

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Alimentos



“INFLUENCIA DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN EN LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL CAFÉ EN DIFERENTES ALTITUDES DEL DISTRITO DE HERMILIO VALDIZÁN - LEONCIO PRADO”.

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

KATTY GIOVANNA NATIVIDAD BARRETO

PROMOCIÓN 2008-I

Tingo María - Perú

2011



Q02

N27

Natividad Barreto, Katty G.

Influencia del Tiempo de Fermentación en la Calidad Organoléptica del Café en Diferentes Altitudes del Distrito de Hermilio Valdizán-Leoncio Prado. Tingo Maria, 2011

79 h.; 19 fgrs.; 17 anexo; 37 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria (Perú). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

**1. ANALISIS-FERMENTACION 2. CALIDAD-ORGANOLEPTICA 3. NIVELES
ALTITUDINALES 4. EVALUACION SENSORIAL 5. GRANO-CAFÉ 6. PERU.**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156

Apart. Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 25 de Noviembre de 2011, a horas 04:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentado por la Bach. **NATIVIDAD BARRETO, Katty Giovanna**, titulada:

“INFLUENCIA DEL TIEMPO DE FERMENTACION EN LA CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL CAFÉ EN DIFERENTES ALTITUDES DEL DISTRITO DE HERMILIO VALDIZAN – LEONCIO PRADO

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **EXCELENTE** en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 51° y 52° del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 29 de Noviembre de 2011

.....
Dra. Elizabeth Ordoñez Gómez

Presidente

.....
Ing. Lauriano Zavaleta de La Cruz

Miembro

.....
Ing. Yolanda Ramirez Trujillo

Miembro

.....
Dr. Raúl Natividad Ferrer

Asesor

DEDICATORIA

A Dios por su compañía en cada instante de mi vida, por su fuerza espiritual y protección.

A mis Padres Raúl y Teresa por su constante apoyo, esfuerzo, comprensión y dedicación en mi formación espiritual, profesional y guía en mi vida.

A mis hermanas Vanessa y Bettsy Paola por su comprensión, ternura, afecto y aliento ofrecido, para la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

- A la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria la Selva, por los estudios realizados.
- Al Gerente de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda., Ing. Rómulo Echegaray Farfán, por la confianza y la oportunidad para reforzar los conocimientos de la formación profesional.
- A los directivos, socios, técnicos y personal administrativo de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda., por los valiosos aportes recibidos.
- A mi asesor Dr. Raúl E. Natividad Ferrer, por su apoyo y comprensión.
- A la Ing. Jady Coronel Alarcón, por brindar sus experiencias de campo en la producción del café y al Ing. Limber Trujillo López por su apoyo incondicional.
- Al Sr. Julián Auca Echerre, por la evaluación de la calidad de café, igualmente a Eugenio Rodríguez, Abner Martín Melgarejo, César Romero Trinidad por los aportes profesionales recibidos para el trabajo, y por las sabias enseñanzas en campo del Sr. Ignacio Bravo Condezo y Manuel Rodríguez, caficultores de éxito.
- A Todos mis amigos, amigas y profesionales que de una u otra manera apoyaron para hacer realidad el presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos generales del café	3
2.1.1. Principales especies de café.....	3
2.1.2. Condición edofoclimática	3
2.1.3. Variedades de café	4
2.1.4. Partes del fruto del café	4
2.2. Beneficio húmedo del café	5
2.2.1. Cosecha.....	7
2.2.2. Selección	7
2.2.3. Despulpado.....	8
2.2.4. Fermentado.....	9
2.2.5. Lavado y clasificado.....	12
2.2.6. Secado.....	13
2.2.7. Almacenado	14
2.2.8. Transporte.....	15
2.3. Aspectos químicos y calidad de los granos de café verde oro	15
2.3.1. Aspectos químicos del café verde oro	15
2.3.2. Aspectos de calidad del café verde oro	17
2.4. Calidad organoléptica y defectos del café en taza	23
2.4.1. Café tostado.....	23

2.4.2. Café como bebida o café en taza.....	24
2.4.3. Defectos del aroma y sabores extraños del café en taza.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1. Lugar de ejecución.....	29
3.2. Materia prima.....	29
3.3. Equipos y materiales.....	30
3.3.1. Para la cosecha y beneficio del café.....	30
3.3.2. Para el análisis físico del café pergamino y café verde oro.....	30
3.3.3. Para la evaluación organoléptica.....	31
3.4. Métodos de análisis.....	31
3.4.1. Análisis físico de los granos de café.....	31
3.4.1.1. Análisis del café pergamino.....	31
3.4.1.2. Análisis del café verde oro.....	32
3.4.2. Análisis del tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante evaluación sensorial.....	32
3.4.3. Análisis del perfil organoléptico de los cafés en taza.....	32
3.5. Metodología experimental.....	33
3.5.1. Obtención de las muestras de granos de café.....	33
3.5.2. Determinación de las características físicas de los granos de café pergamino.....	35
3.5.3. Determinación de las características físicas de los granos de café verde oro.....	36
3.5.4. Determinación del tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante la evaluación sensorial.....	37

3.5.4.1. Acondicionamiento de las muestras.....	37
3.5.4.2. Evaluación organoléptica de los cafés en taza	38
3.5.5. Determinación del mejor perfil organoléptico de los cafés en taza	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. De las características físicas de los granos de café pergamino	42
4.2. De las características físicas de los granos de café verde oro.....	49
4.3. Tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante la evaluación sensorial.....	55
4.4. Perfil organoléptico de los cafés en taza.....	59
4.4.1. De los atributos sensoriales	59
4.4.2. Del análisis descriptivo de cualidades del café en taza	62
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES.....	67
ABSTRACT	68
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	70
ANEXO	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Grado de clasificación del café verde oro.	18
2. Factores que influyen en la calidad del café peruano.	22
3. Algunos compuestos importantes del aroma del café.....	26
4. Promedio de humedad del café pergamino de diferentes niveles de altitud.....	45
5. Defectos encontrados en granos de café pergamino en los tres niveles de altitud con respecto al tiempo de fermentación.....	48
6. Peso y porcentaje de granos retenidos de café verde oro, en los tres niveles de altitud.....	50
7. Porcentaje de defectos de café verde oro, en los tres niveles de altitud.....	52
8. Rendimiento promedio de café pergamino a café verde oro, por niveles de altitud.....	53
9. Puntaje promedio de la evaluación sensorial del café en taza, con respecto al tiempo de fermentación y niveles de altitud.....	55
10. Prueba de los puntajes de la evaluación organoléptica del café en taza por tratamientos.....	58
11. Puntaje promedio de los atributos de evaluación sensorial del café en taza, por altitud y tiempo óptimo de fermentación.....	60

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Esquema general de las partes del fruto del café.	4
2. Flujograma general de cosecha y beneficio húmedo del café.	6
3. Cosecha selectiva de los cerezos del café.....	7
4. Selección de los cerezos de café, por densidad.	8
5. Operación de despulpado del café.....	9
6. Lavado de café en los tanques de fermentado y canales de "correteo"	13
7. Secador solar con techo de polietileno semicircular.	14
8. Estructura química de la cafeína.....	16
9. Flujograma del beneficio húmedo del café.....	33
10. Diseño experimental para el análisis físico de los granos de café pergamino y verde oro.....	36
11. Diseño experimental para determinar el tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante la evaluación organoléptica.....	40
12. Diseño para determinar el mejor perfil organoléptico de los cafés en taza de los diferentes niveles de altitud.....	41
13. Color de los granos de café pergamino de diferentes altitudes.....	42
14. Contenido de granos de café pergamino de color manchado de los en diferentes altitudes y tiempos de fermentación.....	43
15. Porcentajes de los granos con olor a fresco, típico, fermento y terroso en café pergamino de diferentes niveles de altitud.....	44

16. Porcentaje promedio de humedad del café pergamino en los tres niveles de altitud de fermentación.	46
17. Defectos encontrados en los granos de café pergamino, en porcentaje promedio.....	49
18. Puntaje organoléptico del café en taza de los diferentes niveles de altitud y tiempos de fermentación.	56
19. Perfil de atributos organolépticos de café en taza por niveles de altitud y puntaje sensorial promedio de los tres niveles de altitud.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
I. Altitudes de las parcelas de los agricultores por comités de la CAC Divisoria.....	77
II. Formato de análisis físico del café pergamino, adaptado de la SCCA por la CAC – Divisoria.	78
III. Formato de análisis físico del café verde oro, adaptado de la SCCA por la CAC – Divisoria.....	79
IV. Ficha de taza de excelencia para la cata de café, utilizado en la CAC – Divisoria para café de exportación.....	80
V. Promedio y desviación estándar de los defectos del café verde oro en los diferentes niveles de altitud por el tiempo de fermentación, de la altitud baja.	81
VI. Promedio y desviación estándar de los defectos del café verde oro en los diferentes niveles de altitud por el tiempo de fermentación, de la altitud media.....	82
VII. Promedio y desviación estándar de los defectos del café verde oro en los diferentes niveles de altitud por el tiempo de fermentación, de la altitud alta.	83
VIII. Promedio y desviación estándar del rendimiento del café verde oro de la altitud baja y tiempo de fermentación.	84
IX. Promedio y desviación estándar del rendimiento del café verde oro de la altitud media y tiempo de fermentación.	85

X . Promedio y desviación estándar del rendimiento del café verde oro de la altitud alta y tiempo de fermentación.	86
XI. Promedios y desviación estándar de la evaluación sensorial del café en taza, de los diferentes tiempo de fermentación por nivel de altitud. ..	87
XII. Análisis de varianza de la evaluación sensorial del café en taza.....	88
XIII. Análisis de varianza de los puntajes de evaluación sensorial de café en taza.....	88
XIV. Evaluación del perfil organoléptico del café en taza por niveles de altitud.....	89
XV. Rueda del aroma y sabor del café en taza. Creado por Ted Lingle del Speciality Coffee Association of America (SCAA), para la cata de café.....	90
XVI. Temperatura en °C de la masa de fermentación del café y ambiente en los diferentes niveles de altitud.....	91
XVII. Equivalencias de defectos de calidad en café verde oro.....	91

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar las características organolépticas y físicas de los granos de café variedad Caturra, producidos en diferentes niveles de altitud del distrito de Hermilio Valdizán de la provincia de Leoncio Prado y establecer el tiempo óptimo de fermentación mediante la evaluación sensorial y el mejor perfil organoléptico del café en taza.

La cosecha selectiva del café, se realizó en las altitudes de 1010, 1279 y 1596 msnm, sometiéndose a beneficio húmedo *in situ*. Para el estudio del tiempo óptimo de fermentación se extrajeron los granos en fermentación cada hora, desde las 13 a las 24 horas, se lavaron y secaron en secador solar tipo cabina, hasta 10 a 11% de humedad.

Para el proceso de evaluación organoléptica del café en taza, se sometieron los granos seleccionados a un tostado a 210°C por 8 - 10 minutos, se enfriaron y reposaron por 24 horas y se procedió a la molienda, del que se tomó 8,25 gramos/pírex de 150 ml, adicionándose agua a 93°C para ser evaluados sensorialmente por tres catadores altamente entrenados.

Para el café producido a 1010 msnm, el tiempo óptimo de fermentación fue de 15 horas, obteniendo 90,72 puntos, evaluado mediante la ficha de "Taza de Excelencia"; para el café producido a 1279 msnm, el tiempo óptimo de fermentación fue a las 18 horas alcanzando 90,17 puntos y para el café producido a 1596 msnm, el tiempo óptimo de fermentación fue a las 20 horas con un puntaje de 90,67.

En el perfil de calidad organoléptico del café en taza, el de 1596 msnm, mostró mejores atributos de aroma y sabor a chocolate y durazno expresivo, con toques a miel delicado, alcanzando $7,15 \pm 0,02$ puntos sobre 8 para taza limpia; $7,14 \pm 0,03$ puntos para dulzura, mostrando un post gusto persistente entre 5 a 15 minutos. El de altitud de 1279 msnm presentó un aroma y sabor a chocolate expresivo y durazno leve y el café de 1010 msnm ostentó aroma y sabor a cítrico limón y floral expresivo con toques a chocolate ligero y vainilla.

El puntaje sensorial promedio de los tiempos óptimos de fermentación de los tres niveles de altitud, registró 90,5 puntos sobre 100, calificándose el café como café gourmet.

I. INTRODUCCIÓN

El café en taza, por sus características intrínsecas de color, aroma, sabor y pos gusto, se consume como bebida en los diferentes países, incrementándose el número de consumidores, principalmente en las dos últimas décadas.

Bajo esta visión de crecimiento, los agricultores de La Divisoria en el año 2001 se organizaron y crearon la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda. (CAC Divisoria), con el propósito de mejorar económicamente, a través de la producción de café de calidad exportable; esto hizo que la tecnología de producción, cosecha y beneficio del café cambie de una artesanal a otra más técnica y ecológica, cuyo producto sea más competitivo, fundamentalmente por sus cualidades organolépticas que satisfagan al exigente consumidor.

Sin embargo, se observó que los caficultores de La Divisoria, entregaban los lotes de café a la CAC Divisoria, con diferentes características organolépticas y en algunos casos con sabor y aroma no característicos, por lo que descalificaban para el mercado internacional; siendo la posible causa, la falta de control en la fermentación de los granos.

En tal sentido con la finalidad de evaluar la calidad organoléptica del café variedad Caturra, fermentado en diferentes altitudes del distrito de Hermilio Valdizán, provincia de Leoncio Prado, se planteó los siguientes objetivos:

- Determinar las características organolépticas y físicas de los granos de café producidos en diferentes niveles de altitud del distrito de Hermilio Valdizán,
- Determinar el tiempo óptimo de fermentación de los granos de café, mediante la evaluación sensorial.
- Determinar el mejor perfil organoléptico de los cafés en taza.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales del café

2.1.1. Principales especies de café

En el mundo existen aproximadamente 60 especies de las cuales sólo 10 especies son cultivadas en gran escala: la Arábica que representa el 90% de la superficie cultivada y es la más valorizada, así mismo se tiene la Robusta o *Canephora* y la Libérica (CÁMARA PERUANA DE CAFÉ Y CACAO, 2009).

Las especies que más se comercializan son la Arábica y Robusta el primero tiene un aroma más suave y contiene menos cafeína es más susceptible a las enfermedades pero registra productividades bastante mayores (CASTAÑEDA, 1997).

2.1.2. Condición edofoclimática

El café se desarrolla con relativa facilidad desde los 600 a 1800 msnm en casi todas las regiones geográficas del Perú; sin embargo, el 75% de los cafetales están sobre los 1000 msnm (CÁMARA PERUANA DE CAFÉ Y CACAO, 2009).

FIGUEROA *et al.*, (1996) mencionan que el más predominante entre los cafés es la *Coffea arabica* L. ésta se ha adaptado ampliamente a

condiciones climáticas y de suelo de las áreas tropicales y subtropicales en lugares hasta 2000 msnm.

2.1.3. Variedades de café

Entre las principales variedades que se comercializan en la zona se tiene: La variedad Typica en el que predominan los atributos aromáticos; variedad Bourbon reporta mayor dulzura y la variedad Caturra se caracteriza por su acidez; estas variedades se encuentran adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de La Divisoria (NATIVIDAD, 2008). Sin embargo el nivel tecnológico deficiente en el proceso de producción y poscosecha del café contribuyen a la deficiente calidad de los granos (DUICELA *et al.*, 2002).

2.1.4. Partes del fruto del café

Según la CONFEDERACIÓN MEXICANA DE PRODUCTORES DE CAFÉ (2009) las partes del fruto del café son las que se indican en la figura 1 en el que predomina la semilla o grano que es transformado como café en taza.

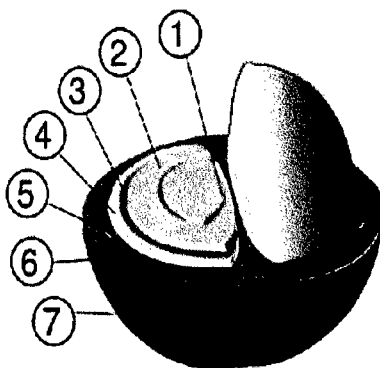


Figura 1. Esquema general de las partes del fruto del café.

- ① **Embrión o germen**, es la planta en estado latente alojada en una de las extremidades del grano o semilla.
- ② **Endospermo o semilla**, es el grano desprovisto de todas sus cubiertas llamado café verde o café oro.
- ③ **Perisperma o película plateada**, es un tejido sumamente delgado que cubre directamente al grano o semilla su color puede ser gris plateado, rojizo o negro según los resultados del beneficio.
- ④ **Endocarpio o pergamino**, es la capa coriácea protectora de la semilla constituida por material celulósico resistente al desgarramiento de color amarillo pajizo cuando ha sido bien procesado el fruto o cereza.
- ⑤ **Capa de pectina**.
- ⑥ **Mesocarpio**: Es la parte carnosa compuesta de sustancias pécticas y azúcares conocido como mucílago.
- ⑦ **Epicarpio o pellejo**: Suele ser rojo cuando está maduro, verde amarillo o rosado durante el proceso de maduración y castaño oscuro cuando está seco. Sin embargo existen variedades que al madurar tienen el epicarpio amarillo anaranjado.

2.2. Beneficio húmedo del café

La planta de beneficio tiene que estar ubicada en un lugar donde se tenga agua abundante y limpia, a través de este tipo de beneficio húmedo se obtienen cafés de alta calidad en taza, adaptándose muy bien a este proceso y a los climas de la zona las variedades Typica, Caturra y Bourbon; las operaciones de este beneficio se muestra en la figura 2.

LA TORRE (2003) indica que a través de este tipo de beneficio se obtiene café limpio cuya humedad de los granos debe estar entre 11 a 12 %. Por su parte la JUNTA NACIONAL DEL CAFÉ (1999) señala que este tipo de beneficio húmedo incluye el proceso de fermentación cuyo fin es eliminar el mucílago de los granos de café.

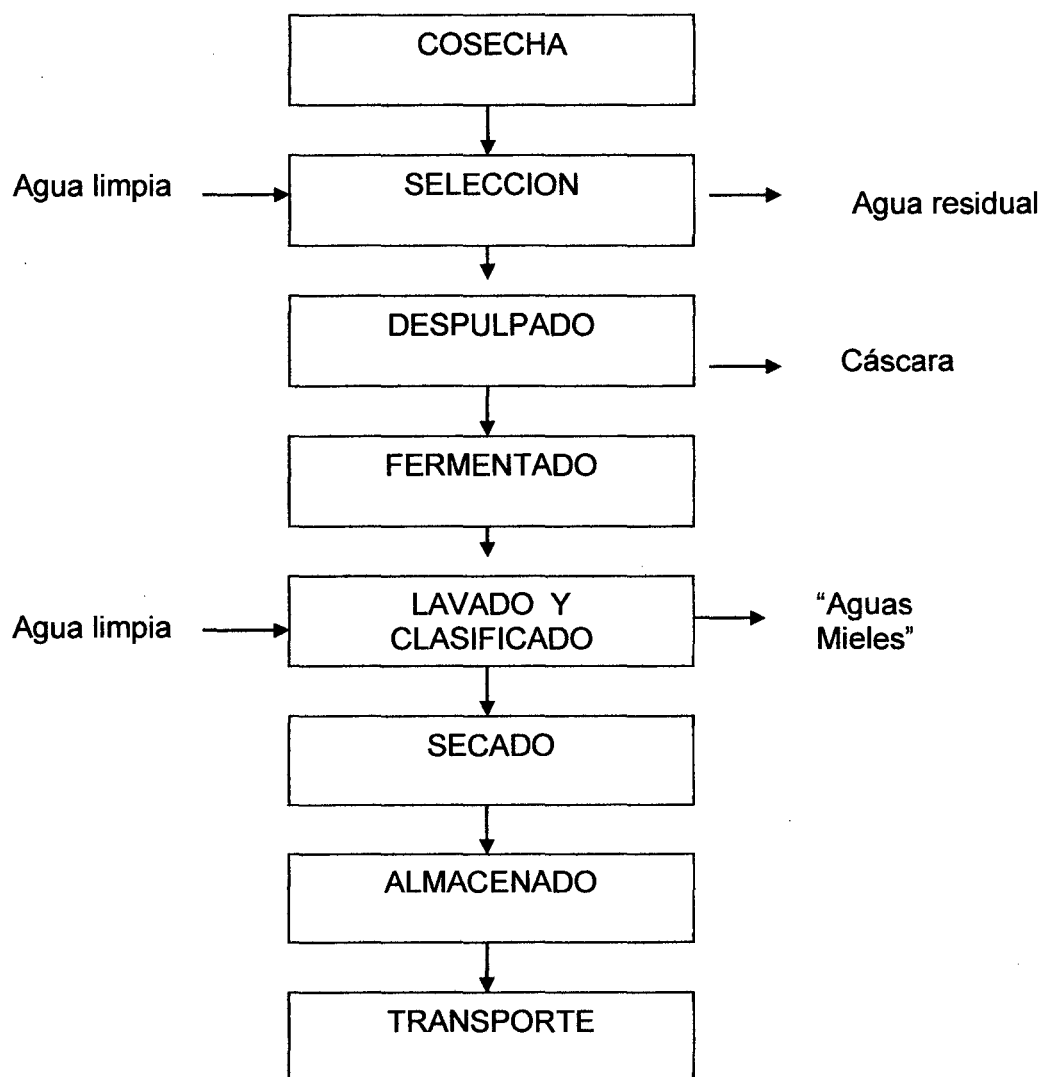


Figura 2. Flujograma general de cosecha y beneficio húmedo del café.

A continuación se describen las operaciones del beneficio húmedo del café:

2.2.1. Cosecha

La calidad del beneficio del café comienza en la cosecha deben cosecharse los frutos maduros y sanos, a este tipo de cosecha se conoce como "cosecha selectiva" los cafés verdes y enfermos son colocados en envase diferente para evitar que las piedras, ramas, tallos se mezclen con los frutos o cerezos que dañan al paño del despulpador, este daño ocasiona a los granos: fracturas, deficiencia en el descascarado que afecta la calidad física del café (VÁSQUEZ, 2004; LA TORRE, 2003 y KATZEFF, 2001).

Existen dos tipos de cosecha: tradicional donde no seleccionan los frutos maduros, pintones, ni verdes que disminuye la calidad del café y la cosecha selectiva que mejora la calidad del café en taza y las características físicas de los granos (CASTAÑEDA, 2007) la uniformidad de madurez y sanidad de los frutos se muestra en la figura 3.



Figura 3. Cosecha selectiva de los cerezos del café.

2.2.2. Selección

Generalmente esta operación se realiza en forma manual para evitar sobre costos y pérdida de tiempo aplicando el Principio de Arquímedes:

en el tanque de lavado se hace ingresar agua limpia luego se vierten los cerezos cosechados y se remueve flotando las materias de menor densidad (figura 4) entre ellos los granos vanos, picados, secos, pajillas y hojas, retirándose con un tamiz para destinarlos a la compostera, además se retiran las sustancias adheridas en la cáscara del fruto obteniéndose los cerezos de tamaño, peso uniforme y limpios, el agua residual va a la poza de decantación (NATIVIDAD, 2008).



Figura 4. Selección de los cerezos de café, por densidad.

2.2.3. Despulpado

Los frutos libres de materia extraña son colocados en la tolva de alimentación de la despulpadora es importante que tenga el paño intacto, sin golpes y/o roturas y bien calibrado que propicie un despulpado eficiente, un exceso de presión quiebra y/o muerde a los granos (CASTAÑEDA, 2007; VÁSQUEZ, 2004).

En esta operación se separa el epicarpio y parte del mesocarpio del fruto (figura 5) esta operación facilita el fermentado uniforme del grano donde debe despulsarse el mismo día de la cosecha lo más pronto posible o

dentro de las 6 horas de cosechado debido que se inicia el proceso de fermentación disminuyendo la calidad del café (LA TORRE, 2003).



Figura 5. Operación de despulpado del café.

2.2.4. Fermentado

La fermentación natural es el proceso mediante el cual se descompone el mucílago, se realiza en las pozas de fermentación las mismas que deben estar protegidas de la intemperie para que el proceso de fermentado sea óptimo (KATZEFF, 2001).

SÁNCHEZ (2005) y VÁSQUEZ (2004) indican que si el mucílago no se remueve se produce una capa oscura en el pergamino que permite el crecimiento de hongos por el contenido de azúcar, estos defectos disminuyen la calidad del café.

NATIVIDAD (2008) refiere que una fermentación prolongada produce en el grano un sabor fuerte que disminuye la calidad en taza, asimismo señala la importancia de controlar el tiempo de fermentación y que no existe una recomendación exacta del tiempo de fermentado.

Por su parte KATZEFF (2001) indica que el punto óptimo de fermentación es través del método empírico: consiste formar un hoyo con una vara si los granos no se caen la fermentación ha concluido y está a punto de lavarse y si el hoyo se deshace significa que aún no está listo para el lavado.

CASTAÑEDA (2007) indica la técnica donde los granos fermentados al frotarlos entre las manos con agua, si el mucílago se desprende y los granos son ásperos significa que terminó la fermentación.

En zonas altas, el tiempo de fermentación es mayor lo inverso sucede en altitudes menores si no se fermenta lo necesario se vuelve a activar la fermentación en el saco (KATZEFF, 2001).

GUIAS EMPRESARIALES (2008) describe algunos aspectos bioquímicos durante la fermentación, estas reacciones bioquímicas se basan en la solubilización del mucílago por descomposición de las materias pécticas del mesocarpio, por la influencia de fermentos solubles o diastasas, como pectosinasa y la pectasa que existen normalmente en el fruto maduro que actúan como catalizadores y son capaces de solubilizar toda la materia péctica, independientemente de toda fermentación que implique la acción de microorganismos que provocan la fermentación microbiana en la masa de fermentación y ejercen indirectamente una acción favorable en la solubilización del mucílago porque toda fermentación microbiana va acompañada siempre de una elevación de la temperatura y ésta incrementa la acción de las diastasas. Las fermentaciones que se suceden en orden cronológico en el interior de la masa son:

- **Fermentación alcohólica**, sucede durante el transcurso de las dos primeras horas de depositado los granos de café, es muy activa y llega a su máximo a la octava o décima hora mucho antes del tiempo que requiere el café para dar punto.

- **Fermentación acética**, se produce alrededor de la octava hora de fermentación siempre y cuando la cereza sea fresca, en condiciones normales la fermentación acética, es muy activa desde la octava a la décima segunda hora y prosigue hasta el final de la operación pero cada vez con menor fuerza.

- **Fermentación láctica**, se inicia después de dos o tres horas de estar el café en las pozas y se prolonga por 20 a 24 horas, esta fermentación es no deseable.

- **Fermentación butírica**, es la última que ocurre en la fermentación del café, esta fermentación no deseada se inicia cuando los granos han perdido gran parte del mucílago y se aglomeran en el fondo de las pilas formando una masa compacta que impide la circulación del aire y favorece el trabajo de los fermentos anaeróbicos. La fermentación butírica presenta características pútridas dando origen a las emanaciones nauseabundas en el beneficio.

Por lo que la solubilización del mucílago es la resultante de una acción diastática y microbiana en la práctica cafetalera, a esta sucesión de procesos se llama fermentación o sea al número de horas requeridas para llegar al "punto de lavado".

Es importante señalar que los fermentos solubles o diastasas inician su actividad desde el fruto, en particular la pectosinasa transforma la pectina en pectosa y azúcares mientras que la pectasa transforma constantemente la pectosa en ácido péctico, además, los diversos microorganismos causantes de la fermentación microbiana entran en acción tan pronto como los frutos son cosechados y con mayor fuerza al ser despulpadas. La fermentación se inicia entre 21 y 23°C y cuando el café da "punto" la temperatura de la masa alcanza 27 a 28°C. El pH disminuye desde que se inicia la fermentación por la formación del ácido. Esta fermentación es tanto más rápida cuanto más elevada es la temperatura en el momento en que se llena al tanque con café despulpado (GUÍAS EMPRESARIALES, 2008).

2.2.5. Lavado y clasificado

Después de la fermentación los granos entran al proceso de lavado con agua corriente y limpia con el propósito de eliminar los sub productos del mucílago que todavía se encuentran adheridos al pergamino del café (SÁNCHEZ, 2005). El agua limpia evita la contaminación en los procesos de despulpado, fermentación y lavado de los granos de café (NTP 209.312, 2006).

El lavado se realiza removiéndose la masa con pala de madera hasta obtener un grano limpio, para las primeras lavadas de la masa es conveniente que el agua esté a unos 10 cm por encima de la masa al remover flotarán los vanos y otros de menor densidad se retiran del flujo (SÁNCHEZ, 2005).

No utilizar para el lavado "agua miel" o aguas contaminadas salvo que tenga un sistema de reciclaje, el grano de café bien lavado presenta un

pergamino limpio, áspero y blanquecino sin restos de “miel” en la hendidura del grano (SÁNCHEZ, 2005 y CASTAÑEDA, 2007).

Si los tanques de fermentación tienen canales de lavado y sedimentación conocido como “canales de correteo” (figura 6), en ellos se realizan la clasificación del café por tamaño y se separan las impurezas a medida que avanza en el canal, el agua de lavado discurre a la poza de “aguas mieles” evitando la contaminación del agua (NATIVIDAD, 2007).

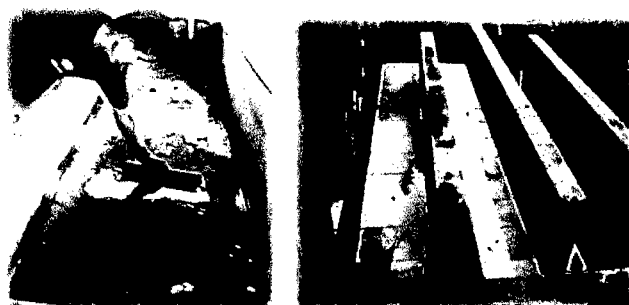


Figura 6. Lavado de café en los tanques de fermentado y canales de “correteo”

2.2.6. Secado

Después del lavado de los granos pergamino se procede al secado del grano esparciéndose en el piso del secador a una altura de lecho aproximado de 2,5 cm, removiendo de 4 a 6 veces por día, lográndose secar de acuerdo al brillo solar a los 6 días; durante el proceso de secado se reduce la humedad de los granos a 11 - 12%, lo que permite su almacenamiento sin riesgos de sufrir ataques de hongos; en lugares donde la actividad de agua es inferior a 0,68, que impide la formación de mohos para ello se pueden utilizar el secado natural (secado en cabinas solares, en bandejas o bastidores y en eras) y secado artificial (NATIVIDAD, 2007).

La FAO (2006) advierte que a humedades superiores a 13 %, los granos de café pergamino comienzan a blanquearse al desarrollarse hongos con la posible producción de *Ocratoxina "A"* (OTA), una humedad menor a 12,5% evita el desarrollo de *Aspergillus ochraceus* y *Penecillum viridicatum* principales productores de OTA. La NTP 209.312 (2006) indica que la OTA es nefrotóxica y posiblemente cancerígena para los seres humanos. Por otro lado LA TORRE (2003) refiere que cuando el proceso de secado se realiza cerca de una cocina o en las carreteras los granos de café adquieren olores indeseados.

La mayoría de los socios de la CAD Divisoria Ltda. utilizan "secadores solares" que se presenta en la figura 7, consta de una cabina con techo semicircular acondicionado con polietileno de color blanco (NATIVIDAD, 2008).

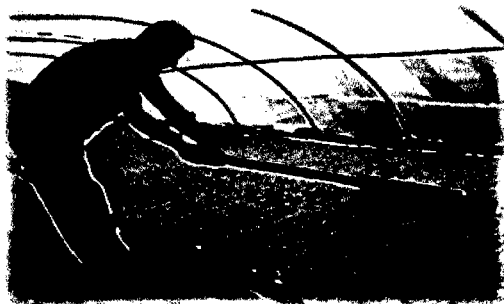


Figura 7. Secador solar con techo de polietileno semicircular.

Antes de la entrega del lote, el caficultor debe realizar la selección de granos, retirando los granos con defectos para ser puestos en sacos limpios de preferencia de yute de 50 kg para su almacenado (NATIVIDAD, 2008).

2.2.7. Almacenado

Un buen almacenamiento depende de la correcta humedad de los granos de café, evitando el almacenamiento de los granos con niveles de

humedad superiores a 13% (NTP 209.312, 2006). No debe almacenarse por mucho tiempo, después de 3 meses disminuye su calidad organoléptica (CASTAÑEDA, 2007). El almacenamiento en lugares protegidos, secos, sin demasiada ventilación evita que los granos se rehumedezcan, no almacenar junto a desechos y cáscaras que puede ocurrir contaminación cruzada (CASTAÑEDA, 2007). Por su lado SÁNCHEZ (2005) enfatiza que el lugar de almacenamiento debe estar libre de productos químicos, fertilizantes, combustibles o cualquier otro producto que expida sustancias volátiles que pueden ser adsorbidas por los granos de café, además son higroscópicos, el ambiente del almacén debe tener 20°C y 65% de HR que garantiza conservar la calidad del café por tres meses a partir del cual irá perdiendo aroma, calidad imprescindible para un buen café en taza.

2.2.8. Transporte

Se debe transportar en vehículos que no transportaron productos con olores fuertes, que tengan tolderas y la carga debe apilarse correctamente (CASTAÑEDA, 2007).

2.3. Aspectos químicos y calidad de los granos de café verde oro

2.3.1. Aspectos químicos del café verde oro

ECHEVERRI *et al.* (2005) indican que los cafés conocidos como "café verde oro" o de exportación contienen 3% de nitrógeno que constituyen los prótidos y los alcaloides algunos aminoácidos azufrados (cistina y metionina) contenido en los prótidos del café y juegan un papel en la formación

del aroma del café torrefactado. GARRITZ (2008) presenta la fórmula de la cafeína (figura 8) y el contenido está en función de la variedad, ésta presenta la mayor importancia en cuanto a las propiedades fisiológicas del café y el amargor.

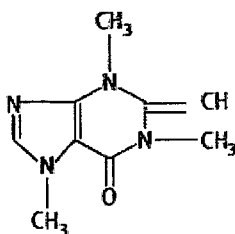


Figura 8. Estructura química de la cafeína.

Los aminoácidos libres del café verde oro son el grupo importante de los compuestos con influencia en la calidad organoléptica del café en taza, la cantidad de sacarosa libre varía en función de las variedades, el estado de madurez de los frutos, proceso de beneficio y las condiciones de almacenaje. Los azúcares presentes tienen importancia en el desarrollo del aroma y la reacción de Maillard durante la torrefacción, la ceniza del café contiene principalmente potasio, sodio, calcio, magnesio, fósforo, azufre, así como oligoelementos: Hierro, aluminio, cobre, yodo, flúor, boro y magnesio. Los polisacáridos del café constituyen la celulosa, manano y el arabinogaláctano, los que le confieren dureza al grano de café. Durante la maduración el contenido de ácidos grasos varía desde 0,5 a 1,89 % (base seca), la acidez de los granos aumenta durante el almacenamiento (COSTE, 1978; VARNAM y SUTHERLAND, 1997).

2.3.2. Aspectos de calidad del café verde oro

La calidad del café verde oro debe cuidarse durante toda la cadena de producción para obtener mejores ganancias a través del café de alta calidad garantizándose la comercialización segura y nuevas oportunidades de encontrar más y mejores mercados a nivel mundial, la producción de café sigue creciendo provocando la saturación de café en los mercados, lo que aumenta la oferta y la baja de precios, por esto los importadores están exigiendo cafés de alta calidad, además están viniendo *in situ* a conocer a los cafetales de los productores porque quieren estar seguros de la calidad del café que están comprando (KATZEFF, 2001).

ILLY y RINANTONIO (1995) y LA TORRE (2003) indican que los estándares de calidad de café producidos influyen decisivamente en la relación comercial entre el exportador y el consumidor, los mercados internacionales del café establecen estrictos estándares de calidad que identifican claramente las calidades, posicionando al productor en el mercado generando confianza en los importadores.

La calidad del café tiene relación directa con la variedad, la condición edafoclimática y del manejo pre cosecha, cosecha, beneficio, almacenaje, transporte, torrefacción y comercialización (NATIVIDAD, 2007).

En el cuadro 1 se presenta los grados de clasificación del café verde oro para exportación.

Cuadro 1. Grado de clasificación del café verde oro.

Parámetro	Grado Especial	Grado Premium	Método de Prueba
Defectos totales en 350 g	Hasta 5	Hasta 8	(Ver A – XXIV)
Defectos de categoría 1 en 350 g	Ninguno	Sin Especificación	
Uniformidad de tamaño	Máximo 5% arriba o abajo del tamaño acordado entre el comprador y el vendedor		
Humedad	De 10 a 12 % para cafés lavados De 10 a 13% para cafés no lavados		
Olor extraño en verde	Ninguno		
Color para cafés lavados	Café verde – verde Café verde – pálido Café verde – amarillo Café verde – azulado		
Color para cafés no lavados	Sin especificaciones		
Uniformidad de tostado/ 100 g	No se permiten “quakers”	Máximo 3 “quakers”	

Fuente: Speciality Coffee Association of America (SCAA)¹, 2004.

Los granos de café de buena calidad física presentan apariencia homogénea, olor característico a café, color verde oliva y humedad entre 10 a 12%, libre de defectos como: no despulpados, guayabas, negros, vinagres, severamente dañados por la broca, mohoso y muy decolorados, los sabores a

¹Organización autorizada para la certificación de catadores equipo y cafés de exportación a nivel mundial

fermento, terroso, mohoso o acre ocasionando sabores indeseables al café en taza (PUERTA, 2000 y 1999).

Sin embargo DUICELA *et al.*, (2004) relacionan la calidad de café verde oro con la forma, tamaño, color, uniformidad, humedad, densidad, rendimiento y defectos de los granos de café, los granos caracoles, triángulos y “elefantes” son considerados defectos a pesar que no afectan las cualidades de la bebida, los granos normales tienen forma plano convexa, por ello las importadoras establecen los acuerdos de compra-venta según sus requerimientos de calidad física y organoléptica.

El color de los granos depende del método de beneficio: tiende a “verde” cuando están bien lavados, la uniformidad de los granos del café verde oro está relacionada con la homogeneidad en su tamaño y la apariencia (CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL, 2002).

A continuación se indican los defectos de los granos de café verde oro (SCAA, 2004):

- **Negro total o parcial**, grano con coloración de pardo a negro, encogido, arrugado, cara plana hundida, hendidura muy abierta, debido a la falta de agua durante el desarrollo del fruto, fermentaciones prolongadas, cerezas recogidas del suelo, enfermedades (hongos), mal secado o rehumedecimiento, sobre fermentación y posterior secado.

- **Grano agrio o parcial**, grano con coloración crema a carmelita oscuro, hendidura libre de tegumento, película plateada puede tender a coloraciones pardo rojizas; causadas por retrasos entre la recolección y el despulpado, fermentación muy prolongada, deficiente limpieza en los tanques

de fermentación, usos de aguas contaminadas, sobrecalentamiento, almacenamiento húmedo de los granos.

- **Mohoso o cardenillo**, grano atacado por hongos, recubierto de polvillo amarillo o amarillo rojizo a causa de fermentaciones prolongadas, interrupciones largas del proceso de secado, almacenamiento o transporte húmedo del producto.

- **Materia extraña**, incluye todo objeto no originario del café encontrado en el café verde oro: piedras, palos, clavos y otros que afecta el aspecto y evidencian una pobre selección y clasificación, puede dañar a las tostadoras y molinos causando riesgos a la salud del consumidor.

- **Cereza seca**, los efectos en taza pueden producir sabores a fermento, mohoso o sabor fenólico afectando la apariencia en el café, la cual se produce por la deficiencia del proceso de despulpado y de eliminación de los flotes, falta de mantenimiento o mal ajuste de la maquinaria; la pulpa seca generalmente cubre parte o todo el pergamino, algunas veces con la presencia de manchas blancas que son signo de formación de hongos que afectan la taza y el aspecto del café verde.

- **Grano brocado severo o leve**, grano con pequeños o grandes orificios producidos por insectos de la broca que genera sabor ligeramente amargo, riesgo de la OTA afectando el aspecto del café verde y del tostado.

- **Grano partido, mordido, cortado**, son originados en el despulpado por causa de la máquina mal ajustada, alimentación con cerezos sobre maduro o granos deformes.

- **Grano inmaduro, vano o paloteado (quaker)**, grano de color verdoso o gris claro, la cutícula no se desprende, superficie marchita, tamaños menores que el normal, causados por recolección de granos verdes o pintones, inmaduro, cultivo en zonas marginales, falta de abono, roya, sequía, y afecta principalmente el aspecto del café tostado.

- **Grano arrugado**, causadas por el desarrollo pobre del café por sequía durante el desarrollo del grano, la intensidad del daño depende de la duración e intensidad del verano o sequía, siendo generalmente pequeños, de baja densidad, malformados y de superficie arrugada.

- **Grano concha**, los efectos que pueden producir es que se pueden quemar durante el tostado y producir sabores a quemado o carbonizado, en cantidades pueden dar al café tostado una apariencia dispareja, este defecto se debe a factores genéticos de la planta, son granos malformados tiene dos partes que por fricción o golpes generalmente se separan, la parte externa tiene la forma de una concha de mar y la parte interna es cónica o cilíndrica.

- **Flotador**, causado por mal secado del café o deficientes condiciones de almacenamiento, granos de pergamino dejados en los rincones de los patios o secadoras generalmente se blanquean y pierden color y peso, café pergamino mal secado o almacenado en condiciones extremadamente húmedas puede también causar granos flotadores, son extremadamente blancos y decolorados que dan al café verde oro una apariencia dispareja.

- **Grano pergamino**, este defecto ocurre en la trilladora debido a un desajuste en la máquina trilladora son granos cubiertos parcial o totalmente por el pergamino que afecta la apariencia del café.

- **Cáscara o pulpa**, dado por el mal beneficio, debido a una mala calibración de la máquina despulpadora, puede resultar en pedazos de pulpa que se secan o fragmentos de cáscara siendo de color oscuro cuando están secos.

El cuadro 2 reporta los factores que influyen en la calidad del café peruano durante la cosecha y beneficio.

Cuadro 2. Factores que influyen en la calidad del café peruano.

Cosecha y beneficio	Buena calidad	Disminuye la calidad
Cosecha	Frutos maduros y bien pintones	Frutos verdes, maduros y sobre maduros.
Despulpado	El mismo día	Lo almacenan varios días
Fermentado	Entre 12 a 18 horas	Sobre fermentan por más de 24 horas, y juntan granos fermentos de varios días.
Lavado y clasificado	Con aguas limpias, y utilizan canal de correteo	Mal lavado dejando mucílago sobre el grano. No clasifican el café
Secado	Utilizan pisos de cemento o mantas gruesas. Humedad 11 a 12%	Secan en el piso o en mantas muy delgadas. Humedad mayor del 20%
Almacenado	En lugares libres de olores fuertes.	En lugares cerca de la cocina. En almacenes que tienen olores fuertes con humedad mayores a 20%.
Rendimiento	75 a 80%	Menos de 75%

Fuente: CASTAÑEDA (1997).

2.4. Calidad organoléptica y defectos del café en taza

Las cualidades del café como bebida son evaluadas por expertos catadores que califican la bebida a través de los sentidos del gusto y del olfato, la evaluación organoléptica se realiza empleando café tostado y molido (BECKER y FREYTAG, 1992).

2.4.1. Café tostado

El tostado o torrefacción se realiza entre 180 a 200°C, se produce la pirólisis y tiene lugar en el grano reacciones químicas exotérmicas que elevan la temperatura del grano entre 20 a 40°C más, cuanto más largo sea el tiempo de tostado afecta al aroma y sabor (RANKEN, 1993). Sin embargo un tostado pálido le da un mejor aroma y acidez al café en taza (HAARER, 1964).

Los cafés torrefactados aumentan su volumen debido a la expansión de los gases internos que se produce entre los 180 a 220 °C (COSTE, 1978). Las propiedades del aroma y sabor del café molido son excesivamente inestables al oxígeno (POTTER, 1973).

En el tostado, el porcentaje de cafeína sobre base seca aumenta hasta en un 10 % debido a la pérdida de agua y a la degradación de otros componentes de la materia seca, las proteínas se desnaturalizan durante el tostado y se degrada en fragmentos de menor peso molecular, alguno de ellos reaccionan con los carbohidratos produciendo reacciones de Maillard. Pueden reaccionar con los compuestos fenólicos y el azúcar sufre una caramelización al superar el punto de fusión de 130°C, esto va acompañada por la formación

de CO₂ y agua, la concentración de ácidos cítrico y málico aumentando en las primeras fases pero posteriormente bajan (VARNAM y SUTHERLAND, 1997).

2.4.2. Café como bebida o café en taza

Contribuyen a las características de la bebida: la cafeína, trigonelina, ácido clorogénico, ácidos orgánicos, taninos, aminoácidos, azúcares, sales minerales y vitaminas (especialmente ácido nicotínico y niacina), asimismo ostenta aspectos aromáticos y sabores por la presencia de furfural, aldehídos, fenoles, hidrógeno sulfurado, mercaptanos, es un “tónico cardiaco” por la cafeína, el ácido clorogénico, los taninos, y las sustancias minerales que constituyen casi toda la materia seca (COSTE, 1978).

El contenido de sólidos totales está en función de la relación agua-café, tamaño de las partículas del café molido, temperatura del agua y tiempo; así tenemos que 12 g de café por 250 ml de agua mantiene el sabor del café entre 1,1 y 1,3 % de sólidos solubles, el café preparado en infusión pierde su sabor y aroma aún más rápidamente que el café molido (KATZEFF, 2001; POTTER, 1973; VARNAM y SUTHERLAND, 1997).

DUICELA *et al.*, (2004), PUERTA (2000 y 1999) indican que la calidad del café en taza está determinada por sus características organolépticas deseables como: aroma, sabor, acidez, dulzor y cuerpo, además por los “defectos de taza”. Los aspectos primordiales a tener en cuenta en la caracterización organoléptica son:

- La **fragancia**, es el aroma del café tostado y molido.
- El **aroma**, es la primera cualidad que el catador percibe en la bebida del café al oler la muestra su intensidad, cualidad y tipo indican la

calidad del café, frescura, condiciones de cultivo, beneficio y procesos para la obtención del producto, el tipo de aroma puede ser: herbal, frutal, terroso, cereal, a especias y otros un aroma fuerte no significa que sea de buena calidad. Asevera COFFEE RESEARCH INSTITUTE (2006) que el aroma del café es el atributo más importante e indica que el café instantáneo carece de la mayoría de los compuestos aromáticos volátiles disminuyendo drásticamente el sabor del café.

- La **acidez**, es el sabor de ciertos ácidos como el acético y cítrico es una cualidad propia y positiva de la especie *Coffea arabica* L. La acidez es indeseable cuando se califica como agria, picante, acre o astringente, derivada de inadecuadas prácticas de cosecha y beneficio del café.

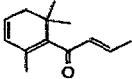
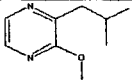
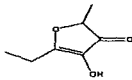
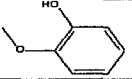
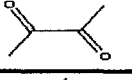
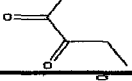

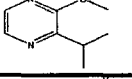
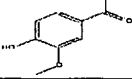
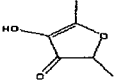
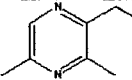
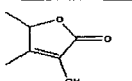
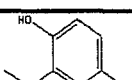
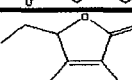
- El **cuerpo**, de la bebida se percibe en la lengua como una mayor o menor concentración de partículas. una buena bebida de café presenta cuerpo completo, moderado y balanceado. Las calificaciones de cuerpo muy alto, sucio o ligero, son indeseables en los cafés arábicos.

- El **dulzor**, es una cualidad propia del café arábica debida a su composición química y suavidad.

- La **impresión general**, se refiere a la calificación global y clasificación de una bebida de café según su calidad debido a la impresión general, se acepta o rechaza la calidad de un café, esta apreciación está relacionada con todas las propiedades percibidas con el sentido del olfato (aromas) y gusto (acidez, dulzor, cuerpo y post gusto).

El cuadro 3 muestra algunos compuestos químicos que proporcionan aroma a la bebida.

Cuadro 3. Algunos compuestos importantes del aroma del café.

Volátil	Concentración (mg/L)	Descripción del Aroma	Estructura química
(E)- β -Damascenone	$1,95 \times 10^{-1}$	Como miel, como fruta	
2-Furfurylthiol	1,08	Tostado (café)	
3-Methyl-2-buten-1-thiol	$8,20 \times 10^{-3}$	Como amina	
2-Isobutyl-3-methoxypyrazine	$8,30 \times 10^{-2}$	Sabor a tierra	
5-Ethyl-4-hydroxy-2-methyl-3(2H)-furanone	17,3	- - -	
Guayacol	4,20	Fenólico, picante	
2,3-Butanedione (diacetyl)	50,8	Sabor a mantequilla	
2,3-Pentanedione	39,6	Sabor a mantequilla	
Methional	$2,40 \times 10^{-1}$	Como papa, dulce	
2-Isopropyl-3-methoxypyrazine	$3,30 \times 10^{-3}$	Sabor a tierra, a tostado	
Vainillina	4,80	Vainilla	
4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone (Furaneol)	$1,09 \times 10^2$	Como caramelo	
2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine	$3,30 \times 10^{-1}$	Sabor a tierra, tostado	
3-Hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanone (Sotolon)	1,47	Sabor a aderezo	
4-Ethylguaiacol	1,63	Picante	
5-Ethyl-3-hydroxy-4-methyl-2(5H)-furanone (Abhexon)	$1,60 \times 10^{-1}$	Sabor a aderezo	

Fuente: Food-Info of Wageningen University. The Netherlands (2009).

2.4.3. Defectos del aroma y sabores extraños del café en taza

KATZEFF (2001) y LA TORRE (2003) refieren algunos defectos que se pueden encontrar en el café en taza:

- **Vinoso**, cosecha de café sobre maduro o retraso en el despulpado, este sabor es originalmente dulce y agradable se va haciendo más agrio hasta ser un defecto.

- **Terroso**, es un sucio muy marcado desagradable, predomina el gusto a tierra húmeda.

- **Sobrefermentado**, aparece en las pilas o tanques de fermentación.

- **Fruta**, sabor que se parece a piña sobre madura causado por café mal lavado.

- **Agrio**, ocurre si persisten las condiciones que dieron lugar al gusto a fruta hasta alcanzar el agrio también surge por el café mal lavado.

- **Fétido**, el clásico fermento es cuando el café no se lava a tiempo sobre todo en lugares no muy fríos, se sobre fermenta con más rapidez haciéndose presente el ácido láctico y butírico afectando primero con un sabor a queso y se prolonga hasta llegar a ser maloliente.

- **Sabor a cosecha vieja**, envejecimiento natural del grano aún después de ser bien procesado si el café está en buenas condiciones aparecerá más tarde por tiempo prolongado de almacenamiento.

- **Mohoso**, causado por almacenar granos de café a más de 12% de humedad desarrollándose hongos.

- **Contaminaciones**, los granos de café seco adquiere olores y sabores con facilidad entre los más comunes: madera, hidrocarburos, sabor a saco, gasolina, petróleo, kerosene, jabón, papel y otros.

- **Fermentación a fruta fermentada**, proviene de los granos cosechados sobre maduros en los cuales la pulpa ha empezado a fermentar en la planta, el grano se sobre fermenta y la pulpa absorbe esa característica y no desaparece.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en las parcelas de producción de café variedad Caturra del distrito Hermilio Valdizán ubicadas en las faldas de los cerros conocida como La Divisoria perteneciente a los socios de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda. (CAC Divisoria).

Los análisis físicos y la evaluación organoléptica se realizaron en el laboratorio de Control de Calidad de dicha cooperativa, ubicado en el Km 4,4 de la carretera Tingo María – Pucallpa, distrito de Luyando, Naranjillo.

3.2. Materia prima

Frutos maduros de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra amarilla y roja proveniente de la cosecha selectiva de las diferentes altitudes de producción de la campaña 2008. Se estableció para el estudio las altitudes aproximadas a 1000 msnm, 1250 y superior a 1500 msnm, estableciéndose por disponibilidad de materia prima a 1010 msnm (altitud baja), 1279 msnm (altitud media) y 1596 msnm (altitud alta) (A – I) de productores de la CAC Divisoria.

3.3. Equipos y materiales

3.3.1. Para la cosecha y beneficio del café

Equipos:

- Despulpadora calibrada marca IMSA, modelo 1 – D, N° de disco 1 (disco junior 3/4), capacidad 900 kg/h, motor 1,5 Hp, velocidad 120 – 150 rpm, medida 0,5 m³, peso 38 Kg.

- Tanques fermentadores de cemento, dimensión 0,8 m de altura x 0,60 m de ancho x 3 m de largo, puerta de descarga y canal de correteo.

- Secadora tipo túnel solar con techo semicircular de polietileno, módulo FEN 28E8.0, área del piso 7 m x 4 m. altura 1,80 m.

Materiales:

- Canastas para la cosecha, tejido de liana.

- Rastrillos de madera para el volteo del secado.

- Costales de yute.

3.3.2. Para el análisis físico del café pergamino y café verde oro

Equipos:

- Trilladora de laboratorio, marca IMSA, capacidad 250g/tolva, modelo LAB, Serie 0210, Motor ¾ HP, 220 Voltios.

- Determinador de humedad, marca IMSA, modelo G 600, 220 V.

- Balanza OHAUS de 200 g de capacidad, digital de 220 Voltios y a batería

- Cribas granulométricas, vibración manual, con 7 mallas: N° 18 = 7,14 mm de diámetro; N° 17 = 6,75 mm; N° 16 = 6,35 mm; N° 15 = 5,95 mm; N° 14 = 5,56 mm; N° 13 = 5,16 mm; N° 12 = 4,76 mm y N° 0 = 0 mm.

Materiales:

- Recipientes de plástico para la muestra.
- Bolsas transparente de polietileno de alta densidad.

3.3.3. Para la evaluación organoléptica**Equipos:**

- Tostadora marca WEG, modelo BS68896, capacidad de 1 Kg, fuente de 110V / 220V y a gas propano, contiene 2 tambores de 61 rpm, 1 motor eléctrico y termostato.
- Molino eléctrico marca Kitchen AID, modelo 5KC G100, regulable hasta 15 grados de finura.
- Hervidora eléctrica marca OSTER, modelo 3236-053, capacidad de 1,7 litros.

Materiales:

- Recipientes de vidrio marca pírex para cata de café de 150 ml
- Cucharas de cata.
- Envases para descarte de la cata.
- Termómetro de 0 a 100 °C, marcadores, calculadora.

3.4. Métodos de análisis**3.4.1. Análisis físico de los granos de café****3.4.1.1. Análisis del café pergamino**

- **Color y olor**, se evaluó de acuerdo a la metodología aplicada en el laboratorio de Control de Calidad de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda. (A – II).

- **Humedad**, según la norma de *Specialty Coffee Association of America* (SCAA) (SCAA – Agosto 2010).

- **Defectos**, mediante la norma de *Specialty Coffee Association of America* (SCAA)(A – II).

3.4.1.2. Análisis del café verde oro

- **Defectos**, mediante la norma de *Specialty Coffee Association of America* (SCAA) (A – III).

- **Granulometría y rendimiento**, de acuerdo a la norma de *Specialty Coffee Association of America* (SCAA) (A – III).

3.4.2. Análisis del tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante evaluación sensorial

Se utilizó un panel altamente entrenado y la ficha de Taza de Excelencia de *Specialty Coffee Association of América* adoptado por la CAC Divisoria para la evaluación sensorial utilizado en el laboratorio de control de calidad por la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda. (A – IV), los resultados fueron sometidos al ANVA, usándose para su análisis el método descriptivo cuantitativo.

3.4.3. Análisis del perfil organoléptico de los cafés en taza

La determinación del perfil organoléptico de los mejores cafés en taza producidos en las altitudes de 1010, 1279 y 1596 msnm, se realizó mediante el ANVA y se interpretó mediante el análisis descriptivo cualitativo (QDA).

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Obtención de las muestras de granos de café

Los frutos maduros cosechados de diferentes niveles de altitud, fueron despulpados y fermentados, extrayéndose a intervalos de una hora, 4 kg de muestra, a partir de las 13 h hasta las 24 h de fermentación, fueron lavados y secados hasta 10 a 11 % de humedad. De cada muestra se extrajo un kg de café pergamino, embolsándose en bolsas de polietileno de alta densidad para evitar el humedecimiento.

La obtención de las muestras de granos de café, se hizo mediante el beneficio húmedo que se indica en el flujograma de la figura 9.

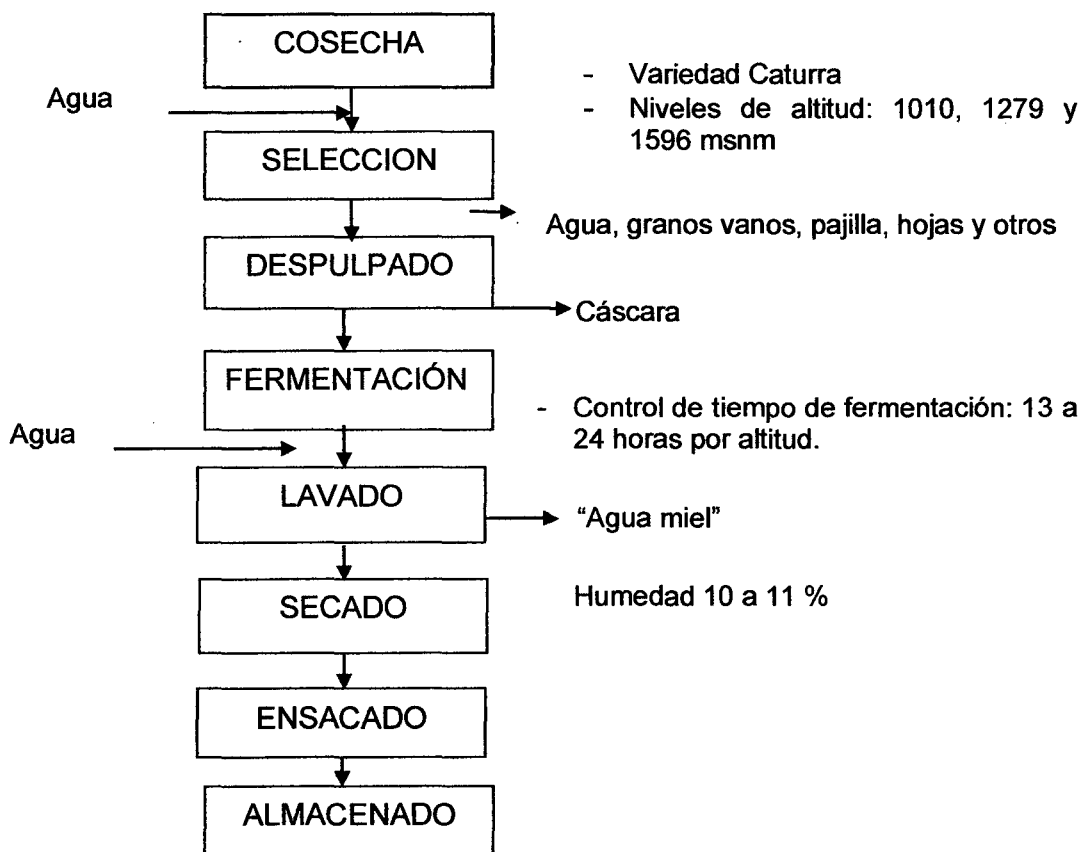


Figura 9. Flujograma del beneficio húmedo del café.

Se aplicó la cosecha selectiva en los tres niveles de altitud de 1010, 1279 y 1596 msnm, los cosechadores provistos de canastas de cosecha obtuvieron 12 latas aproximadamente: 192 kilos de cerezo que fueron colocados en sacos de yute protegidos del sol bajo los árboles, se realizaron 3 cosechas a intervalos de 15 días cada una. Se hizo la selección mediante el Principio de Arquímedes con el propósito de separar las impurezas de los cerezos como: pajillas, hojas, cáscara de los cerezos, vanos y brocados. Para ello en el tanque de lavado se vertió agua limpia, removiendo los cerezos logrando separar aquellas materias de menor densidad, destinándose para la compostera. Los cerezos limpios y libres de materias extrañas se despulparon para separar la cáscara y parte de la pulpa del cerezo, se hizo con la despulpadora que emplea un mecanismo de presión y fricción, el cerezo se sometió a presión con el cilindro y el pecho del equipo y la camisa para quitar la pulpa a una abertura de luz de 0,5 cm, las cáscaras se destinaron a la compostera para el reciclado como abono orgánico para los cafetales.

Para el proceso de fermentación, la masa de granos despulpados se ubicaron en el tanque de fermentación hasta una altura de masa de 50 a 60 cm, cubriéndose con costales de yute limpios para mantener la temperatura de fermentación, la extracción de muestras para determinar el tiempo óptimo de fermentación se inició a las 13 horas retirándose 4 kg de muestra cada hora hasta las 24 horas de fermentación por altitud. Seguidamente se procedió a realizar el lavado a las muestras obtenidas de los tiempos de fermentación con la finalidad de retirar los subproductos del mucílago, se lavaron por frotación manual hasta que el grano presente un pergamino limpio, áspero y blanquecino

sin restos de “miel” en las hendiduras del grano. El agua de lavado conocido como “agua mieles” va a las pozas de decantación y percolación evitándose la contaminación del agua por microorganismos y ácidos. La materia orgánica de baja densidad como restos de cáscara, granos vanos, fueron retirados para la compostera.

Los granos de café lavados se colocaron en la plataforma del secador solar tipo túnel a una altura de lecho de 2,0 cm aproximadamente alcanzando temperaturas de 30 a 45 °C, removiéndose constantemente para lograr el secado uniforme de 10 a 11 % de humedad entre 6 a 8 días.

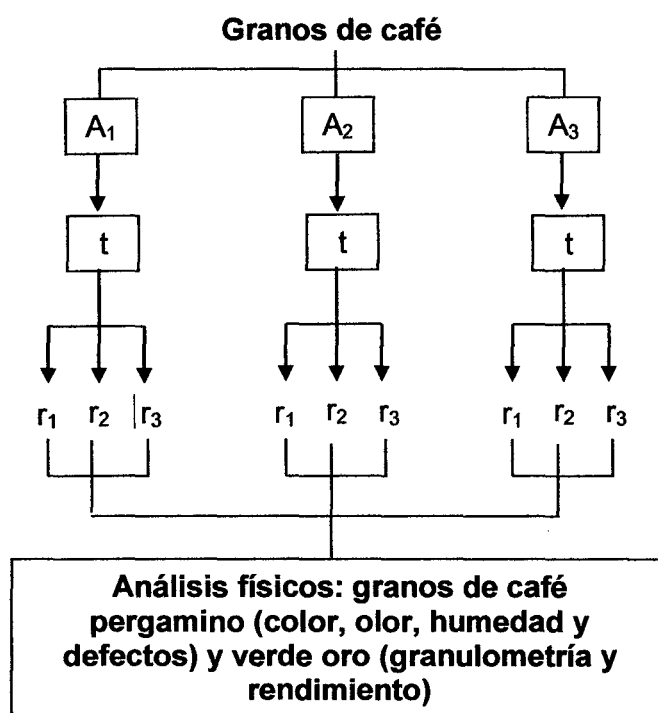
Las muestras de granos secos se colocaron en sacos confeccionados de yute para ser transportados al laboratorio de Control de Calidad de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda., almacenándose en un lugar libre de olores durante un mes para su estabilización, para ello se separó un kilo de café pergamino colocándose en una bolsa de polietileno de alta densidad sellándose para evitar el humedecimiento de los granos.

3.5.2. Determinación de las características físicas de los granos de café pergamino

Se hizo siguiendo los métodos mencionados en el ítem 3.4.1.1 de métodos de análisis, donde se procedió a realizar la codificación respectiva a cada muestra para su análisis físico, referente a color, olor, humedad y defectos en los granos, como se presenta en el diseño experimental de la figura 10.

3.5.3. Determinación de las características físicas de los granos de café verde oro

Se hizo siguiendo los métodos mencionados en el ítem 3.4.1.2 de métodos de análisis, después de realizar el análisis físico del café pergamino se procedió a realizar análisis del café verde oro con referente a granulometría y rendimientos, como se presenta en el diseño experimental de la figura 10.



- A₁** = Altitud baja de producción de café (1010 msnm)
A₂ = Altitud media de producción de café (1279 msnm)
A₃ = Altitud alta de producción de café (1596 msnm)
t = Tiempo de fermentación, se extrae las muestras a partir de las 13 horas, 14, 15, 16, 17, ... 24 horas)

Figura 10. Diseño experimental para el análisis físico de los granos de café pergamino y verde oro.

3.5.4. Determinación del tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante la evaluación sensorial

Para la determinación del tiempo óptimo de fermentación de los granos de café de los tres niveles de altitud a través de la evaluación sensorial, se tuvo en cuenta la siguiente metodología:

3.5.4.1. Acondicionamiento de las muestras

Se tostaron los granos de las muestras de café verde oro de malla 15 arriba (>5,95 mm de diámetro) con la finalidad de obtener un tostado homogéneo y que no presente defectos por diferencia de tamaño, las muestras de 150 gramos fueron depositados en los tambores del tostador a 210 °C, donde se controló el tostado observando el color característico que debe llegar a 65 Agtron² antes del tercer crack como indica STAUB (2005), sucede entre los 8 a 10 minutos de tostado, donde emiten aromas agradables. Se descargó de los tambores, se enfrió y se envasó en bolsa codificada. Luego se reposó por 24 horas con la finalidad de que desaparezca el olor a tostado y no haya confusión en el momento de la cata. De cada muestra tostada se pesó 8,25 g moliéndose hasta el grado 11, consiguiéndose en 1 minuto de molido; previamente se limpió el molino con una porción de cada muestra tostada donde las muestras molidas fueron colocadas en envases de vidrio de 150 ml ($8,25/150 = 0,055 \text{ g/cm}^3$), codificándose y distribuyéndose en la mesa de cata.

²Agtron, medida de color de los granos de café tostados, M-Basic

3.5.4.2. Evaluación organoléptica de los cafés en taza

La evaluación organoléptica se efectuó con tres panelistas altamente entrenados, dos de ellos con Q-Grade³ de la CAC Divisoria, se entregaron ocho muestras codificadas por sesión de cata, los panelistas evaluaron y describieron utilizando la ficha de taza de excelencia (A – IV); los catadores evaluaron inicialmente la fragancia de las muestras en seco, seguidamente se procedió con la infusión al café molido vertiéndose agua a 93°C en los pírex, esperando de 3 a 5 minutos para que se produzcan las reacciones de los compuestos químicos que se perciben al aspirar en forma de vapor. Luego se hizo la acción de “romper taza” que consiste en remover con una cuchara la “costra” que se forma en la parte superior de la infusión; el catador va removiendo y aspirando, confirmando la fragancia de las muestras que se determinó previamente en seco; después el catador retira las partículas que flotan del café molido con ayuda de dos cucharas de cata, esta acción es denominada “limpiar taza”.

Inmediatamente se realiza la cata del café: el catador recoge una porción de la infusión con la cuchara para sorber con fuerza hasta producir el ruido característico con la finalidad que las finas gotitas pueden llegar a toda la cavidad bucal, donde confirma objetivamente el aroma, dulzura, acidez, cuerpo, sabor, pos gusto, balance, taza limpia y apariencia, evaluando cada atributo mediante el puntaje de la ficha de taza de excelencia.

³ Grado máximo otorgado a un catador de café por el Instituto Nacional de Cafés Especiales de Estados Unidos de Norte América

La sumatoria de los atributos refleja el puntaje final, cuya escala fue la adoptada por la CAC Divisoria que clasifica a los cafés como sigue:

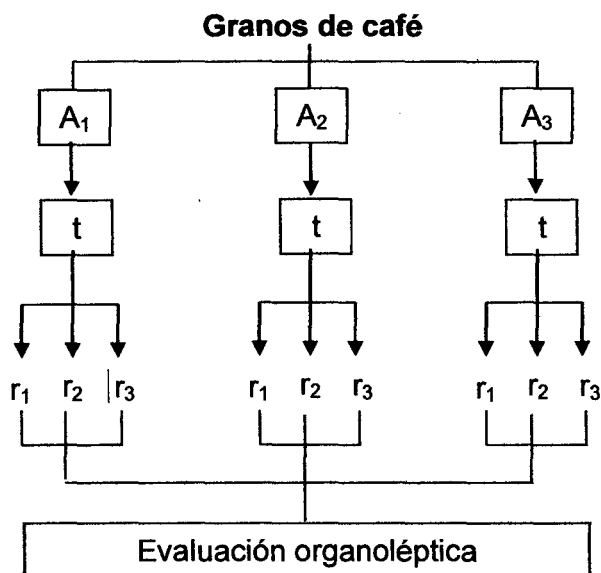
OF (Fuera de grado)	=	0,00 – 75,49
TL (Taza Limpia)	=	75,5 – 79,49
A	=	79,5 – 83,49
AA	=	83,5 – 87,49
AAA	=	87,5 – 89,49
GOU	=	89,5 – 100 puntos.

El diseño experimental para determinar el tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante la evaluación sensorial de las muestras de café de los tres niveles de altitud se indica en la figura 11, realizado con tres repeticiones, con doce tiempos de fermentación, sometidos a tres panelistas altamente entrenados; analizándose los resultados mediante el diseño completamente al azar, para luego determinar el nivel de significancia con la prueba Tukey ($P_v < 0,05$).

3.5.5. Determinación del mejor perfil organoléptico de los cafés en taza

Con los resultados de las muestras con mayores puntajes en la evaluación organoléptica en los tres niveles de altitud y tiempo de fermentación, evaluados por los tres catadores, se hizo el análisis de varianza a $P_v < 0,05$, los promedios de los resultados se graficaron para su análisis descriptivo cualitativo de los atributos: Taza limpia, dulzura, acidez, cuerpo, sabor, postgusto, balance y apreciación general, según la figura 12.

Para diferenciar los tipos de aroma de los cafés en taza se usó la rueda de *Ted Lingle* (A – XV) donde los panelistas describieron la percepción aromática de las muestras de café.

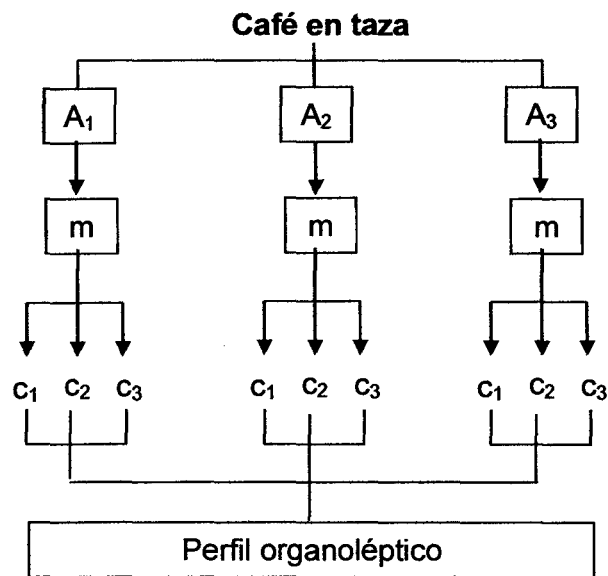


- A₁** = Altitud baja de producción de café (1010 msnm)
A₂ = Altitud media de producción de café (1279 msnm)
A₃ = Altitud alta de producción de café (1596 msnm)
t = Tiempo de fermentación, se extrae las muestras a partir de las 13 horas, 14, 15, 16, 17, ... 24 horas)

Evaluación Organoléptica

- Color del café tostado y molido
- Dulzura
- Cuerpo
- Pos gusto
- Aroma en seco y húmedo
- Acidez
- Sabor
- Balance

Figura 11. Diseño experimental para determinar el tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante la evaluación organoléptica.



- A₁** = Altitud baja de producción de café (1010 msnm).
A₂ = Altitud media de producción de café (1279 msnm).
A₃ = Altitud alta de producción de café (1596 msnm).
m = Muestras de los tiempos de fermentación de 13 horas, 14, 15, 16, 17, ... 24 horas).

Análisis descriptivo cualitativo

Taza limpia, Dulzura, Acidez, Cuerpo, Sabor, Pos gusto, Balance,
 Apreciación general

Figura 12. Diseño para determinar el mejor perfil organoléptico de los cafés en taza de los diferentes niveles de altitud.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De las características físicas de los granos de café pergamino

4.1.1. Color

En la figura 13 se aprecian los porcentajes de granos de color normal y manchados en café pergamino en los tres niveles de altitud, se observan que en la altitud baja llega a 27,78% de granos manchados acentuándose estas manchas cuando sobre pasan las 22 horas, donde los granos se encuentran sobre fermentados influenciando la temperatura del medio. Sin embargo, conforme se incrementa la altitud, el porcentaje de granos manchados disminuye a 11,11 %. En altitud de 1596 msnm las manchas se inicia a las 24 horas de fermentación.

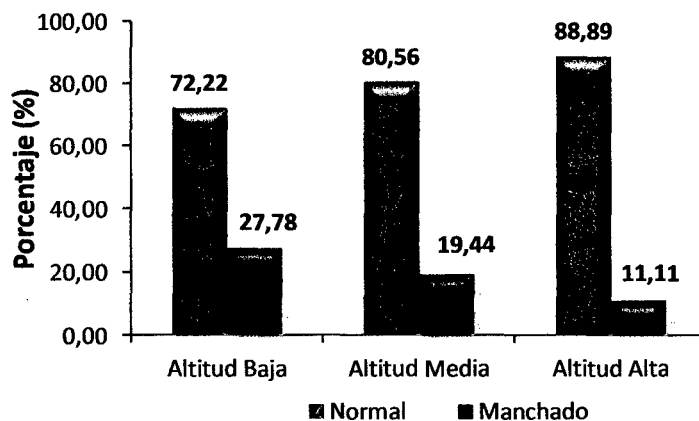


Figura 13. Color de los granos de café pergamino de diferentes altitudes.

Cuando sobrepasa el tiempo óptimo de fermentación aparecen los granos manchados, estas manchas surgen según COSTE (1978) por la sobre fermentación a que se exponen los granos de café, evitándose este inconveniente al controlar la fermentación, lo que concuerda con los resultados, pues los granos manchados aumentan cuando superan el tiempo óptimo de fermentación en los diferentes niveles de altitud (figura 14), es decir aparecen las manchas de los granos pergamino cuando supera las 15 horas de fermentación en la altitud baja, 18 y 20 horas para la altitud media y alta respectivamente.

COSTE (1978) y DUICELA *et al.* (2002) refieren que las manchas en los granos pergamino son un indicador para el cliente, si el lote ha sido bien fermentado y lavado el color constituye atributo importante para el comercio.

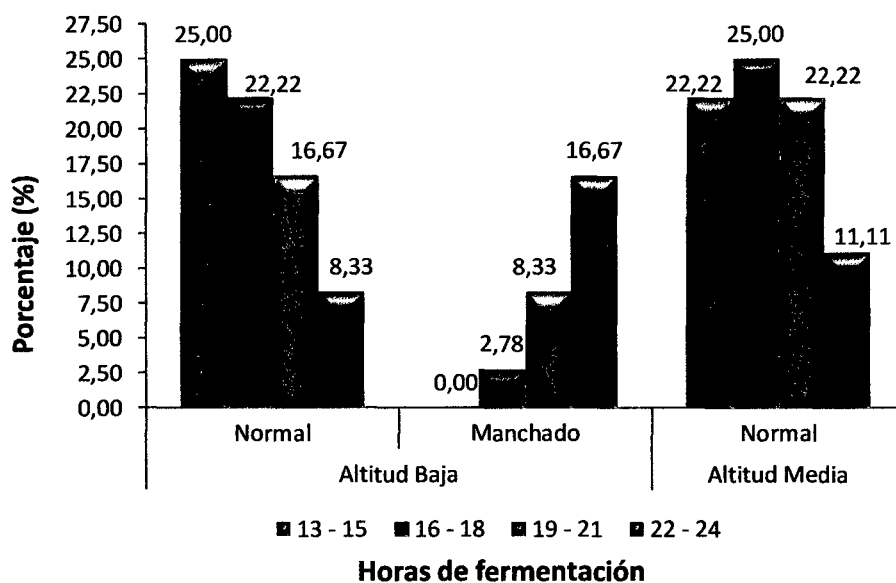


Figura 14. Contenido de granos de café pergamino de color manchado de los en diferentes altitudes y tiempos de fermentación.

4.1.2 Olor

De los resultados de la evaluación del olor de los granos de café pergamino, de los tres niveles de altitud a diferentes tiempos de fermentación, se aprecia en la figura 15; el 77,22% de los granos presentan olor característico a “fresco típico” para altitud baja y media y 77,78% para altitud alta. En cuanto a olor a fermento no característico en los granos de café pergamino, se ha registrado 16,67% para la altitud baja, 13,89% y 11,11% para altitud media y alta respectivamente. Este inconveniente de olor a fermento se refleja cuando sobrepasa el tiempo óptimo de fermentación; al respecto LA TORRE (2003) y COSTE (1978) enfatizan que el olor no característico de los granos se debe al mal beneficio, siendo el principal la fermentación debido al sobrepasar el límite de horas de fermentación llamada también sobrefermentación.

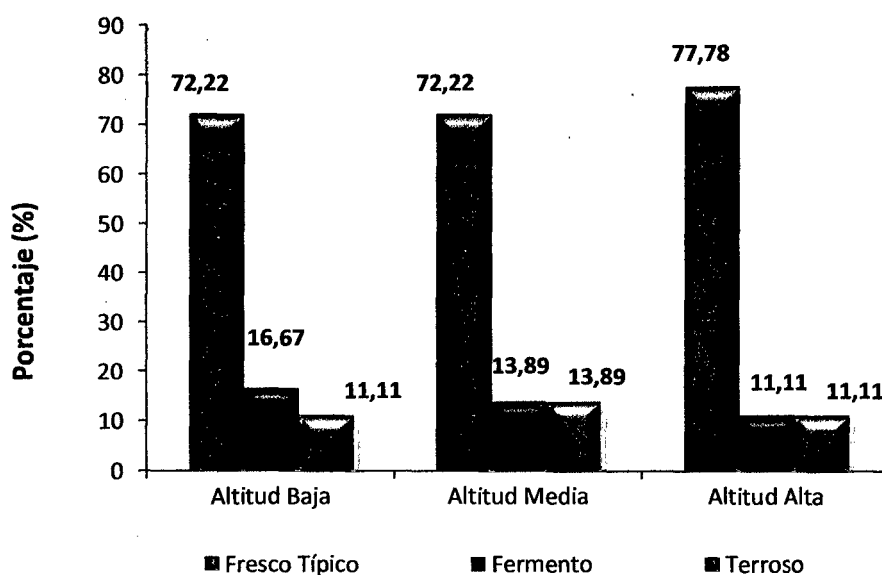


Figura 15. Porcentajes de los granos con olor a fresco, típico, fermento y terroso en café pergamino de diferentes niveles de altitud.

Para el olor a terroso, se tiene 11,11% para las altitudes baja y alta y 13,89% para la altitud media, esto debido posiblemente que los granos hayan captado olor a tierra del agua de lavado, que generalmente son arroyos provenientes de los cerros de La Divisoria.

4.1.3. Humedad

En el cuadro 4 se presenta el porcentaje de humedad promedio de café pergamino de los tres niveles de altitud, para cada tiempo de fermentación. La humedad del café pergamino para los tres niveles de altitud no supera el 10,93%, siendo el menor 10,67%.

Cuadro 4. Promedio de humedad del café pergamino de diferentes niveles de altitud.

Tiempo (h)	Altitud baja	Altitud media	Altitud alta
	Café pergamino	Café pergamino	Café pergamino
13	10,73 ± 0,15	10,77 ± 0,15	10,70 ± 0,20
14	10,80 ± 0,10	10,70 ± 0,44	10,87 ± 0,15
15	10,77 ± 0,15	10,93 ± 0,21	10,90 ± 0,20
16	10,80 ± 0,17	10,87 ± 0,15	10,77 ± 0,21
17	10,73 ± 0,25	10,77 ± 0,15	10,77 ± 0,15
18	10,67 ± 0,21	10,73 ± 0,15	10,80 ± 0,26
19	10,67 ± 0,15	10,80 ± 0,10	10,83 ± 0,15
20	10,73 ± 0,21	10,93 ± 0,35	10,73 ± 0,25
21	10,67 ± 0,15	10,87 ± 0,21	10,90 ± 0,10
22	10,83 ± 0,35	10,73 ± 0,06	10,93 ± 0,21
23	10,70 ± 0,10	10,77 ± 0,25	10,77 ± 0,31
24	10,77 ± 0,15	10,87 ± 0,25	10,83 ± 0,15
Media ± SD (n = 3)			

Si se analiza la humedad promedio de los tres niveles de altitud que indica la figura 16, para café pergamino, confirma que las humedades no superan en ningún caso el 11%. A esto indican la FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA (2008) y CAFETAL (1992) que, humedades en granos de café de 10 a 12% corresponde a un café de calidad. Por consiguiente, los resultados de humedad de café pergamino en estudio, se encuentra dentro de los rangos de humedad en los tres niveles de altitud. Estos porcentajes de humedad, evitan el desarrollo de hongos entre ellos *Aspergillusochraceus*, proveniente del suelo y *Penicillium viridicatum*, considerados como los principales generadores de Ocratoxina "A" – OTA, que se desarrollan a humedades superiores a 12,5% (FAO, 2006). Por su parte SCAA (2004) refiere que los granos pergamino debe contener una humedad de 10 a 12% de humedad. Sin embargo el mercado americano exige 9 a 12% de humedad, el europeo y japonés prefieren de 11 a 12% (MONROIG,2008).

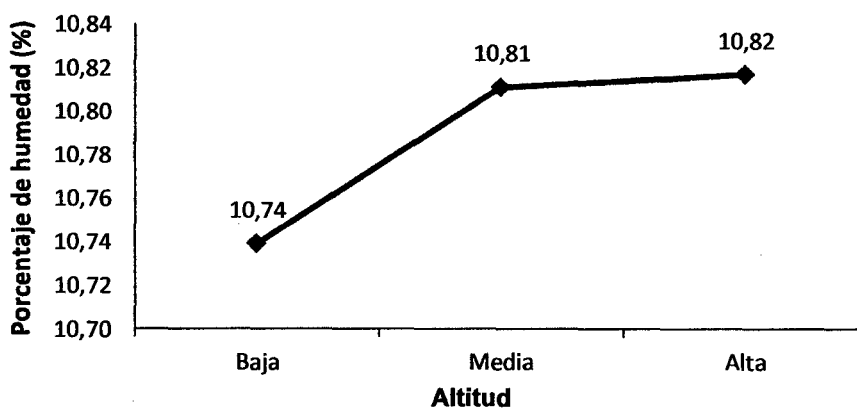


Figura 16. Porcentaje promedio de humedad del café pergamino en los tres niveles de altitud de fermentación.

CLEVES (1998) y LA TORRE (2003) indican que a humedad de 10 a 12 %, adquieren condición de latencia, en el que prácticamente no respiran ni pierden peso, además garantizan la calidad del café. LA TORRE (2003) recomienda que la humedad no debe superar el 12 % para proteger los granos de la humedad principalmente durante el almacenaje por sus características higroscópicas.

4.1.4. Defectos

En el cuadro 5 se observa los resultados de los defectos del café pergamino analizados de muestras de 400 g de cada nivel de altitud y tiempo de fermentación. Al respecto los porcentajes de defectos encontrados fueron de 0,13 a 0,16%; habrían contribuido a estos porcentajes los cuidados realizados durante la cosecha y beneficio del café pergamino. Esto significa en la práctica que el cien por ciento de los granos está apto para el trillado, que no necesitan seleccionar.

Por otro lado las materias extrañas y los defectos del café pergamino reflejados en la figura 17, constituyen granos pelados de 0,06 a 0,07% lo que habría sido ocasionado por la ruptura del endocarpio o pergamino en la despulpadora, al secarse se desprendieron algunos granos y por lo consiguiente la cáscara y cisco obtuvieron 0,03 a 0,05%. En cuanto a granos vanos se reportó 0,01 a 0,03% siendo el descarte de menor porcentaje lo cual ayudó la cosecha selectiva y el buen beneficio, RANKEN (1993) refiere que la presencia de granos vanos se debe a la deficiencia de nutrientes de la planta.

Cuadro 5. Defectos encontrados en granos de café pergamino en los tres niveles de altitud con respecto al tiempo de fermentación.

Altitud	Defectos	Total(g)	Promedio	Porcentaje
Altitud baja (1010 msnm)	Granos pelados	2,84	0,24 ± 0,10	0,06
	Cáscara/cisco	1,98	0,16± 0,08	0,04
	Palos/pajilla	0,65	0,05 ± 0,06	0,01
	Pergamino/vano	0,89	0,07 ± 0,05	0,02
	Total	6,37	0,53 ± 0,09	0,13
Altitud media (1279 msnm)	Granos pelados	3,50	0,29 ± 0,18	0,07
	Cáscara/cisco	2,27	0,19 ± 0,10	0,05
	Palos/pajilla	0,76	0,06 ± 0,04	0,03
	Pergamino/vano	0,53	0,04 ± 0,06	0,01
	Total	7,06	0,59 ± 0,14	0,16
Altitud alta (1596 msnm)	Granos pelados	2,92	0,24± 0,17	0,06
	Cáscara/cisco	1,39	0,12± 0,09	0,03
	Palos/pajilla	0,68	0,05± 0,04	0,01
	Pergamino/vano	1,40	0,12± 0,07	0,03
	Total	6,39	0,53± 0,10	0,13

Media± SD (n = 12)

Por cuanto las materias extrañas encontradas en los granos pergamino, según BECKER y FREYTAG (1992) no debe superar el 0,5%, encontrándose los resultados por debajo a este porcentaje.

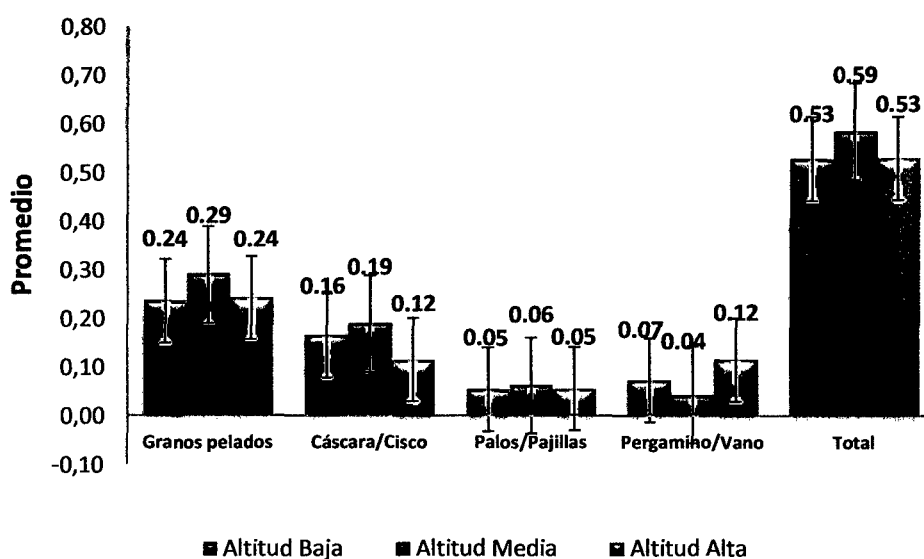


Figura 17. Defectos encontrados en los granos de café pergamino, en porcentaje promedio.

4.2. De las características físicas de los granos de café verde oro

4.2.1. Granulometría

En el cuadro 6, se presenta el promedio de los porcentajes de granos de café verde oro retenidos en malla 15 arriba, con diámetro superior a 5,95 mm para los tres niveles de altitud, que alcanzan 94,96 a 94,98%, esto indica que los granos de café verde oro obtenidos bajo las condiciones de cosecha selectiva, selección y clasificación aplicados alcanzan el 95% de tamaño aptos para el mercado de exportación. Al respecto el CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL (2002), indica que el mercado internacional prefiere cafés verde oro malla 15 arriba. Los granos de malla 14 abajo, son considerados para el mercado nacional, es decir aquellos granos menores a 5,56 mm de diámetro.

Cuadro 6. Peso y porcentaje de granos retenidos de café verde oro, en los tres niveles de altitud.

Altitud	Total Peso (g)	Malla 15 arriba		Malla 14 abajo	
		Peso (g)	%	Peso (g)	%
Baja	316,76	300,78 ±1,42	94,96	15,98 ±0,35	5,04
Media	315,95	300,10 ±1,07	94,98	15,85 ±0,27	5,02
Alta	316,25	300,33 ±1,66	94,97	15,92 ±0,42	5,03

Media ± SD (n = 12)

Por otro lado SCAA (2004) define la uniformidad de los granos de café verde oro como máximo cinco por ciento arriba o abajo acordado entre el comprador y el vendedor, es decir para nuestro caso sólo fue 5% de los granos retenidos por malla 14 abajo. Sin embargo, el lote producido bajo las condiciones de la investigación puede ser adquirido por el mercado americano, debido a que exige el tamaño del café malla 13 arriba de 5,16 mm de diámetro, entre tanto el mercado europeo exige cien por ciento malla 15 arriba y un cinco por ciento malla 14; el mercado japonés exige sólo malla 15 arriba. Asimismo estos mercados exigen para Café Gourmet cien por ciento malla 16 arriba de 6,35 mm de diámetro y un quince por ciento de malla 15 arriba (MONROIG, 2008).

LA TORRE (2003), BECKER y FREYTAG (1992) coinciden en indicar la relación que existe entre la altura de procedencia y el tamaño del

grano de café, siendo el de mayor altitud el de menor tamaño, pero de mayor consistencia; el de baja altitud, de mayor tamaño y baja consistencia.

Para el caso del trabajo, ésta característica granulométrica no afecta entre altitudes por presentar granos de café verde oro 95% de malla 15 arriba, el tamaño de los granos habría favorecido la cosecha selectiva, selección y clasificación aplicada en el estudio.

4.2.2. Defectos

Los principales defectos encontrados en los granos de café verde oro se presenta en el Cuadro 7, éstos son: cafés negro, puntos negros, fermentado, parcialmente fermentado, cardenillo, picado o brocado, mordido, concha y pergamino, cuyos resultados se registran en los anexos A – V, A – VI y A – VII. El total promedio de los defectos encontrados para la altitud baja corresponde a 0,63%, para altitud media 0,60% y 0,35% para altitud alta.

Si se tiene en cuenta que los defectos de mordido/cortado del Cuadro 7 registran los porcentajes más altos de 0,16 a 0,21% éste se disminuye al regular adecuadamente la luz del tambor de la despulpadora o al hacer fluir agua durante el despulpado; igualmente al regularse el tambor de la trilladora que dejó pasar algunos granos con pergamino.

Si se observa el porcentaje de defectos en los niveles de altitud bajo, medio y alto no supera el 0,63 %, estando por debajo de las exigencias de los mercados de Japón y Europa que exigen en el café verde oro 8% de defectos y para café gourmet 5% (MONROIG, 2008).

Cuadro 7. Porcentaje de defectos de café verde oro, en los tres niveles de altitud.

Defectos	Altitud baja			Altitud media			Altitud alta		
	Total	Promedio (g)	(%)	Total	Promedio (g)	(%)	Total	Promedio (g)	(%)
Negro	1,90	0,16±0,41	0,04	1,10	0,09±0,31	0,02	0,00	0,00±0,00	0,00
Parcial negro	0,47	0,04±0,20	0,01	0,30	0,03±0,15	0,01	0,00	0,00±0,00	0,00
Fermentado	1,20	0,10±0,34	0,03	1,47	0,12±0,42	0,03	0,37	0,03±0,18	0,01
Parcial Fermentado	3,43	0,29±0,63	0,07	1,17	0,10±0,42	0,02	0,43	0,04±0,22	0,01
Cardenillo	3,80	0,32±0,74	0,08	2,57	0,21±0,72	0,05	0,00	0,00±0,00	0,00
Picado	2,52	0,21±0,46	0,05	3,28	0,27±0,46	0,07	2,08	0,17±0,37	0,04
Mordido cortado	9,82	0,82±0,82	0,20	10,18	0,85±0,66	0,21	7,75	0,65±0,62	0,16
Concha	2,57	0,21±0,51	0,05	3,02	0,25±0,55	0,06	3,12	0,26±0,49	0,07
Pergamino	4,56	0,38±0,64	0,10	5,90	0,49±0,69	0,12	3,13	0,26±0,54	0,07
Total	30,27	2,52±1,19	0,63	28,98	2,42±1,61	0,60	16,87	1,41±0,78	0,35

Media ± SD (n = 12)

4.2.3. Rendimiento

Los resultados de la evaluación del rendimiento en el café verde oro se indican en los anexos A – VIII, A – IX y A – X. Los promedios de rendimientos y porcentajes de los tres niveles de altitud se muestran en el cuadro 8, donde el porcentaje de los rendimientos para café verde oro o café de exportación, superan el 74%, es decir para la altitud baja de 1010 msnm el rendimiento fue de 74,56%, para la altitud de 1279 msnm se registró 74,42% y 74,73% para 1596 msnm.

Cuadro 8. Rendimiento promedio de café pergamino a café verde oro, por niveles de altitud.

Altitud	Rendimiento	Total (g)	Promedio(g)	Porcentaje
Baja (1010 msnm)	Merma/ cisco	992,60	82,72±2,59	20,68
	Granulometría y defectos(*)	228,37	19,03±1,64	4,76
	Café de exportación(**)	3579,03	298,25±2,54	74,56
	Factor (kg)	740,37	61,70±0,53	
Media (1279 msnm)	Merma/ cisco	1001,57	83,46±2,98	20,87
	Granulometría y defectos(*)	226,21	18,85±1,96	4,71
	Café de exportación(**)	3572,22	297,68±1,19	74,42
	Factor (kg)	741,78	61,82±2,64	
Alta (1579 msnm)	Merma/ cisco	998,61	83,22±2,72	20,80
	Granulometría y defectos(*)	214,26	17,85±1,23	4,46
	Café de exportación(**)	3587,13	298,93±2,43	74,73
	Factor (kg)	738,69	61,56±0,50	

Media ± SD (n = 12) (*) Malla 14 abajo (**) Malla 15 arriba. .

Si comparamos estos rendimientos con el 69% para café verde oro malla 15 arriba reportado por CAFÉ METILXANTIN (2008), se puede afirmar que el café variedad Caturra producido en La Divisoria tiene mejor rendimiento, a ello habría contribuido la cosecha selectiva, selección y clasificación de los granos durante el beneficio.

Por otro lado, en el proceso de comercialización interviene el caficultor que vende su café en pergamino, el exportador necesariamente tiene que vender como café verde oro. Esto implica saber el Factor en Kg, es decir, cuantos kilos de café pergamino con las características recepcionadas del lote, se necesitará para un quintal de café verde oro exportable malla 15 arriba con los defectos permitidos. Por tanto, si el lote que oferta el caficultor, después de la evaluación resulta por ejemplo un Factor de 61,70 Kg, quiere decir que para un quintal de 48 Kg se necesita 61,70 Kg de café pergamino. Por su parte los Colombianos, consideran café de buena calidad aquel que tiene un factor de rendimiento de 78,8 Kg, para un quintal 60 Kg malla 13 arriba (CAFÉ METILXANTIN, 2008).

Para el caso del estudio, para los tres niveles de altitud, para obtener un quintal de café verde oro, se necesitará alrededor de 62 Kg de café pergamino, esta cantidad se incrementará cuando los procesos de cosecha y beneficio se descuidan, al respecto CASTAÑEDA (1997) indica que la calidad del café peruano es buena, disminuye esta calidad por mala cosecha y mal beneficio.

4.3. Tiempo óptimo de fermentación de los granos de café mediante la evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial del café en taza de los tres niveles de altitud y tiempo de fermentación se muestran en el anexo A – XI, reflejándose los promedios en el cuadro 9 con los atributos: dulzura, acidez, cuerpo, sabor, post gusto, balance, “taza limpia” y apreciación general; se puede observar que el mayor puntaje promedio obtenido para la altitud baja (1010 msnm) fue de $90,72 \pm 0,10$ sobre cien puntos que otorga la “ficha taza de excelencia”, correspondiendo a 15 horas de fermentación de los granos. Para la altitud de 1279 msnm, el puntaje obtenido fue $90,17 \pm 0,29$ con 18 horas de fermentación y para la altitud de 1596 msnm registró el puntaje mayor de $90,67 \pm 0,29$ a las 20 horas de fermentación.

Cuadro 9. Puntaje promedio de la evaluación sensorial del café en taza, con respecto al tiempo de fermentación y niveles de altitud.

Tiempo (horas)	Altitudes		
	Baja (1010 msnm)	Media (1279 msnm)	Alta (1596 msnm)
13	$81,22 \pm 0,25$	$75,00 \pm 0,00$	$75,00 \pm 0,00$
14	$86,67 \pm 0,60$	$78,67 \pm 0,44$	$75,33 \pm 0,00$
15	$90,72 \pm 0,10$	$81,83 \pm 0,58$	$78,00 \pm 0,67$
16	$87,78 \pm 0,10$	$83,72 \pm 0,51$	$79,89 \pm 0,19$
17	$83,33 \pm 0,58$	$87,28 \pm 0,59$	$83,11 \pm 0,54$
18	$80,06 \pm 0,25$	$90,17 \pm 0,29$	$85,11 \pm 0,25$
19	$80,56 \pm 0,19$	$87,67 \pm 0,44$	$87,61 \pm 0,54$
20	$79,78 \pm 0,51$	$84,89 \pm 0,35$	$90,67 \pm 0,29$
21	$76,72 \pm 0,25$	$80,72 \pm 0,98$	$88,17 \pm 0,29$
22	$75,33 \pm 0,00$	$76,33 \pm 1,00$	$86,22 \pm 2,21$
23	$75,00 \pm 0,00$	$75,00 \pm 0,00$	$85,28 \pm 0,38$
24	$75,00 \pm 0,00$	$75,00 \pm 0,00$	$80,44 \pm 0,67$

El tiempo es importantísimo para encontrar el punto óptimo de fermentación en café, lo que indica que el tiempo de fermentación está en función de la altitud donde se fermentan los granos; es decir, si queremos obtener un café con las características organolépticas deseadas, se debe encontrar el tiempo óptimo de fermentación de tal manera que el producto responda a las exigencias de calidad internacional.

La Figura 18 indica los puntajes máximos de la evaluación organoléptica del café; a 1596 msnm (altitud alta), a pesar de haber excedido el tiempo óptimo de fermentación, la caída de las características organolépticas no es tan brusca como el de los niveles media y baja, esto corrobora que el café producido en altura presenta mejores características organolépticas; al respecto GUIAS EMPRESARIALES (2008) indica que los cafés producidos en México a 900 msnm son de muy buena presentación, finos en la taza, con acidez agradable, buen aroma y cuerpo.

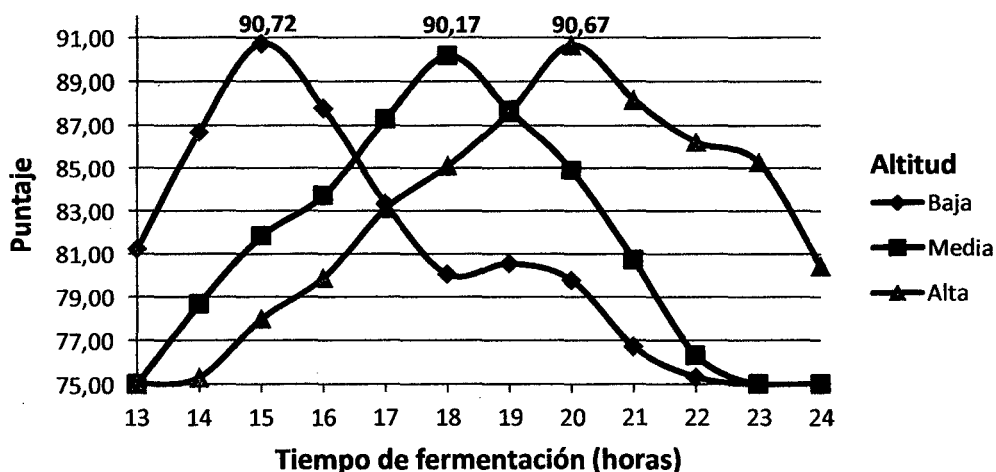


Figura 18. Puntaje organoléptico del café en taza de los diferentes niveles de altitud y tiempos de fermentación.

Los resultados de la evaluación sensorial sometidos al análisis de varianza, mostraron diferencias altamente significativas ($P_v < 0,05$) para los niveles de altitud, tiempo de fermentación de los granos de café y la interacción que se indica en el anexo A – XII.

En la prueba de Tuckey ($P_v < 0,05$) que indica el cuadro 10, se observa los diferentes puntajes de la calidad organoléptica del café en taza otorgados por tiempo de fermentación y altitud. De acuerdo al ordenamiento, sobre los 100 puntos de la ficha de excelencia, el puntaje mayor corresponde a la altitud media con 90,17 puntos a las 18 horas de fermentación; 90,67 puntos para la altitud alta a las 20 horas de fermentación y para altitud baja 90,73 puntos a las 15 horas de fermentación; sometidos al análisis de varianza (A – XIII) se puede observar que no existe diferencia significativa a $P_v < 0,05$ para las variables altitud y los atributos sensoriales, lo que indica que los tiempos de fermentación son los adecuados para cada nivel de altitud.

Por otro lado, analizando el cuadro 10, los resultados encontrados ratifican que la fermentación óptima del café tiene relación directa con la altitud; en los extremos del tiempo óptimo, la calidad organoléptica del café en taza disminuye por falta o por exceso de fermentación, máxime cuando el café se comercializa en el mercado internacional donde los tostadores prefieren granos de cafés de excelentes características físicas y organolépticas que buscan el mejor perfil de tostado "*roast profiling*" que permite obtener excelentes resultados en taza, sin perder los componentes de sabor y aroma, cuando los granos no se encuentran con la humedad adecuada debe calentarse para evitar la pérdida de acidez y cuerpo del café en taza (DIAZ, 2006).

Cuadro 10. Prueba de los puntajes de la evaluación organoléptica del café en taza por tratamientos.

Tratamientos	Media	
Altitud Alta 13 horas	75,00 ± 0,00	a
Altitud Media 24 horas	75,00 ± 0,00	a
Altitud Media 23 horas	75,00 ± 0,00	a
Altitud Media 13 horas	75,00 ± 0,00	a
Altitud Baja 23 horas	75,00 ± 0,00	a
Altitud Baja 24 horas	75,00 ± 0,00	a
Altitud Alta 14 horas	75,33 ± 0,00	a
Altitud Baja 22 horas	75,33 ± 0,00	a
Altitud Media 22 horas	76,33 ± 1,00	b
Altitud Baja 21 horas	76,72 ± 0,25	b
Altitud Alta 15 horas	78,00 ± 0,67	c
Altitud Media 14 horas	78,67 ± 0,44	c
Altitud Baja 20 horas	79,78 ± 0,51	d
Altitud Alta 16 horas	79,89 ± 0,19	d e
Altitud Baja 18 horas	80,06 ± 0,25	d e
Altitud Alta 24 horas	80,44 ± 0,67	d e f
Altitud Baja 19 horas	80,56 ± 0,19	d e f
Altitud Media 21 horas	80,72 ± 0,98	e f
Altitud Baja 13 horas	81,22 ± 0,25	f g
Altitud Media 15 horas	81,83 ± 0,58	g
Altitud Alta 17 horas	83,11 ± 0,54	h
Altitud Baja 17 horas	83,33 ± 0,58	h
Altitud Media 16 horas	83,72 ± 0,51	h
Altitud Media 20 horas	84,89 ± 0,35	i
Altitud Alta 18 horas	85,11 ± 0,25	i
Altitud Alta 23 horas	85,28 ± 0,38	i
Altitud Alta 22 horas	86,22 ± 2,21	j
Altitud Baja 14 horas	86,67 ± 0,60	j k
Altitud Media 17 horas	87,28 ± 0,59	k l
Altitud Alta 19 horas	87,61 ± 0,54	l
Altitud Media 19 horas	87,67 ± 0,44	l
Altitud Baja 16 horas	87,78 ± 0,10	l
Altitud Alta 21 horas	88,17 ± 0,29	l
Altitud Media 18 horas	90,17 ± 0,29	m
Altitud Alta 20 horas	90,67 ± 0,29	m
Altitud Baja 15 horas	90,72 ± 0,10	m

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre si al nivel de probabilidad $P_v < 0,05$

Por consiguiente, para mantener las características de calidad organoléptica que concentra los granos de café, debe tener buen manejo hasta el barista, que preparara por ejemplo el “*café espresso*”.

4.4. Perfil organoléptico de los cafés en taza

4.4.1. De los atributos sensoriales

Los resultados de los puntajes mayores obtenidos en la evaluación sensorial de las muestras de los tres niveles de altitud se presenta en el A – XIV, cuyos promedios refleja el cuadro 11, los mismos que fueron sometidos al análisis de varianza, donde existe diferencia significativa para la variable atributos sensoriales del café en taza a $P_v < 0,05$ (A – XIII), esto indica que las características sensoriales de: taza limpia, dulzura, acidez, cuerpo, sabor, post gusto y balance no difieren estadísticamente en comparación al atributo apreciación general, sin embargo no existe diferencia significativa entre los niveles de altitud presentando cualidades homogéneas a nivel de $P < 0,05$ (A – XIII).

Por otro lado, si se analizan independientemente los puntajes que establece la ficha de excelencia de ocho puntos para cada atributo sensorial, se observa que la de altitud alta (1596 msnm), presenta mejores puntajes en comparación a las otras altitudes; en cuanto a taza limpia y balance registró $7,15 \pm 0,02$ puntos, dulzura $7,14 \pm 0,03$ puntos, acidez $7,14 \pm 0,11$, atributo sabor $7,17 \pm 0,22$.

La ficha de excelencia no cuantifica el atributo aroma, debido que se registra ésta cualidad según la rueda de aroma de café (A – XV).

Cuadro 11. Puntaje promedio de los atributos de evaluación sensorial del café en taza, por altitud y tiempo óptimo de fermentación.

Atributos	Altitud baja (1010 msnm)	Altitud media (1279 msnm)	Altitud alta (1596 msnm)
Taza limpia	7,00 ± 0,05 a	7,10 ± 0,10 a	7,15 ± 0,02 a
Dulzura	6,90 ± 0,09 a	6,85 ± 0,10 a	7,14 ± 0,03 a
Acidez	7,20 ± 0,04 a	7,09 ± 0,10 a	7,14 ± 0,11 a
Cuerpo	7,30 ± 0,04 a	6,81 ± 0,04 a	6,82 ± 0,05 a
Sabor	6,90 ± 0,14 a	7,10 ± 0,03 a	7,17 ± 0,02 a
Postgusto	7,00 ± 0,10 a	7,10 ± 0,06 a	7,10 ± 0,03 a
Balance	7,20 ± 0,04 a	7,12 ± 0,08 a	7,15 ± 0,02 a
Apreciación general	5,20 ± 0,06 b	5,00 ± 0,02 b	4,99 ± 0,02 b

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre si al nivel probabilidad $P_v < 0,05$

El café producido en altitud de 1010 msnm, tuvo aroma a cítrico limón y floral muy expresivos con toques a chocolate y vainilla. Para el caso de cítrico limón, estaría influenciando por el trimetil-1, 1,3, ciclo hexano o el vinil-2 dihidro 3,4-pirano que contribuyen a la vivacidad, a la frescura, a la elegancia y a la finura del café (LENOIR y GUERMONPREZ, 1998). Por otro lado, AVELINO *et al.* (2005), cuando evaluaron los cafés producidos entre 1020 y 1250 msnm de Costa Rica, el atributo resaltante fue el floral. Este atributo también fue encontrado en el café de La Divisoria a 1010 m de altitud.

La altitud de 1279 msnm presentó aroma expresivo a chocolate con toques a durazno muy ligero; para el aroma a chocolate ayuda las reacciones de Maillard, al caramelizar el azúcar; asimismo contribuye al aroma de chocolate los tiazoles y las pirazinas (LENOIR y GUERMONPREZ, 1998), el

aroma a durazno o albaricoque está dado por el benzaldehído, linalo, alfa-terpinol y gamma-lactones.

La altitud de 1596 msnm ostentó aroma a chocolate y durazno expresivo con toque a mieles, el aroma a miel se debe al aldehído feniletílico. Al respecto corroboran AVELINO *et al.*, (2005), al encontrar en café producido entre 1550 y 1780 msnm de Costa Rica, la característica a chocolate y refieren que es cada vez más acentuado conforme se incrementa la altitud; suponen se deba a la exposición de las plantas al sol de las mañanas. Estas características aromáticas encontradas en el café producido en las faldas de los cerros de La Divisoria, concuerdan con el premio al "Mejor Café del Mundo", cultivado a 1700 msnm, por la Central de Cooperativas de los Valles de Sandia (CECOVASA) de Puno, Perú, premiado el 22 de abril del 2010 en USA, cuyo aroma y sabor principal fue a chocolate. Por tanto, éstos atributos dependen de las condiciones edafoclimáticos y como indica KATZEFF (2001), el aroma del café también se relaciona con la frescura, el almacenamiento y la humedad de los granos de café.

Se debe tener especial cuidado en el tostado del café para conservar y mejorar las características organolépticas, éste debe maximizar la dulzura y el aroma y reducir al mínimo el amargo y la acidez, el tostar el café muy oscuro, elimina el aroma y la dulzura, perdiendo sus atributos (COFFEE RESEARCH INSTITUTE, 2006). Durante el tostado se producen reacciones químicas y térmicas, como la descarboxilación, deshidratación de los grupos de ácido quínico, fraccionamiento, isomerización, polimerización y reacciones del azúcar. STAUB (1995), indica que las características de sabor y aroma del

café constituyen las principales reacciones de los componentes de monosacáridos y sacarosa, el ácido clorogénico, aminoácidos libres y trigonelina.

4.4.2. Del análisis descriptivo de cualidades del café en taza

Seguidamente se visualiza la figura 19, donde los atributos organolépticos del café variedad Caturra de altitud 1596 msnm, presenta mejores puntajes, alcanzando $7,15 \pm 0,02$ en “taza limpia”, es decir que no existen otros sabores u olores distintos al café como fermento, moho, terroso y fenol; de haberse encontrado estos defectos se habría descalificado.

En el atributo dulzura, para altitud alta reportó $7,14 \pm 0,03$ sobre ocho puntos, debido a que es un atributo muy propio de los cafés arábicos (DUICELA *et al.*, 2004), ésta característica se atribuye principalmente al manano que confiere dulzura al café, la sacarosa libre tiene importancia en la formación en la reacción de Maillard, durante la torrefacción entre 170 y 200°C el azúcar caramelizado es más dulce (ECHEVERRI *et al.*, 2005 y COFFEE RESEARCH INSTITUTE, 2006). Lo contrario al atributo dulzura constituyen los “defectos de taza” el amargo, astringencia y/o sabores verdes que descalifica al café en taza (SCAA, 2008).

El menor puntaje de acidez se encontró en altitud media ($7,09 \pm 0,10$ puntos) seguido por altitud alta ($7,14 \pm 0,11$) y el mayor puntaje ($7,20 \pm 0,04$) en altitud baja; esta característica estaría reflejado por la presencia de los ácidos clorogénico y quínico en mayor proporción y los ácidos málico y cítrico como componentes menores (FOOD INFO, 2009 y DUICELA *et al.*, 2004). La

acidez indeseable lo constituyen el agrio, picante, acre o astringente debido a la inadecuada práctica de cosecha y beneficio del café (PUERTA 2000 y 1999 y DUICELA *et al.*, 2004), el aroma y sabor a picante lo confiere el compuesto 4-Etilguayacol, el guayacol (FOOD - INFO, 2009).

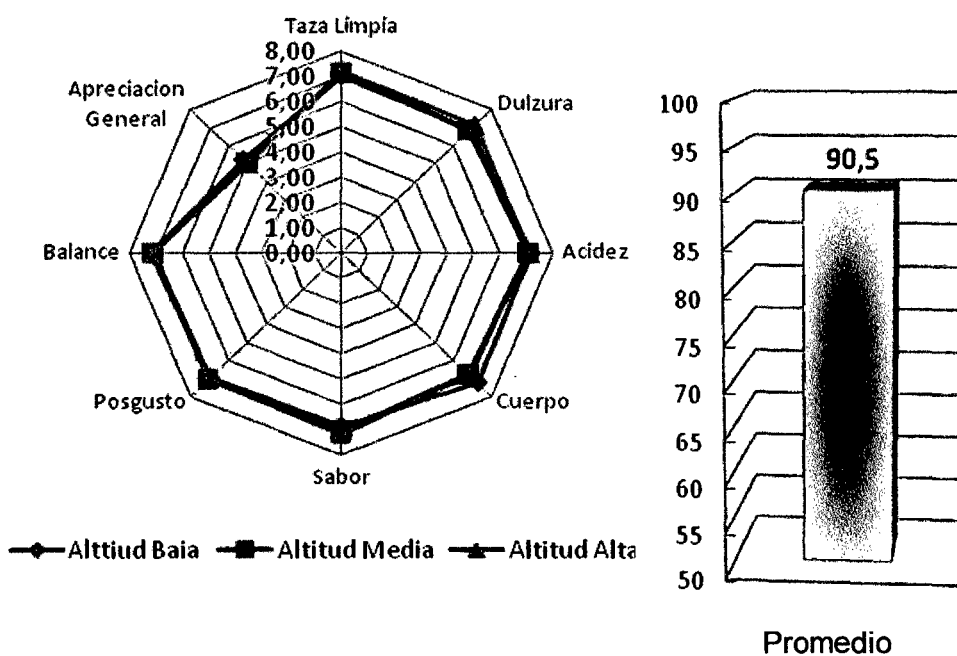


Figura 19. Perfil de atributos organolépticos de café en taza por niveles de altitud y puntaje sensorial promedio de los tres niveles de altitud.

El atributo cuerpo es percibido entre la lengua y el paladar por la presencia de coloides en la infusión, encontrándose con mayor puntaje el de altitud baja ($7,30 \pm 0,04$), altitud media ($6,81 \pm 0,04$) y altitud alta ($6,82 \pm 0,05$), esta diferencia se debe a las partículas presentes en la infusión (AMECAFE, 2008), además contribuyen al atributo cuerpo en los cafés en taza las fibras y

proteínas (KATZEFF, 2001). En algunos casos el cuerpo ligero puede producir una sensación agradable como cremoso, sedoso y terciopelado que provoca una sensación agradable a la boca, sin embargo, los defectos los constituyen el cuerpo muy alto, sucio, ligero, arenoso y áspero o grotesco (SCAA, 2008).

En cuanto al perfil de sabor, para la altitud de 1010 msnm se encontró un sabor a cítrico limón delicado y un sabor a chocolate ligero. Para la altitud de 1279 msnm se encontró el sabor a durazno leve y a chocolate, a 1596 msnm se halló sabor a chocolate y durazno expresivo con toques a miel delicado. Al respecto KATZEFF (2001) refiere que el atributo sabor percibe las sensaciones básicas de dulce, salado, ácido y amargo cuya interacción de estos modula el sabor de los cafés, para ello los granos deben estar tostados a punto.

Respecto al post gusto de los tres niveles de altitud relacionados con los aspectos gustativos y olfativos que son percibidos en la parte posterior del paladar y perduran después de expulsar o tragar la infusión (AMECAFE, 2008), el post gusto del café en taza tuvo una duración entre 5 a 15 minutos.

Por otra parte, del balance encontrado en el café en taza, el mayor puntaje fue de $7,20 \pm 0,04$ para altitud baja, seguido de $7,15 \pm 0,02$ para altitud alta; en éste balance interactúan los diferentes atributos de sabor, post gusto, acidez y cuerpo (SCAA, 2008). Por lo que, la acidez debe estar acompañada del sabor, es decir, cuanto más acidez mayor sabor, esto implica tener un buen balance entre sabor y acidez (KATZEFF, 2001). Este balance para el café de 1591 de altitud ha persistido hasta 15 minutos.

En la apreciación general del café, el catador refleja el grado de integración holística de la muestra tal como lo percibe, en ese entendido, el café de altitud baja registró el mayor puntaje de $5,20 \pm 0,06$ frente al puntaje de $4,99 \pm 0,02$ para la altitud alta, que no correlaciona con las características de la altitud alta.

Finalmente, para obtener mejores ganancias por sobreprecios al vender café de alta calidad, como lo registrado en el puntaje sensorial promedio de los tres niveles de altitud de 90,5 (figura 19), considerado como Café Gourmet, garantiza la comercialización segura en mercados competitivos, para ello, la calidad del café, debe protegerse y cuidarse desde el proceso de producción hasta el barista (KATZEFF, 2001), no olvidar que a nivel mundial la producción de café sigue creciendo, aumentando la oferta y la baja de precios, donde los compradores exigen café de alta calidad.

V. CONCLUSIONES

1. Se obtuvo 27,78, 19,44 y 11,11% de color manchado en las altitudes baja, media y alta debido a la fermentación prolongada; 16,67, 13,89 y 11,11% en olor a fermento en altitud baja, media y alta; la humedad en pergamino no superan a 10,82% para los tres niveles de altitud, fueron retenidos 95% de los granos de café verde oro, malla 15 arriba, los defectos no sobre pasan el 2,52% y presenta rendimientos de 74,42 a 74,73%. En la evaluación organoléptica obtuvieron 90,72, 90,17 y 90,67 puntos respectivamente.
2. Para los cafés producidos a 1010 msnm, 1279 y 1596 msnm el tiempo de fermentación óptimo fue de 15, 18 y 20 horas respectivamente.
3. El café en taza en altitud alta mostró mejores atributos de aroma y sabor a chocolate y durazno expresivo, con toques a miel delicado con $7,15 \pm 0,02$ puntos, taza limpia, dulzura de $7,14 \pm 0,03$ y post gusto persistente. El de altitud media presentó aroma y sabor a chocolate expresivo y durazno leve, balance intermedio de $7,12 \pm 0,08$ y para altitud baja aroma y sabor a cítrico limón y floral expresivo con toques a chocolate ligero y vainilla. El puntaje sensorial promedio de los tiempos óptimos de fermentación alcanzó 90,5 considerado como café gourmet.

VI. RECOMENDACIONES

1. Hacer conocer a los caficultores de la zona de La Divisoria del distrito de Hermilio Valdizán, los tiempos de fermentación óptimos de los granos de café por niveles de altitud, de tal manera que puedan mejorar la calidad para el mercado competitivo.
2. Mejorar la calidad del agua, para el proceso de beneficio húmedo, en los diferentes comités de la Cooperativa.
3. Realizar investigaciones relacionadas con otros métodos de fermentación, como por ejemplo utilizando los microorganismos eficientes o de montaña.
4. Determinar los perfiles de calidad organoléptica del café en taza por variedades, con la finalidad de establecer el “*blend*” que exige el mercado internacional.
5. Implementar la trazabilidad desde la cadena productiva del café hasta su comercialización que exige las normas de los países importadores.
6. Realizar los análisis químicos y bioquímicos de los granos de café verde oro y del café en taza, por variedad y por niveles de altitud.

ABSTRACT

The present investigation was to determine the physical and organoleptic characteristics of coffee beans variety Caturra, produced at different altitude levels Hermilio Valdizán district of the province of Leoncio Prado and establish the optimum time of fermentation using sensory evaluation and the best organoleptic profile of coffee cup.

Selective harvesting of coffee, took place at altitudes of 1010, 1279 and 1596 msnm, submitting to the wet in situ. To study the optimum time of fermentation grains were extracted every hour fermentation, from 13 to 24 hours, washed and dried in cabinet type solar dryer, as 10 to 11% moisture.

For the process of sensory evaluation of coffee in the cup, selected grains were subjected to a roasting at 210 ° C for 8 to 10 minutes, cooled and rested for 24 hours and proceeded to the mill, which took 8.25 grams / pyrex 150 ml by adding water at 93 ° C for sensory evaluation of three highly trained tasters.

For the coffee produced at 1010 m, the optimum time of fermentation was 15 hours, earning 90.72 points, evaluated using the tab of "Cup of Excellence" for the coffee produced to 1279 m, the optimum time of fermentation was to 18 hours reaching 90.17 points and for the coffee produced to 1596 m, the optimum time of fermentation was at 20 hours with a score of 90.67.

In the organoleptic quality profile coffee cup, of 1596 m, showed best attributes of aroma and taste of chocolate and peach expressive, with delicate touches of honey, reaching 7.15 ± 0.02 points on 8 for clean cup; 7.14 ± 0.03 points for sweetness, showing a lingering aftertaste from 5 to 15 minutes. The altitude of 1279 meters presented a chocolate aroma and taste mild expressive and peach and coffee he held from 1010 m citric aroma and taste of lemon and floral with hints of chocolate expressive light and vanilla.

The average sensory score optimum fermentation times of the three levels of altitude, recorded 90.5 points out of 100, qualifying coffee as gourmet coffee.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL CAFÉ (AMECAFE).2008. Café Verde de Especialidad – Especificaciones, Clasificación y Evaluación Sensorial. PROY-NMX-F-177-SCFI-2008. México. 21 p.
- AVELINO, J., BARBOZA, B, ARAYA, J., FONSECA, C., DAVRIEUX, F., GUYOT, B. y CILAS, C.2005. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude *terroirs* of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. San José, Costa Rica.
- BECKER, R., FREYTAG, W. 1992. Manual para el control de la calidad del café. Proyecto de Mejoramiento de la Calidad y Comercialización del Café (MECAFE). Santo Domingo, República Dominicana. 68 p.
- CAFÉ METILXANTIN. 2008. Factor de rendimiento del café pergamino. [En línea]:(<http://cafemetilxantin.blogspot.com/2008/12/factor-de-rendimiento-del-caf-pergamino.html>), documentos, 18 Abril 2010).
- CÁMARA PERUANA DE CAFÉ y CACAO. 2009. Café en el Perú. [En línea]: CPC, (http://camcafeperu.com.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=39, documentos, artículo, 19 Nov. 1997).
- CASTAÑEDA, E. 1997. Manual técnico cafetalero ADEX – MSP. Edit. Tecnatrop SRL Lima – Perú. pág. 3 – 6 y 162

- 2007. Bases potenciales: de la chacra cafetalera diversificada y amigable con el medio ambiente. Edit. Tecnatrop SRL. Lima – Perú. 123 p.
- CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL, 2002. Café guía del exportador. Cap. 3 “nicho, aspectos ambientales y sociales” Ginebra – Suiza. pág. 68 – 70. [En línea]: CCI, (http://www.oneworldmarket.nl/uploaded_files/1OWM_MarketingResearch_D_2.x.4_NL_ES_v1_exportersguidecoffee.pdf, Ginebra, octubre).
- CLEVES, R. 1998. Tecnología en beneficiado de café. Edit. Tica S.A. San José. Costa Rica. pp 4 – 29, 70 – 80.
- COFFEE RESEARCH INSTITUTE. 2006. Coffee Chemistry: Coffee Aroma. [En línea]: (<http://www.coffeeresearch.org/science/aromamain.htm>, artículo, Abril 2010)
- 2006. Coffee Chemistry: Espresso roasting. [En línea]: (<http://www.coffeeresearch.org/espresso/espresso-roasting.htm>, artículo, Abril 2010)
- COSTE, R. 1978. El café “técnicas agrícolas y producciones tropicales”. Edic. 2da. Edit. Blume. Barcelona España. pp 168 – 217.
- DIAZ, M. 2006. El Arte del Tostado de Café: Los Cuatro Perfiles de Stephenson. [En línea] (<http://www.solocafe.com.mx/>, documentos, Oct. 2006) hmdiaz@gmail.com.
- DUICELA, L., CORRAL, R., FARFÁN, D., CEDEÑO, BRAVO, J. 2002. Sistemas de producción de las zonas cafetaleras del Ecuador. COFENAC. PROMSA, Ecuador. pp 3.

- 2004. Caracterización física y organoléptica de cafés arábigos en los principales agroecosistemas del Ecuador. Primera edición. COFENAC. Manta, Ecuador. 249 p.
- ECHEVERRI, D., BUITRAGO, L., MONTES, F., MEJÍA, I., GONZÁLEZ, M. 2005. Café para cardiólogos. Revista Colombiana de Cardiología, Colombia. 11(8): 357 – 365. [En línea]: SCIELO, (<http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v11n8/v11n8a1.pdf>, revista, Marzo/Abril. 2005).
- FAO. Buenas prácticas de higiene en la cadena productiva de café. FAO: (CD – Rom, Coffee - OTA, 2006) ó [En línea]: FAO, (www.coffee-ota.org, CD - Rom)
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 2008. [En línea]: (<http://www.elcafedecolombia.com/caficultura/secado.html>, 4 Abril 2010)
- FIGUEROA, R., FISCHERSWORRING, B., ROSSKAMP, R. 1996. Guía para la caficultura ecológica. Café orgánico. GTZ, Edit. Puligraf S.R.L. Lima, Perú. pág. 14 – 19.
- FOOD-INFO OF WAGENINGEN UNIVERSITY.THE NETHERLANDS.2009. El Aroma de café. [En línea]: FOOD – INFO, (<http://www.food-info.net/es/products/coffee/aroma.htm>, artículos)
- FOOD-INFO OF WAGENINGEN UNIVERSITY.THE NETHERLANDS.2009. Compuestos ácidos. [En línea]: FOOD – INFO, (<http://www.food-info.net/es/products/coffee/acids>., artículos)
- GARRITZ, A. 2008. Manifestaciones de la materia. Primera parte. Academia de Ingeniería de México del Departamento de Física y Química Teórica

[En línea] (http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/01-Garritz.pdfaromas del café cuadro <http://www.food-info.net/es/products/coffee/aroma.htm>).

GUIAS EMPRESARIALES. 2008. Café. Secretaria de Economía de México – CRECE`S guias@economia.gob.mx. México.

HAARER, E. 1964. Producción moderna de café. Edit. Continental S.A. México 400 p.

ILLY, A.; RINANTONIO V. 1995. Café Expres. Edit. The Science of Quality. Prensa Académica, Londres.

JUNTA NACIONAL DEL CAFÉ. 1999. Café Orgánico; producción y comercialización en Perú. Lima – Perú.

KATZEFF, P. 2001. The Coffee cuppers manifesto. 1ra Edic. s.i:s.n. 84 p

LA TORRE, C. 2003. Programa selva central sabor a café: una experiencia de desarrollo con pequeños productores cafetaleros de la selva central. DESCO – PERÚ.

LENOIR, J.; GUERMONPREZ, D. 1998. Le nez du café: 36 aroma in coffee. Edición Jean Lenoir, Abadia, Bélgica. 74 p.

MONROIG, M.2008. Calidad del Café: Cultivo, procesamiento y elaboración de café de calidad.[En línea]:(<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id62.htm>, documentos, 15 de abril 2010)

NATIVIDAD, R. 2007. Tecnología de Pos cosecha del Café. En: Cultivos industriales tropicales: Café, Cacao y palma aceitera. Diplomado. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú.

- 2008. Medio Ambiente y Calidad del Café en el ámbito de la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda.- Perú. Tingo María – Perú. pág. 16; 72; 79 – 80.
- NORMA TECNICA PERUANA, NTP 209.312. 2006. Café: Buenas prácticas para prevenir la formación de mohos. 13 p.
- PUERTA, G. 1999. Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. Artículo científico en revista Cenicafé volumen 50(1):78-88. 1999.
- 2000. Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica del café. Artículo científico en revista Cenicafé 51(2):136-150. 2000.
- 2000. Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *Coffea arabica* L. Artículo científico en revista Cenicafé volumen 51(1):5-19. 2000.
- POTTER, N. 1973. La ciencia de los alimentos. Edit. Dutex S.A. México pp 585 – 594.
- RANKEN, L. 1993. Manual de Industrias de los alimentos. Edic. 2da. Edit. Acribia S.A. Zaragoza España. pp 249 – 256.
- SÁNCHEZ, C. 2005. Cultivo, Producción y Comercialización del Café. Lima – Perú. Ediciones Ripalme EIRL 136 pag. 104 – 106; 108
- SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA (SCAA). 2004. Manual de defectos de café verde arábica de Specialty Coffee Association of America. Edit SCAA. Estados Unidos. 65 p.
- 2008. Protocolo de catación de Specialty Coffee Association of America. Edit SCAA. Estados Unidos. 7 p.

STAUB, C. 2005. Roast Color Classification System. Color Disk System. Edit.

. Agtron – SCAA Roast 10 p.

VARNAM, H; SUTHERLAND, P. 1997. Bebidas tecnología, química y microbiológica. Edit. Acribia, SA. Zaragoza – España. pp 244 – 255.

VÁSQUEZ, C. 2004. Cultivo, Producción y Comercialización del Café. Lima – Perú. Ediciones Ripalme EIRL 136 pp. 104 – 106; 108

ANEXO

A – I. Altitudes de las parcelas de los agricultores por comités de la CAC Divisoria.

Comité	Nombre del caficultor	Altitud (msnm)
Sortilegio	Ema Soto Vásquez	1010 * Baja
José Bernardo Alcedo	Natalia Sabino Estela	1153
San Isidro	Gamaniel Carrillo Sánchez	1032
José María Ugarteche	Evaristo Vargas	1226
San Isidro	Delia Vilca Farfán	1279 * Media
Sector Ochenta	Manuel Rodríguez Capcha	1332
San Isidro	Ignacio Bravo Condezo	1483
Santa Rosa Tealera	Leo Mariano Pablo	1503
La Divisoria	Timoteo Encarnación	1596 * Alta

* Parcelas de café seleccionados para el estudio.

A – II. Formato de análisis físico del café pergamino, adaptado de la SCCA por la CAC – Divisoria.

COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA DIVISORIA Ltda.		CÓDIGO						
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD		[]						
(ANÁLISIS FÍSICO CAFÉ PERGAMINO)								
MUESTRA #: _____	PRODUCTOR: _____							
ORIGEN: _____	PREPARACIÓN: _____	COSECHA: _____						
LOTE #: _____	CANTIDAD _____ Kg. _____ qq	SACOS _____						
COMPRADOR: _____	CONTRATO #: _____	FECHA: _____						
NOMBRE DEL ANALIZADOR: _____								
Análisis del Café Pergamino (400 gramos)								
1. COLOR:								
Normal: _____ Disparejo: _____ Manchado: _____ Otros: _____								
2. OLOR:								
Fresco/Típico: _____ Viejo: _____ Fermentado: _____ Terroso: _____ Mohoso: _____ Otros: _____								
3. HUMEDAD: _____ %								
4. CONTEO DE DEFECTOS DE CAFÉ PERGAMINO								
a) Grano Pelado: _____ g _____ %. Guayaba/Media Cara: _____ g _____ %. Cocos: _____ g _____ %. Cásc/Cisco: _____ g _____ %								
b) Materias Extrañas: Piedras _____ g Palos _____ g Pergamino/vano: _____ g								
Total % de materia extraña: _____ g _____ %								
5. MERMA (Cisco/paja): _____ grs _____ %								
6. GRANULOMETRIA								
Malla:	# 18	#17	#16	#15	#14	#13	#12	#0
Total								
Peso:	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
%:	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
7. PESO/PORCENTAJE DE PAJILLA								
Defectos Del Café Verde en Grano: _____ g _____ %								
8. MERMA:								
Granulometría y Defectos: _____ grs. _____ %								
9. RENDIMIENTO: _____ %								
Café de Exportación: _____ g _____ %								
10. FACTOR: _____ Kg.								
OBSERVACIONES								
CONCLUSIONES		FIRMA						

A – III. Formato de análisis físico del café verde oro, adaptado de la SCCA por la CAC – Divisoria.

COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA DIVISORIA Ltda.	
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD (ANÁLISIS FÍSICO CAFÉ VERDE ORO)	CÓDIGO <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
MUESTRA #: _____	PRODUCTOR: _____
ORIGEN: _____	PREPARACIÓN: _____ COSECHA: _____
LOTE #: _____ CANTIDAD _____ Kg. _____ qq _____ SACOS	
COMPRADOR: _____	CONTRATO #: _____ FECHA: _____
NOMBRE DEL ANALIZADOR: _____	
Análisis del Café Verde en Grano (300 gramos)	
1. COLOR:	Normal: _____ Blanco: _____ Disparejo: _____ Amarillo: _____ Otros: _____
2. OLOR:	Fresco/Típico: _____ Viejo: _____ Fermentado: _____ Terroso: _____ Mohoso: _____ Otros: _____
3. HUMEDAD:	_____ %
4. GRANULOMETRIA	
	Malla: # 18 #17 #16 #15 #14 #13 #12 #0 Total
	Peso: _____
	%: _____
5. CONTEO DE DEFECTOS	6 N° de Imperfecciones: _____ (según Tabla de GCA, Nueva York)
a) Negro: _____ gra. _____ pto. P/Negro: _____ gra. _____ pto. Fermentado: _____ gra. _____ pto. P/Fermentado: _____ gra. _____ pto. Cardenillo: _____ gra. _____ pto. Marrón: _____ gra. _____ pto. P/Marrón: _____ gra. _____ pto. Blanqueado: _____ gra. _____ pto.	
b) Aplastado: _____ gra. _____ pto. Manchado: _____ gra. _____ pto. Partido: _____ gra. _____ pto. Picado: _____ gra. _____ pto. Mordido/Cortado: _____ gra. _____ pto. Broqueado: _____ gra. _____ pto.	
c) Veteado: _____ gra. _____ pto. Reposado: _____ gra. _____ pto. Sobresecado: _____ gra. _____ pto. Cristalizado: _____ gra. _____ pto. Flotador/Balsado: _____ gra. _____ pto. Ambar/Mantequilla: _____ gra. _____ pto.	
d) Malformado: _____ gra. _____ pto. Averanado/Arrugado: _____ gra. _____ pto. Inmaduro: _____ gra. _____ pto. Conchas: _____ gra. _____ pto.	
e) Piedras: _____ gra. _____ pto. Palos: _____ gra. _____ pto. Pergamino: _____ gra. _____ pto. Bolsas: _____ gra. _____ pto. Otros: _____ gra. _____ pto.	
Análisis del Café en Taza.	
1. TOSTADO:	Parejo: _____ Disparejo: _____
2. OLOR:	Bueno: _____ Poco: _____ Sin Defecto: _____ Con Defecto: _____
3. DEGUSTACIÓN:	
a) Acidez: Excelente: _____ Buena: _____ Mediana: _____ Poca: _____ Sin: _____	
b) Aroma: Excelente: _____ Buena: _____ Mediana: _____ Poca: _____ Sin: _____	
c) Cuerpo: Excelente: _____ Buena: _____ Mediana: _____ Poca: _____ Sin: _____	
d) Defectos: Excelente: _____ Buena: _____ Mediana: _____ Poca: _____ Sin: _____	
OBSERVACIONES	FIRMA
CONCLUSIONES	

A – V. Promedio y desviación estándar de los defectos del café verde oro en los diferentes niveles de altitud por el tiempo de fermentación, de la altitud baja.

Tiempo (h)	Negro	Parcial negro	Fermentado	Parcial fermentado	Cardenillo	Picado	Mordido/cortado	Concha	Pergamino	Total
	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
13	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,33 ± 0,6	1,10 ± 1,0	0,00 ± 0,0	0,50 ± 0,87	1,93 ± 0,6
14	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,70 ± 0,5	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,00	1,70 ± 0,5
15	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,80 ± 1,4	0,00 ± 0,0	0,32 ± 0,5	0,00 ± 0,0	0,53 ± 0,8	0,32 ± 0,55	1,96 ± 0,8
16	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,07 ± 0,2	0,00 ± 0,0	0,57 ± 0,55	1,63 ± 0,6
17	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,25 ± 0,4	1,03 ± 1,1	0,38 ± 0,7	0,00 ± 0,00	1,67 ± 0,6
18	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,60 ± 1,4	0,22 ± 0,4	1,04 ± 1,00	2,86 ± 1,3
19	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,33 ± 0,6	0,60 ± 1,0	0,70 ± 1,2	0,20 ± 0,35	1,83 ± 1,3
20	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,38 ± 0,6	0,93 ± 0,8	0,41 ± 0,7	0,37 ± 0,64	2,09 ± 0,4
21	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,00 ± 0,1	0,00 ± 0,0	0,63 ± 1,1	0,43 ± 0,8	0,00 ± 0,0	0,77 ± 1,33	2,83 ± 0,4
22	0,30 ± 0,5	0,02 ± 0,0	0,70 ± 0,6	1,63 ± 0,2	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,37 ± 0,7	0,00 ± 0,0	0,37 ± 0,64	3,39 ± 1,0
23	0,87 ± 0,8	0,02 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,57 ± 0,3	0,00 ± 0,0	0,35 ± 0,5	0,33 ± 0,6	0,43 ± 0,75	3,58 ± 1,4
24	0,73 ± 0,7	0,43 ± 0,7	0,50 ± 0,9	0,00 ± 0,0	2,23 ± 0,2	0,27 ± 0,5	0,63 ± 0,3	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,00	4,79 ± 0,5
Total	1,90	0,47	1,20	3,43	3,80	2,52	9,82	2,57	4,56	30,27
Promedio	0,16	0,04	0,10	0,29	0,32	0,21	0,82	0,21	0,38	2,52

Media ± SD (n = 3)

A – VI. Promedio y desviación estándar de los defectos del café verde oro en los diferentes niveles de altitud por el tiempo de fermentación, de la altitud media.

Tiempo (h)	Negro	Parcial negro	Fermentado	Parcial fermentado	Cardenillo	Picado	Mordido/cortado	Concha	Pergamino	Total
	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
13	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,23 ± 0,4	0,63 ± 1,1	0,00 ± 0,0	1,33 ± 1,2	2,20 ± 0,4
14	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,43 ± 0,5	0,00 ± 0,0	0,23 ± 0,4	1,67 ± 0,5
15	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,40 ± 0,7	0,33 ± 0,6	0,90 ± 0,8	0,22 ± 0,4	1,85 ± 0,3
16	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,30 ± 0,5	1,00 ± 0,9	0,38 ± 0,7	0,67 ± 0,6	2,35 ± 0,3
17	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,82 ± 0,8	0,67 ± 0,6	0,47 ± 0,8	0,55 ± 0,5	2,50 ± 1,8
18	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,32 ± 0,4	0,30 ± 0,5	0,37 ± 0,6	1,98 ± 0,2
19	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,17 ± 0,3	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	1,17 ± 0,3
20	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,27 ± 0,5	0,90 ± 0,9	0,00 ± 0,0	0,43 ± 0,7	1,60 ± 1,2
21	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,33 ± 0,6	0,80 ± 0,7	0,00 ± 0,0	0,87 ± 0,8	2,00 ± 0,9
22	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,43 ± 0,7	0,73 ± 1,3	0,30 ± 0,5	0,40 ± 0,7	0,67 ± 1,2	0,00 ± 0,0	2,53 ± 2,5
23	0,27 ± 0,5	0,00 ± 0,0	0,90 ± 0,8	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,63 ± 0,6	0,77 ± 0,7	0,00 ± 0,0	0,63 ± 1,1	3,20 ± 1,9
24	0,83 ± 0,7	0,30 ± 0,5	0,57 ± 0,1	0,73 ± 1,3	1,83 ± 1,6	0,00 ± 0,0	0,77 ± 0,7	0,30 ± 0,5	0,60 ± 1,0	5,93 ± 2,1
Total	1,10	0,30	1,47	1,17	2,57	3,28	10,18	3,02	5,90	28,98
Promedio	0,09	0,03	0,12	0,10	0,21	0,27	0,85	0,25	0,49	2,42

Media ± SD (n = 3)

A – VII. Promedio y desviación estándar de los defectos del café verde oro en los diferentes niveles de altitud por el tiempo de fermentación, de la altitud alta.

Tiempo (h)	Negro	Parcial negro	Fermentado	Parcial fermentado	Cardenillo	Picado	Mordido /cortado	Concha	Pergamino	Total
	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
13	0,33 ± 0,6	0,63 ± 0,6	0,03 ± 0,1	0,07 ± 0,1	1,07 ± 0,1	0,33 ± 0,6	0,63 ± 0,6	0,03 ± 0,1	0,07 ± 0,1	1,07 ± 0,1
14	0,05 ± 0,1	0,70 ± 0,5	0,05 ± 0,1	0,07 ± 0,1	0,87 ± 0,4	0,05 ± 0,1	0,70 ± 0,5	0,05 ± 0,1	0,07 ± 0,1	0,87 ± 0,4
15	0,00 ± 0,0	0,67 ± 0,6	0,00 ± 0,00	0,30 ± 0,5	0,97 ± 0,2	0,00 ± 0,0	0,67 ± 0,6	0,00 ± 0,0	0,30 ± 0,5	0,97 ± 0,2
16	0,33 ± 0,6	0,10 ± 0,2	0,40 ± 0,7	0,37 ± 0,6	1,20 ± 0,1	0,33 ± 0,6	0,10 ± 0,2	0,40 ± 0,7	0,37 ± 0,6	1,20 ± 0,1
17	0,04 ± 0,1	0,75 ± 0,5	0,00 ± 0,0	0,06 ± 0,1	0,85 ± 0,3	0,04 ± 0,1	0,75 ± 0,5	0,00 ± 0,0	0,06 ± 0,1	0,85 ± 0,3
18	0,27 ± 0,5	0,47 ± 0,6	0,34 ± 0,6	0,43 ± 0,4	1,51 ± 0,6	0,27 ± 0,5	0,47 ± 0,6	0,34 ± 0,6	0,43 ± 0,4	1,51 ± 0,6
19	0,28 ± 0,5	0,03 ± 0,1	0,73 ± 0,6	0,00 ± 0,0	1,04 ± 0,2	0,28 ± 0,5	0,03 ± 0,1	0,73 ± 0,6	0,00 ± 0,0	1,04 ± 0,2
20	0,37 ± 0,6	0,97 ± 0,9	0,00 ± 0,00	0,10 ± 0,2	1,43 ± 0,4	0,37 ± 0,6	0,97 ± 0,9	0,00 ± 0,0	0,10 ± 0,2	1,43 ± 0,4
21	0,00 ± 0,0	0,77 ± 0,7	0,33 ± 0,6	0,43 ± 0,8	1,53 ± 0,5	0,00 ± 0,0	0,77 ± 0,7	0,33 ± 0,6	0,43 ± 0,8	1,53 ± 0,5
22	0,00 ± 0,0	0,60 ± 0,5	0,30 ± 0,5	0,53 ± 0,9	1,43 ± 0,9	0,00 ± 0,0	0,60 ± 0,5	0,30 ± 0,5	0,53 ± 0,9	1,43 ± 0,9
23	0,40 ± 0,7	0,70 ± 1,2	0,37 ± 0,6	0,00 ± 0,0	1,83 ± 1,3	0,40 ± 0,7	0,70 ± 1,2	0,37 ± 0,6	0,00 ± 0,0	1,83 ± 1,3
24	0,00 ± 0,0	1,37 ± 0,6	0,57 ± 0,9	0,77 ± 1,3	3,13 ± 0,7	0,00 ± 0,0	1,37 ± 0,6	0,57 ± 1,0	0,77 ± 1,3	3,13 ± 0,7
Total	2,08	7,75	3,12	3,13	16,87	2,08	7,75	3,12	3,13	16,87
Promedio	0,17	0,65	0,26	0,26	1,41	0,17	0,65	0,26	0,26	1,41

Media ± SD (n = 3)

A – VIII. Promedio y desviación estándar del rendimiento del café verde oro de la altitud baja y tiempo de fermentación.

Tiempo (h)	Merma/ cisco		Granulometría y defectos		Café de exportación		Factor
	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)
13	83,83 ± 0,59	20,96	18,14 ± 0,31	4,54	298,03 ± 0,45	74,51	61,74 ± 0,09
14	82,74 ± 1,49	20,69	17,69 ± 0,86	4,42	299,57 ± 1,30	74,89	61,42 ± 0,27
15	82,28 ± 3,80	20,57	18,92 ± 1,69	4,73	298,81 ± 5,12	74,70	61,59 ± 1,07
16	84,65 ± 1,08	21,16	16,61 ± 0,98	4,15	298,73 ± 0,55	74,68	61,59 ± 0,11
17	81,96 ± 2,68	20,49	18,81 ± 1,51	4,70	299,23 ± 2,40	74,81	61,49 ± 0,49
18	81,34 ± 2,42	20,34	18,69 ± 1,01	4,67	299,97 ± 2,51	74,99	61,34 ± 0,52
19	85,67 ± 1,90	21,42	17,77 ± 1,57	4,44	296,57 ± 2,19	74,14	62,05 ± 0,46
20	78,94 ± 1,38	19,74	19,65 ± 0,08	4,91	301,41 ± 1,30	75,35	61,05 ± 0,26
21	80,86 ± 1,63	20,22	21,31 ± 0,61	5,33	297,83 ± 1,50	74,46	61,78 ± 0,31
22	83,79 ± 1,60	20,95	20,37 ± 1,65	5,09	295,84 ± 1,42	73,96	62,20 ± 0,30
23	81,73 ± 2,24	20,43	20,35 ± 1,44	5,09	297,92 ± 1,59	74,48	61,76 ± 0,33
24	84,82 ± 3,14	21,21	20,07 ± 0,88	5,02	295,11 ± 2,59	73,78	62,35 ± 0,55
Total	992,60		228,37		3579,03		740,37
Promedio	82,72	20,68	19,03	4,76	298,25	74,56	61,70

Media ± SD (n = 3)

A – IX. Promedio y desviación estándar del rendimiento del café verde oro de la altitud media y tiempo de fermentación.

Tiempo (h)	Merma/ cisco		Granulometría y defectos		Café de exportación		Factor
	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)
13	84,41 ± 1,32	21,10	19,09 ± 1,36	4,77	296,50 ± 1,04	74,12	62,06 ± 0,22
14	85,59 ± 5,66	21,40	17,65 ± 0,83	4,41	296,77 ± 4,88	74,19	62,01 ± 1,01
15	84,40 ± 0,95	21,10	16,89 ± 0,65	4,22	298,72 ± 0,36	74,68	61,60 ± 0,07
16	86,41 ± 1,06	21,60	18,41 ± 0,60	4,60	295,18 ± 0,93	73,80	62,33 ± 0,20
17	82,58 ± 3,68	20,64	19,29 ± 2,30	4,82	298,13 ± 1,94	74,53	61,72 ± 0,40
18	82,96 ± 0,19	20,74	18,26 ± 0,21	4,56	298,78 ± 0,25	74,70	61,58 ± 0,05
19	84,59 ± 0,75	21,15	17,27 ± 0,16	4,32	298,13 ± 0,87	74,53	61,72 ± 0,18
20	82,72 ± 3,08	20,68	17,91 ± 1,46	4,48	299,37 ± 3,38	74,84	61,47 ± 0,69
21	79,05 ± 1,78	19,76	19,68 ± 0,80	4,92	301,27 ± 1,79	75,32	61,08 ± 0,36
22	81,15 ± 2,84	20,29	20,78 ± 2,97	5,20	298,07 ± 2,81	74,52	61,73 ± 0,58
23	85,16 ± 3,53	21,29	19,61 ± 3,34	4,90	295,23 ± 1,51	73,81	62,32 ± 0,32
24	82,55 ± 1,69	20,64	21,38 ± 2,13	5,35	296,07 ± 3,58	74,02	62,15 ± 0,75
Total	1001,57		226,21		3572,22		741,78
Promedio	83,46	20,87	18,85	4,71	297,68	74,42	61,82

Media ± SD (n = 3)

A – X. Promedio y desviación estándar del rendimiento del café verde oro de la altitud alta y tiempo de fermentación.

Tiempo (h)	Merma/ cisco		Granulometría y defectos		Café de exportación		Factor
	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (Kg)
13	84,51 ± 2,15	20,38	19,36 ± 0,43	4,84	299,13 ± 2,41	74,78	61,51 ± 0,50
14	83,87 ± 2,31	20,97	17,84 ± 0,68	4,46	298,30 ± 2,18	74,57	61,69 ± 0,45
15	84,62 ± 3,95	21,16	16,98 ± 0,41	4,25	298,40 ± 3,65	74,60	61,67 ± 0,76
16	85,09 ± 3,25	21,27	16,61 ± 1,13	4,15	298,30 ± 3,72	74,58	61,69 ± 0,77
17	82,90 ± 2,91	20,72	17,75 ± 0,85	4,44	299,35 ± 2,08	74,84	61,47 ± 0,43
18	82,61 ± 2,95	20,65	17,66 ± 1,27	4,42	399,73 ± 3,41	74,93	61,39 ± 0,70
19	81,28 ± 1,66	20,32	17,83 ± 1,53	4,46	300,89 ± 1,71	75,22	61,15 ± 0,35
20	82,49 ± 1,75	20,62	17,88 ± 0,51	4,47	299,63 ± 1,50	74,91	61,41 ± 0,31
21	81,57 ± 1,37	20,39	18,49 ± 1,21	4,62	299,93 ± 1,12	74,98	61,35 ± 0,23
22	87,13 ± 2,17	21,78	16,44 ± 1,31	4,11	296,43 ± 3,45	74,11	62,08 ± 0,73
23	83,51 ± 1,06	20,88	18,06 ± 1,04	4,51	298,43 ± 1,90	74,61	61,66 ± 0,39
24	82,04 ± 3,64	20,51	19,36 ± 1,02	4,84	298,60 ± 2,62	74,65	61,62 ± 0,54
Total	998,61		214,26		3587,13		738,69
Promedio	83,22	20,80	17,85	4,46	298,93	74,73	61,56
Media ± SD (n = 3)							

A – XI. Promedios y desviación estándar de la evaluación sensorial del café en taza, de los diferentes tiempo de fermentación por nivel de altitud.

Tiempo (h)	Altitud baja				Calificación
	Catador 1	Catador 2	Catador 3	Promedio	
13	81,50 ± 0,50	80,83 ± 0,76	81,33 ± 0,58	81,22 ± 0,25	A
14	86,50 ± 0,87	86,50 ± 0,50	87,00 ± 0,50	86,67 ± 0,60	AA
15	90,83 ± 0,58	90,83 ± 0,58	90,50 ± 0,50	90,72 ± 0,10	GOU
16	87,17 ± 0,29	88,00 ± 0,50	88,17 ± 0,29	87,78 ± 0,10	AAA
17	83,67 ± 0,58	82,67 ± 0,58	83,67 ± 1,53	83,33 ± 0,58	A
18	80,67 ± 0,58	79,67 ± 0,58	79,83 ± 0,76	80,06 ± 0,25	A
19	80,67 ± 0,58	80,33 ± 0,58	80,67 ± 0,58	80,56 ± 0,19	A
20	80,33 ± 1,53	79,33 ± 0,58	79,67 ± 0,58	79,78 ± 0,51	A
21	76,67 ± 1,15	76,83 ± 1,04	76,67 ± 0,58	76,72 ± 0,25	TL
22	75,33 ± 0,58	75,67 ± 0,58	75,00 ± 0,00	75,33 ± 0,00	FG
23	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	FG
24	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	FG
Altitud media					
13	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	FG
14	78,33 ± 0,58	78,83 ± 0,29	78,83 ± 1,04	78,67 ± 0,44	TL
15	81,83 ± 0,76	81,83 ± 0,29	81,83 ± 0,76	81,83 ± 0,58	A
16	84,00 ± 0,50	84,00 ± 1,32	83,17 ± 0,29	83,72 ± 0,51	AA
17	87,17 ± 0,29	87,67 ± 1,04	87,00 ± 0,50	87,28 ± 0,59	AA
18	89,83 ± 0,29	90,00 ± 0,50	90,67 ± 0,29	90,17 ± 0,29	GOU
19	87,17 ± 0,29	88,00 ± 0,50	87,83 ± 0,76	87,67 ± 0,44	AAA
20	84,83 ± 0,29	84,83 ± 0,76	85,00 ± 0,50	84,89 ± 0,35	AA
21	80,50 ± 0,50	80,67 ± 1,76	81,00 ± 1,00	80,72 ± 0,98	A
22	76,67 ± 1,53	76,00 ± 1,00	76,33 ± 1,53	76,33 ± 1,00	TL
23	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	FG
24	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	FG
Altitud alta					
13	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	75,00 ± 0,00	FG
14	75,33 ± 0,58	75,33 ± 0,58	75,33 ± 0,58	75,33 ± 0,00	FG
15	78,33 ± 0,58	78,00 ± 1,00	77,67 ± 0,58	78,00 ± 0,67	TL
16	80,17 ± 0,29	80,00 ± 1,00	79,50 ± 0,87	79,89 ± 0,19	A
17	83,00 ± 1,00	83,50 ± 0,50	82,83 ± 1,04	83,11 ± 0,54	A
18	85,33 ± 0,58	85,00 ± 0,50	85,00 ± 0,00	85,11 ± 0,25	AA
19	87,50 ± 0,50	87,83 ± 1,26	87,50 ± 0,50	87,61 ± 0,54	AAA
20	90,67 ± 0,58	90,50 ± 0,50	90,83 ± 0,29	90,67 ± 0,29	GOU
21	89,00 ± 0,00	87,83 ± 0,29	87,67 ± 0,58	88,17 ± 0,29	AAA
22	86,67 ± 1,53	85,67 ± 3,21	86,33 ± 2,02	86,22 ± 2,21	AA
23	85,50 ± 0,50	85,50 ± 0,87	84,83 ± 0,76	85,28 ± 0,38	AA
24	80,83 ± 0,76	80,17 ± 1,26	80,33 ± 0,58	80,44 ± 0,67	A

OF (Fuera de grado) = 0 – 75,49; TL (Taza Limpia) = 75,5 – 79,49; A = 79,5 – 83,49; AA = 83,5 – 87,49, AAA = 87,5 – 89,49 y GOU = 89,5 – 100 puntos.

A – XII. Análisis de varianza de la evaluación sensorial del café en taza.

Fuente de variabilidad	SC	GL	CM	Fc	Pv	Sig.
Altitud	1195,96	2	597,979	103,71	0,0000	**
Tiempo de Fermentación	1994,7	11	181,337	31,45	0,0000	**
Altitud * Tiempo de Fermentación	1145,88	1	145,88	198,73	0,0000	**
Repeticiones	0,436296	2	0,218148	0,04	0,9629	NS
Error	524,704	91	5,76598			
Total	2853,21	107				

CV=6,316

SEM = 5,16386

Promedio = 81,7537

A – XIII. Análisis de varianza de los puntajes de evaluación sensorial de café en taza.

Fuente de variabilidad	SC	GL	CM	Fc	Pv	Sig.
Altitud	0,021775	2	0,0108875	0,55	0,5900	NS
Atributos	10,6042	7	1,51489	76,25	0,0000	**
Error	0,278158	14	0,0198685			
Total	10,9042	23				

CV=10,105

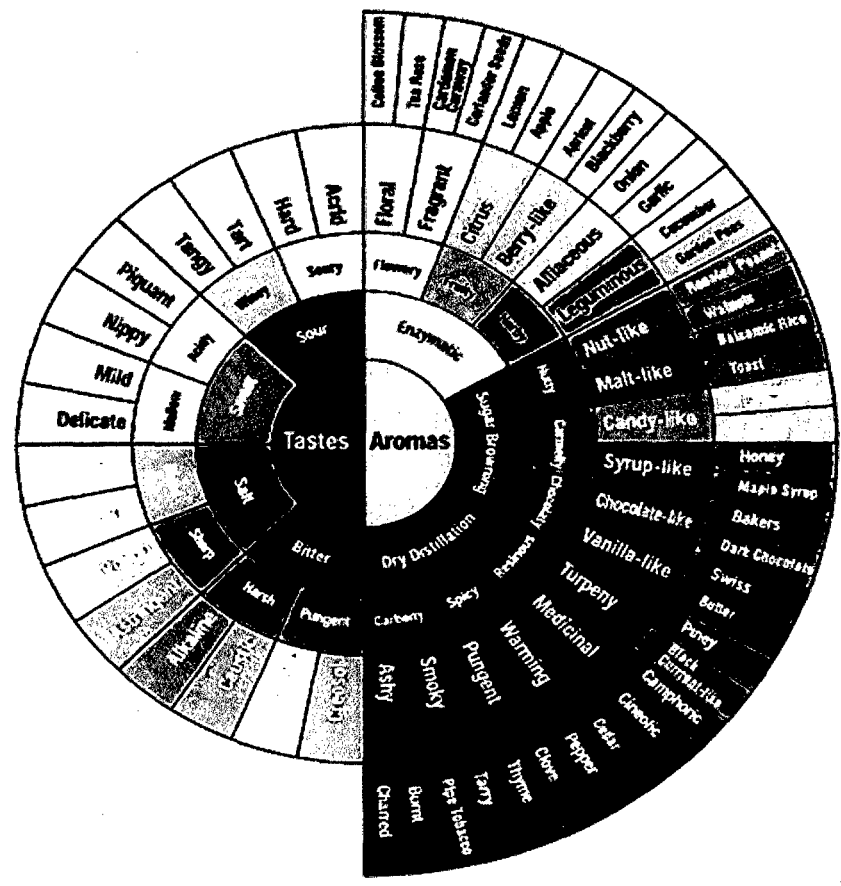
SEM = 0,688545

Promedio = 6,81375

A – XIV. Evaluación del Perfil Organoléptico del café en taza por niveles de altitud.

Atributos	Altitud baja			
	Catador 1	Catador 2	Catador 3	Promedio
Taza limpia	7,02	6,94	7,04	7,00 ± 0,05
Dulzura	7,00	6,85	6,84	6,90 ± 0,09
Acidez	7,21	7,23	7,16	7,20 ± 0,04
Cuerpo	7,25	7,32	7,33	7,30 ± 0,04
Sabor	6,74	7,02	6,94	6,90 ± 0,14
Post gusto	6,90	7,10	7,00	7,00 ± 0,10
Balance	7,15	7,23	7,22	7,20 ± 0,04
Apreciación general	5,13	5,22	5,25	5,20 ± 0,06
Altitud media				
Taza limpia	6,99	7,15	7,16	7,10 ± 0,10
Dulzura	6,76	6,83	6,95	6,85 ± 0,10
Acidez	6,99	7,18	7,10	7,09 ± 0,10
Cuerpo	6,85	6,78	6,81	6,81 ± 0,04
Sabor	7,12	7,07	7,11	7,10 ± 0,03
Post gusto	7,03	7,15	7,12	7,10 ± 0,06
Balance	7,18	7,03	7,15	7,12 ± 0,08
Apreciación general	5,01	4,98	5,02	5,00 ± 0,02
Altitud alta				
Taza limpia	7,13	7,15	7,17	7,15 ± 0,02
Dulzura	7,11	7,17	7,15	7,14 ± 0,03
Acidez	7,17	7,02	7,23	7,14 ± 0,11
Cuerpo	6,86	6,83	6,77	6,82 ± 0,05
Sabor	7,17	7,18	7,15	7,17 ± 0,02
Post gusto	7,11	7,07	7,13	7,10 ± 0,03
Balance	7,17	7,15	7,13	7,15 ± 0,02
Apreciación general	4,98	5,01	4,99	4,99 ± 0,02

A – XV. Rueda del aroma y sabor del café en taza. Creado por Ted Lingle del Speciality Coffee Association of America (SCAA), para la cata de café



A – XVI. Temperatura en °C de la masa de fermentación del café y ambiente en los diferentes niveles de altitud.

Tiempo (h)	Altitudes					
	Baja		Media		Alta	
	Masa	Ambiente	Masa	Ambiente	Masa	Ambiente
13	22,7	24,1	22,3	20,8	17,5	19,0
14	23,5	25,2	22,0	22,3	17,8	18,5
15	23,8	26,5	23,0	23,3	18,2	20,0
16	24,0	27,0	23,2	25,2	19,9	22,0
17	24,5	27,6	23,0	25,7	20,4	22,5
18	25,2	26,1	23,3	25,1	20,9	23,0
19	25,5	24,0	23,5	24,5	21,7	23,3
20	26,1	23,5	24,0	24,5	22,5	24,0
21	27,0	23,0	24,5	23,9	22,7	23,0
22	27,3	24,0	24,5	23,5	23,6	22,0
23	27,7	23,2	25,2	23,7	23,9	20,1
24	28,3	23,0	26,0	22,4	24,6	20,0

A – XVII. Equivalencias de defectos de calidad en café verde oro.

Categoría 1	Totales equivalentes	Categoría 2	Totales equivalentes
Grano negro	1	Negro parcial	3
Grano agrio	1	Agrio parcial	3
Cereza seca	1	Pergamino	5
Daño por hongos	1	Flotador	5
Materia extraña	1	Inmaduro	5
Grano brocado severo	5	Averanado	5
		Conchas	5
		Partido/	5
		Mordido/	
		Cortado	
		Cascarilla o	5
		Pulpa seca	
		Grano brocado leve	10

Fuente: Manual de defectos de café verde arábica de Speciality Coffee Association of America (SCAA), 2004