}}{AT} * 100 \quad (3)$$

Dónde:

AT: almendra total (gr)

PORCENTAJE DE BROCA (%B)

Es el grado de infestación causado por el insecto, los cuales rompen la almendra de café en su parte externa e interna y se calculó de la siguiente manera (4)

$$\%B = \frac{\text{Peso de granos brocados (g)}}{AT} * 100 \quad (4)$$

Dónde:

At: almendra total (gr)

Evaluación sensorial

TOSTIÓN

Las muestras de café en almendra fueron sometidas a tosti3n (figura 7) a una temperatura que oscilaba entre 160 °C y 180 °C, en un tiempo aproximado de 8 a 12 minutos, donde se llevó a un estado de claro y claro medio en la escala Agron de (55-65) referida por Asociación Americana de Cafés Especiales SCAA (figura 8). Se dejó equilibrar la temperatura y desgasificar la muestra, se sometió a una cadena de custodia y fueron guardadas en bolsas herméticas y almacenadas, para al siguiente día ser evaluadas.



Figura 7. Equipo de tostión de café **figura 8.** Café tostado claro medio con grados Agtron de (55-65)

PREPARACIÓN PANEL DE CATACIÓN

Se utilizó 5 vasos de cristal de 200 ml a los que se agregó 11 gr de café tostado a cada uno rigiéndose según la relación que establece el protocolo. Antes de ser molido, se pasó primero un poco de café de la misma muestra para ser molido (purgar) y realizar limpieza del mecanismo interno de la máquina, para evitar contaminaciones cruzadas (figura 9), este procedimiento se realizó para cada una de las 15 muestras de café a evaluar siguiendo el protocolo 9



Figura 9. Molino de café BUNN G3

INFUSIÓN

Se utilizó agua filtrada a una temperatura 93 °C para luego ser vertida en cada uno de los vasos de café molido llenándolos hasta el borde.

EVALUACIÓN DE LA BEBIDA

Al equipo de profesionales catadores se le presentaron tazas codificadas. Las cataciones se realizaron con 5 tazas por cada una de las muestras (figura10); donde se evaluaron los atributos por cada una de las muestras fragancia / aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzor e impresión global. Esta se realizó a tres temperaturas, caliente, medio y frío, utilizando el formato de calificación diseñado por la SCAA.

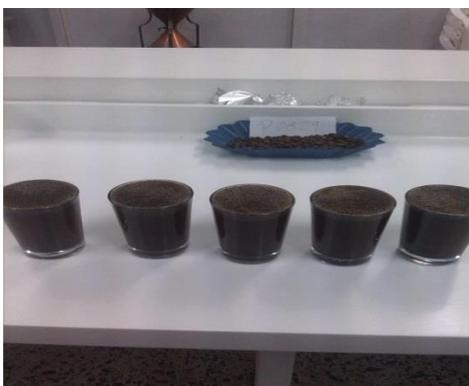


Figura 10. Muestras de cataciones

ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva simple, análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias por el método de Duncan, con un nivel de significancia del 5%. se utilizó el software STATGRAPHICS centurión versión 17.1.12 y Microsoft Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las fincas

Los cultivos seleccionados son de variedad castillo, la edad varía entre 4 y 6 años con una densidad superior a los 5000 árboles por hectárea, a una distancia de 1.20 a 1.40m entre plantas y surcos expuestos al sol. Según Farfan y Sanchez (2016). Las variedades de porte bajo como son castillo y caturra las investigaciones han demostrado que cafetales a plena exposición solar y bajo condiciones ambientales y manejo agronómico adecuadas, la densidad de siembra óptima para la variedad catillo esta alrededor de 9.500 plantas por hectárea.

Condiciones climáticas

Las condiciones ambientales de la zona de estudio (tabla 2), mostraron que la precipitación media de los últimos años fue de 1645,5 mm, y la más baja se presentó en el año 2017 y 2016 con 1184 mm y 1308,0 mm respectivamente, donde se ve afectada la planta por la baja disponibilidad de agua en este periodo sometiéndola a estrés hídrico; situación que puede

corregirse según Farfan y Sanchez (2016) incrementando la densidad de siembra del café y del sombrío.

Según Bustillo (2006) dijo que las lluvias acumuladas anuales inferiores a 1.400 mm amenaza por déficit y las superiores de 2.900 mm amenaza por exceso. El café en producción requiere zonas con precipitaciones entre 1800 y 2000 mm anuales según Farfan y Sanches (2016). En este estudio las precipitaciones que cumplen son las de año 2011, 2012 y 2014 con precipitaciones de 2002, 1992 y 1870 mm respectivamente.

Para Martinez y Baldio (2003), dijo que el café crece y se desarrolla sin limitaciones en rangos de temperaturas media anual entre 18 °C y 21 °C, coincidiendo con Farfan y Sanches (2016) que mencionan temperaturas de 19 y 21.5°C. Según los valores anteriormente mencionados, este estudio está en los rangos óptimos de temperatura con valores entre 18 y 19 °C y no se ve sometido a temperaturas altas a más de 23 °C. Según Aaron *et al* (2012) en rangos altos de temperatura se acelera la maduración de las cerezas y va afectar negativamente la calidad del producto.

Según Ramirez *et al* (2010), dicen que las distribuciones de lluvias determinan los periodos de floración del café, los cuales se relacionan directamente con las épocas de mayor nivel de ataque de la broca, al igual que con las tasas de dispersión del insecto. Ya que la broca no solo origina considerables pérdidas económicas en la caficultura y deteriora la calidad física del grano, apariencia, color y homogeneidad, sino también la calidad de la bebida, afectando todas sus características organolépticas Puerta, (2010).

La humedad relativa media de los últimos años fue de 77,4%, la más baja fue 74 % en el año 2017 donde se pudo ver afectada la planta, ya que el café se desarrolla bien en ambientes con humedades superiores al 75% Herrón, 2013). La humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca. A bajas humedades ocurre alta mortalidad y la máxima fecundidad se encontró entre 90% y 93,5% de H.R. La emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa a humedades altas entre 90 - 100% H.R. y es muy baja a temperaturas inferiores a 20°C (90-100% H.R.) y se incrementa considerablemente entre 20-25°C (Baker, *et al.*, 1992).

El brillo solar medio de los últimos años fue de 1200,2 horas/año y 3,7 horas/ día. Entre el año 2012 y 2016 se presentó valores inferiores a 1500 horas/año, donde se pudo ver afectada la planta por las necesidades de brillo solar, ya que el café tiene necesidades de entre 1500 horas/año (Herrón , 2013).

Análisis sensorial

IMPRESIÓN GLOBAL

Los valores promedios de la impresión global para las alturas <1500, 1500-1800 y >1800 fueron de 81.38, 82.50 y 84.17 respectivamente (figura 11). Sin encontrar diferencias estadísticamente significativas (tabla 3). Estos resultados fueron semejantes a los obtenidos por Puerta *et al* (2016) quienes no encontraron diferencias en el porcentaje de tazas de café de calidad superior, según el rango de altitud del cultivo, ni en la calificación de la impresión global entre los rangos de

altitudes. Igual para Maldonado (2011) quien determinó que por cada metro que se incrementa la altura de la finca, el puntaje de las características organolépticas del café se mejora en 0,003/100 puntos; conforme a la finca cafetera este en una mayor altura, los atributos de café son mejores; en este estudio las mejores impresiones, se encontraron en las alturas >1800 m.s.n.m. van incrementando positivamente como los puntajes de la M10, M11 y M15 y se observar que la mayor parte de las pruebas superan el puntaje de los 80, excepto la M4, M9 y M12 que fueron inferiores de 80 contrario a lo que dice Buena (2002) quien menciona que la mejor impresión global de las diferentes alturas fue de 1.450-1.650 msnm. A medida que se aleja de esta zona presenta una disminución de la calidad y existe una influencia de la altitud en las características organolépticas de la bebida. Según Buena (2002) encontró que no existe un efecto lineal significativo que describa el comportamiento de las variables organolépticas con respecto a la altitud, demostrando que no existe una influencia proporcional ni directa sobre la calidad del café. Alvarado *et al* (2009) establecen que la variedad castillo y sus derivadas regiones forman grupos de similitud por sus atributos en taza.

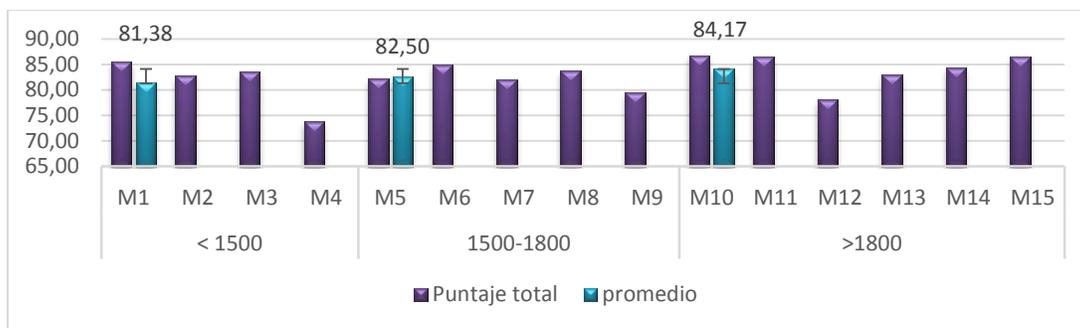


Figura 11. Impresión global.

Tabla 3. ANOVA para impresión global por altitudes con un nivel de confianza 95%.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	19,7125	2	9,85625	0,76	0,4890
Intra grupos	155,646	12	12,9705		
Total (Corr.)	175,358	14			

FRAGANCIA Y AROMA

Los valores promedios de fragancia y aroma para las alturas <1500, 1500-1800 y >1800 fueron de 8.19, 8.25 y 8.42 respectivamente (figura 12). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas de las medias de las diferentes alturas (tabla 4). Estos resultados fueron iguales a los de Banegas (2009) donde afirma que el café cultivado a mayor altitud suele desarrollar más los atributos positivos como el aroma. Los resultados de este estudio fueron diferentes a los obtenidos por Buena (2002) donde encontró que la mejor aroma fue en la zona baja, en este estudio se dio en las zonas altas, pero evidencio que no hay una tendencia definida pero si observo diferencias entre alturas. Se observa que la mayoría de las tazas tienen un puntaje superior de 8 excepto, la M4 con 7,5 que fue la de más baja calificación, contrario a los resultados de Jara (2015) quien encontró diferencias estadísticamente significativas, encontrando que la altitud influye en las concentraciones de aroma.

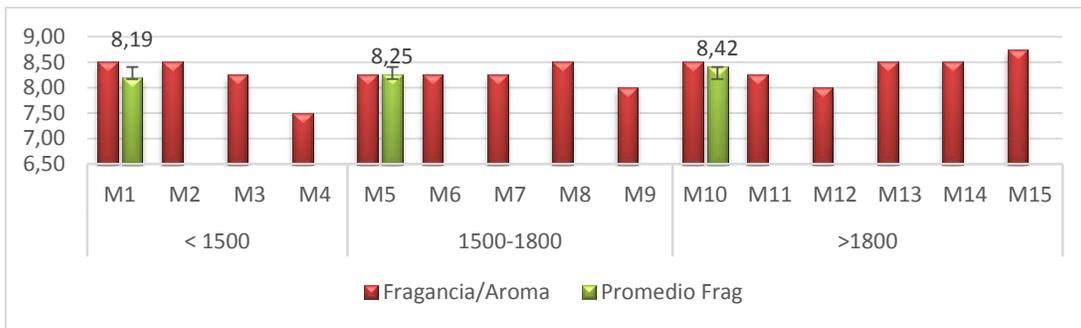


Figura 12. Fragancia/aroma.

Tabla 4. ANOVA para Fragancia/Aroma por altitudes para un nivel de confianza 95%.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,144792	2	0,0723958	0,77	0,4852
Intra grupos	1,13021	12	0,094184		
Total (Corr.)	1,275	14			

SABOR

Los valores promedios del sabor para las alturas <1500, 1500-1800 y >1800 fueron de 7.50, 7.55 y 7.58 respectivamente (figura 13). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las diferentes alturas (tabla 5). Estos resultados fueron iguales a los encontrados por Estrella et al (2017) y Jarata (2015) quienes no encontraron diferencias significativas, entre las alturas 1000-1600 que fue el rango más alto en el estudio que realizaron. Las calificaciones de la mayoría de las muestras fueron de 7 a 8 excepto la M12 6,5 la de menor puntaje, pero se observa que todas presentan el mismo comportamiento. Quispe (2011) Encontró que la mejor altura de sabor esta entre las alturas de 1500-1800 m.s.n.m. esto se debió a las condiciones climáticas apropiadas que promueven en la formación del grano y que para un buen perfil de sabor los cafés deben ser cultivados bajo sombra, manejo de barreras, están favorecen la retención de humedad del suelo y generación de hojarasca, lo que favorece al árbol del café a un buen desarrollo y la transmisión de nutrientes.

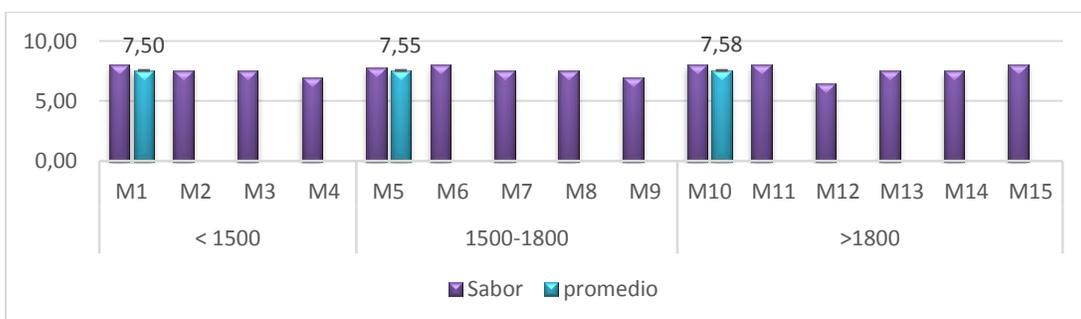


Figura 13. Sabor

Tabla 5. ANOVA para sabor por altitudes con un nivel de confianza del 95%.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0166667	2	0,00833333	0,04	0,9645
Intra grupos	2,75833	12	0,229861		
Total (Corr.)	2,775	14			

SABOR RESIDUAL

Los valores promedios del sabor residual para las alturas <1500, 1500-1800 y >1800 fueron de 7.31, 7.50 y 8.04 respectivamente (figura 14). En los cálculos estadísticos se evidencia que no existen diferencias significativas entre las medias de las diferentes alturas (tabla 6). En las alturas bajas fueron los sabores más pesados, M4 fué de menor calificación. Resultados diferentes a los encontrados por Lara y Philippe (2007) donde el sabor residual fluyo positivamente en las alturas bajas de 950 hasta 1255 m.s.n.m.

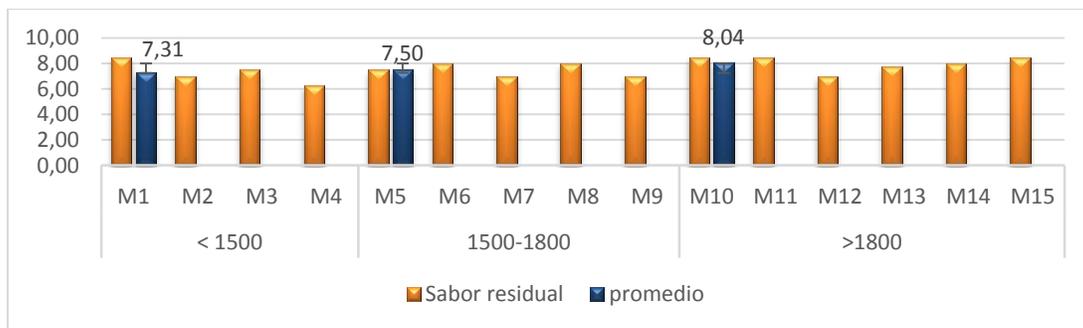


Figura 14. Sabor residual.

Tabla 6. ANOVA sabor residual por altitudes con un nivel de confianza del 95%..

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,48437	2	0,742187	1,63	0,2370
Intra grupos	5,47396	12	0,456163		
Total (Corr.)	6,95833	14			

CUERPO

Los valores promedios del cuerpo para las alturas <1500, 1500-1800 y >1800 fueron de 6,94, 7 y 7,08 respectivamente (figura 15). No se encontrar diferencias estadísticas de las medias de las diferentes alturas (tabla 7). Estos resultados fueron similares a los encontrados por Estrella *et al* (2017), Escamilla *et al* (2015) y Jarata (2015) donde no encontró diferencias significativas en las diferentes alturas. Buena (2002) Encontró que las mejores proporciones para cuerpo fue en las alturas medias 1450 a 1750 m.s.n.m. y este estudio fue lo contrario por afirma que hay una tendencia de obtener un café con menos cuerpo mientras mayor sea la altura del cultivo.

Estas muestras presentan en las alturas menores a < 1500 m.s.n.m la disminución al incrementar la altitud y en las alturas mayores de >1800 m.s.n.m. se observa que al incrementar la altitud

después de M12 van en ascenso, en las alturas 1500-1800 m.s.n.m. no hay un balance hay incrementos y descensos.

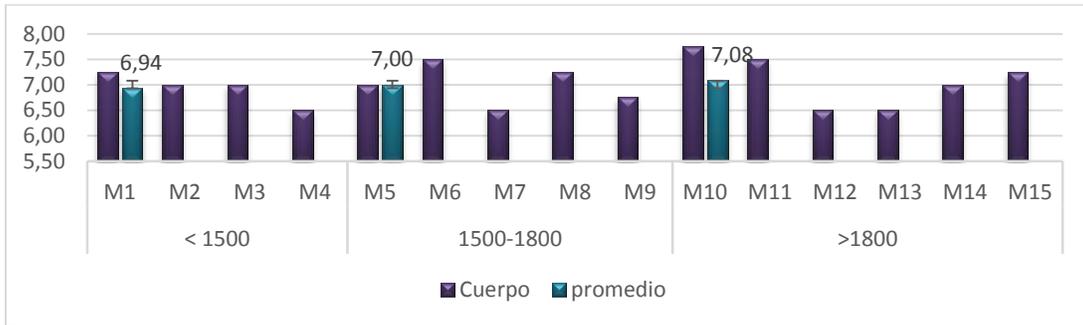


Figura 15. Cuerpo

Tabla 7. ANOVA para Cuerpo por altitudes con un nivel de confianza del 95%.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,053125	2	0,0265625	0,14	0,8696
Intra grupos	2,25521	12	0,187934		
Total (Corr.)	2,30833	14			

ACIDEZ

Los valores promedios de la acidez para las alturas <1500, 1500-1800 y >1800 fueron de 6.81, 6.85 y 6.96 respectivamente (figura 16). No se encontraron diferencias significativas estadísticas de las medias de las diferentes alturas (tabla 8). Estos resultados fueron iguales a los que encontro Rodríguez (1992), Estrella *et al* (2017) y Jara (2015) quienes observaron que a mayor altura la acidez del producto aumenta. Diferentes los resultados a los obtenidos por Buena (2002) en rangos superiores a 1750 m.s.n.m. La acidez disminuye, mientras en este estudio aumenta muy mínima mente. Según Avelio *et al* (2005) establecieron los cafés ubicados a bajas alturas 1020 -1.250 m.s.n.m se caracteriza por tener un sabor más ácido con respecto a los cafés de mayor altura, de 1550 y 1780 msnm. Y Duicela *et al* (2017) determinaron que la acidez y altitud se asocian positivamente hasta un rango de altura de 1500 m.s.n.m. se observa que las muestras son semejantes para todas la alturas.

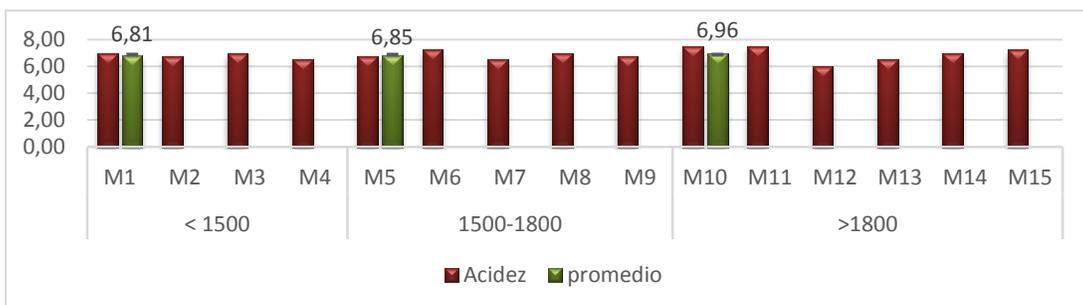


Figura 16. Acidez

Tabla 8. ANOVA para Acidez por altitudes con un nivel de confianza de 95%.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,059375	2	0,0296875	0,15	0,8581
Intra grupos	2,29896	12	0,19158		
Total (Corr.)	2,35833	14			

UNIFORMIDAD

Los valores promedios de la uniformidad para las alturas <1500, 1500-1800 y >1800 fueron de 9.50, 10,0 y 10,0 respectivamente (figura 19). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas de las medias, se presentó uniformidad en todas las alturas, respecto a la M4 que fue la de menor calificación (tabla 9). Estos resultados fueron similares a Jarata (2015) en las diferentes alturas fueron uniformes.



Figura 19. Uniformidad

Tabla 9. ANOVA para uniformidad por altitudes con un nivel de confianza del 95%.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,733333	2	0,366667	1,47	0,2692
Intra grupos	3,0	12	0,25		
Total (Corr.)	3,73333	14			

BALANCE

Los valores promedios de balance para las alturas <1500, 1500-1800 y >1800 fueron de 9.50, 9.10 y 9.67 respectivamente (figura 20). Se observa que en las alturas comprendidas de 1500 – 1800 m.s.n.m, fue la de menor puntaje, pero hay una armonía de las muestras todas las características e intensidades como sabor, sabor residual, acidez y cuerpo de las diferentes alturas y en los análisis estadísticos no hay diferencias estadísticamente significativas de las medias (tabla 10), estos resultados fueron iguales a los encontrados por Estrella *et al* (2017) se destaca más en las zonas bajas pero no hay ninguna relación significativa entre altitudes.

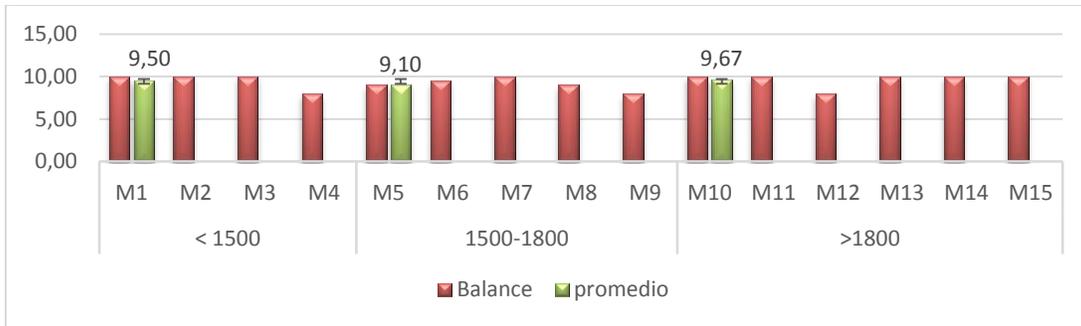


Figura 20. Balance

Tabla 10. ANOVA para balance por altitudes con un nivel de confianza del 95%.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,9	2	0,45	0,63	0,5479
Intra grupos	8,53333	12	0,711111		
Total (Corr.)	9,43333	14			

TAZA LIMPIA

Se observa que de las alturas mayores de 1500 a 1800 msnm son similares ya que tienen el mismo puntaje y en las alturas de menores de 1500m su calificación fue de 9,5 como se aprecia en la (figura 21). Donde presento impresiones negativas en una muestra. En la (tabla 11). No existe una diferencia significativa entre la media de taza limpia entre un nivel y otro; En el estudio realizado por Jarata (2015) dijeron que los puntajes para todas las zonas se obtuvieron los mismos resultados.

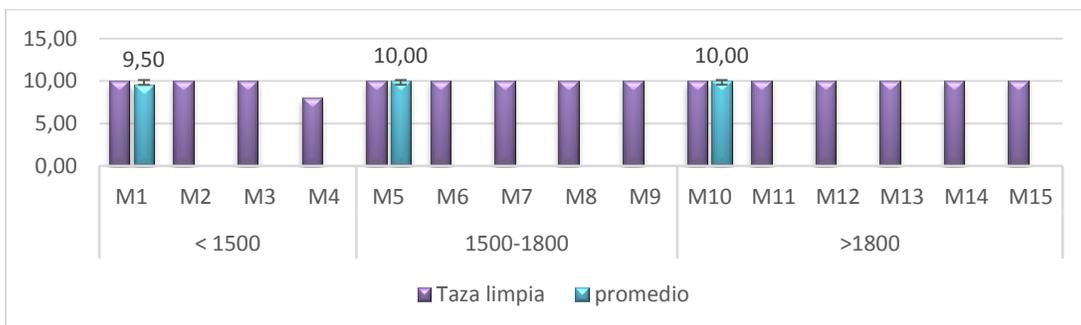


Figura 21. Taza limpia

Tabla 11. ANOVA para taza limpia por altitudes con un nivel de confianza del 95%.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,733333	2	0,366667	1,47	0,2692
Intra grupos	3,0	12	0,25		
Total (Corr.)	3,73333	14			

Dulzor

Los valores promedios de dulzor fueron semejantes para todas las alturas y sin encontrar diferencias significativas en la prueba estadística de las medias de las diferentes alturas (figura 22)

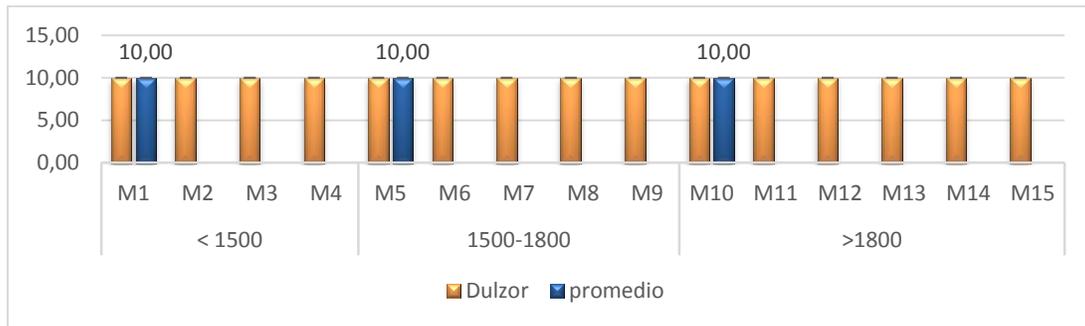


Figura 22. Dulzor

Conclusiones

De acuerdo con los análisis estadísticos de los diferentes puntajes de catación, se determinó que las diferentes alturas de las fincas cafeteras, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las características organolépticas, entre las medias entre un nivel de altitudes a otro.

En todos los diferentes rangos de alturas de café castillo, se encontraron tazas con buenas características organolépticas en la escala de calificación SCAA.

La impresión global de las medias para todas las zonas, menores a 1500 m.s.n.m. la calificación es de 81.38, de las alturas 1500-1800 m.s.n.m. fue de 82.50 y de mayores a 1800 m.s.n.m. es 84.17 donde fue el mejor perfil de taza.

Las condiciones de temperaturas de los últimos años 18.8°C están en los rangos óptimos ya que el café se desarrolla en temperaturas de 18ª 21°C. La humedad relativa 77.4% esta ya que el café se desarrolla bien en ambientes con humedades superiores a 75%, 1200.2 horas de brillo solar, está bajo ya que el café tiene necesidades de 1500 horas anuales de brillo solar.

Bibliografía

- Aaron , D., Tadesse, W., Baena , S., & Foso , J. (2012). The Impact of Climate Change on Indigenous Arabica Coffee (*Coffea arabica*): Predicting Future Trends and Identifying Priorities. *Early Career Travel Awards in The Physical Sciences* .
- Alvarado, G., Moreno, E. G., Montoya, E. C., & Alarcon Suarez, R. (2009). Calidad Física y En Taza De Los Componentes De La Variedad Castillo y Sus Derivadas Regiones . *Cenicafeé*, 60(3), 210-228.
- Avelino, J., Barboza, B., Araya, J. C., Fonseca, C., Davrieux, F., Guyot, B., y otros. (2005). Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1869-1876.
- Baker, Ley, Balbuena , & Barrera. (1992). Factors affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from coffee berries. *Bulletin of Entomological*, 145-150.
- Banegas Romero, K. y. (2009). Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad de café (*Coffea arabica*) en los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras. Tesis, Turrialba, Costa Rica: Centro Agronomico Tropical De Investigacion y Enseñanza Escuela De Posgrado.
- Barrera, Ó., Gutiérrez, N., & Delgado, B. (2017). Buenas Practicas Para El Procesamiento y Control De Calidad En Cafés Especiales. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana.
- Buena Ventura , C. E. (2002). Influencia De La Altitud En La Calidad De La Bebida De Muestras De Café Procedentes Del Ecotopo 206B En Colombia. *Cenicafeé*, 2, 119-131.
- Bustillo, A. E. (2006). Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 2, 101-116.
- Cafe de Colombia. (2010). Historia del Cafe. Recuperado el 22 de Febrero de 2018, de Cenicafé: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cafe/
- Cardenas Gutierrez, J. (1993). La Industria De Café en Colombia . *Federacion Nacional De Cafeteros* .
- Duicela, L. A., Velaquéz, S., & Farfán, D. S. (2017). Calidad Organoléptica De Cafés Arábigos En Relación a Las Variedades y Altitudes De Las Zonas De Cultivos, Ecuador. *Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha*, 67-77.
- Escamilla, E., Ruiz, O., Zamarripa, A., & Gonzalez, V. (2015). Calidad En Variedades De Café Orgánico en Tres Regiones De México. *Geografia Agricola*, 45-55.
- Estrella, L., Vallejos, G., & Arevalo, L. (2017). Sensory analysis of four cultivars of coffee (*Coffea arabica* L.), grown at different altitudes in the San Martin region – Peru. *Ciência Rural*.
- Farfan, F. V., & Sanchez, P. (2016). Densidad de Siembra de Cafe Variedad Castillo En Sistemas Agroforestales, en el Departamento de Santander Colombia. *Cenicafe*, 1, 55-62.
- Henao, J. D., Gutierrez, N., & Medina, D. R. (2017). Buenas Prácticas Y procedimientos Para El Acopio De Cafés Especiales. Neiva, Huila, Colombia: Universidad Surcolombiana.
- Herrón , A. (Nobiembre de 2013). Produccion De Café En Zonas No Tradicionales. Ahero Estudios Tecnicos Agricolas S.A.S.

- Jarata , E. Q. (2015). Evaluacion de Perfiles de Taza en Tres Zonas Productoras de Café (coffea arábica) Variedad Catimor en el Valle del Distrito de Ayapata- Carabaya. Tesis, Puno, Peru: Universidad Nacional Del Altiplano.
- Lara, L., & Philippe, V. (2007). Effects of altitude, shade, yield and fertilization on coffee quality (#Coffea arabica# L. var. Caturra) produced in agroforestry systems of the Northern Central Zones of Nicaragua. International Symposium on Multi-Strata Agroforestry Systems with Perennial Crops: Making Ecosystem Services Count for Farmers, Consumers and the Environment.
- Maldonado Sánchez, B. L. (2011). Determinación Del Tiempo De Fermentación Del Café Pergamino, En Tres Diferentes Pisos Altitudinales y Su Imfluencia En La Calidad De La Taza, En EL Cantón, Olmedo. Loja, Ecuador: Universidad Nacional De Aloja.
- Martinez Guzman, O., & Baldió Rincó, J. V. (2003). El Clima En La Sede Pricipal Del Centro Nacional De Investigaciones De Café, Chinchiná, Caldas. Cenicafé, 54(02), 110-133.
- Puerta Quintero, G. I., Gonzalez Rizo, F. O., Correa Piedrhita, A., Alvares Lizcano, I. E., Ardila Calderon, J. A., Giron Ospina, O. S., y otros. (2016). Diagnostico De La Calidad De Café Según Altitud, Suelos y Beneficio En Varias Regiones De Colombia. Cenicafé, 67(02), 15-51.
- Puerta, G. (2016). Calidad Física Del Café De varias Regiones De Colombia Segú La Altitud, Suelos y Buenas Practicas De Beneficio. Cenicafeé, 67(01), 07-40.
- Puerta, G. I. (2001). Como Garantizar La Buena Calidad De La Bebida Del Café Y Evitar Los Defectos. Cenicafé.
- Puerta, G. I., Gonzales, F. O., Correa, A., & Alvarez, I. E. (2016). Diagnoóstico De La Calidad Del Café Según Altitud, Suelos y Beneficio En Varias Regiones De Colombia. Cenicafé, 2, 15-51.
- Quispe, M. C. (2011). Determinacion Comparativa De Perfiles De Tazas En Tres Pisos Altitudinales De Cafeé Arabico (coffea Araábigo) En La Cuenca Del Rio Tambopata-Sandia. Tesis, Puno, Perú: Universidad Ncinal Del Altiplano.
- Ramirez, V., Jaramillo, A., & Arcila, J. (2010). Rangos Adecuados De Lluvia Para El Cultivo De Café En Colombia. Cenicafe.
- Rodríguez. (1992). Caracterización Físicoquímica y Sensorial del Café del Departamento de Caldas. Cenicafeé.