



**SEP**  
SECRETARÍA  
DE EDUCACIÓN  
PÚBLICA



Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

INGENIERIA BIOQUIMICA

**“CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CAFÉ EN BENEFICIO  
HÚMEDO, SECO Y TORREFACCION DE LA FINCA NUEVO MÉXICO”**

**INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTA:**

OSWALDO DE JESÚS VÁZQUEZ HERNÁNDEZ

**ASESOR INTERNO:**

IBQ. MARGARITA MARCELÍN MADRIGAL

**ASESOR EXTERNO:**

ING. RICARDO IBARRA BAUMANN

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

ENERO - JUNIO DEL 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme vivir. Gracias por la sabiduría que me otorgas y las oportunidades que me son entregadas para crear mi bienestar personal, familiar y el de mis semejantes.

A mi padre Isauro Vázquez Arcos, mi madre María Angelita Hernández Aguilar, mis hermanos Leyver, Emma, Dania y Daniela, mi más sincero agradecimiento y amor infinito. Me han dado la vida y amor incondicional, ustedes saben exactamente lo que significan para mí.

Al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, por aceptarme como alumno y formarme en mi carrera profesional. Así como a todo el personal que labora en esta institución, agradezco haberme extendido la mano en las ocasiones que lo solicite, espero algún día devolverles con el mismo entusiasmo las atenciones brindadas.

A la Ing. Margarita Marcelín Madrigal, gracias por resaltar mis cualidades y creer en mi capacidad para llevar a cabo este proyecto.

Al Dr. Víctor Manuel Ruíz Valdiviezo, por ser mi maestro, mentor y amigo.

A todos los amigos que encontré durante mi formación académica, en especial a Cristóbal Montes de Oca, Hernán Gutiérrez Robledo, Roberto García Marroquín, Dania Sinaí Alamías Flores y Alejandra Cancino Antonio. Los llevare en mi memoria y en mi corazón siempre.

Y a todas las personas que participaron de forma directa o indirecta en el presente trabajo, el cual es el resultado de todos los años de estudio, dedicación y esfuerzo.

Gracias por colaborar conmigo, por las felicitaciones, los regaños y las enseñanzas que me brindaron. Saben que cuentan conmigo, se los he demostrado.

## **RESUMEN**

El café es una de las bebidas de mayor consumo en el mundo. Por lo tanto la actividad económica que representa tiene un impacto tanto social como financiero.

El control de calidad en el café es un punto muy importante, debido a que grandes países importadores de café son muy estrictos en cuanto a su calidad.

En el presente proyecto se realizó el control de calidad aplicando la NOM-002-FITO-2000 para la caracterización de las cerezas antes de la recepción en el proceso de beneficio húmedo en el cual se determinó la calidad en base a los parámetros: perfil de maduración, grados Brix, tamaño, color, olor, aspecto y textura. También se realizó un seguimiento de fermentación en el proceso de desmulsinado, donde se monitorearon los cambios de textura, acidez, olor y pH, y de esta forma determinar el punto de lavado, para obtener la calidad deseada en taza.

Por otro lado, se realizaron pruebas de rendimiento en beneficio seco para determinar la calidad del café procesado durante el beneficio húmedo tomando en cuenta las clasificaciones en base a pergamino altura, flotes, pulpa, verde madurado y verde que se realizan en el proceso, determinando porcentajes de impurezas, mancha, café bola, oro pelado, humedad y tamaños. Posteriormente un análisis sensorial de acuerdo a las clasificaciones antes mencionadas donde se determinó la calidad en taza, tales como aroma, sabor y cuerpo, tomando en cuenta el tipo de tostado. Finalmente se realizaron pruebas de torrefacción para comercializar un producto con las especificaciones deseadas por los compradores.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	2
RESUMEN.....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO .....	10
3. PROBLEMAS A RESOLVER .....	11
4. OBJETIVOS.....	12
4.1. Objetivo general.....	12
4.2. Objetivos específicos.....	12
5. JUSTIFICACION .....	13
6. MARCO TEORICO .....	14
6.1. Tipos de café .....	14
6.2. Historia del café en México.....	14
6.3. Cultivo, especies y variedades del café en México.....	15
6.4. Aspectos generales del cultivo de café .....	17
6.5. Condiciones ambientales del cultivo de café .....	17
6.5.1. Temperatura.....	18
6.5.2. Altura .....	18
6.5.3. Vientos .....	18
6.5.4. Lluvias .....	18
6.6. Morfología del cultivo.....	18
6.6.1. La raíz .....	18
6.6.2. Tallo principal.....	19
6.6.3. Yemas seriadas.....	19
6.6.4. Hojas .....	19
6.6.5. Flores.....	19
6.6.6. Fruto.....	20
6.6.7. Semilla.....	20
6.7. Principales enfermedades del café .....	21
6.7.1. Roya ( <i>Hemileia vastratix</i> ).....	21
6.7.2. Llagas del cafeto. ....	21

6.7.3.	Mancha de hierro.....	22
6.8.	Principales plagas del café.....	22
6.8.1.	Broca ( <i>Hypothenemus hampei</i> ).....	22
6.8.2.	Minador de la hoja ( <i>Leucoptera coffellum</i> ).....	24
6.8.3.	Palomilla de la raíz.....	24
6.9.	Composición química del café.....	25
6.9.1.	Cafeína.....	25
6.9.2.	Cafestol y Kahweol.....	25
6.9.3.	Ácidos clorogénicos.....	26
6.10.	Procesamiento del café en México.....	26
6.10.1.	Vía seca.....	27
6.10.2.	Vía húmeda.....	28
6.11.	Beneficio húmedo.....	29
6.11.1.	Familiar.....	29
6.11.2.	Beneficio húmedo con secadora.....	30
6.11.3.	Beneficios húmedos integrados al beneficio seco.....	31
6.11.4.	Tecnología del beneficio húmedo.....	31
6.12.	Beneficio seco.....	38
6.12.1.	Beneficio seco sin seleccionadora electrónica.....	38
6.12.2.	Beneficio seco con seleccionadora electrónica.....	39
6.12.3.	Tecnología del beneficio seco.....	40
6.13.	Torrefacción.....	43
6.14.1.	Principales fases del proceso de tostado.....	44
6.14.2.	Elección del tipo de tostado.....	46
6.15.	Molienda de café.....	49
6.16.	Empaquetado.....	50
6.17.	Catación.....	51
6.17.1.	Cata brasileña.....	53
6.17.2.	Cata de café expresso.....	53
7.	PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS TAREAS REALIZADAS.....	54
7.1.	Beneficio húmedo.....	54
7.1.1.	Recolección del fruto.....	54
7.1.2.	Recepción del fruto.....	55

7.1.3. Clasificación del fruto .....	57
7.1.4. Despulpado .....	57
7.1.5. Remoción del mucilago .....	58
7.1.6. Lavado .....	58
7.1.7. Secado .....	58
7.1.8. Almacenamiento .....	59
7.2. Beneficio seco .....	59
7.2.1. Determinación de la calidad del café verde en taza .....	59
7.3. Examen sensorial .....	60
7.3.1. Preparación de la catación .....	60
7.4. Torrefacción .....	61
8. RESULTADOS .....	63
Rendimiento pulpa .....	68
9. CONCLUSIONES .....	74
10. COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....	76
11. BIBLIOGRAFIA .....	77
Bibliografía .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades de café y región de cultivo.....	17
Tabla 2. Tipo de beneficios húmedos de café según su capacidad.....	29
Tabla 3. Peso de los componentes del fruto del cafeto (%).....	32
Tabla 4. Tipos de café, factor de rendimiento y calidad.....	38
Tabla 5. Nivel de tostado según estilo.....	47
Tabla 6. Contenido de sólidos solubles (°Bx) del café.....	63
Tabla 7. Porcentaje de maduración de cerezas de café.....	64
Tabla 8. Monitoreo de fermentación de café.....	65
Tabla 9. Monitoreo de fermentación de café.....	65
Tabla 10. Análisis de Rendimiento y Calidad de Pergamino Altura (Lote 1).....	66
Tabla 11. Separación de café oro altura por tamaños (Lote 1).....	66
Tabla 12. Análisis sensorial de café (Lote 1).....	67
Tabla 13. Análisis de Rendimiento y Calidad de Pergamino Altura (Lote 2).....	67
Tabla 14. Separación de café oro altura por tamaños (Lote 2).....	68
Tabla 15. Análisis sensorial (Lote 2).....	68
Tabla 16. Análisis de rendimiento de café pulpa.....	68
Tabla 17. Separación de café pulpa por tamaños.....	69
Tabla 18. Análisis sensorial de café pulpa.....	69
Tabla 19. Rendimiento de café verde madurado.....	70
Tabla 20. Separación por tamaños de café verde madurado.....	70
Tabla 21. Análisis sensorial de café verde madurado.....	70
Tabla 22. Rendimiento de flotes.....	71
Tabla 23. Separación de café por tamaños de flotes.....	71
Tabla 24. Análisis sensorial de flotes.....	72
Tabla 25. Rendimiento de café verde.....	72
Tabla 26. Separación por tamaños de café verde.....	73
Tabla 27. Análisis sensorial de café verde.....	73
Tabla 28. Producción de café tostado de la Finca Nuevo México.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estados cafetaleros en México.....	16
Figura 2. Flor del cafeto. ....	19
Figura 3. Frutos del cafeto. ....	20
Figura 4. Roya del cafeto ..... 21	21
Figura 5. Broca del café. .... 23	23
Figura 6. Vía de transformación del café..... 27	27
Figura 7. Nombre técnico y común de las partes que componen al fruto del café..... 32	32
Figura 8. Proceso de beneficiado del café. .... 33	33
Figura 9. Proceso de beneficiado seco de café. .... 41	41
Figura 10. Fases del proceso de tostado. .... 45	45
Figura 11. Cambios producidos por el proceso de tostado. .... 45	45
Figura 12. Grado de tostado..... 47	47
Figura 13. Desarrollo de las fases de tostado de acuerdo a la temperatura (°C)..... 48	48
Figura 14. Curva de tostado. .... 49	49
Figura 15. Rueda de aromas y sabores. .... 52	52
Figura 16. Diagrama de flujo del procesamiento de café..... 55	55
Figura 17. Diagrama de recepción de café ..... 56	56
Figura 18. Tabla para el análisis de porcentaje de cerezas maduras ..... 57	57
Figura 19. Diagrama de clasificación de frutos. .... 57	57
Figura 20. Análisis sensorial de café..... 61	61
Figura 21. Gráfica de porcentaje de maduración de las cerezas de café ..... 64	64



## **1. INTRODUCCIÓN**

Hablar sobre la calidad del café es un tema muy amplio, ya que hay factores y características que intervienen en cada una de las etapas de producción, beneficiado húmedo, seco y torrefacción; algunos de estos factores los podemos controlar, otros dependen de las condiciones agroecológicas y climatológicas que se presenten en las zonas de producción.

México exporta aproximadamente 3 millones de sacos de 60 Kg., esta producción algunas veces es castigada por la falta de homogeneidad en su calidad, los países de Centroamérica alcanzan costos iguales o por arriba de la bolsa del mercado internacional de Nueva York, mientras el café mexicano es castigado por un diferencial (FIRA, 2016).

La calidad del café mexicano se ha deteriorado a lo largo de los años. Una de las principales causas es la desaparición de grandes plantaciones comerciales, el creciente número de intermediarios en la cadena de comercialización y la expansión de cafetales nuevos en áreas marginadas, esto nos obliga a buscar alternativas de solución ya que los consumidores cada día exigen productos terminados de mejor calidad y están dispuestos a pagar por estas.

Uno de los puntos cruciales que se deben considerar es el tratamiento que se le da al café después de ser cosechado y sometido al proceso de beneficio húmedo, el cual se puede deteriorar la calidad, si este proceso no se realiza con la tecnología adecuada.

En el presente proyecto pretendemos mostrar los factores que tienen influencia sobre la calidad del café y sus posibles soluciones dentro del proceso aplicando la NOM-002-FITO-2000, para tener una calidad uniforme consistente y certificada desde el origen, y así competir con el mercado internacional.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO**

Finca Nuevo México es una empresa de tradición familiar, desde sus inicios hasta la fecha. Fundada en 1964 por Don Ricardo Baumann, quien emigra a México proveniente de Alemania. Desde entonces la finca inicia formalmente sus operaciones dentro de la actividad cafetalera, logrando adquirir experiencia considerable con más de 50 años en la producción de café arábica.

Se ubica en la cuenca del Valle Custepec, es de las zonas más altas y secas que cultiva café en México, dentro de la Reserva de la Biosfera de El Triunfo, localizada en la Sierra Madre de Chiapas, siendo parte del Corredor Biológico Mesoamericano. Área natural protegida de 119,177 hectáreas, perteneciente a la Red Internacional de Reservas de la Biosfera reconocidas por la UNESCO.

El café producido en la Finca Nuevo México es considerado un café de especialidad.

Está acreditado por la Red de Agricultura Sostenible (RAS), quien otorga la certificación Rainforest Alliance. De la misma forma cuenta con la acreditación C.A.F.E. Practices otorgada por Starbucks. Ambas fueron otorgadas debido a la producción de café sustentable, que significa que es cultivado y cosechado usando prácticas ambientales y socialmente responsables. En 2015 fueron seleccionados por Starbucks como uno de los mejores cafés que ellos comercializan. Fue la primera finca mexicana en haber pertenecido al Starbucks Coffe Reserve.

Actualmente Nuevo México es una de las fincas más productivas por hectárea en México. Cuentan con distintas variedades de café sembradas, entre las que se encuentran: Caturra, Catuaí, Sarchimor, Obatá, Anacafe 14 y Tupí.

Su misión es dar a conocer la calidad de café chiapaneco procesado y clasificado con tecnología de punta, manteniendo un equilibrio ambiental y social, y un trato justo con los trabajadores.

### **3. PROBLEMAS A RESOLVER**

Actualmente la empresa ha tenido problemas con la exportación de café, porque la calidad ha disminuido a través de los años, a causa de la heterogeneidad de diferentes tipos de grano y pérdida de propiedades organolépticas, como resultado de un mal manejo en la recepción, clasificación y proceso del beneficio húmedo.

Por lo que en este proyecto busca implementar nuevas prácticas agrícolas para los procesos manuales y nuevas tecnologías que permitan mejorar el despulpado y clasificado, para obtener una mejor calidad de café, permitiendo clasificar de manera homogénea los diferentes tipos de grano que exige el mercado internacional, desde café tipo exportación, así como café de 1<sup>a</sup> el cual se rige a través de la bolsa de Nueva York, al igual que café de consumo nacional (café de 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y desmanche).

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Determinar la calidad del café en beneficio húmedo, seco y torrefacción, de acuerdo a la norma NOM-002-FITO-2000 para establecer un control de calidad en el proceso.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Analizar y monitorear la calidad del café el proceso de recepción en el beneficio húmedo
- Analizar el proceso de fermentación (pH, acidez, olor y textura) en el café para la determinación del punto de lavado
- Determinar el rendimiento en el proceso de beneficio seco (Café bola, oro pelado, impurezas, mancha y humedad).
- Determinar de calidad de taza a través de análisis sensorial.
- Estandarizar el proceso de torrefacción

## **5. JUSTIFICACION**

El café es un cultivo eminentemente orientado hacia el mercado internacional, ya que su producción se extiende a lo largo de más de 60 países y su consumo en los países de clima templado.

Respecto a la demanda, los Estados Unidos, la Comunidad Económica Europea, Los países nórdicos y el mercado japonés absorben más del 80% del café comercializado en el mundo.

En México, la cafecultura tiene una importancia económica y social, por lo que se ha posicionado en el quinto país productor de café a nivel mundial, sin embargo con el paso de los años la calidad del café ha ido disminuyendo.

Los principales estados productores de café en México son: Chiapas, Veracruz y Oaxaca (FIRA, 2016). El café de México, sobre todo en Chiapas se ha posesionado en el mercado internacional como un producto de alta calidad debido a los atributos que le otorga las variedades arábicas que producen un café suave y de mejor calidad que las robustas, por lo que se exporta a los grandes países consumidores de café (FIRA, 2016). Dentro de las actividades que llegan a proporcionar un mejor nivel de calidad de taza está en el control del beneficio húmedo, el secado y torrefacción.

Para este estudio que se realizó en la Finca Nuevo México, se seleccionaron ambas etapas como eje fundamental aplicando la NOM-002-FITO-2000 para el mejoramiento de la calidad del café, estableciendo condiciones adecuadas para el procesamiento que permitan afectar positivamente las características organolépticas del mismo. Y así exportar un café que cumplan con los estándares de calidad de los principales países importadores.

Se espera que los resultados obtenidos sirvan como base para la evaluación del proceso de beneficiados y torrefacción para otras fincas, así como a la finca donde se realizó el estudio que podrá asegurar una calidad de exportación durante más tiempo.

## **6. MARCO TEORICO**

### **6.1. Tipos de café**

Existen dos tipos básicos de café: *arábica* y *robusta*. El primer tipo es cultivado principalmente en América Latina, a una altura entre 500 y 2,000 msnm; su contenido de cafeína es de 1.5% y su sabor es suave. El *robusta* es más resistente a las plagas, contiene más cafeína (de 2 a 2.5 %), y en comparación con el *arábica* su sabor es más bien áspero. Este tipo de café se encuentra sobre todo en las zonas tropicales de Asia y África, aunque en Ecuador y Brasil también se producen volúmenes importantes.

Según el modo de beneficiado, el tipo *arábica* se diferencia en café no lavado, cuando esta operación se efectúa en seco (tal como se lleva a cabo en Brasil, Bolivia, Paraguay y Etiopía), y café lavado cuando el despulpado y limpieza se efectúa con agua. Los cafés lavados se subdividen en “suaves colombianos” (Colombia, Kenia y Tanzania) y “otros suaves” (México, América Central, India, Nueva Guinea, Ruanda y Burundi).

En general, en el mercado internacional se paga un mayor precio por los suaves colombianos; después vienen los otros suaves, los no lavados y, en último lugar, los robusta (Santoyo, Díaz, & Rodríguez, 1994).

### **6.2. Historia del café en México**

Originaria de África oriental. La planta del cafeto llegó al país en el año de 1796 la región de Córdoba, Veracruz. Posteriormente, se introdujeron otras plantas al estado de Michoacán en 1823 y la región de Tuxtla Chico, Chiapas durante 1847.

Hoy en día, el cultivo y producción de café se ha extendido a 12 estados de república mexicana, agrupados en cuatro grandes regiones que van desde la frontera sur que colinda con Guatemala, hasta el estado de Nayarit en el pacífico norte. Cada una de estas regiones muestra características propias, pero en su mayoría con condiciones adecuadas para la generación de café de calidad. Sin embargo, el cultivo de café en México, se concentran en cuatro entidades federativas (Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla), las que producen cerca del 85% del total nacional de

café verde, mientras que el porcentaje restante se distribuye en ocho entidades (INFOASERCA, 2002)

### **6.3. Cultivo, especies y variedades del café en México**

México cuenta con una enorme tradición en el cultivo del café, con una experiencia y conocimiento de más de 200 años (Benitez Garcia, 2014). Los cafetales mexicanos son grandes y productores de oxígeno. El café en el país es producido por cerca de 300 mil productores, agrupados en 16 organizaciones estatales de productores. México produce cafés de excelentes calidades, ya que existen las condiciones ideales para el cultivo, sobre todo en zonas montañosas del Sureste con altitudes mayores a 900 m.s.n.m. y temperaturas promedio de 17.5 a 25.3 °C, que son óptimas para el cafeto, lluvias repartidas en el año con una precipitación promedio de 2,280 mm y una insolación efectiva de 4.9-5.2 horas diarias con un buen manejo de sombra. De ahí que la producción de café se realiza de forma importante en 12 estados de la república agrupados en 2 vertientes y 2 zonas de cultivo con características similares:

- a) Vertiente del Golfo de México: San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz y la parte norte de Oaxaca y Tabasco.
- b) Vertiente del Océano Pacífico: Colima, Guerrero, Jalisco, Nayarit y parte de Oaxaca
- c) Región Soconusco: gran parte del estado de Chiapas.
- d) Región Centro Norte: la zona que recibe los vientos húmedos del Golfo de México



Figura 1 Estados cafetaleros en México.

Fuente: AMECAFE, 2012.

Desde el punto de vista biológico, las áreas cafetaleras coinciden con las regiones más ricas y diversas en flora y fauna. La mayoría de las regiones cafetaleras se ubican en tierras de origen volcánico. El 40% de la producción en México se realiza en áreas con selvas altas y medianas, el 23% en bosques de pino y encino, el 21% en selvas bajas caducifolias y el 15% en bosques mesófilos de montaña. El ciclo cafetalero para México inicia en octubre y termina en septiembre, aunque la cosecha del café se realiza principalmente de noviembre a marzo. La recolección de café es de manera manual y se recolecta grano por grano. En el año se pueden dar hasta tres o cuatro floraciones lo que condiciona el número de cortes de granos maduros en la época de cosecha (Asociación Mexicana de la Cadena Productiva de Café, 2012). Gracias a estas condiciones, en el país se cultiva principalmente el café de la especie Arábica, y en menor medida el de Robusta, que va dirigido casi exclusivamente al sector de los cafés solubles. La primera se da a una altura de 500 a 2 mil m.s.n.m.; su contenido de cafeína es de 1.5% y su sabor es suave. La robusta es más resistente a las plagas, contiene 2.5% de cafeína y su sabor es más bien áspero. (Figuroa & Pérez, 2012)

En México la producción cafetalera se compone en 97% de café de la especie arábica cuyas principales variedades son Typica, Bourbon, Maragogipe, Caturra, Mundo Novo, Garnica, Catuai, Marsellesa, Oro Azteca, Zarchimor y Catimor (Benitez Garcia, 2014).



En cuanto a la especie robusta (*Coffea canephora*), su participación en la producción nacional es poco significativa, ya que le corresponde tan solo 3% de la superficie. Su cultivo se ubica principalmente en ciertas zonas bajas de los estados de Chiapas, y Veracruz, y su importancia estriba en el uso que hace de ella la industria productora de café soluble (INFOASERCA, 2002).

Las variedades comerciales son: Typica o criolla, Bourbon, Caturra, Mundo Novo, Cataui, Garnica, Costa Rica, Oro Azteca y Pacamara (Benitez Garcia, 2014). En la siguiente tabla se detallan las variedades de café preferentemente cultivadas en las diversas regiones del país:

Tabla 1. Variedades de café y región de cultivo

Región	Variedades cultivadas
Xicotepec de Juárez, Puebla	Caturra rojo, Mundo Novo, Garnica, Cataui, Catimor, Pacamara.
Cuetzalan, Puebla	Typica, Caturra, Mundo Novo, Bourbon, Mundo Novo
Zona central de Veracruz	Typica, Caturra, Garnica, Bourbon, Mundo Novo
Selva Lacandona y norte de Chiapas	Bourbon, Mundo Novo, Typica, Caturra, Garnica
Soconusco, Chiapas	Bourbon, Cataui, Caturra, Mundo Novo, Typica, Catimor
Itsmo, Oaxaca	Typica, Bourbon, Garnica, Caturra, Mundo Novo
Pluma Hidalgo y Pochutla	Typica, Caturra, Bourbon
Oaxaca	Mundo Novo, Pluma Hidalgo, Cataui, Garnica, Pacamara
Atoyac de Álvarez, Guerrero	Typica, Garnica, Bourbon, Caturra y Mundo Novo

Fuente: García, 2014

#### 6.4. Aspectos generales del cultivo de café

Por las características del cafeto está acotada por límites geográficos comprendidos por los Trópicos de Cáncer y de Capricornio. A nivel mundial, se cultivan en más de 70 países ubicados en esta franja, destacando de manera importante Brasil, Colombia, Indonesia, India y más reciente Vietnam (Asociación Mexicana de la Cadena Productiva de Café, 2012). Las características que definen básicamente sus cualidades dependen mayoritariamente de sus variedades y de su procedencia.

#### 6.5. Condiciones ambientales del cultivo de café

Como todas las plantas, el café necesita de condiciones ambientales especiales para su producción, y todas ellas tienen importancia.

### **6.5.1. Temperatura.**

Esta debe ser entre los 17 a 26 °C. La temperatura es muy importante porque si es menor a 16 grados se pueden quemar los botones, y si la temperatura sobrepasa los 27 grados hay más riesgos de deshidratación de la planta con reducción de la fotosíntesis.

### **6.5.2. Altura**

La altura apropiada para la producción del café es entre 900 a 1600 metros sobre el nivel del mar. Si se cultiva el café a menor altura, los costos de producción aumentan, ya que se reduce la calidad de los granos de café. En cambio, si se cultiva a mayor altura de la aconsejada, se produce un menor crecimiento de las plantas (Figuroa & Pérez, 2012).

### **6.5.3. Vientos**

Los vientos también son importantes en la producción del café, porque si los vientos superan los 30 Km/h se produce un daño en la planta con la caída de hojas, rotura de flores y frutos y deshidratación de las yemas.

### **6.5.4. Lluvias**

El agua natural que reciben las plantas es esencial, pero si es excesiva puede ser perjudicial. Por ello, el rango establecido de precipitaciones necesarias para la producción de café es de, entre 1000 a 3000 mm/año. Si llueve más se producen hongos, y si reciben menos lluvias la producción disminuye, porque se reduce el crecimiento de las plantas de café. Por ello, se aconseja que el ambiente tenga en un 65 a 90% de humedad.

## **6.6. Morfología del cultivo**

El cafeto es un arbusto o árbol pequeño, perennifolio, de tronco recto que puede alcanzar los 10 metros en estado silvestre; en los cultivos se les mantiene normalmente en tamaño más reducido, alrededor de 3 metros.

### **6.6.1. La raíz**

El sistema radicular es superficial estando el 60% en los primeros 30 centímetros. De profundidad y la raíz pivotante puede llegar a más de un metro de profundidad.

### **6.6.2. Tallo principal**

Dan origen a ramas plagiotrópicas primarias solamente. Tienen conexión vascular con el tallo desde el principio.

### **6.6.3. Yemas seriadas**

Originan brotes ortotrópicos solamente su número puede aumentar con la edad del cafeto. Originan de 2 a 4 inflorescencias y cada inflorescencia tendrá 4-5 yemas florales.

### **6.6.4. Hojas**

Son opuestas y alternas en el tallo ortotrópico y en ramas plagiotropicas son opuestas. Son de color verde oscuro y brillante en la parte superior y verde claro en el interior. Ovais y terminan en punta, sus bordes son ondulados. Las hojas nuevas presentan una coloración bronceada o verde claro y después toman su coloración definitiva.

### **6.6.5. Flores**

Se localizan en las axilas de las hojas de las ramas plagiotropicas. La corola es blanca y formada por 5 pétalos fusionados en su base, dando origen al tubo de la corola; el cual se encuentra inserto en la parte superior del ovario. El ovario, normalmente con dos lóculos, contiene un ovulo por lóculo tiene cinco estambres con antenas, de color blanco y bifurcado en el estigma (Figuroa & Pérez, 2012).



Figura 2. Flor del cafeto.

Fuente: ANACAFE, 2005

### 6.6.6. Fruto

El fruto es una drupa de superficie lisa y brillante, de pulpa delgada fácilmente desprendible del pergamino. Cuando maduran los frutos son rojos o amarillos, con dos semillas. En ocasiones solo uno de los óvulos se fecunda y se desarrolla originando una semilla de forma redonda que se le conoce como café caracol. El café cereza se compone de pulpa y café pergamino. La pulpa está formada por el epicarpio o cascara correspondiendo el 46% del fruto. El mesocarpio o mucilago miel que corresponde al 17.18%. El café pergamino está constituido por el endocarpio o pajilla que representa el 18-20%. El endospermo o película plateada representa el 0.2% y el café verde se encuentra en 17-18% del fruto (Figuroa & Pérez, 2012).



Figura 3. Frutos del cafeto.

Fuente: ANACAFE, 2005

### 6.6.7. Semilla

Son oblongas, plano convexas, representan el 35 al 38% del fruto del café, están constituidas por el endocarpio o pergamino, una película plateada o perisperma, endospermo cotiledón o embrión. El endospermo contiene muchos compuestos entre los que destacan la cafeína, proteínas, aceite, azúcares, dextrina, celulosa, hemicelulosa, ácido clorogénico y minerales entre otros (Figuroa & Pérez, 2012).

## 6.7. Principales enfermedades del café

El control de las principales enfermedades de los cafetales es otra fuente de constante trabajo y esfuerzo para las familias cafetaleras. Las enfermedades son causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos. Las de mayor importancia económica son: la roya, las llagas del tallo y de las raíces, y la mancha de hierro.

### 6.7.1. Roya (*Hemileia vastratix*).

Es un hongo que se distingue fácilmente por la presencia de un polvillo amarillo en el envés de las hojas enfermas. Es una enfermedad cíclica que afecta principalmente el follaje, produce defoliación y el daño conocido como “paloteo”. Está ligado a los daños de alta producción con epidemias severas. En cultivos susceptibles, la enfermedad ha causado pérdidas hasta el 23% de la producción acumulada de cuatro cosechas. La relación de café cereza a café pergamino seco puede llegar a valores de 8 a 1 (Colombia, 2010).

El principal método de manejo es sembrar material resistente a la roya, como la variedad Castillo. En los materiales susceptibles como: Bourbon, Typica, Maragogipe y caturra, se requiere el uso de fungicidas protectores como el oxiclóruo de cobre, y sistémicos como el cyproconazol o triadimefon.

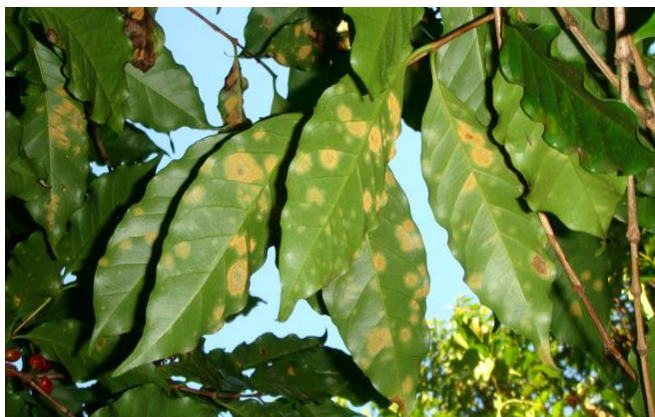


Figura 4. Roya del cafeto

### 6.7.2. Llagas del cafeto.

Se conocen dos tipos de llagas en el cafeto: la llaga macana (*Ceratocystis fimbriata*) y las llagas radicales (*Rosellinia bunodes* y *R. pepo*). Son hongos habitantes del suelo que desde hace más de 30 años se vienen incrementando en el país por las

prácticas de renovación por zoqueo, podas de ramas bajas, deschuponadas, descopes o pisoteo en la base de los tallos, cuando no se protegen las heridas y principalmente en época húmeda (Colombia, 2010).

Causa la muerte de los árboles. En ataques severos puede reducir entre el 20 y el 40% la densidad de plantas. Se recomienda la desinfección de las herramientas con hipoclorito al 5% o formol al 10% y la protección de las heridas con fungicidas como benomil y carbendazim, en dosis de 4 gramos por litro de agua.

El control es básicamente preventivo. Una vez que ataca la enfermedad, no se conocen productos curativos. Los árboles enfermos se deben eliminar con todo y raíz, y exponer a los rayos del sol mínimo durante 3 meses.

### **6.7.3. Mancha de hierro**

Es la enfermedad causada por el hongo *Cercospora coffeicola*. Afecta el cafeto durante todos sus estados de desarrollo desde las hojas cotiledonares hasta los frutos. Se caracteriza por que son pequeñas manchas circulares de color pardo claro o marrón rojizo. Permanentemente, causa la caída de las hojas e incrementa la producción de café pasilla, que afectan la calidad. Los cafetales a plena exposición y mal fertilizados son los más susceptibles. (Colombia, 2010)

## **6.8. Principales plagas del café**

Hoy en día hay reconocidas más de 100 especies de insectos que viven en armonía en los cultivos del café. Solo tres de ellos representan un impacto económico: la broca (*Hypothenemus hampei*); el minador de la hoja (*Leucoptera coffellum*) y la palomilla de las raíces (*Dysmicoccus spp*).

### **6.8.1. Broca (*Hypothenemus hampei*)**

Es la plaga más dañina que ha afectado el cultivo del café en toda su historia y ha ocasionado grandes pérdidas. Ataca directamente los frutos de café, es decir, afecta principalmente la producción y calidad.

Es un insecto de difícil manejo con los métodos tradicionales de control como los insecticidas, porque permanece protegido la mayor parte de su vida en el interior de

los frutos. Algunos de los adultos son susceptibles a las aspersiones de estos productos, que tiene efecto únicamente por contacto con la plaga.

La broca es un gorgojo de color negro, del tamaño de la cabeza de un alfiler. Es muy perjudicial porque cuando ataca, perfora y daña los granos, para alimentarse de los granos de café. Es una plaga que inicia su ataque en los frutos verdes del cafeto, entre los 3 y 4 meses después de la florecencia. (Colombia, 2010)

Para su control hay diferentes métodos, de los cuales el más utilizado es el conocido como manejo integrado de la broca. Este consiste en un control cultural, que incluye el manejo en el beneficio, la recolección oportuna de los frutos en el momento de su maduración y el control biológico con la utilización de avispas y de hongos. Las avispas se crían y luego se liberan en los cafetales para que se establezcan y se coman parte de la población de broca, buscándola dentro de los frutos. El hongo es un moho blanco que se espolvorea en los cafetales para que mate parte de la población de la broca. Este método ha permitido que el país mantenga bajos niveles de infestación en sus cafetales y cumpla con sus compromisos de exportación en cuanto producción y calidad.

La broca se expande a otras plantaciones por varias vías: en las semillas y frutos atacados; cuando el hombre los lleva de un lugar a otro; en la ropa, sombrero o calzado de las personas que transitan por las plantaciones.; en herramientas y equipos, tales como machetes, costales y canastos; en los vehículos; y en el agua que se usa durante el lavado de café, etc.



Figura 5. Broca del café.

Fuente: Colombia, 2010.

### **6.8.2. Minador de la hoja (*Leucoptera coffellum*)**

Es una plaga muy dañina que afecta principalmente el área fotosintética y causa la defoliación de los árboles, y ha obligado a los agricultores de las zonas bajas al uso de insecticidas.

Es conocida como una especie monófaga porque solo ataca al género *Coffea*. Se ha encontrado la resistencia en las especies diploides como *coffea stenophylla*. Los daños son causados durante su estado de larva, cuando consume entre 1 y cm<sup>2</sup> de área foliar durante su proceso evolutivo. Si concurren varias larvas en una sola hoja puede llegar a causar necrosamiento en el 90% de su estructura. (Colombia, 2010)

Los principales factores relacionados con ataques del minador son: renovación de cafetales, control exagerado de malezas, utilización de sub-dosis de insecticidas o de agroquímicos de alta persistencia, en periodos secos y principalmente en caficultura debajo de 1300 m.s.n.m.

Antes de realizar controles químicos se debe evaluar el control natural, recordar que los periodos lluviosos afectan drásticamente las poblaciones y que presenta muchos enemigos naturales como los predadores: el neuróptera *crisopa sp* y las avispas *Polistes* y *Polibia*, así como varios parasitoides, como *Closterocerus coffeellae*, *Horismenus sp* y *Tetrasticuhus*, entre otros.

### **6.8.3. Palomilla de la raíz**

Son varias especies: *Dismicoccus alazon*, *D. brevipes* y *D. criptus* que generalmente están asociadas con el hongo *Septobasidium* y las hormigas del genero *Solenopsis*.

Las colonias se inician desde el almácigo, donde se afectan el cuello de la raíz de las plantas, y en el campo su población aumenta y es cuidada por las hormigas. Los síntomas externos en el árbol son similares a los producidos por un ataque de llagas, que ocasionan el marchitamiento generalizado de la planta. (Colombia, 2010)

Su control es preventivo. Una vez establecida en los lotes es muy costoso y dispendioso manejarla, y en muchos casos es mejor sustituir los arboles atacados. Se pueden hacer aplicaciones con mezclas de un insecticida de contacto de baja toxicidad, al 0.2%, con aceite agrícola al 1%, y aplicarlo sobre el cuello de la raíz.



## **6.9. Composición química del café**

El café está compuesto por más de 1000 sustancias químicas distintas incluyendo aminoácidos y otros compuestos nitrogenados, polisacáridos, azúcares, triglicéridos, ácido linoleico, diterpenos (cafestol, y kahweol), ácidos volátiles (fórmico y acético) y no volátiles (láctico, tartárico, pirúvico, cítrico), compuestos fenólicos (ácido clorogénico), cafeína, sustancias volátiles (sobre 800 identificadas de las cuales 60-80 contribuyen al aroma del café), vitaminas, minerales (Gotteland & Pablo V, 2007). Otros constituyentes como las melanoidinas derivan de las reacciones de pardeamiento no enzimático o de caramelización de carbohidratos que ocurren durante el tostado. Existen variaciones importantes en la concentración de estos componentes según la variedad de café y el grano de tostado.

### **6.9.1. Cafeína**

La cafeína (1,3,7-trimetilxantina) es una de las tres metilxantinas presentes en el café junto con la teofilina y la teobromina. Este alcaloide actúa como estimulante del sistema nervioso central y se encuentra presente también en forma natural en él te y el cacao. También se añade en bebidas de consumo habitual como las bebidas de cola (alrededor de 10 mg/100mL) y bebidas energizantes (alcanzando los 34mg/ml).

Los cafés verdes Arábica y Robusta contienen 1,16% (0,6-1,7%) y 2.15% (1,16-3,27%) de cafeína respectivamente mientras esta alcanza niveles de 3,1-3,9% en el café instantáneo en polvo. En el café preparado los niveles de cafeína varían entre 29 y 176 mg/taza según la concentración y la solubilidad del café entre otros. En el caso del café soluble instantáneo preparado se estima un contenido promedio de cafeína de 60 mg/taza de 150 ml (rango 30-120 mg). El contenido de cafeína en el café descafeinado instantáneo es 0,12% equivalente a alrededor de 3 mg/taza (Gotteland & Pablo V, 2007).

### **6.9.2. Cafestol y Kahweol**

Estos diterpenos se encuentran en las semillas de café verde en forma libre o esterificada como palmitato. Se les considera responsables del aumento en los niveles de colesterol total y LDL observados en algunas poblaciones que consumen

café sin filtrar como el café turco, café hervido escandinavo o de cafetera que contienen altos niveles de estos diterpenos (6-12 mg/taza). Cafestol y kahweol son extraídos en agua caliente, pero son retenidos por el papel filtro. El café expreso tiene un contenido promedio de 1,5 mg/taza.

### **6.9.3. Ácidos clorogénicos**

El café contiene una serie de esteres fenólicos característicos denominados ácidos clorogénicos, que derivan de la unión éster entre el ácido cafeico y el ácido quínico. Se han identificado hasta 11 ácidos clorogénicos en el café Robusta. Normalmente se denomina ácido clorogénico al que está presente en mayor cantidad (5-O-cafeoilquinico). Junto a los también presentes ácido feruloilquínico, esteres del ácido cafeico y el ácido ferúlico son una importante fuente de fenoles dietarios. El contenido de ácidos clorogénicos es del 7% en el café verde y se descompone parcialmente (30 a 70%) durante el tostado, alcanzando niveles del orden de 4% (Gotteland & Pablo V, 2007).

### **6.10. Procesamiento del café en México**

Una vez cortado el fruto del café, es sometido a un proceso o beneficiado por una de las dos vías existentes: el método húmedo y el método seco. El primero también llamado café lavado es el más costoso y complejo. Este método emplea a los cafés arábicas de alta calidad, con la finalidad de conservar todas sus propiedades, por tal razón son los cafés más caros o mejor pagados, todo este proceso trae como consecuencias la generación de residuos como pulpas y agua mieles. Los cuales si no se manejan adecuadamente generan dificultades al ambiente (FAO, 2012).

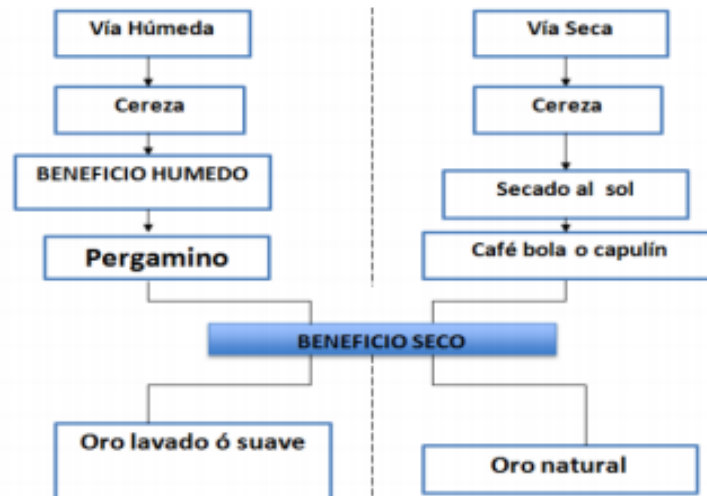


Figura 6. Vía de transformación del café.

Fuente: SAGARPA, 2011.

De los dos procedimientos de transformación primaria del café: a) “la vía húmeda” incluye las etapas de beneficiado húmedo y seco para la obtención de café pergamino y verde u oro lavado o suave; b) en el caso de “la vía seca”, se obtiene el café bola o capulín o cerezo, que da lugar al café oro natural. Hacia el año 2002, existían cerca de 2 mil unidades de beneficio húmedo y más de 440 unidades para el beneficio seco. En Chiapas y Veracruz se encuentran el 70% de beneficios húmedos y el 53% de beneficios secos (SAGARPA, 2011).

### 6.10.1. Vía seca

Este proceso es el más antiguo y simple, consta de las siguientes etapas: la cosecha de las cerezas, el secado (comúnmente al sol), el morteadado, la clasificación y el ensacado. En México, por esta vía se procesa entre el 10 y 15% de la producción nacional (Santoyo, Díaz, & Rodríguez, 1994). Esta proporción incluye, por un lado, el café arábica beneficiado por este proceso en el estado de Guerrero y las pequeñas cantidades que los productores cosechan en el último corte (arrases), junto con la porción de la cosecha destinada al autoconsumo en todas las regiones productoras y, por el otro, el café robusta cultivado en zonas bajas de los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas, principalmente.

Se tiene en este procedimiento dos formas básicas de llevar a cabo el beneficio del café. La manera tradicional, donde los productores con escasa superficie cultivada, sobre todo menos de cinco hectáreas, secan una parte de su café cereza en patios o tendales y obtienen el café capulín o bola o cerezo, el cual puede destinarse a la venta directa o bien procesarse en mortero de madera, llevándolo a café oro natural que puede comercializarse como tal o destinarlo al autoconsumo. La segunda forma consiste en el secado al sol de toda la cosecha obtenida en un solo corte y su posterior venta como café bola a intermediarios o empresa que realizan la última etapa de transformación primaria: morteo y clasificación. (Santoyo, Díaz, & Rodríguez, 1994)

Los cafés “naturales” son de un sabor más astringente y se consideran de menor calidad que los cafés lavados o suaves. En nuestro país, el café natural se conoce como “café corriente”, porque en la mayoría de las veces no se procesa con el debido cuidado para obtener una buena calidad en su tipo (Díaz, 1993). Así, las cerezas normalmente no se separan por grado de madurez, lo que influye en el resto del proceso, propiciando una calidad heterogénea.

Los cafés naturales en nuestro país se destinan al consumo nacional y actualmente tienen demanda para la elaboración del café soluble (Díaz, 1993).

#### **6.10.2. Vía húmeda**

Es un procedimiento para la obtención de café “lavado o suave”, con el cual, México, Colombia, los países de América Central y otras naciones participan en el mercado internacional. Se divide en dos etapas: el beneficio húmedo, propiamente dicho, que va desde la recepción del café cereza hasta la obtención de café pergamino y; la fase conocida como beneficio seco, que se inicia con la limpieza del café pergamino y concluye con el café oro lavado, debidamente clasificado y envasado.

Se estima que en México entre el 85 y 90% de la producción de café se beneficia actualmente mediante la vía húmeda (Santoyo, Díaz, & Rodríguez, 1994). A continuación, se hace referencia al beneficio húmedo y al beneficio seco, como etapas de la vía húmeda de transformación primaria del grano en base a la NOM-002-FITO-2000 la cual establece las regulaciones de carácter obligatorio que deben

cumplirse para los procesos de beneficio húmedo y seco, para obtener una mejor calidad en producción. Esta norma oficial es aplicable a los productos y subproductos vegetales del café, industrializadoras, beneficios, comercializadoras y centros de almacenamiento y acopio de café.

### 6.11. Beneficio húmedo

El beneficio de café no escapa a la polarización existente en el sistema agroindustrial. Así, se tienen desde sencillas instalaciones de tipo familiar que operan dentro de la unidad de producción, hasta los grandes beneficios húmedos y secos, a con que se benefician importantes volúmenes de grano, usando los últimos adelantos técnicos que se van generando.

Respecto al tamaño de las instalaciones, los beneficios húmedos se clasifican como lo señala la Tabla 2.

Tabla 2. Tipo de beneficios húmedos de café según su capacidad

Tipo	Capacidad (Qq/día)
Familiar	Hasta 6
Beneficios húmedos con secadora:	
Chicos	Hasta 60
Medianos	De 60 a 120
Grandes	Más de 120

#### 6.11.1. Familiar

Se trata de instalaciones simples, distribuidas en todas las zonas cafetaleras, pero sobre todo en las consideradas como “pergamíneras”. En las zonas “cereceras” su uso se limita generalmente a las regiones con dificultades para transportar el grano, ya sea por falta de caminos, las distancias por recorrer o la topografía del terreno.

El equipo utilizado consta esencialmente de una despulpadora de disco de fierro o de cilindro con malla de cobre, que es accionada en forma manual o con motor eléctrico monofásico. La fermentación del café se realiza en costales de plástico y pequeños tanques de madera o concreto. El lavado del grano se efectúa en cestos,

costales o en los mismos tanques de fermentación; el secado se lleva a cabo en tendales o patios de concreto. Estas instalaciones son esencialmente de uso personal del productor y emplean mano de obra familiar.

Regularmente se obtiene pergamino seco, aunque eventualmente se puede comercializar café escurrido o café “seco de agua”, es decir con al menos tres horas de secado al sol que elimina el agua superficial. Estos dos últimos casos se dan en función del precio en el mercado y de las condiciones climáticas.

La base de control del proceso es el conocimiento empírico del cafecultor y su mayor problema es la dependencia de las condiciones climáticas, sobre todo para el secado del grano. En efecto, el tiempo de secado en algunas regiones va desde 5 a 15 días; de tal modo, que en algunas de estas áreas no es funcional este tipo de instalaciones. Ello explica la predominación de beneficios húmedos semi-industriales. Los húmedos familiares tienen una predominancia entre los pequeños productores de Chiapas y Oaxaca.

#### **6.11.2. Beneficio húmedo con secadora**

Aquí se distinguen por su capacidad de beneficio, en tres grupos:

- Beneficios chicos, con capacidad de hasta 60 quintales por día.
- Beneficios medianos, con capacidad de 60 a 120 quintales.
- Beneficios grandes, con capacidad mayor a 120 quintales.

A excepción de los medianos y grandes cafecultores (finqueros), que procesan principalmente su producción, en la mayoría de estos beneficios se compra café cereza en volúmenes que aumentan con el tamaño de la instalación. Este tipo de beneficios se localizan en los principales centros de poblaciones de las regiones, cercanas a las fuentes de agua y comunicadas con terracerías transitables todo el año, salvo casos excepcionales en que se llega a ellos por caminos de herradura. Desde el punto de vista técnico, los beneficios húmedos grandes, sobre todo los mayores a 200 quintales/día, se caracterizan en general por disponer maquinas oreadoras, con las cuales se disminuye de 6 a 8 horas el tiempo de secado del grano. Conforme aumenta la capacidad del beneficio, el control del proceso tiende

a aumentar, sobre todo en despulpe, fermentación y secado. La mano de obra asalariada siempre está presente en estos beneficios y su importancia aumenta normalmente en proporción al tamaño, situación que puede modificarse en función de la mecanización de algunas etapas de manejo y de transporte del grano. La venta del grano se realiza a beneficios secos de la región o extrarregionales.

### **6.11.3. Beneficios húmedos integrados al beneficio seco**

Se trata de un caso específico de beneficios húmedos con secadora, cuya integración al beneficio seco modifica sustancialmente su situación, básicamente en los relativos de control de calidad del grano y a las condiciones de inserción al mercado. Normalmente son beneficios húmedos grandes, mayores a 200 quintales diarios, que representan por lo tanto grandes centros de compra, cuentan con grandes bodegas para la captación y almacenamiento de café pergamino. También en estas instalaciones, sobre todo en las de mayor tamaño, se aplican las innovaciones técnicas más avanzadas. A través de estos beneficios, junto con los de nivel tecnológico se estima que se procesa ente el 70 y 75% del café nacional que se beneficia por la vía húmeda (Díaz, 1993).

Con esta integración el beneficio húmedo y seco se facilita el control de calidad del café, a la vez que la exportación directa del grano les da un mayor margen de maniobra financiera a estas empresas. Sobresalen aquí los grandes productores-exportadores, quienes llegan a tener sus propias marcas de café.

### **6.11.4. Tecnología del beneficio húmedo**

La primera etapa de transformación primaria del café, el beneficio húmedo, se encuentra directamente relacionado e influido por la estacionalidad de la producción de café. Su importancia radica, en que se permite pasar de un producto perecedero, la cereza, a uno que se pueda almacenar hasta por 12 meses, el pergamino; además, esta etapa tiene una influencia decisiva en la calidad final del grano. A continuación, se señalan brevemente las características del fruto del cafeto y en seguida se describe la tecnología del beneficiado húmedo.

El nombre técnico y común de las partes del fruto del cafeto se señala en la figura 7.

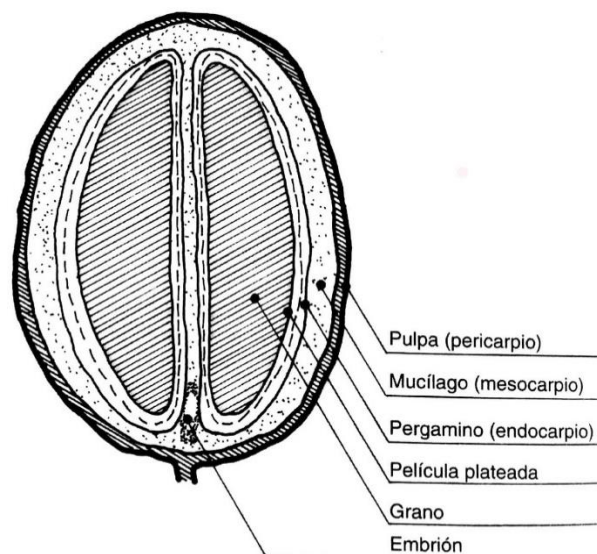


Figura 7. Nombre técnico y común de las partes que componen al fruto del café.

Fuente: ANACAFE, 2005.

La proporción del peso que representa la película plateada es insignificante, mientras los otros cuatro principales componentes indican que, en promedio del café arábica, solo el 17.5% del fruto maduro se utiliza para la preparación del café tostado. Casi las dos terceras partes son agua, la cual junto con la pulpa y el mucilago se considera como subproductos. Debe señalarse que estas cantidades (Tabla 3) fluctúan entre las variedades del café arábica, mientras el café robusta tiene menor porcentaje de humedad y mucilago.

Tabla 3. Peso de los componentes del fruto del cafeto (%)

Componente	Base húmeda (cereza)	Peso seco
Humedad	65.0	
Pulpa	9.3	26.5
Mucílago	4.8	13.7
Cascarilla	3.5	10.0
Café oro (grano)	17.5	50.0

Fuente: Clifford, M y Wilson, K.C., 1985; citados por Díaz et al, 1993

En beneficio húmedo hay una gran diversidad de tamaño de instalaciones; sin embargo, todas siguen los mismos pasos básicos: a) recepción y limpieza, b)



despulpado, c) remoción de mucilago (fermentación), d) lavado, e) secado del grano y f) almacenamiento.

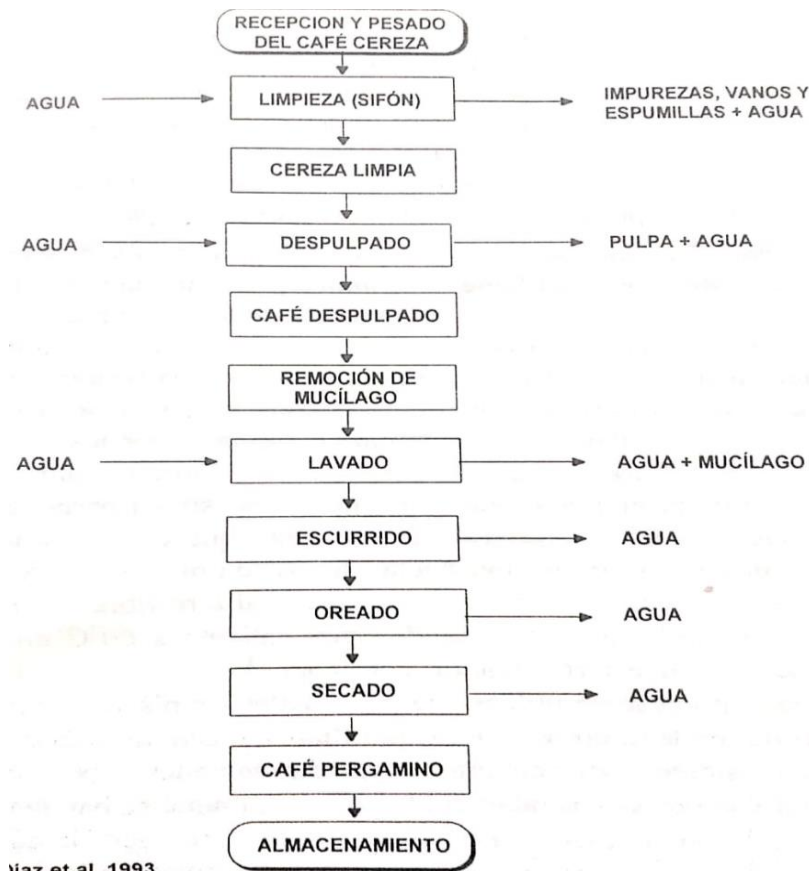


Figura 8. Proceso de beneficiado del café.

Fuente: Universidad Autónoma de Chapingo, 1994

#### 6.11.4.1.1. Recepción y limpieza de café cereza.

Técnicamente, un buen beneficiado tiene como punto de partida un café cereza de alta calidad, es decir, con la mayoría proporción posible de granos maduros en el lote a procesar. El beneficiado no mejora la calidad intrínseca del café, dada por las variedades, la técnica de cultivo, la altura, y en si las condiciones agroclimáticas del lugar donde se encuentra el cafetal.

Este primer paso del proceso tiene como finalidades registrar los volúmenes de café a beneficiar, realizar la limpieza y efectuar una primera clasificación del grano. La segunda finalidad se realiza en forma manual o mediante sifones, que son depósitos de agua en forma de conos truncados o invertidos, en los cuales, por densidad se

separan los granos verdes o vanos e impurezas de la cereza madura. Algunos beneficios pequeños prescinden del sifón llevando a cabo una clasificación manual.

#### **6.11.4.2. Despulpado**

Consiste en la separación de la pulpa y cascara del grano de café. Para ello se utilizan despulpadoras de disco de fierro, muy difundidas en las zonas cerceras, por ser más resistentes a los granos de diferente madurez e impurezas, mientras que en las zonas pergamineras son más utilizadas despulpadoras de disco con maya de cobre, que son más sensibles al rompimiento y al desgaste, pero proporcionan café de mejor calidad.

Se aconseja efectuar la labor de despulpe dentro de un tiempo máximo de 12 horas, a partir de la cosecha, de lo contrario sobreviene la fermentación del grano, que afecta su calidad final. Algunos beneficiadores en las zonas cerceras, principalmente los que manejan mayores volúmenes después de que las cerezas pasan por las despulpadoras principales, colocan una malla que separa el grano despulpado de las cerezas y estas se hacen pasar por una “despulpadora de repaso” con discos más ajustados, obteniendo de esta forma, café de primera y segunda desde el despulpe.

##### **6.11.4.2.1. Remoción del mucilago**

La remoción del mucilago y el secado son las etapas decisivas del beneficio húmedo. El mucilago es insoluble en agua, por lo que se quita del grano mediante dos procedimientos: fermentación natural, en la mayoría de los casos, y remoción químico-mecánica, que aplican solo en algunos grandes beneficios.

Dada su composición bioquímica, con presencia de azúcares y proteínas, el mucilago es rápidamente degradado por los microorganismos que en forma natural trae el café. Normalmente, se toma como tiempo promedio de fermentación 24 horas; sin embargo, en zonas bajas puede reducirse hasta 14 horas, en tanto que en las partes altas, semicálidas y con transición hacia climas templados puede prolongarse hasta 36 horas, sobre todo en depósitos de aire libre (INMECAFE, 1979).

En este proceso se utilizan desde costales de plástico y pequeños tanques de madera, en beneficios familiares, hasta tanques de tabique o bloques cubiertos de cemento, cuyas dimensiones deben ser al menos del doble de la capacidad del beneficio.

Dar el punto exacto de fermentación es fundamental en el beneficio húmedo, ya que el café con olor a fermento no es comercializable.

#### **6.11.4.3. Fermentación natural**

La fermentación natural consiste en dejar el fruto en un tanque de fermentación donde cae luego del despulpado, con poca agua durante un periodo de 18 a 24 horas donde se homogeniza lentamente, el mucilago se desprende naturalmente del grano (ANACAFE, 2005).

#### **6.11.4.4. Fermentación mecánica**

Funciona por medio de máquinas que retiran rápidamente el mucilago del grano. Existen máquinas de fermentación que funcionan agitando el grano rápidamente con el fin de que la capa caiga, en algunas de estas máquinas son de flujo ascendente las cuales consisten en: desmucilagadora tipo ELMU y desmucilagadora de cepillo entre otras (ANACAFE, 2005).

#### **6.11.4.5. Fermentación con enzimas**

Este proceso, con el fin de acelerar la fermentación se emplea enzimas y químicos, algunas de las enzimas más utilizadas son Ultrazym-100, Irgazim-100, Benefax y Cofepac entre otros (ANACAFE, 2005).

#### **6.11.4.6. Fermentación en seco**

En este caso se deja el café pergamino despulpado, en seco en el tanque o pila hasta que de punto de fermento (o punto de lavado), a su vez existen máquinas que permiten realizar este tipo de fermentación. Generalmente, la miel degradada se deja escapar continuamente por una pichacha de tamaño adecuado. El proceso resulta más rápido que los otros sistemas (ANACAFE, 2005).

#### **6.11.4.7. Lavado del grano**

Una vez que el mucilago ha sido desprendido de la cubierta del grano se vuelve soluble en agua y entonces es eliminado mediante el lavado, utilizando diferentes procedimientos y los mismos tanques de fermentación en los beneficios familiares; canales de concreto inclinados y bomba de sólidos en zarandas, en la mayoría de beneficios con secadora. El canal de concreto de tipo tradicional, con requerimientos de altos volúmenes de agua, ha sido sustituido por bombas de lavado, aunque en algunos casos se combinan ambos, usando el canal para separar los granos que flotan, con lo que se mejora la calidad del café. Los granos flotantes también son separados de forma manual en los beneficios familiares. Es importante el uso de agua limpia en esta parte del proceso.

#### **6.11.4.8. Secado**

Consiste de tres etapas, en las que se elimina la humedad del grano: escurrido, oreado y secado propiamente. En beneficios familiares, estas tres etapas se llevan a cabo en los mismos patios de concreto o en los tendales de madera, palma o lamina, durante periodos que van de 3 a 15 días, siendo recomendable no sobrepasar los días de secado al sol, porque de lo contrario se incrementan las posibilidades de que el grano absorba olores y sabores anormales, afectándose la calidad de este. La capacidad de secado promedio en 24 horas determina la capacidad diaria del beneficio húmedo.

En instalaciones con secadora, el escurrido se realiza en depósitos que poseen una malla en el fondo, por donde drena el agua excedente, aunque también puede realizarse en patios de concreto con 2 a 3% de pendiente y formando montículos. Más recientemente, se ha iniciado la utilización de zarandas de escurrido.

El oreado o presecado del grano, en instalaciones chicas y medianas, se lleva a cabo en patios de concreto si las condiciones climáticas lo permiten, o bien se procede al secado del café escurrido en las maquinas secadoras llamadas “guardiolas”. En este caso el tiempo para alcanzar de 11 a 12% de humedad en el grano va de 24 a 30 horas.

La mayoría de grandes beneficios húmedos, sobre todo en zonas cerceras, han instalado oreadoras mecánicas de cascada, donde el grano se circula a contracorriente de aire caliente, entre 60 y 70°C, durante un periodo de 4 a 6 horas. La capacidad de oreado debe ser igual a la del secado para facilitar el flujo de grano. Los tamaños de oreadora más usuales son de 60 a 90 quintales por día.

El secado, a partir de café oreado, tarda de 16 a 24 horas, dependiendo el tamaño del ventilador que se use y la temperatura del proceso, recomendándose que esta sea de 70°C, para lograr una calidad óptima del grano, aunque en algunas instalaciones se han observado temperaturas de hasta 100°C.

Los combustibles utilizados para generar el aire caliente son leña, pajilla de café, diésel o gas, ya sea en calderas o quemadores. En algún tiempo se utilizaron gases de combustión para el secado, pero dejaron de usarse porque manchan al grano. Al igual que en la fermentación, determinar el punto exacto de secado (11-12% de humedad) es fundamental. No obstante, esta práctica se realiza en forma empírica, relacionándola con la facilidad con que se desprende la cutícula y, con el cambio de color y dureza del grano. El color debe ser verde olivo; si se pasa el punto señalado, el grano se vuelve color azul y dura. Otro de los problemas a evitar es el descascarado de una porción de una porción de los granos de café pergamino, porque se blanquean en periodos prolongados de almacenamiento (más de tres meses), demeritando la calidad.

#### **6.11.4.9. Almacenamiento de café pergamino.**

Al concluir el secado del café, este requiere de por lo menos tres horas de reposo para homogenizar humedad. Ello puede realizarse en una tolva construida debajo de la secadora y cubriendo el grano con costales. En los beneficios chicos y medianos el grano es envasado inmediatamente, en la mayoría de los casos. De cualquier manera, se recomienda almacenar el grano durante 15 días para estabilizar sus cualidades antes de la venta.

Para el almacenamiento del grano se utiliza desde un espacio dentro de la habitación en los beneficios familiares, ya sea con piso de tierra o concreto, hasta grandes bodegas de miles de quintales. La forma de almacenamiento es

normalmente en costales de ixtle o yute. Independientemente del tipo de almacén, es generalizado el uso de tarimas de madera, sobre las cuales se coloca el grano. En relación a los rendimientos del beneficio, debe hacerse notar que del peso total de café cereza, solo entre 23 y 25% llega a café pergamino; de 18 a 20% a café verde u oro y; de 16 a 18%, a café tostado y molido (INMECAFE, 1980). Las denominaciones que se va dando al café durante el proceso de beneficiado, las equivalencias en kilogramo por quintal y humedad se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Tipos de café, factor de rendimiento y calidad

Tipos de café	Factor (Kg/Qq)	Humedad (%)
Café verde o tierno	270	-
Café cereza o maduro	245	65
Despulpado	140	65
Escurrido	120	64
Oreado	100	45
Pergamino seco	57.5	12
Capulín	80-92	12
Oro o verde	46	12
Tostado	36.66	n.d
Soluble	17.7	n.d

Fuente: INMECAFE, 1980. El café y su procesamiento industrial.

## 6.12. Beneficio seco

Debido a que el uso de la seleccionadora electrónica por color representa del 15 al 20% de la inversión total del beneficio seco y que significa un avance en el nivel tecnológico de la planta se considera como criterio de clasificación de los beneficios secos.

### 6.12.1. Beneficio seco sin seleccionadora electrónica

Los beneficios secos que no utilizan seleccionadora electrónica se localizan generalmente en zonas pergamíneas, donde se exige mayor calidad, ya sea al pequeño cafecultor, de parte del beneficiador-exportador, o a los jornaleros que participan en la cosecha del café, del finquero-exportador, lográndose de este modo

café pergamino de alta calidad, que fácilmente cubre las exigencias del mercado internacional. El uso del “ojo electrónico” se sustituye entonces, por los ojos de centenares de los pequeños productores y jornaleros, que intervienen en la selección y a quienes se exige entregar café de buena calidad, tanto en pergamino como en cereza.

Para los pequeños beneficios secos de hasta 60 Qq/día, dados los bajos volúmenes que manejan, no es rentable la instalación de la seleccionadora electrónica. En estos casos, la afinación de la calidad del grano se realiza en forma manual.

#### **6.12.2. Beneficio seco con seleccionadora electrónica.**

El uso de seleccionadoras electrónicas es generalizado en los beneficios secos de Veracruz y Puebla, así como en los instalados fueron de zonas cafetaleras. En general, se trata de grandes instalaciones, mayores de 150 quintales por día, las que en su mayoría son propiedad de empresas privadas exportadoras del grano.

La necesidad de este equipo se debe a que en estas zonas el mercado de café cereza es importante y los beneficiadores-exportadores no aplican criterios de calidad a la entrega, porque de lo contrario se reducen los volúmenes adquiridos. De tal modo que, sumado a las fluctuaciones de precio ocasionadas por el mercado internacional, regionalmente las cotizaciones de café cereza o pergamino varían según la competencia y el rendimiento, en las diferentes etapas de cosecha.

Por su parte los beneficios secos ubicados fuera de zonas cafetaleras adquieren grano de diferentes regiones y calidades, por lo que demandan de mayor equipo de clasificación. A su vez, las instalaciones integradas al beneficio húmedo en zonas cerceras, utilizan las seleccionadoras electrónicas debido a que desde la cosecha no se da una clasificación adecuada del grano, en razón de la escasez de mano de obra en ese periodo (Santoyo, Díaz, & Rodríguez, 1994).

Debe mencionarse que los costos de mantenimiento y reparación del equipo electrónico para la selección son altos, razón por la cual algunos beneficios que lo tienen no siempre lo utilizan.

La mayoría de las plantas y la mayor parte de la capacidad instalada de beneficio seco se ubica en Chiapas (48.5%), siguiéndole Veracruz y Puebla, con 17.8% y 13.8% respectivamente (INMECAFE, 1979).

### **6.12.3. Tecnología del beneficio seco**

A diferencia de los beneficios húmedos, los beneficios secos pueden operar durante todo el año y lo hacen bajo contratos de venta, puesto que el café oro no puede ser almacenado por más de tres meses. En efecto, sin la cascarilla, el café absorbe con facilidad la humedad ambiental y se vuelve blanquecino, o bien adquiere olores extraños que afectan su calidad, por lo mismo, los cuidados durante el transporte deben ser aún mayores, que con el café pergamino.

El acceso al beneficio seco es condición indispensable para la clasificación del grano con fines de exportación, ya sea adquiriendo instalaciones o pagando servicios de maquila. Debe resaltarse que, si bien hasta el beneficio húmedo hay un importante nivel de concentración de la producción, sobre todo en zonas cerceras, en el beneficio seco esta se acentúa.

El proceso inicia con el registro de la cantidad de pergamino a beneficiarse, sea que éste se obtenga de una serie de proveedores o del beneficio húmedo, integrado al beneficio seco. Antes de aceptar y fijar el precio se determina la calidad del grano, cuidando especialmente que no tenga olores extraños (principalmente a fermento), así como el rendimiento de pergamino oro, la humedad e impurezas. Últimamente se ha puesto mucho énfasis en que no esté dañado por broca. Pergaminos sanos y limpios dan lugar a que más del 90% del grano reúna las características de exportación.

Después de la recepción, el café es almacenado donde se va a disponiendo según las cantidades a preparar. Así, el café por prepararse se deposita en una tolva que abastece a la máquina de prelimpieza, la cual mediante vibración y mallas separa las impurezas (tierra, piedras, paja, metales, etc.) del café pergamino.



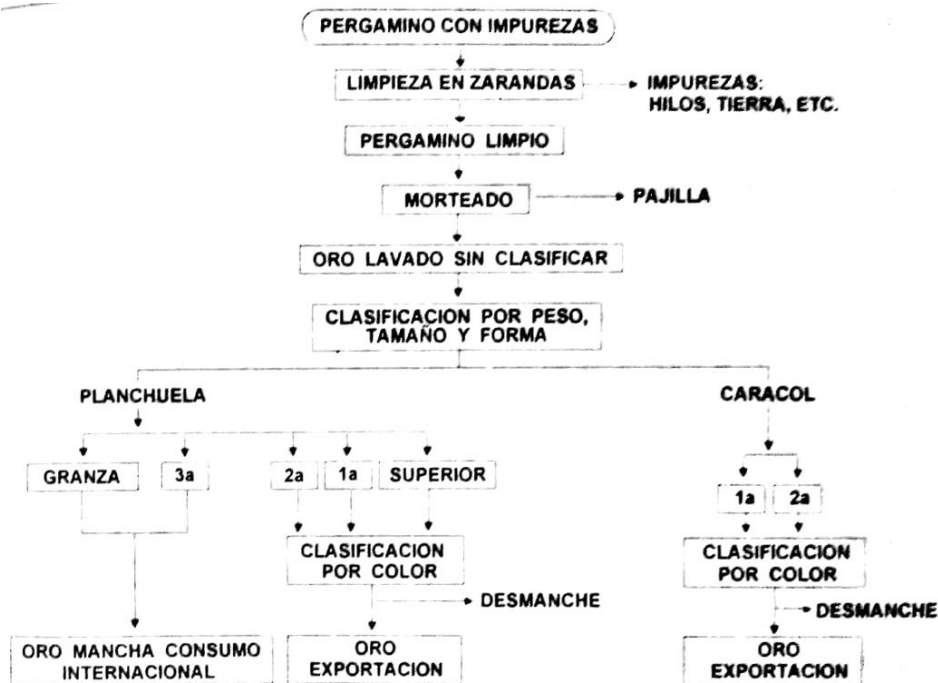


Figura 9. Proceso de beneficiado seco de café.

Fuente: Santoyo, 1994

Hay morteadoras que eliminan la pajilla del café por fricción o por desgarramiento. Son más usadas las segundas ya que pueden procesar café pergamino y capulín. La capacidad de morteo define el tamaño del beneficio seco, tomando normalmente 20 horas efectivas de operación por día. Los tamaños de morteadoras se dan por números. Así, las “2” puede procesar 7 quintales por hora, la “1” diez, la “0” treinta y la “00” cuarenta Qq/hr.

Después del morteo, si lo exige el mercado, se lleva a cabo el pulido del café, o sea la eliminación del epidermo o película plateada del grano. Este procedimiento está casi desuso porque el grano queda más expuesto a absorber olores y humedad del medio.

En seguida se realiza la clasificación del café, que implica varias etapas y diferente equipo. Primero se hace una separación por forma y tamaño en una mesa vibradora, con tres tipos de mallas: en la parte superior una de 6 por 20 mm, oblonga, para separar granos machos o cerezas que pasaron el beneficio húmedo sin ser despulpados; otra malla central, de 4.5 por 20 mm, también oblonga, para eliminar

café “caracol” y en la parte inferior, puede ser una criba redonda de 6 mm si es café para los EE.UU. o de 7 mm si es preparación para los países europeos, en donde se recibe solo grano superior.

La segunda clasificación es por peso o densidad, utilizando unas máquinas numéricas denominadas “catadores” las cuales mediante aire a contra corriente, separan el café en tres clases: caracol, grano superior de primera y café de segunda.

Luego la tercera clasificación por densidad y forma, se continúa en máquinas combinadas, Sutton y Oliver, que funcionan mediante vibración y aire contracorriente. Aquí se logran varias clases de café: superior, primera, segunda, tercera y granza. Generalmente, en zonas pergamineras, con este equipo se alcanza la calidad de exportación, sobre todo por tamaño y porcentaje de grano manchado (Santoyo, Díaz, & Rodríguez, 1994).

En zonas cerceras o entre aquellos grandes exportadores que compran café en diferentes regiones, generalmente dicho porcentaje rebasa los máximos permitidos en el mercado internacional, por lo que se hace necesaria una última clasificación por color, mediante máquinas electrónicas, las que son calibradas para eliminar los granos con color diferente al verde olivo normal del café, el cual varía hacia verde pálido en zonas bajas y verde azulado en granos de altura.

La eliminación de grano manchado se realiza en uno o más pasos en las máquinas electrónicas, incluso puede completarse con eliminación manual en bandas de inspección. De hecho, estas son muy utilizadas en beneficios pequeños, sin seleccionadora. El café manchado (desmanche), de tercera y la granza se destinan al consumo nacional. Algunas veces hay pedidos de caracol, en cuyo caso este se procesa por separado. En caso contrario se mezcla con los granos para exportación y solo se cuida que no repase la proporción permitida.

Una vez clasificado el café oro, se procede a darle un “graneleo” o “traspeleo” para homogenizar la calidad; luego se envasa en sacos de ixtle o yute nuevos de 69 kg netos (1.5 quintales), los cuales se numeran y estiban por lotes, normalmente de

500 sacos. Es conveniente indicar que las estadísticas internacionales del grano se refieren por convención siempre a sacos de 60 kg de café oro.

### **6.13. Torrefacción**

La torrefacción consiste en tostar el café por medio de calor, las técnicas usadas tratan de que en este proceso se realice el mínimo deterioro, tanto el aroma como en el sabor, así como en el cuerpo del café. El café al tostarse pierde peso y se debe en parte a la pérdida de humedad y a la descomposición y volatilidad de varios componentes químicos de los cuales está constituido el grano. Durante el proceso de torrefacción ocurren transformaciones importantes debido a las temperaturas alcanzadas progresivamente, al llegar a 100°C se pierde humedad y su color cambia lentamente a un color amarillo intenso, entre los 150 y 180°C los granos adquieren tonalidades como el pardo claro al marrón, y es cuando los granos se hinchan y de las ranuras brotan aceites volátiles, un aroma bastante agradable emanan de los granos que justamente empiezan a crepitar, en este punto los granos han desarrollado el color marrón oscuro. Cuando la temperatura alcanza los 230°C aproximadamente, es el momento justo de retirar el café del tostador.

Una vez logrado el punto de tostado deseado del café pasa de la tostadora a una tina o plato de enfriamiento, que mediante un muy eficiente aspirador de aire, logra bajarle al grano niveles muy cercanos a la temperatura ambiente para que luego se almacene en silos, con el fin de que termine de refrescar. Concluido este proceso queda en espera de ser empacado directamente en grano, o ser enviado a los molinos. Durante este proceso el tostador debe mantener una constante supervisión del grano que no tolera ningún tipo de error ni distracción. Con el tostado resaltan las cualidades del café, por eso se debe tener mucho cuidado antes, durante y después de tostarlo. Existen varios tipos o grados de tostado que el mercado pide según el gusto de los consumidores de café. Estos son:

- Grado 1. Tueste claro, también conocido como canela.
- Grado 2. Tueste regular, llamado también americano, medio o rápido.
- Grado 3. Tueste fuerte, conocido como continental, francés y oscuro.

- Grado 4. Tueste extra fuerte, conocido como expresso, express o muy oscuro.
- Grado 5. Tueste turco, también llamado árabe, griego o mediterráneo.

#### **6.14.1. Principales fases del proceso de tostado**

##### **6.14.1.1. Deshidratación o secado**

- En el punto de ebullición del agua se convierte en vapor de agua libre.
- Muy importante para crear presiones internas iniciales

##### **6.14.1.2. Caramelización**

- La fundición de los compuestos de azúcar (fructosa a 128°C; glucosa a 146-150°C y sacarosa a 186°C)
- Preparación de una de las materias primas para las reacciones de Maillard.

##### **6.14.1.3. Transición térmica (crepitación o el 1er crack)**

- La cocción de los granos

##### **6.14.1.4. Desarrollo del grano**

- Inicio de tueste
- Expansión y brillo

##### **6.14.1.5. Acabado y enfriamiento**

- Temperaturas en menos de 30 segundos (por debajo de 175°C)
- Llegar a la temperatura ambiente en menos de 3 minutos.

##### **6.14.1.6. Desgasificación**

- La fundición de los compuestos de azúcar.

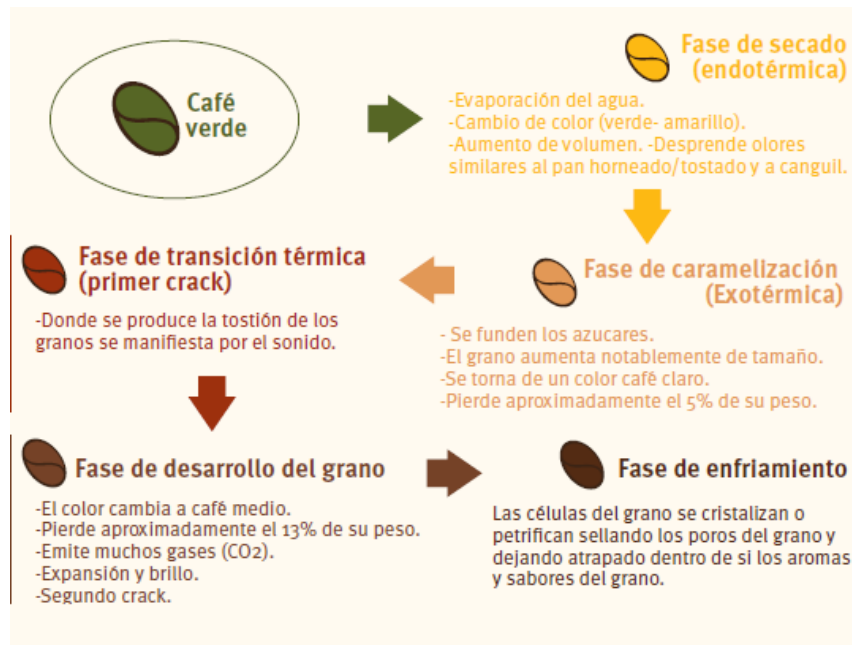


Figura 10. Fases del proceso de tostado.

Fuente: Castillo, 2016



Figura 11. Cambios producidos por el proceso de tostado.

Fuente: Castillo, 2016

Finalizando el tueste, el grano ha sufrido cambios importantes, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, entre estos están:

- Pierde peso, alrededor del 15-20%, debido en gran a la evaporación de su humedad y en menor parte de otros componentes.
- El grano aumenta de volumen, entre 100 y un 130% en función del tiempo de tueste
- Su color amarillo verdoso se transforma en un marrón, más o menos oscuro en función del grado de tueste escogido.
- Los azúcares han sido caramelizados.

- Se han creado más de setecientos nuevos compuestos aromáticos responsables del gusto y la degradación de los aminoácidos ha dado lugar a oxazol y a pirazina en diferentes cantidades, responsables entre otras reacciones, del aroma del café.
- Disminuyen los azúcares y los ácidos clorogénicos, aumentan las sustancias grasas debido a las altas temperaturas.
- Además, una vez tostado el café, este tiene un alto contenido de gases, que hace difícil (pero no imposible) que podamos preparar el café inmediatamente. Estos gases se desprenden de forma rápida en las primeras horas y van decreciendo de forma continua en un proceso que puede llegar a durar hasta 20 días.
- La acidez decrece gradualmente.
- La mayor concentración de furfural, que pertenece al grupo de los furanos y que otorga al café un sabor suave y acaramelado, se alcanza incluso a niveles de tostado muy cortos.

#### **6.14.2. Elección del tipo de tostado**

Dependiendo del proceso de tueste, dos cafés pueden tener las mismas características visuales (mismo color) pero tener sabores completamente diferentes. Un tueste oscuro “duro” puede fácilmente tener sabor plano y amargo si los azúcares se quemaron en lugar de caramelizarse. Un tueste más suave puede desarrollar el color oscuro deseado, pero en la moderación de temperatura, los azúcares se mantendrán dulces y sabores más sutiles podrán resaltar. Esto significa que el grado del tueste tiene una influencia decisiva sobre el desarrollo y concentración de los agentes aromáticos (Castillo, 2016).

El mejor nivel de tueste es un tema muy controvertido, directamente relacionado con los hábitos de cada país e incluso del paladar de los habitantes de cada zona específica en cada región. Estas diferencias han dado origen a la preferencia de ciertos grados o niveles de tueste, basado en el color o en ciertos estilos establecidos.

### 6.14.2.1. Niveles de tueste

El grado de tueste se puede clasificar de manera general en tres tipos según la Figura 12:



Figura 12. Grado de tuestado.

Fuente: Castillo, 2016.

Tabla 5. Nivel de tuestado según estilo

Nombre	Descripción	Numero Agtron
Exceso de tuestado	Extremadamente oscuro	Bajo 25.0
Acadian	Demasiado oscuro	25.1 – 30.0
Italiano	Muy oscuro	30.1 – 35.0
Francés	Obscuro	35.1 – 45.0
Vienna	Obscuro-medio	45.1 – 50.0
Full City	Medio-oscuro	50.1 – 55.0
City	Medio	55.1 – 60.0
Americano	Medio-ligero	60.1 – 65.0
Canela	Ligero-medio	65.1 – 70.0
Scandinavian	Ligero	70.1 – 75.0
Finnish	Muy ligero	75.1 – 80.0
Arabic	Demasiado ligero	80.1 – 85.0
Subdesarrollado	Extremadamente ligero	Superior de 85.1

Fuente: Castillo, 2016

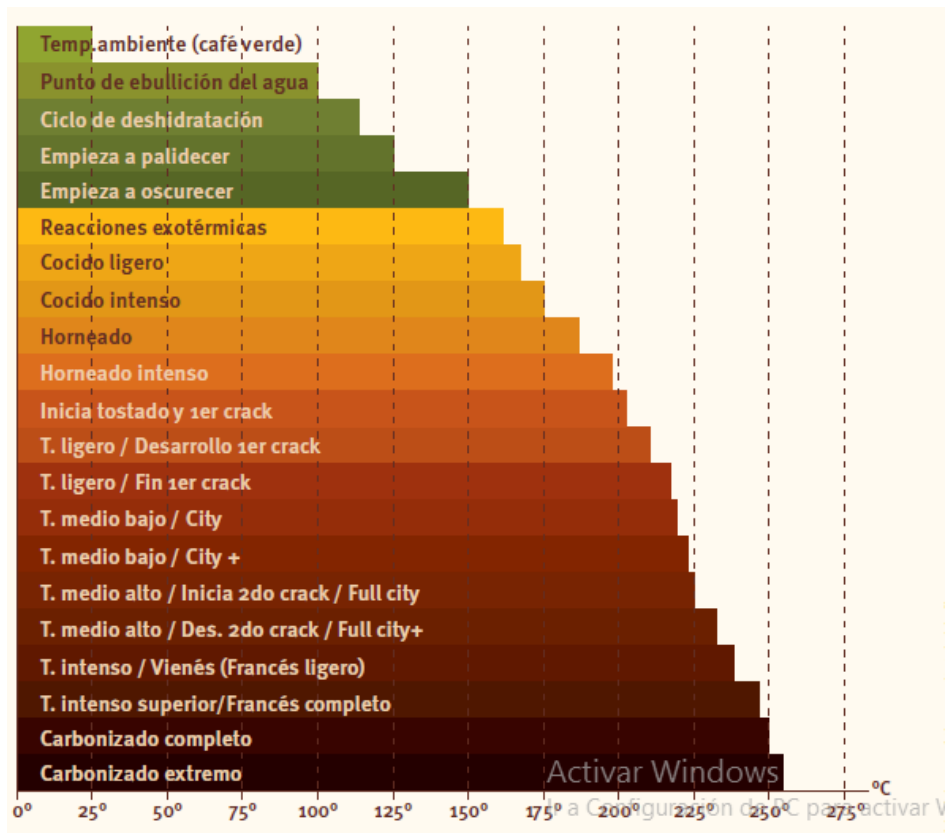


Figura 13. Desarrollo de las fases de tostado de acuerdo a la temperatura (°C).

Fuente: Castillo, 2016.

#### 6.14.2.2. Curvas de tostado

En el tueste se manejan dos variables: la temperatura y el tiempo. De acuerdo a estas dos variables se pueden obtener varios tipos de tueste con el mismo café, además de graficar las curvas de tueste que nos pueden predecir las cualidades de un café en la taza.

Es necesario tomar en cuenta que, para elaborar una curva o perfil de tueste, se debe anotar las temperaturas registradas en intervalos fijos de tiempo hasta llegar a obtener el producto final requiriéndose también, otros datos como: origen, densidad, tipo de café, porcentaje de humedad, peso inicial, peso final, mermas, # de Agtron.



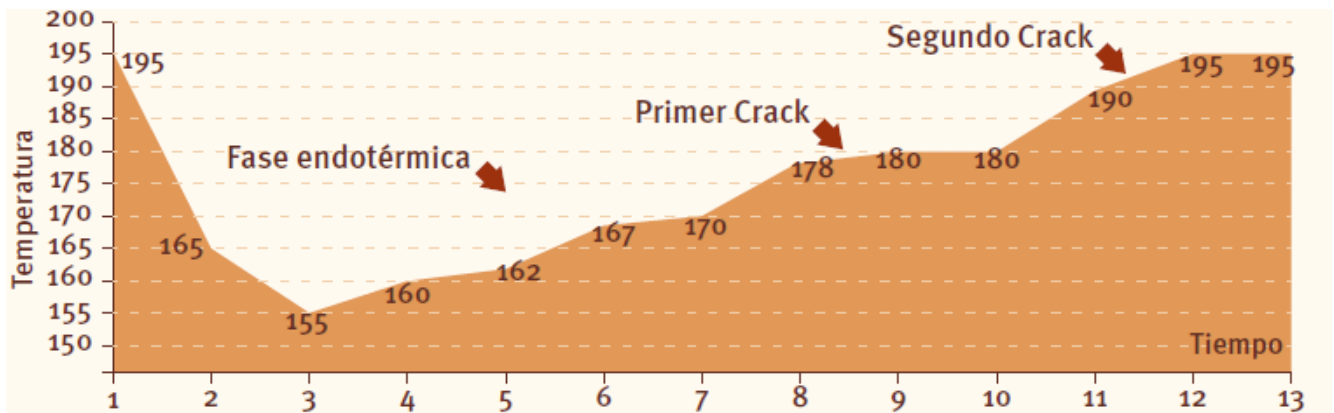


Figura 14. Curva de tostado.

Fuente: Castillo, 2016.

### 6.14.2.3. Tiempos de tostado

- El tiempo de tostado oscila según sistemas entre 12-25 minutos, dependiendo del tipo de tostadora.
- No es aconsejable un tostado con muy poco tiempo debido a la velocidad de tueste y la dificultad para controlar el proceso. Tampoco es conveniente demasiado tiempo de tueste, debido a que los compuestos volátiles se perderían.
- Este tiempo depende de varios factores: la costumbre del mercado consumidor (estilo de tueste), el tipo de máquina a emplear para preparar el café, la densidad del grano y proceso postcosecha.
- El grano resultante tiene mayor volumen, más contenido graso, más ácidos, más extractos y humedad e incrementan su capacidad de extracción si se destina a producir café soluble.

### 6.15. Molienda de café

La molienda de café es una combinación de partículas de varios tamaños, productos de la trituración del café tostado en un molino.

Los tres grados de molienda comercial son: grueso, medio y fino. Los productores recomiendan un molido grueso para cafetera percoladora, molido medio para cafeteras de filtro y molido fino para preparar café tipo express (Duarte Prieto, 2002).

En el mercado convencional existen suficiente café molido. Hay para cafeteras, soluble, descafeinado y mezclas de café con otros productos.

Molido extra fino, usado en cafeteras para café expresso, así como para preparar capuchino y expresso.

Molido turco, este café se muele tanto hasta obtener un punto similar a la consistencia del talco, procesándose especialmente, ya que se prepara en cafeteras tipo tetera.

### **6.16. Empaquetado**

La finalidad de producir café tostado y molido es venderlo a un precio que sea más redituable para venderlo en pergamino, es decir “darle valor agregado”. El envasado permite mantener a los alimentos limpios, secos, evita que se contaminen con otros elementos, hace fácil el transporte y ayuda a preservar los alimentos al protegerlos de agentes ambientales dañinos como el agua, aire o luz. El envasado es y una técnica fundamental para conservar la calidad de los alimentos, reducir al mínimo su deterioro y limitar el uso de aditivos (Figuroa & Pérez, 2012).

Algunas recomendaciones para el envasado del café son: cuando el café se tuesta empieza a perder cualidades como el aroma y sabor. Esta pérdida aumenta cuando se muele. Por eso es muy importante que el café se empaque en seguida de ser tostado o molido. Para el café es recomendable tomar lo siguiente:

El café en granos se envasa en bolsas de papel con recubrimiento interior de cera, LDPE o PET.

El café molido es normalmente envasado en laminados de PET, haciendo vacío en el interior de modo que quede un paquete compacto en forma de ladrillo. El café molido libera CO<sub>2</sub>, por eso se deben tomar precauciones en el procesamiento anterior al envasado para asegurarse que el producto haya liberado gran parte de este gas y evitar inflar el paquete herméticamente cerrado.

Se recomienda que el café tostado sea conservado en envases herméticos, que no puedan ser alcanzados por la luz y la humedad ya que estos elementos son perjudiciales para la calidad del café tostado.

### **6.17. Catación**

A través de la cata se pretende ofrecer una valoración descriptiva y objetiva de las características organolépticas de una muestra de café, determinando su nivel de calidad o sus posibles defectos (García & Lara Rodríguez, 2014). Al igual que en otros productos (vino, aceite, etc.), en las catas de café se hace necesaria la creación de un léxico común que facilite la descripción, tanto valores positivos buscados, como de posibles defectos no deseables. Así, podemos seguir una posible ruta descriptiva en función de los siguientes parámetros:

- Fragancia (en seco)
- Aroma de la bebida
- Acidez (los ácidos del café en combinación con los azúcares, un sabor primario muy deseado en el café y cuya intensidad marcará en gran medida su calidad).
- Amargor (sabor primario directamente relacionado con el nivel de cafeína y el punto de tueste, el cual se expresa con mayor intensidad en los cafés de baja calidad, fundamentalmente robustas y arábicas no lavados de poca altura).
- Retrogusto (la suma del olor y el gusto cuando asciende el aroma por la vía retronasal durante la toma).
- Post-gusto (el rastro en el paladar que dejan los aceites del café mezclados con la saliva después de tragar o escupir la bebida).
- Cuerpo (sensación gusto—táctil referida a la untuosidad o densidad).
- Rancidez (defecto no deseable ocasionado por la oxidación de los compuestos grasos del café, básicamente por envejecimiento).



Figura 15. Rueda de aromas y sabores.

Fuente: García y Benito, 2014

Todos los procesos humanos y naturales a los que ha sido sometido el café desde la semilla a la taza van a tener su impacto en mayor o menor medida en el momento de la cata. Un buen catador es aquel capaz de discriminar los diferentes tipos de olores y sabores, lo cual en un producto de gran complejidad organoléptica como el café no es tarea fácil, ya que si bien se ha identificado unos 400 compuestos distintos, se cree que podría contener más de 1,000, pudiendo aparecer de forma independiente con mayor o menor jerarquía o interaccionando entre ellos (García & Lara Rodríguez, 2014). De hecho, aunque la capacidad olfativa se puede entrenar, no todos disponemos del mismo nivel de sensibilidad, pues numerosos estudios han demostrado que las mujeres son mejores catadoras que los hombres. Existen dos modalidades de cata: la brasileña y la de café expresso.

### **6.17.1. Cata brasileña**

Es el sistema más utilizado, el que nos permite realizar una evaluación más amplia y el que se practica sobre una infusión no terminada de café, bajo parámetros muy controlados. Estaríamos hablando de ocho gramos de café recién molido a los que se añade 150 ml de agua neutra y sin azúcar a punto de ebullición, luego se deja infundir durante tres minutos hasta que comience a sorberse pulverizando hacia el interior de la boca pequeñas cantidades que nos permitan, mediante repeticiones, ir captando los distintos olores, sabores, matices y cuerpo.

### **6.17.2. Cata de café expresso**

Por el contrario, degustaremos una bebida terminada, en la que interviene maquinaria (el molino y la cafetera) sometiendo la muestra de café a procesos mecánicos y físicos (molturación, presión y temperatura). Como consecuencia del sistema de extracción, obtendremos una crema que también será objeto de evaluación en cuanto a densidad, uniformidad, consistencia, persistencia y atigrados. En lo que respecta el aroma, sabor y cuerpo, se observara la misma mecánica que en el sistema anterior, con el hándicap de que en el café expresso el descenso de la temperatura es más rápido, provocando así el desvanecimiento de aromas.

La cata brasileña es realizada más comúnmente por productores e importadores, mientras que la cata sobre café expresso es más frecuente entre los torrefactores, ya que este es el sistema más extendido de preparación y consumo de café en cafeterías y restaurantes.

## **7. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS TAREAS REALIZADAS**

### **7.1. Beneficio húmedo**

#### **7.1.1. Recolección del fruto**

Durante esta etapa se debe garantizar la calidad del café mediante la realización adecuada de las actividades cotidianas de recolección, por lo tanto, los canastos y secos usados en el corte debían estar siempre limpios y libres de malos olores.

El fruto se cortó cuando había alcanzado la madurez completa, debido a que la recolección de granos verdes provocaría la disminución de peso y deterioro en el sabor de la bebida. Después del corte el fruto se desgrano cuidando de no rasgar las ramas, ya que esto podría destruir las yemas florales de las ramas. Se separaron los frutos verdes o secos y se entregaron por aparte, ya que la mezcla de estos afectaría la intensidad del aroma, acidez y cuerpo del café.

La entrega del café cosechado se realizó el mismo día para evitar la pérdida de peso y fermentación. En una bitácora se recolectó la siguiente información: fecha, hora, variedad, nombre de la finca con el objetivo de llevar un mejor control y evitar que el producto se confunda con otro.

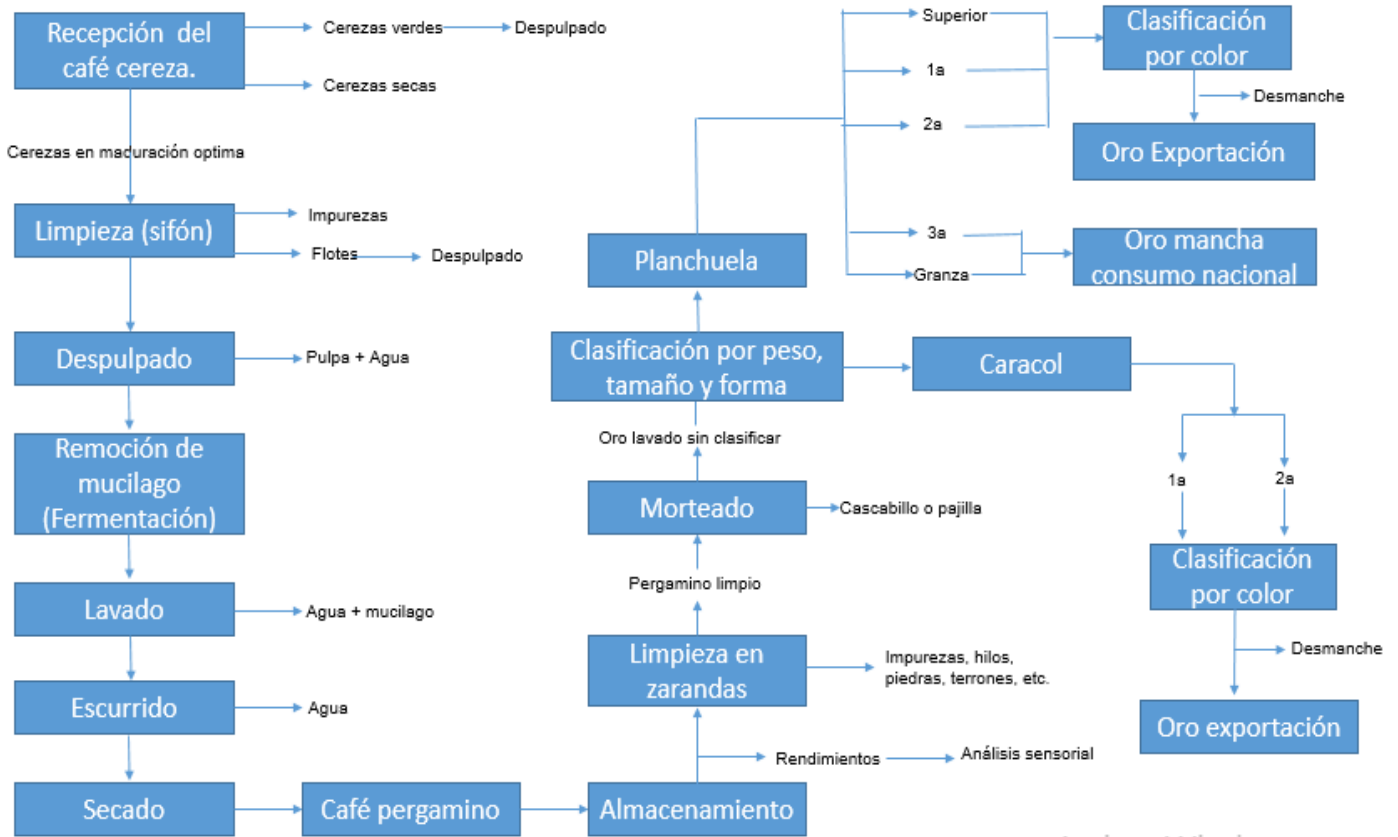


Figura 16. Diagrama de flujo del procesamiento de café

### 7.1.2. Recepción del fruto

En esta etapa solo se recibieron los frutos maduros y se verificó la cantidad de granos verdes, semi-maduros, sobre-maduros y secos. En caso de que existiera una gran cantidad de ellos, se procesaron por aparte como se muestra en la figura 17.

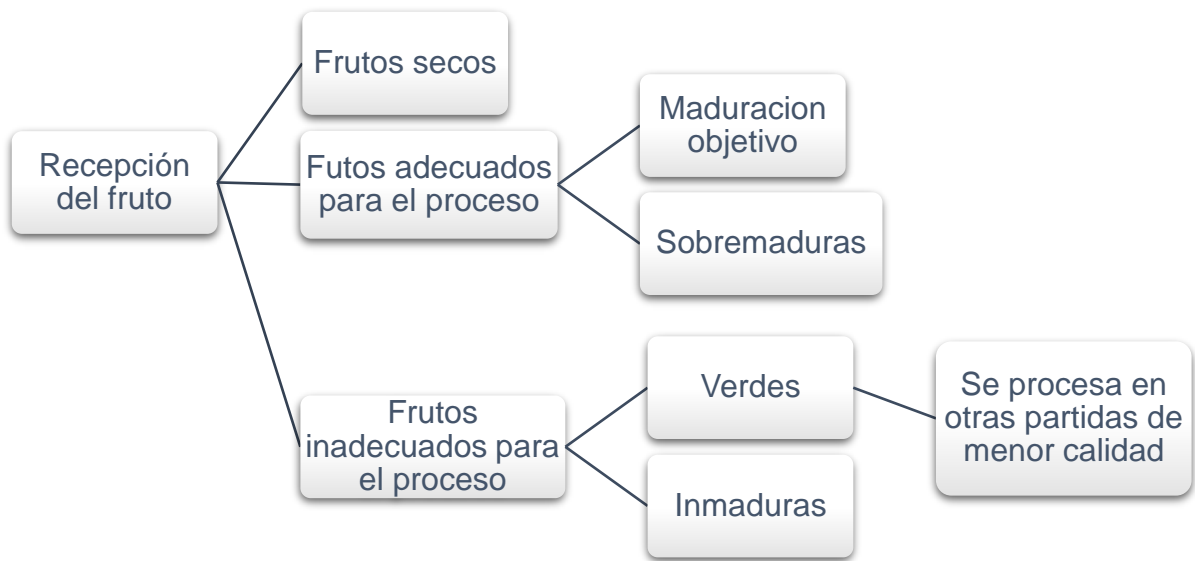


Figura 17. Diagrama de recepción de café

No mezclar con cortes de diferentes días ya que el café retenido se fermenta y dañaría el corte fresco.

Se pesó cada costal y se midieron en los recibidores para que entraran al sifón y se anotaron las medidas que los trabajadores presentaron.

De igual manera se caracterizaron diferentes variables que se pudieron presentar en la recepción del café, se tomaron muestras de las cerezas y se depositaron en una tabla con la cual se determinaron los perfiles de maduración: % de verdes, % de inmaduras, % en objetivo, % de sobremaduras y % de secas. También se midieron los contenidos de sólidos solubles: °Bx, aspecto y textura.





Figura 18. Tabla para el análisis de porcentaje de cerezas maduras

### 7.1.3. Clasificación del fruto

Posteriormente a la recepción se realizó la clasificación, en la cual se separaron los cuerpos por densidad como se muestra en la figura 19, utilizando agua en el sifón. En algunos casos si se requiere se pueden cambiar haciendo uso de zarandas oscilantes o cribas rotatorias para hacer una separación por peso y tamaño. La complejidad de esta operación dependerá de las exigencias de calidad del producto final; es recomendable no omitir esta clasificación en el proceso.



Figura 19. Diagrama de clasificación de frutos.

### 7.1.4. Despulpado

Después de que el café pasara por el tanque sifón, en donde se separaron los granos por densidad a través de agua, pasó por los pulperos previamente calibrados de acuerdo al tamaño del grano que se estuviera recibiendo. Se revisó constantemente que el pulpero no estuviera pelando o quebrando granos, lo cual podría afectar la calidad.

Se revisó la descarga de la pulpa con el objetivo de verificar que no existiera café pergamino mezclado, de igual manera se supervisó que la pulpa no llegara a las

pilas de fermento ya que esto podría manchar al café pergamino. Al termino del despulpado se limpiaron las maquinas ya que los granos rezagados podían dañar los despulpes siguientes.

#### **7.1.5. Remoción del mucilago**

La fermentación natural es una de las etapas más importantes y delicadas del proceso. La cual consistió en la degradación del mucilago a una sustancia soluble, este proceso era dependiente de la temperatura, ya que si se encontraba alrededor de los 30°C o más el proceso se aceleraba y si la temperatura era menor a 20°C se retardaría la fermentación. Después de la clasificación del café pergamino, se depositó en los tanques de fermentación, el volumen en las pilas no debía ser mayor de un metro. De igual manera la pila se llenó en un tiempo máximo de una hora teniendo un buen desagüe.

El periodo de fermentación fue de 12 a 48 horas, se realizaron muestreos de textural, olor y pH constantes del café para determinar el punto de lavado. Se muestreo el grano en distintos puntos de la pila y si la textura del grano era carrasposa era un indicativo de que el grano estaba listo para ser lavado. También se introdujo un palo rollizo en el café y si este formaba un agujero, era el momento de lavar el café.

#### **7.1.6. Lavado**

En este proceso se utilizó agua limpia para evitar contaminaciones que dañen la calidad del café. Después de lavar el café se escurrió de manera manual o mecánica, se tendió en el patio o bien se introdujo en las secadoras con lo que se evitaría fermentación o enmohecimiento del grano.

#### **7.1.7. Secado**

Este paso tiene por objetivo disminuir el agua del grano de café previamente lavado y escurrido de una forma manual o mecánica a un punto comercialmente aceptable.

Se ingresó el café a las secadoras previamente calientes, las cuales utilizaron el calor que se transfiere del hogar (calentamiento por convección) el cual es alimentado de cascabillo, leña o algún combustible; se revisó continuamente el café de las secadoras hasta alcanzar el punto de secamiento que se determinó de forma

empírica al observar el grano, tamaño y el cambio de color verde claro o verde azulado lo cual indicó que el café había alcanzado la humedad deseada del 10 a 12%.

#### **7.1.8. Almacenamiento**

Cuando el café alcanzo la humedad deseada, se transfirió a una tolva donde se almacenó mientras alcanzaba la temperatura ambiente, posteriormente se envaso en sacos, que se almacenaron en la misma bodega.

Es importante que la bodega estuviera limpia y libre de contaminación (residuos de gasolina, jabón e insecticidas) debido a que el grano podría absorber cualquier mal olor. Así también se usaron tarimas para evitar la humedad del piso y que esta afectará al grano almacenado.

#### **7.2. Beneficio seco**

En este proceso se eliminó la cascara o cascabillo a través de las morteadoras y en algunas ocasiones la película plateada; se clasificaron los granos por tamaño, peso y forma haciendo el uso de las maquinas catadoras y Olivers. El café pasó por la maquina electrónica, la cual separo los granos defectuosos y elimino toda materia extraña, finalmente se ensacaron en costales de 69 kg para el almacenamiento.

##### **7.2.1. Determinación de la calidad del café verde en taza**

Muestreo del café (pergamino altura, verde madurado, verde, flotes y pulpa)

El objetivo del muestreo consistió en tomar una muestra representativa del número total de sacos de café, para asegurar la calidad de todo el lote.

Se utilizó un calador con el cual se usó para picar cada saco de café pergamino y sacar una muestra, que se depositó en una bolsa, siendo una muestra representativa del lote.

Posteriormente esta muestra se llevó al laboratorio de catación en donde toda la muestra de café obtenida se homogenizo y se tomó una muestra de 300 gramos. De esta misma se separaron el café bola o cerezo, y se pesó; el peso obtenido se dividió entre 3 y nos dio el porcentaje de café bola. Este mismo se regresó a la muestra principal.

Después se separó los granos pelados, y se pesaron; el peso obtenido se dividió entre 3 y nos dio el porcentaje de oro pelado, este porcentaje se separó de la muestra.

Posteriormente la muestra de café pergamino y bola se volvió a pesar, y se completó los 300 gramos solamente con café pergamino. Esta muestra se llevó a la morteadora para ser limpiada; se retiraron todos los residuos de cascabillo que quedaron y se pesó, este peso representó el total de café oro de la muestra. El peso del oro total se dividió entre 3 y nos dio el rendimiento.

De la muestra de oro total se tomó otra muestra de 100 gramos, en la cual se determinó el porcentaje de mancha. Dicho porcentaje se regresó a la muestra de café oro y se volvió a tomar otra muestra de 100 gramos la cual se depositó a las cribas donde se obtuvieron el porcentaje de granos de diferentes tamaños. Posteriormente se tomó otra muestra de 150 gramos de café oro donde se determinó el porcentaje de humedad.

La muestra de café oro se deposita en una bolsa, que después se almacenó para así tener una evidencia de la calidad del café del lote.

### **7.3. Examen sensorial**

#### **7.3.1. Preparación de la catación**

Se pesaron 150 gr de café oro, dependiendo de los tipos de café que se tienen (Altura, verde, verde madurado, pulpa y flotes), se tostaron en las catadoras de acuerdo al tipo de café. El aroma y perfil del sabor se desarrollaron en función del origen del café y el grado de tueste. Posteriormente se pesan 10 gramos de café tostado y se muele lo más uniforme posible, depositándolo en tazas de cerámica especiales para catación de 125 ml, hasta alcanzar 6 tazas. Después se agregó agua hirviendo hasta el borde y se esperó 2 minutos mientras se reposa.

Pasando los dos minutos se procedió al rompimiento de taza el cual se hizo con una cuchara limpiando la nata que se ve en el borde para percibir los aromas. Posteriormente se degustó con una cuchara honda plateada aspirando fuerte y así evaluar la intensidad del aroma y sabor del café.

Se calificaron cada tipo de tazas correspondientes de las calidades de café que se tienen respecto a la evaluación de la taza en base a la clasificación interna:

	<b>CALIDAD</b>	<b>TAZA</b>
A	Muy buena	Muy sana
B	Buena	Sana
C	Mediocre	Impura
D	Mala	Sucia

El análisis se realiza como se muestra en la figura 20.



Figura 20. Análisis sensorial de café.

#### **7.4. Torrefacción**

En este proceso es para comercializar el café tostado y molido de la misma empresa.

Se pesó el café oro en la báscula y después se pasa al elevador de café que este mismo envía a la tolva de almacenamiento de la torrefactora, mientras esta se calienta. Después se pasó el café al tambor de tostado y se monitorea el cambio de color del café que se va dando con el tiempo dentro del tambo y así evitar que se queme o que tenga un tostado inadecuado. Aproximadamente el tiempo de tostado de la torrefactora que se tiene en la empresa es de 15 a 20 minutos; cuando el café alcanzo el tostado se pasó a la tina de enfriamiento durante 5 minutos. Al finalizar el enfriado se depositó en un costal o recipiente para después ser pesado.

Se tomó una muestra de café tostado, se molió y se pone en un disco para medir el grado de tueste en el agron. Todos estos datos se anotaron para tener un control más específico de la producción que se comercializa y así mismo el cliente tenga la información adecuada del producto. Posteriormente se molió todo el café para ser empaquetado en bolsas de 500 gramos, y así tenerlas a la venta.

## 8. RESULTADOS

### Caracterización de cerezas de café

Tabla 6. Contenido de sólidos solubles (°Bx) del café

N° de muestra	Sólidos solubles de Cerezas inmaduras (°Bx)	N° de muestra	Sólidos solubles de cerezas maduras (°Bx)	N° de muestra	Sólidos solubles de cerezas sobremaduras (°Bx)
1.	12.5	1	18.3	1.	23.5
2.	12.0	2	16.1	2.	24.0
3.	14.0	3	19.7	3.	23.8
4.	14.5	4	17.3	4	25.0
5.	10.5	5	18.8	5.	19.9
Prom.	12.7	Prom.	18.04	Prom.	23.24
Aspecto/Textura: Puro, liviano, Poco mucilago		Suaves, pesadas Jugosas, ligeramente oscuras		Oscuras, jugosas Tamaño más pequeño	

En la tabla 6 se muestra la evaluación de las cerezas de café cortadas en diferentes estados de crecimiento y maduración, haciendo el uso del refractómetro para determinar los azúcares solubles de las cerezas de café evaluadas, de igual manera el aspecto y textura que estas presentan; como se puede apreciar desde las cerezas de café inmaduras, maduras y sobremaduras, enseñando así al trabajador la importancia de hacer el buen corte de café en los estados de maduración óptima, mejorando la calidad.

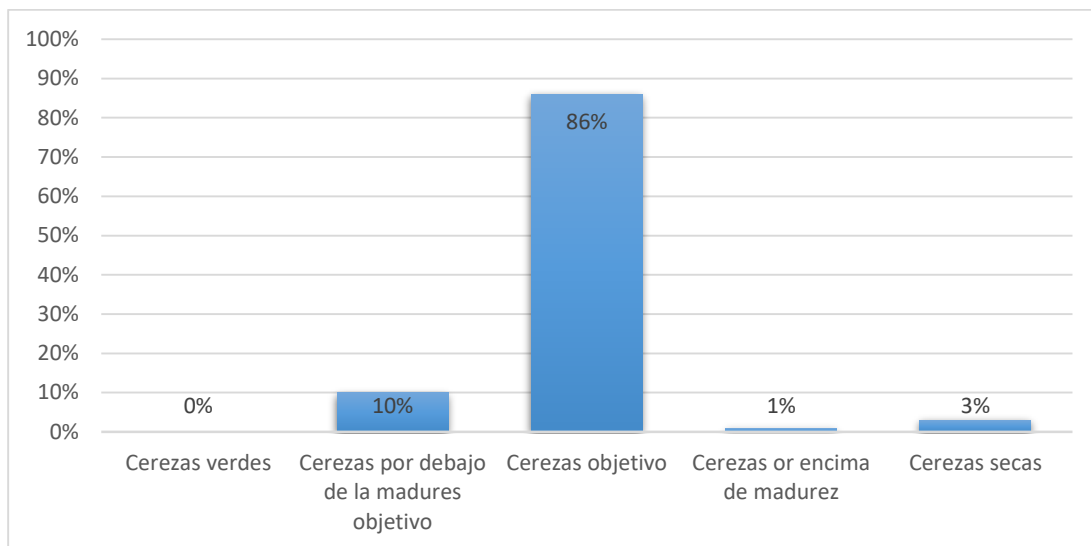


Figura 21. Gráfica de porcentaje de maduración de las cerezas de café

Tabla 7. Porcentaje de maduración de cerezas de café

0% de cerezas verdes  
 10% de cerezas por debajo de la madurez objetivo (no incluye cerezas verdes)  
 \*86 % de cerezas objetivo\*  
 1% de cerezas por encima de madurez  
 3% de cerezas secas

Acciones que deben tomarse:  
 Mejorar la recolección de la cereza de café  
 Separar secos de la masa de café

En la figura 21 y tabla 7 se analizó el porcentaje de cerezas de café por debajo, dentro y fuera de rango de maduración, que se presentan en la recepción de café, antes de ser sometidas al despulpado, con la finalidad de determinar si el trabajador hace un buen corte de las plantas y también para mejorar la calidad antes de iniciar el proceso. En donde si hubiese un gran porcentaje de granos por debajo de la madurez objetivo, separarlos manualmente para llevarlos a proceso en otras partidas de menor calidad.



## Seguimiento de fermentación

Fermentación en seco – apilada

Tabla 8. Monitoreo de fermentación de café del mes de febrero

<b>Fecha de registro</b>	<b>Hora</b>	<b>Textura</b>	<b>Olor</b>	<b>pH</b>	<b>Observaciones (lavado)</b>
11/Feb/19	18:23	Viscosa	Dulce Limpio	5.87	Demasiado viscoso
12/Feb/19	11:00	Mielosa	Fructuoso Alcohol	4.40	Ligero
12/Feb/19	17:12	Mucilago fluidizado	Alcohol	4.18	Listo para lavar

Tabla 9. Monitoreo de fermentación de café del mes de abril

<b>Fecha de registro</b>	<b>Hora</b>	<b>Textura</b>	<b>Olor</b>	<b>pH</b>	<b>Observaciones (lavado)</b>
02/Abr/2019	06:20	Viscosa	Dulce Limpio	5.90	Viscoso
02/Abr/2019	11:00	Mielosa	Dulce Olor a miel Alcohol	5.02	Falta de solubilización
02/Abr/2019	19:10	Miel solubilizada	Alcohol Dulce	4.75	Listo para lavar

En las tablas 8 y 9 se monitorearon los procesos de fermentación de café para eliminar el mucilago, se realizaron en diferentes meses, pero de igual manera tuvieron similitud en el tiempo de fermentación, ya que en el monitoreo del mes de febrero se dio en 25 horas y en la del mes de abril en 23 horas. De igual forma se pudieron apreciar los cambios de pH durante el tiempo, la textura y el olor que ambas fermentaciones presentaron. Siendo siempre similares una con la otra para y así finalmente observar el punto de lavado.

Con la finalidad de no dejar que pasen más horas de fermentación, ya que los granos presentarían defectos como mal sabor (fermentos, agrios) y aromas (vinagre, ácidos), dañando así la calidad del café.

## Rendimientos y pruebas de taza

Tabla 10. Análisis de Rendimiento y Calidad de Pergamino Altura (Lote 1)

	Rendimiento 1	Rendimiento 2	Promedio
Café bola (%)=	1	0.5	0.75
Oro pelado (%)=	5	6.5	5.75
Oro total (gr)=	249.7	234.6	242.15
Rendimiento (%)=	83	78.2	80.6
Mancha (%)=	9.8	8.1	8.95
Humedad (%) =	11.2	11.2	11.2

En la tabla 10 nos muestra los diferentes datos de calidad que el lote presenta, teniendo una cantidad insignificante de café bola, que representa un excelente cuidado en el proceso de recepción y clasificación en el beneficiado húmedo, de igual forma el promedio en el porcentaje de rendimiento nos indica que el café puede ser de calidad exportable; siempre y cuando se tenga en cuenta en la separación de mancha y defectos que se tiene. Este mismo tiene una humedad del 11.2% que indica que el proceso de secado fue bueno.

Tabla 11. Separación de café oro altura por tamaños (Lote 1)

N° de criba	Muestra 1 (%)	Muestra 2 (%)	Promedio (%)
#18	48.1	47	47.50
#17	27.8	28.5	28.15
#16	13.6	13.5	13.50
#15	6.7	7.2	6.95
#14	3.2	2.8	3.0
#13	0.7	0.8	1.5
Granza	0.4	0.2	0.6

En la tabla 11 se aprecia la separación de tamaños de granos de café en los diferentes números de cribas, siendo las de número 16, 17 y 18 las ideales para café de primera y exportación; y las numero 13, 14 y 15 de calidad de segunda o consumo nacional. Y al final el porcentaje de granza que se refiere a calidad inferior que se denomina desmanche.

Tabla 12. Análisis sensorial de café (Lote 1)

Análisis sensorial (Lote 1)	
Tipo de tostado	Full city-Medio oscuro
Agtron	54.2
Tazas preparadas	6
Tazas sanas	6
Tazas dañadas	0
Calidad	Buena
Observaciones: Aromático, notas achocolatadas, acidez marcada, cuerpo y sabor balanceado	

En la tabla 12 se muestra el análisis sensorial realizado a las muestras obtenidas de rendimiento, resultando un café de buena calidad. Con un tostado medio oscuro para analizar mejor los sabores y aromas; catando 6 tazas y todas resultaron sanas, que indican que es un café de altura, prima lavado y de tipo exportación; y además comprobando que es de cosecha nueva.

## Lote 2

Tabla 13. Análisis de Rendimiento y Calidad de Pergamino Altura (Lote 2)

	Rendimiento 1	Rendimiento 2	Promedio
Café bola (%)=	0.66	0.73	0.69
Oro pelado (%)=	4.76	6.46	5.61
Oro total (gr)=	251.5	250.7	251.1
Rendimiento (%)=	83.83	83.56	83.69
Mancha (%)=	9.5	8.0	8.75
Humedad (%)=	11.9	11.9	11.9

De igual manera en la tabla 13 se pueden observar los datos obtenidos de rendimientos pero del lote 2; en este lote el porcentaje obtenido de café bola es de 0.69% que es mínimo, que nos indica que un buen proceso de recepción y clasificación en el beneficio; y un rendimiento de 83.69%, un porcentaje de mancha de 8.75% y una humedad adecuada del 11.9%; esto nos demuestra que el café pergamino-oro cumple con los estándares de alta calidad para ser exportado.

Tabla 14. Separación de café oro altura por tamaños (Lote 2)

N° de criba	Muestra 1 (%)	Muestra 2(%)	Promedio (%)
#18	48.0	44.1	46.05
#17	28.0	32.3	30.15
#16	13.9	15.4	14.65
#15	7.5	4.5	6.0
#14	1.3	2.8	2.05
#13	0.8	0.6	0.7
Granza	0.5	0.3	0.4

En la tabla 14 también se observan la separación de granos en cribas en donde los porcentajes de las cribas 16,17 y 18 son de exportación, y el porcentaje de café de segunda (cribas 13, 14 y 15) es menor.

Tabla 15. Análisis sensorial (Lote 2)

Análisis sensorial (Lote 2)	
Tipo de tostado	Full city-Medio oscuro
Agtron	53.4
Tazas preparadas	6
Tazas sanas	6
Tazas dañadas	0
Calidad	Muy Buena
Observaciones: algo aromático, acidez ligera, notas achocolatadas y sabor fuerte moderado.	

En la tabla 15 nos indica la calidad en tostado del lote 2 de café; donde las 6 tazas son sanas que representa una calidad buena, y además es una café con buenas características de consumo para su exportación.

### Rendimiento pulpa

Tabla 16. Análisis de rendimiento de café pulpa

	Rendimiento 1	Rendimiento 2	Rendimiento 3	Promedio
<b>Oro total (gr)</b>	187	194	192	191
<b>Rendimiento (%)</b>	62.3	64.66	64	63.65
<b>Mancha (%)</b>	30	26.5	26.5	27.66
<b>Humedad (%)</b>	12	12	11.8	11.93

En el rendimiento de café denominado como pulpa que muestra en la tabla 16, observamos el rendimiento bajo de 63.65% y un porcentaje elevado de mancha del 27.66%, donde nos indica que el café es de baja calidad y no es de tipo exportación.

Tabla 17. Separación de café pulpa por tamaños

N° de criba	Muestra 1 (%)	Muestra 2 (%)	Muestra 3 (%)	Promedio (%)
#18	37.5	40.0	39.7	39.06
#17	24.6	26.2	25.8	25.53
#16	19.3	15.8	15.6	16.9
#15	9.9	9.8	9.5	9.73
#14	4.5	5.0	5.9	5.13
#13	2.9	2.5	2.7	2.7
Granza	1.3	0.7	0.8	0.93

La tabla 17 nos muestra el porcentaje de separación de tamaños en café pulpa, en donde observamos que aun siendo un café de calidad inferior, tiene un alto porcentaje de granos por arriba de la criba 16.

Tabla 18. Análisis sensorial de café pulpa.

<b>Análisis sensorial de Café pulpa</b>	
Tipo de tostado	Full city-Medio oscuro
Agtron	54.4
Tazas preparadas	6
Tazas sanas	4
Tazas dañadas	2
Calidad	Regular
Observaciones: Acidez ligera y cuerpo medio para las tazas sanas. Aroma agudo y sabor a fermentos en tazas dañadas.	

En el análisis que nos muestra la tabla 18 correspondiente al café pulpa, pudimos analizar que teníamos 4 tazas sanas con acidez ligera, aroma suave y un cuerpo medio; y 2 tazas dañadas con aroma agudo y sabor a fermento, manteniendo una sequedad en la boca después de tomar la bebida, que se considera indeseable. Por lo tanto es un café de segunda, y que no es considerado para exportar.

## Rendimiento verde madurado

Tabla 19. Rendimiento de café verde madurado

	Rendimiento 1	Rendimiento 2	Rendimiento 3	Promedio
<b>Café bola (%)</b>	3.36	3.26	3.23	3.28
<b>Oro pelado (%)</b>	6.43	7.36	6.0	6.59
<b>Oro total (gr)</b>	243.4	241.4	243.7	242.83
<b>Rendimiento (%)</b>	81.13	80.46	81.23	80.94
<b>Mancha (%)</b>	10.0	9.7	9.1	9.6
<b>Humedad (%)</b>	11.8	12.0	11.8	11.86

En los rendimientos realizados al café verde madurado que se reflejan en la tabla 19, se aprecia que es un café de buena calidad teniendo un 80.94% en rendimiento y mancha apreciable de 9.6%; este tipo de café es aceptable para consumo nacional, pero puede no ser considerado para exportación.

Tabla 20. Separación por tamaños de café verde madurado

N° de criba	Muestra 1(%)	Muestra 2 (%)	Muestra 3 (%)	Promedio (%)
#18	28.4	24.2	25.7	26.1
#17	30.3	30.6	31.1	30.66
#16	21.5	23.7	21.4	22.2
#15	11.9	13.0	12.3	12.4
#14	6.0	5.1	6.0	5.7
#13	1.3	2.0	2.4	1.9
Granza	0.6	1.4	1.1	1.03

La tabla 20 nos muestra que el porcentaje mayor en tamaños es de la criba 17, pero también podemos observar que hay un porcentaje suficiente debajo de la criba 16.

Tabla 21. Análisis sensorial de café verde madurado

<b>Análisis sensorial (café verde madurado)</b>	
Tipo de tostado	Full city-Medio oscuro
Agtron	51.9
Tazas preparadas	6
Tazas sanas	5
Tazas dañadas	1
Calidad	Buena
Observaciones: Acidez pronunciante, aroma a especias, una taza vano	

El análisis sensorial realizado al café verde madurado nos indica 5 tazas buenas con acidez pronunciante, cuerpo ligero y con un aroma a especias muy limitante; también resultó una taza dañada con un aroma y sabor a cacahuate, denominada taza vana, dejando una consistencia áspera después de catarla.

### Rendimiento de flotes

Tabla 22. Rendimiento de flotes

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Café bola (%)=	1.1	2.0	1.0	1.36
Impureza (%)=	4.8	4.5	5.0	4.76
Oro total (%)=	94.1	93.5	94	93.86
Mancha (%)=	28.6	24.5	24.5	25.86
Humedad (%)=	12	12	12	12

En la tabla 22 podemos observar que no se realizó el rendimiento debido a que el café ya había sido maquilado, sin embargo se realizó el porcentaje de mancha donde se obtuvo 25.86% e impurezas de 4.76%, el cual nos indica que es un café de calidad inferior.

Tabla 23. Separación de café por tamaños de flotes

N° de criba	Muestra 1 (%)	Muestra 2 (%)	Muestra 3 (%)	Promedio (%)
#18	13.8	16.6	15.3	15.2
#17	21.3	18.6	20.1	20.0
#16	25.9	25.4	23.4	24.9
#15	18.3	18.5	17.8	18.2
#14	11.3	11.9	13.1	12.1
#13	4.5	5.5	6.2	5.4
Granza	4.9	3.5	4.3	4.2

En la tabla 23 también se puede apreciar una cantidad excesiva en las cribas por debajo de la 16, donde nos demuestra que este café más que nada es para una clasificación de tercera.

Tabla 24. Análisis sensorial de flotes

Análisis sensorial (Flotes)	
Tipo de tostado :	Full city-Medio obscuro
Agtron:	53.8
Tazas preparadas:	6
Tazas sanas:	3
Tazas dañadas:	3
Calidad:	Regular
Observaciones: 3 tazas con buena acidez y cuerpo ligero, y 3 tazas con impurezas	

En el análisis sensorial que se puede apreciar en la tabla 24, que es una calidad regular donde presenta 3 tazas buenas con acidez y cuerpo ligero, aromas discretos; y también 3 tazas dañadas con impurezas como sabor mohoso, terroso con intensidad moderada, dejando un aspecto astringente y áspero después de catar, esto se debe a que estos granos de café son los que se separan en el despulpado, ya que su densidad es menor y por lo tanto flotan en el tanque de recepción por lo tanto es una café de segunda. Siendo este café de calidad regular y por lo tanto no puede ser exportable.

### Rendimiento de café verde

Tabla 25. Rendimiento de café verde

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	promedio
Café bola (%)=	4.5	3.5	4.4	4.13
Impurezas (%)=	1.9	2.3	2.5	2.23
Oro total (%)=	93.6	94.2	93.1	93.63
Mancha (%)=	41.0	37.5	41.0	39.83
Humedad (%)=	10.6	10.8	10.6	10.66

En la tabla 25 también podemos observar que no se realizó el rendimiento debido a que el café ya estaba maquilado, pero si se hicieron los porcentajes de mancha e impurezas, con un 39.83 y 2.23% respectivamente. Con los datos obtenidos nos damos cuenta que también es un café de baja calidad y por lo tanto no es exportable.



Tabla 26. Separación por tamaños de café verde

N° de criba	Muestra 1(%)	Muestra 2 (%)	Muestra 3 (%)	Promedio (%)
#18	12.0	14.1	12.0	12.7
#17	17.9	22.8	15.2	18.63
#16	28.5	27.9	27.3	27.9
#15	18.3	17.3	21.4	19.0
#14	13.3	11.3	13.7	12.76
#13	5.7	3.4	6.7	5.26
Granza	4.3	3.2	3.7	3.73

En la tabla 26 también nos demuestra que la cantidad de granos por debajo de las mallas 16 son altas, y de igual manera nos demuestra que su clasificación respectiva es de tercera o desmanche.

Tabla 27. Análisis sensorial de café verde

Análisis sensorial (café verde)	
Tipo de tostado :	Full city-Medio obscuro
Agtron:	53.8
Tazas preparadas:	6
Tazas sanas:	2
Tazas dañadas:	4
Calidad:	Baja
Observaciones: tazas vanas, astringentes y fermentadas.	

En el análisis sensorial de café verde representado en la tabla 27, observamos que es un café de baja calidad debido a los resultados en taza, solamente con 2 tazas sanas que tiene acidez y cuerpo muy ligero y 4 tazas dañadas con aspectos vanos, astringentes, agrio y fermento, dañando el gusto de catación.

## Tostado

Tabla 28. Producción de café tostado de la Finca Nuevo México

N°	Kg de café oro	Kg de café tostado	Pérdida en peso (%)	Agtron	Estilo
1	44.49	37.99	14.61	51.9	Full city (medio-obscuro)
2	44.80	37.68	15.89	52.3	Full city (medio-obscuro)
3	44.76	37.22	16.85	52.1	Full city (medio-obscuro)
4	45.54	36.51	19.83	42.3	Frances (obscuro)
5	43.27	36.63	15.35	58.6	City (medio)
Prom.	<b>44.62</b>	<b>37.20</b>	<b>16.50</b>	<b>51.44</b>	

En la tabla 28 podemos observar la producción de café tostado y molido para su comercialización de la finca nuevo México, donde se aprecia el porcentaje de la pérdida en peso de café oro, dependiendo del estilo de tostado. Observamos que el tostado francés tiene una mayor pérdida en peso a comparación del tostado full-city, que es el más comercializado en la finca.

## **9. CONCLUSIONES**

En el monitoreo en la etapa de fermentación para el desmucilaginado, el pH medido oscilo en el rango de 5 a 4. Se observó que a medida que bajaba el pH analizando las características de olor y textura fueron cambiando, con esta prueba se pudo así determinar el punto de lavado a un pH de 4.18. y además la aceleración de la fermentación dependía directamente de la temperatura

Las pruebas de rendimiento que se realizaron fueron satisfactorias, debido a que a partir de estos podíamos analizar la calidad de las diferentes clasificaciones que se tienen en la finca. En el lote 1 y 2 se obtuvieron rendimientos de 80.6 y 83% respectivamente lo cual indicó una mayor presencia de café oro en los lotes; un porcentaje de mancha inferior del 11 y 8%. De igual manera se obtuvo más del 80% en clasificación por tamaños en las cribas 16, 17 y 18, lo que nos indicó que ese porcentaje de producción con respecto al café oro es para calidad exportable, comprobándolo en el análisis sensorial realizado a las muestras de respectivos lotes; determinando así una calidad muy buena con 6 tazas sanas, sin defectos, con aromas achocolatados, acidez marcada, cuerpo y sabor balanceado.

Así también se realizó pruebas de rendimiento y análisis sensorial a las otras clasificaciones de café (pulpa, verde madurado, verde y flotes) que se obtienen en la finca, siendo estos de calidad inferior. Donde en los resultados de café pulpa nos dio un rendimiento muy bajo del 60% y un porcentaje muy elevado de mancha del 27%, resultando así un café de muy baja calidad, comprobándolo en el análisis sensorial, con 4 tazas buenas de sabor y aroma ligero, y 2 tazas dañadas con cuerpo astringente y áspero.

En el rendimiento de café verde madurado se obtuvieron resultados inesperados. Café de calidad no exportable por su procesamiento, se obtuvo un rendimiento aceptable del 80% y mancha de 9.6%, con una clasificación por tamaños de más del 50% en las cribas superiores. En el análisis sensorial, 5 tazas buenas con acidez pronunciante y cuerpo ligero; y una taza dañada con sabor y aspecto vano. Resultando un café de buena calidad.

Los flotantes y café verde, no se realizó rendimiento, ya que previamente habían pasado por el proceso de morteadado, se realizó porcentajes de mancha obteniendo 25 y 39% respectivamente, lo que nos indica que es un café de baja calidad; con más del 40% en separación por tamaños en cribas inferiores (15, 14, 13 y granza), siendo este un café clasificado como de desmanche. En el análisis sensorial de flotes, se obtuvieron 3 tazas sanas con aroma y sabor ligero, y 3 tazas dañadas con impurezas, cuerpo astringente y aroma mohoso. El análisis sensorial de café verde se obtuvo 2 tazas sanas con aroma y sabor muy ligero, sin defectos, y 4 tazas dañadas con sabor vano, fermento y agrio, con cuerpos muy ásperos. Siendo así cafés de calidad baja y por lo tanto no exportables.

## RECOMENDACIONES

- Implementar buenas prácticas agrícolas en el corte de café
- Clasificar los frutos de café por índice de maduración en el proceso de recepción.
- Implementación de nuevos equipos para el proceso de beneficio húmedo, para evitar daño hacia los granos de café.
- Limpiar todos los equipos después de cada proceso, para no afectar con granos no deseados a las nuevas partidas.
- Uso de nuevas tecnologías para el beneficio seco, para una mejor clasificación.

- Realizar pruebas de rendimiento y análisis sensorial a cada lote y clasificación, para llevar un control sobre las calidades.

## **10. COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

A continuación, se presentan las competencias desarrolladas las cuales fueron un factor clave para la realización del presente proyecto:

- Trabajo en equipo: se trabajó en conjunto con otras personas y empleados de la empresa con la finalidad de lograr los objetivos planteados, aportando ideas para cumplir los retos y lograr las metas.
- Toma de decisiones: consistió en realizar elecciones entre diversas alternativas, con la finalidad de elegir lo más conveniente para la empresa.
- Responsabilidad: se cumplieron con las obligaciones establecidas, cumpliendo en tiempo y forma las tareas encomendadas
- Análisis: se desarrolló la capacidad para identificar problemas, sus posibles causas y las posibles soluciones con la finalidad de mejorar los procesos.
- Organización: se planificaron tareas en base a su complejidad e importancia todo ello con la finalidad de lograr el objetivo y las metas planteadas
- Liderazgo: se desarrolló la capacidad para tomar decisiones importantes relacionadas con el proceso de producción.
- Comunicación interpersonal: consistió en comunicarse con los demás, aprendiendo a tratar y respetar a compañeros de trabajo, obreros y superiores

## 11. BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía

- ANACAFE. (2005). *Manual de beneficiado húmedo del café*. Guatemala.
- Asociación Mexicana de la Cadena Productiva de Café, A. (. (2012). *Plan Integral de Promoción del Café de México*. Cd de México.
- Benitez Garcia, E. (2014). *Transmisión de los precios internacionales del café y su relación con los precios que reciben los productores de la Sierra Norte de Puebla*. Colegio de Postgraduados, Puebla, Puebla.
- Castillo, M. (2016). *Manual básico de buenas prácticas para el tostado del café*. Quito, Ecuador.
- Colombia, F. N. (2010). *Café de Colombia*. Obtenido de [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/el\\_cafe/el\\_cafe/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cafe/)
- Díaz, S. (1993). *El beneficio del café en México*. UACH, CIESTAAM, México.
- Duarte Prieto, Y. A. (2002). *Caracterización física del café semitostado*. Bogotá. Col.: Fundación Universal de América.
- Echeverri, D., Buitrago, L., & Montes, F. (Marzo de 2005). Café para Cardiólogos. *Revista Colombiana de Cardiología*, 11(8), 357-365.
- FAO. (4 de Septiembre de 2012). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de Agronoticias: Noticias de Agricultura de América Latina y el Caribe: <http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/dtalle/en/c/155590/>
- Figuerola, E., & Pérez, F. (2012). *La producción y el consumo del café*.
- FIRA. (2016). *Panorama Agroalimentario*. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial.
- García, B., & Lara Rodríguez, P. (2014). *El libro del café y su gastronomía*.
- Gotteland, M., & Pablo V, S. (2007). Algunas Verdades Relativas al Café. *Revista chilena de nutrición*, 34(2), 105-115. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000200002>
- INFOASERCA. (Marzo de 2002). *Café de México: Hacia los mercados de calidad*. México, D.F. Obtenido de <https://info.aserca.gob.mx/claridades/revistas/103/ca103.pdf>
- INMECAFE. (1979). *Tecnología cafetalera mexicana. 30 años de investigación y experimentación*. Xalapa, Ver.
- INMECAFE. (1980). *El café y su procesamiento industrial*. México.
- SAGARPA. (2011). *Plan de Innovación en la caficultura de México*. México, D.F.

Santoyo, H., Díaz, S., & Rodríguez, B. (1994). *Sistema Agroindustrial Café en México*. Mexico, D.F.: Universidad Autonoma Chapingo.