

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



Caracterización Química y aceptación Sensorial de tres muestras de café de variedades catimor, bourbon y árabe de la especie *coffea arábica*, cultivado en la zona de amortiguamiento de la reserva el triunfo en la Sierra Madre de Chiapas.

Por:

LAURA BONIFAS LOPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

Saltillo, Coahuila, México, Abril 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Por:

LAURA BONIFAS LOPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Aprobada



Dr. Mario Alberto Cruz Hernández

Asesor Principal



M.C. Xóchitl Ruelas Chacón

Asesor



Dra. Ruth Elizabeth Belmares Cerda

Asesor



M.C. Jorge Enrique Wong Paz.

Asesor

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Abril 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Por:

LAURA BONIFAS LOPEZ

TESIS

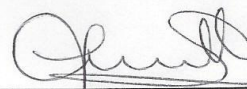
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



Dr. Mario Alberto Cruz Hernández

Jurado



M.C. Xóchitl Ruelas Chacón

Presidente



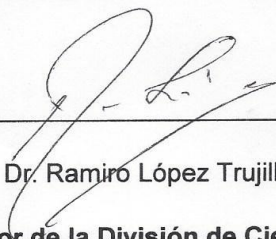
Dra. Ruth Elizabeth Belmares Cerda

Vocal



M.C. Jorge Enrique Wong Paz.

Vocal



Dr. Ramiro López Trujillo

Vocal

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Abril 2014.

DEDICATORIAS

A MI PADRE

Por su apoyo incondicional y sus consejos, quien a pesar de todo siempre estuvo para dar lo mejor en cada circunstancia, te dedico con todo cariño estas palabras. Te amo mi querido viejo.

A MI MADRE +

A la mujer que me dio la vida a ella con todo cariño, quien por circunstancia de la vida no pudo estar en cada etapa de mi vida, pero fue una motivación en cada momento de mi vida para seguir siempre de pie aun en las peores circunstancias.

A MIS HERMANOS

Gabriel, Rodrigo, David I. Isayana, Juan Daniel, Juana y Dianita.

Por brindarme su cariño y apoyo en todo momento los quiero mucho, principalmente agradezco a Gabriel que a pesar de todo siempre me brindó su apoyo incondicional.

A MI HIJA

Amalia Yamileth por enseñarme que un hijo es lo mejor que puede existir en la vida. Gracias por cambiar mi vida. Te amo chaparrita hermosa.

En la vida todo sacrificio tiene una recompensa y pronto llegara...

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la vida, y permitirme llegar a esta etapa de mi vida.

A mi **Alma Mater**, por abrirme las puertas de sus instalaciones y brindarme la oportunidad de realizarme como profesionista.

Mi sincero agradecimiento **M.C. Xóchitl Ruelas Chacón**, y **M.C. Jorge Enrique Wong Paz**, por su minuciosa revisión y apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

Al **Dr. Mario Alberto Cruz Hernández** y **Dra. Ruth Elizabeth Belmares**, por todo su apoyo y colaboración en la realización de la presente investigación.

A mis amigas (Las prudis). **Ana Karen Clemente**, **Ivon Velázquez**, **Jazmín Mendoza**, agradezco su valiosa amistad, todo lo vivido a su lado, por sus consejos, serán grandes recuerdos guardados, en el corazón, LAS QUIERO PARA TODA LA VIDA.

A mis amigos y compañeros:

Julio Cesar López (Juli), **Erick Silva (Croos)**, **Edy, Vale**, **Mayber Salazar**, **Julio Clemente**, **Huguito**, **Selene**, **Cesar Ozuna**, **Marisol**, **Cecilio (Chilo)**, e **idalia Zúñiga**.

Gracias por su apoyo, amistad, y quizás no mencione a todos pero a cada uno de mis amigos y compañeros serán especiales en mi vida, gracias por todo.

A **Rosario Aguilar** y a su familia, mi sincero agradecimiento por ser parte clave en el logro de mi carrera gracias por tu incondicional apoyo y comprensión.

Agradezco el apoyo brindado por la **Organización Comon Yaj Nop Tic**, y a todos los colaboradores de dicha institución que me facilitaron sus instalaciones durante la recopilación de muestras para poder llevarse a cabo esta investigación.

A los catadores de la organización, Comon Yaj Nop Tic, **Pedro Gurgua Ruiz** y **Alejandra Gurgua Ruiz**, por las aportaciones y el apoyo que me brindaron en esta investigación.

Buitre de corazón por siempre...

INDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| CAPITULO I | 1 |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.2. OBJETIVOS. | 4 |
| 1.2.1. Objetivo general..... | 4 |
| 1.2.2. Objetivo específico | 4 |
| 1.3. JUSTIFICACION | 5 |
| CAPITULO II | |
| II. ANTECEDENTES..... | 6 |
| 2.1. El café..... | 6 |
| 2.2. Origen e Historia del café..... | 7 |
| 2.3. Distribución geográfica del cultivo | 8 |
| 2.3.1. México | 8 |
| 2.3.2. Chiapas | 10 |
| 2.3.3. Delegaciones Productoras de Café en Chiapas..... | 10 |
| 2.4. Importancia Económica del cultivo. | 13 |
| 2.4.1. Nacional | 13 |
| 2.4.2. Estatal..... | 14 |
| 2.5. Producción del café en México. | 16 |
| 2.6. Producción de Café en Chiapas. | 18 |
| Convencional..... | 18 |
| Orgánico..... | 20 |
| 2.7. DESCRIPION DE PRINCIPALES ESPECIES Y VARIEDADES EN MEXICO..... | 23 |
| 2.7.1. Clasificación Taxonómica..... | 23 |
| 2.8. Descripción de especies y variedades..... | 24 |
| 2.7.2. Descripción de la especie <i>Coffea Arábica</i> | 24 |
| 2.7.3. Descripción de la especie <i>Coffe Canephora</i> | 27 |
| 2.8. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS..... | 28 |
| 2.9. IMPACTO AMBIENTAL EN EL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DEL CAFÉ | 35 |

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

| | | |
|--------------|--|--------------------------------------|
| 2.10. | DETERMINACION Y CONTROL EN CALIDAD DEL CAFÉ..... | 39 |
| 2.10.1. | Beneficiado o Procesamiento del Grano..... | 40 |
| 2.10.2. | Beneficio Húmedo..... | 41 |
| 2.10.3. | Sistemas de secado..... | 43 |
| 2.11. | DETERMINACION DE CALIDAD EN CAFÉ..... | 47 |
| 2.12. | CONTROL DE CALIDAD DEL CAFÉ..... | 51 |
| 2.12.1. | Control de Calidad por Parte de los Receptores..... | 54 |
| 2.13. | COMERCIALIZACION E INDUSTRIALIZACION..... | 57 |
| 2.13.1. | Comercialización..... | 57 |
| 2.13.2. | Industrialización..... | 60 |
| 2.14. | Cambios físicos y químicos durante el tostado..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.15. | CARACTERÍSTICAS SENSORIALES U ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ..... | 69 |
| 2.15.1. | Evaluación sensorial..... | 69 |
| 2.16. | PROPIEDADES QUIMICAS DEL CAFÉ..... | 71 |
| 2.16.1. | Determinación de compuestos químicos en el café..... | 74 |
| 2.16.2. | Importancia y beneficios a la salud..... | 75 |
| CAPITULO III | | 76 |
| 3. | METODOLOGÍA..... | 76 |
| 3.1. | Localización y obtención de muestras..... | 76 |
| 3.2. | PROCEDIMIENTOS..... | 77 |
| 3.2.1. | Análisis físico..... | 77 |
| 3.3. | Análisis Químico..... | 79 |
| 3.3.1. | Preparación de muestras para Análisis Químico..... | 79 |
| 3.3.2. | HPLC..... | 80 |
| 3.4. | Evaluación sensorial..... | 81 |
| CAPITULO IV | | 82 |
| 4 | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 82 |
| 4.1 | Análisis físico..... | 82 |
| 4.2 | Compuestos químicos..... | 83 |
| 4.2.1 | Ácido Clorogenico..... | 87 |
| 4.3. | Evaluación sensorial..... | 87 |
| CAPITULO V | | 90 |
| 5 | CONCLUSION..... | 90 |

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

| | |
|---------------------|----|
| CAPITULO VI..... | 90 |
| 6 BIBLIOGRAFIA..... | 91 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura No. 1 Planta de café (<i>coffe arabica</i>). | 7 |
| Figura No 2 Mapa de la bicación geografica en estados productores de café..... | 9 |
| Figura No 3 Mapa de estado de Chiapas e Importancia del café en sus diferentes municipios. | 16 |
| Figura No 4 Bourbon amarillo originario de Brasil..... | 22 |
| Figura No. 5Maragogipe, originaria de Brasil..... | 22 |
| Figura No. 6 Caturra, originaria de Brasil, es una mutación de la Bourbón. | 43 |
| Figura No 7 café tostado..... | 64 |
| Figura No 9 Componentes químicos en variedad C. Arábica | 72 |
| Figura No 10 Componentes químicos en variedad C. Robusta. | 73 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro No 1. Regiones productoras de café en el estado de chiapas.¡Error! Marcador no d | |
| Cuadro No 2 Superficie y Producción de café en Mexico. | 14 |
| Cuadro No 3 Rangos altitudinales de predios..... | 29 |
| Cuadro No 4 Rangos altitudinales Hectáreas | 30 |

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo y consumo del café como bebida data de la última década del siglo XVIII; a más de doscientos años de su introducción, el grano es considerado uno de los cultivos de mayor importancia económica, sociocultural y ambiental (Pérez y Díaz, 2000). El café orgánico tiene relevancia en México por la superficie cultivada, el número de empleos que genera, los servicios ambientales que proporciona y el precio mayor que alcanza en el mercado (Rosas Arellano y Col. 2008).

De acuerdo con el consejo mexicano del café, de los 12 estados productores, Chiapas ocupa un honroso primer lugar nacional, la variedad de café que más se consume en el estado (y en México) es la denominada “arábica” (*Coffea arábica*), la cual se cultiva casi en su totalidad en pendientes escarpadas, bajo árboles de sombra y con un uso muy limitado de agroquímicos, características que lo hace un cultivo ambientalmente *verde* por excelencia, también tenemos el café “robusta” (*Coffeacaneophora*), que es la otra especie que se produce comercialmente en el mundo y se usa sobre todo en la industria de los cafés solubles.

Chiapas es el principal productor de café en México, con más del 34% de la producción nacional. Una gran cantidad de esta producción se lleva a cabo en la Sierra Madre de Chiapas. La reserva de la biosfera el triunfo se localiza en la porción sureste de la sierra madre de Chiapas, cubre una superficie de 1, 191,77 ha, de las cuales 25 763 pertenecen a la zona núcleo y las restantes a la zona de amortiguamiento. Chiapas es también el principal productor nacional de café orgánico, lo cual sitúa a México como el primer productor mundial de este tipo especializado, que en el mercado internacional en el ciclo 98-99, tuvo un

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

sobrepeso del 30%. Así, la derrama económica y los beneficios sociales que produce el café en Chiapas son de la mayor envergadura, tanto por la captación de divisas que se obtienen a partir de las exportaciones, como por los miles de empleos que se generan con su cultivo, procesamiento y comercialización.

Las características físicas y sensoriales como la apariencia, el color y el olor del café en pergamino almendran y tostado, así como las características organolépticas de la bebida que comprenden el aroma, la acidez, el amargo, el cuerpo y el sabor constituyen la calidad del café. También indican no solo la calidad del café, sino que también permiten clasificarlo comercialmente y establecen las características de procesos y cuidados seguidos con el grano desde su cultivo hasta la obtención de la bebida (Puerta, 1999).

El café contiene un gran número de sustancias bioquímicamente activas; una de las más importantes y conocidas es la cafeína, un derivado de las xantinas, pero además es una fuente considerable de polifenoles y compuestos fenólicos, los que pudieran contribuir en cantidad y variedad al ingreso de antioxidantes en la dieta (Gutiérrez, 2002). En el café verde existe una gran cantidad y variedad de compuestos fenólicos, ejemplificados por los ácidos clorogénico, cafeico, ferúlico y cumárico; pero al tostarse, se afecta marcadamente su composición en fenoles debido a la reacción de Maillard, lo cual le confiere un agradable sabor y aroma, y se originan pigmentos denominados melanoidinas, que le dan al café tostado su color característico (Gutiérrez, 2002).

El uso de la química como herramienta para la evaluación de la calidad del café surgió desde hace muchos años; sin embargo, el análisis sensorial es aún la forma más usual de determinar su calidad. La búsqueda de diferencias químicas que puedan ser correlacionadas con la calidad de la bebida es un tema que ha estado en el trabajo de diversos investigadores, del cual surgió de forma natural el análisis de cafeína. Sin embargo, el café tiene componentes en mayor proporción, dignos de ser considerados como variables químicas de

evaluación de su calidad (Clarke y Macrae, 1985). Entre esos componentes se encuentra una familia de compuestos conocidos como ácidos clorogénicos: son ésteres del ácido químicico, de los cuales el más abundante es el 5-cafeoilquínico. La cantidad de ácidos clorogénicos varía con el grado de maduración (Aerts y Baumann, 1994), la especie y otros factores asociados a la calidad del café, tal como la altura y la presencia o ausencia de sombra e inclusive, se les relaciona con la resistencia a algunas enfermedades (Humphrey y Macrae, 1987). Estos ácidos son precursores del sabor y de los pigmentos del café tostado (Moreira, 2001), lo cual aunado a su gran solubilidad en agua, da como resultado un buen candidato para la evaluación química de la calidad del café (Amorim, 1973).

Esta investigación se realiza con el propósito de conocer las diferencias en cuanto a las características químicas y sensoriales del café producido principalmente en la zona de amortiguamiento de la reserva el triunfo en la Sierra Madre de Chiapas, el cual es de gran importancia económica y unos de los productos más demandados a nivel nacional.

Palabras clave: Café, Orgánico, Cultivo, Sensoriales, Acido clorogénico, Calidad, Variedad, Especie, *Coffea Arabica*, Química, Análisis, Convencional, Producción, Características, Chiapas, Proceso, Cafeína, Grano, Sabor, Catimor, Bourbon, Arabe.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar las diferencias que existen en cuanto a las características químicas y la aceptación sensorial comercial que tiene el café orgánico de la organización “comonyajnop tic” en comparación a los convencionales de las variedades de café: bourbon, árabe y catimor de especie *Coffea arábica*.

1.2.2. Objetivo específico

- Realizar un análisis físico (tamaño, color, forma, defectos primarios y secundarios, materia extraña) el grano del café en verde.
- Determinar mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, siglas en inglés) los compuestos químicos presentes en los extractos obtenidos de grano de café tostado.
- Determinar el nivel de aceptación de las tres variedades de café mediante el análisis sensorial afectivo de acuerdo a los atributos de sabor, aroma, cuerpo y acidez.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El café (*Coffea arabica*), es uno de los cultivos de mayor importancia económica, social, cultural y ambiental en México, en especial el que se produce con manejo orgánico. Para estas variedades la calidad de taza ya ha sido evaluada por catación, hallándose que la intensidad en las características organolépticas cambia, con el grado de tostado de acuerdo a la variedad. Además, es bien conocido que existen diferencias en la composición química del café relacionadas con los efectos del clima, composición del suelo y altitud del cultivo, por lo que es conveniente estudiar la relación de las propiedades químicas.

En la organización “comonyajnop tic” localizada en la colonia Nuevo Paraíso que es una de las 512 localidades que integran el municipio de La Concordia, con una población cercana a los 400 habitantes, ubicado a más de 140 kilómetros de Tuxtla Gutiérrez, en el estado de Chiapas. De acuerdo a la demanda que el café ha tenido en los últimos años, fueron necesarias mejorar las prácticas de producción desde la plantación del cultivo hasta la obtención del grano, sin embargo se desconoce la composición química y atributos sensoriales del café cultivados en la región.

Debido a esta problemática, se hace necesaria la realización de este trabajo para determinar las características químicas y sensoriales presentes en el café, cultivado orgánica y convencionalmente de diferentes variedades, producidos en la Zona de Amortiguamiento de la Sierra Madre de Chiapas, mediante un

análisis químico y sensorial que determine que variedad presenta mejores cualidades para aceptación del consumidor.

CAPITULO II

II. ANTECEDENTES

2.1. El café

El cafeto es un arbusto o árbol pequeño, perennifolio, de fuste 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. Las hojas son elípticas, oscuras y coriáceas. Florece a partir del tercer o cuarto año de crecimiento, produciendo inflorescencias axilares, fragantes, de color blanco o rosáceo; algunas especies, en especial *Coffea arábica*, son capaces de autofertilización, mientras que otras, como *Coffea robusta*, son polinizadas por insectos. El fruto es una drupa, que se desarrolla en unas 15 semanas a partir de la floración; el endospermo comienza a desarrollarse a partir de la duodécima semana, y acumulará materia sólida en el curso de varios meses, atrayendo casi la totalidad de la energía producida por la fotosíntesis. El mesocarpio forma una pulpa dulce y aromática, de color rojizo, que madura en unas 35 semanas desde la floración.



Figura No.1 Planta de café (*coffearabica*).

Fuente:

<http://www.icafe.go.cr/icafe/anuncios/documentos/GUIA%20TECNICA%20V10.pdf>, 2011.

2.2. Origen e Historia del café

El cafeto o planta del café, procede de África de las montañas de Abisinia (Etiopía) pero son los árabes quienes implantan la costumbre de tomar café motivado por la prohibición del Islam de tomar alcohol. Son ellos los primeros en extraer los granos, tostarlos, molerlos y mezclarlos con agua caliente. A finales del siglo XVI, el cafeto se bebía en Turquía, Arabia y Egipto. La costumbre se introdujo en Venecia en 1615. Las primeras casas en que se bebía café se abrieron en Inglaterra, en 1650 y en Holanda, Francia, Alemania y Australia, algunos años después. En América el primer establecimiento de esta bebida se abrió en Nueva York en el año de 1696 según se sabe. Brasil cultivó café desde 1762 pero no fue sino hasta fines del siglo XIX, que se convirtió en el mayor productor del grano en el mundo (Cantú, 1985).

El café es un producto que ha estado ligado desde hace varios siglos al mercado internacional. En el siglo XVII se inició su consumo en Europa, el cual se popularizó hasta los siglos XVIII y XIX. Tradicionalmente la producción se ha

establecido en los países en desarrollo, que estuvieron bajo regímenes coloniales; y por otro lado la industrialización y la mayor parte del consumo se concentra en los países desarrollados.

A finales del siglo XVIII, el café se introdujo a México desde Cuba. Según el consejo mexicano del café (1996), el 99% del café mexicano se produce en condiciones de sombra y 63 % de los cafetales se componen de variedades tradicionales de bajo rendimiento, como *típica* y bourbon. A la vez (Moguel y Toledo, 1996).citan que el 10 % de la producción cafetalera anual de México es de sol y el restante 90 % pertenece a distintos grados de café de sombra. Diversas fuentes señalan que a Chiapas llegaron algunos cafetos procedentes de Guatemala introducidos en 1847 por el señor *Augusto Manchinelli* de origen italiano.

2.3. Distribución geográfica del cultivo

2.3.1. México

La agricultura orgánica en México muestra una tasa media de crecimiento anual de 45% en los últimos 5 años, en el año 2000 existían 103.000 ha dedicadas a la producción de cultivos orgánicos, destacan Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran el 83% de la superficie total, aunque tan sólo Chiapas y Oaxaca cubren el 70%. Destaca la amplia participación de los pequeños productores (con menos de 20 ha), así como de indígenas organizados, juntos representan el 97,5% del total de los productores orgánicos La agricultura orgánica abarca aproximadamente 31 productos, predomina el cultivo del café con 72% de la superficie total, el cual se realiza actualmente en los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Puebla, Colima y Veracruz. Aunque la agricultura orgánica existe en México desde la década de los años sesenta, es en la década de los noventa que se ha incorporado el 84% de la superficie total actual (Olivia Najera, 2002).

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

México posee tres zonas productoras de café, las que en orden de importancia son:

- Zona de la vertiente del atlántico que comprende los estados de Veracruz, Sierra norte de Oaxaca, norte de Chiapas, y Tabasco.
- Zona de la vertiente del pacífico, que comprende el soconusco y centro del estado de Chiapas, sur de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Colima y Nayarit.
- Zona central, que comprende los estados de Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Morelos, México y parte de Querétaro.

Los principales estados productores son Chiapas, Veracruz y Oaxaca.

En el estado de Chiapas las regiones productoras son: soconusco, centro y norte del estado.

En Veracruz son: Córdoba, Huatusco, Misantla, Plan de las Hayas, Xalapa, Coatepec, Sierra de Zongolica, Xico y Teocelo.

En Oaxaca tenemos las siguientes regiones:

Sierra norte de Oaxaca, la zona de Pochutla y la de Juquila (Inmecafe, 1985).

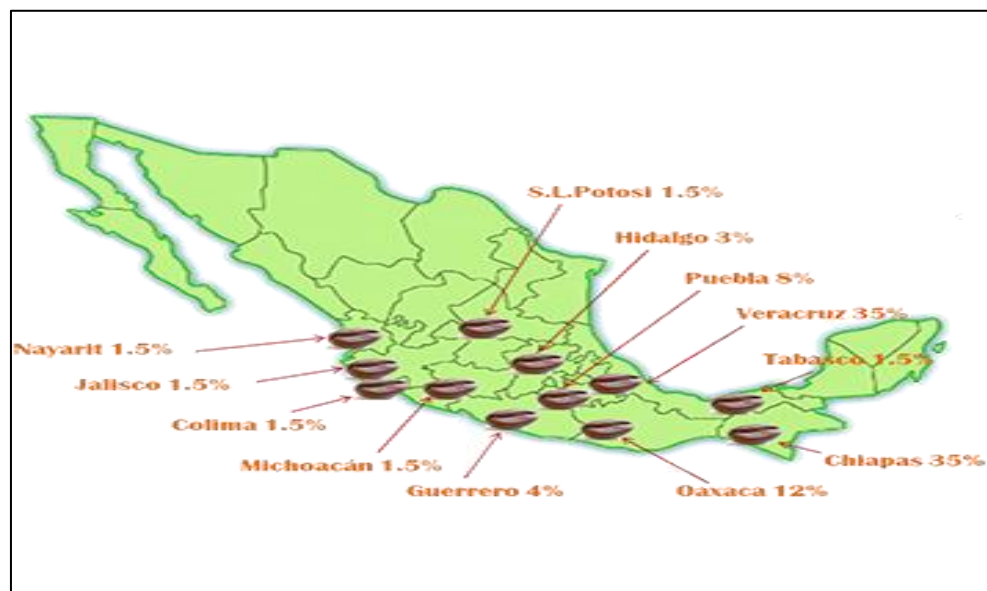


Figura 2. Estados productores de café verde en nuestro país.

Fuente:<http://www.anacafemexico.com/anacafe/>.

2.3.2. Chiapas

Sin duda, la cafeticultura es una de las actividades económicas más importantes en Chiapas. El cultivo de este grano ocupa una superficie de 253,955 hectáreas (SAGARPA, 2007) que representan alrededor de 3.4% de la superficie total de la entidad y 20.3% de sus superficies cultivables. Existen 13 comunidades, mismas que albergan a un total de 174,690 productores, de los cuales el 97.67 %, son pequeños productores con propiedades de 0.5 a 5 hectáreas que pertenecen al sector social, usufructuando una superficie de 176,772 hectáreas (CONCAFE, 2005). Según resultados del censo cafetalero 2001-2004, más del 80% de los productores son indígenas que poseen en promedio 0.77 hectáreas de cafetales, lo que indica el alto grado de pulverización, son también las de más pobreza y rasgos (Santacruz, Pérez y Palacio, 2010).

En la región del Soconusco, Chiapas, el cultivo del café ocupa una superficie de 75,505 hectáreas (Ha) de un total de 240,800 Ha en todo el estado de Chiapas; con una producción de 665,199 quintales (1Qq = 57.7 Kg) de un total de 2,134,280 Qq ocupando el primer lugar de producción en Chiapas (Sagarpa, 2003).

2.3.3. Delegaciones Productoras de Café en Chiapas

La zona de producción del CAFÉ CHIAPAS constituye las 13 delegaciones, donde se produce el café, son: Copainala, Ocozocoahutla, San Cristóbal de las Casas, Ángel Albino Corzo, Bochil, Pichucalco, Ocosingo, Palenque, Yajalon, Motozintla, Tapachula y Mapastepec.

Los municipios que constituyen las trece regiones indicadas en el párrafo anterior son:

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Ocozocoahutla: Berriozabal, Cintalapa, Ixtapa, Jiquipilas, Ocozocoahutla, San Fernando y Tuxtla Gutierrez.

San Cristobal de las Casas: Chalchihuitan, Chenalho, San Andres Larrainzae, Oxchuc, Pantelho, Tenejapa, Teopisca, San Juan Cancuc y Santiago el Pilar.

Comitan: Independencia, Margaritas, Trinitara, Maravillas Tenejapa y Venustiano Carranza.

Copainala: Coapilla, Copainala, Ocotepec y Tecpatan.

Angel albino corzo: Angel Albino Corzo, La Concordia, Villa Corzo, Villaflores y Montecristo de Guerrero.

Pichucalco: Amatan, Chapultenango, Francisco, Leon, Ixuatán, Ixtacomitan, Ixtapangajoyá, Ostuacan, Pantepec, Pichucalco, Rayón, Solosuchiapa, Tapalapa y Tapilula.

Bochil: El Bosque, Huitiupan, Jitotol, Pueblo Nuevo, Solistahuacan, Simojovel, Bochil y San Andres Duraznal.

Palenque: Palenque y Salto de Agua.

Ocosingo: Altamirano, Chilon y Ocosingo.

Yajalon: Sabanilla, Tila, Tumbala, Yajalon Sitala.

Motozintla: Amtenango de la Frontera, Bejucal de Ocampo, Bellavista, Chicomuselo, Frontera Comalapa, La Grandeza, Mazapa de Madero, Motozintla, El porvenir y Siltepec.

Tapachula:

Acacoyagua, Acapetahua, Cacahuatan, Escuintla, Huehuetan, Huixtla, Mapastepec, Villa comatitlan, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzatan, Pijjiapan y Union Juare (consejo regulador de la calidad del café en chiapas ,A.C.,2004).

Dichos cafeticultores, están distribuidos nueve regiones económicas del estado de Chiapas (centro, altos, fronteriza, frailesca, norte, selva y sierra, soconusco e istmo-costa), las cuales se encuentran ubicadas entre las latitudes de 15°N y 17° 20' N y entre las longitudes de 91 ° 45' O y 93° 45' O.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

La producción promedio se estima en 1,790,371 quintales, la cual representa alrededor del 35 % de la producción a nivel nacional. Exportándose aproximadamente el 85 %, mientras que cerca del 10 % se distribuye en el mercado interno y solo un 5% de dicha producción se consume en el propio estado (COMCAFE, 2005).

Cuadro No 1. Regiones productoras de café en el estado de Chiapas.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

| Cuadro resumen de las 13 regiones cafetaleras en el estado | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------------|--------------|-------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|--------------|
| Región Económica | Delegaciones | Municipios | | Localidades | | Productores | | Hectáreas | |
| | | No. | % | No. | % | No. | % | No. | % |
| I CENTRO | 01 Copainalá | 4 | 4.55 | 100 | 2.16 | 4,040 | 2 | 2,987 | 1.23 |
| | 02 Ocozocoautla | 10 | 11.36 | 248 | 5.37 | 5,821 | 3 | 10,352 | 4.27 |
| | Total | 14 | 15.91 | 348 | 7.532 | 9861 | 5.61 | 13339 | 5.496 |
| II ALTOS | 03 San Cristóbal L.C. | 11 | 12.50 | 376 | 8.14 | 25,840 | 15 | 18,182 | 7.49 |
| | Total | 11 | 12.5 | 376 | 8.139 | 25840 | 14.7 | 18182 | 7.492 |
| III FRONTERIZA | 04 Comitán | 5 | 5.68 | 312 | 6.75 | 10,504 | 6 | 10,140 | 4.18 |
| | Total | 5 | 5.682 | 312 | 6.753 | 10504 | 5.98 | 10140 | 4.178 |
| IV FRAYLESCA | 05 Ángel A. Corzo | 5 | 5.68 | 184 | 3.98 | 6,450 | 4 | 24,752 | 10.20 |
| | Total | 5 | 5.682 | 184 | 3.983 | 6450 | 3.67 | 24752 | 10.2 |
| V NORTE | 06 Bochil | 7 | 7.95 | 274 | 5.93 | 15,058 | 9 | 15,388 | 6.34 |
| | 07 Pichucalco | 12 | 13.64 | 198 | 4.29 | 7,570 | 4 | 5,614 | 2.31 |
| | Total | 19 | 21.59 | 472 | 10.22 | 22628 | 12.9 | 21002 | 8.654 |
| VI SELVA | 08 Ocosingo | 4 | 4.55 | 948 | 20.52 | 28,053 | 16 | 28,213 | 11.63 |
| | 09 Palenque | 3 | 3.41 | 238 | 5.15 | 6,914 | 4 | 5,312 | 2.19 |
| | 10 Yajalón | 4 | 4.55 | 364 | 7.88 | 18,436 | 10 | 16,488 | 6.79 |
| | Total | 11 | 12.5 | 1550 | 33.55 | 53403 | 30.4 | 50013 | 20.61 |
| VII SIERRA | 11 Motozintla | 10 | 11.36 | 586 | 12.68 | 21,233 | 12 | 40,858 | 16.84 |
| | Total | 10 | 11.36 | 586 | 12.68 | 21233 | 12.1 | 40858 | 16.84 |
| VIII SOCONUSCO | 12 Tapachula | 7 | 7.95 | 564 | 12.21 | 20,395 | 12 | 48,851 | 20.13 |
| | Total | 7 | 7.955 | 564 | 12.21 | 20395 | 11.6 | 48851 | 20.13 |
| IX ITSMO-COSTA | 13 Mapastepec | 6 | 6.82 | 228 | 4.94 | 5,443 | 3 | 15,539 | 6.40 |
| | Total | 6 | 6.818 | 228 | 4.935 | 5443 | 3.1 | 15,539.0 | 6.403 |
| Totales 13 regiones:: | | 88 | 100 | 4620 | 100 | 175,757 | 100 | 242,689 | 100 |

Fuente: Padrón cafetalero. Reporte preliminar, junio, 2005. Comisión para el Desarrollo y Fomento del Café de Chiapas.

2.4. Importancia Económica del cultivo

2.4.1. Nacional

El café es la segunda mercancía comercializada en el mundo, después del petróleo. Se estima en 125 millones el número de personas que vive del cultivo del café, incluyendo 25 millones de pequeños productores. Según datos de la FAO, en 2010 la producción mundial ascendió a siete millones de toneladas (117 millones de sacos) frente a los 6,7 millones de toneladas (111 millones de sacos) en 1998-2000.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

El café es un producto tropical que se cultiva en las zonas montañosas y cerca de un 60% de los pequeños productores son indígenas. En México, en 2010, la FAO estimaba una producción de 273,000 toneladas (5 millones de sacos).

De acuerdo con datos nacionales del SIAP, México sembró en 15 estados 781,015.99 hectáreas, obteniendo una producción total de 1, 332,263.19 toneladas (cuadro 2).

El café en México es producido por cerca de 300 mil productores, agrupados en 16 organizaciones. La superficie cultivada abarca 761 mil hectáreas, en once estados de la República Mexicana. Estos estados son Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luís Potosí, Tabasco y Veracruz. El café se cultiva a la sombra, en armonía con el ecosistema, por lo que los cafetales mexicanos son grandes productores de oxígeno (Olivia Nájera, 2002).

Cuadro No 2 Superficie y Producción de café en Mexico.

PRODUCCION AGRICOLA
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2010
Modalidad: Riego + Temporal
CAFE CEREZA

| UBICACIÓN | SUPERFICIE SEMBRADA (Ha) | PRODUCCIÓN (Ton) | VALOR DE PRODUCCIÓN (Miles de Pesos) |
|-----------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Chiapas | 255,285.19 | 546,689.47 | 2,378,436.80 |
| Veracruz | 153,311.07 | 373,725.62 | 1,732,380.54 |
| Oaxaca | 165,971.35 | 154,595.39 | 533,854.97 |
| Puebla | 75,045.23 | 135,986.87 | 702,535.43 |
| Guerrero | 54,735.02 | 38,214.90 | 131,823.33 |
| Hidalgo | 26,333.26 | 29,219.11 | 83,498.20 |
| Nayarit | 20,097.42 | 27,325.06 | 105,004.28 |
| San Luis Potosí | 21,283.00 | 15,492.48 | 13,927.26 |
| Jalisco | 4,497.00 | 5,704.84 | 22,290.02 |
| Colima | 2,633.50 | 2,557.10 | 12,548.65 |
| México | 373.79 | 1,455.95 | 5,691.62 |
| Tabasco | 1,040.16 | 635.00 | 2,565.50 |
| Morelos | 96.00 | 344.20 | 1,386.54 |
| Querétaro | 300.00 | 268.20 | 1,394.64 |
| Michoacán | 14.00 | 49.00 | 181.30 |
| | 781,015.99 | 1,332,263.19 | 5,727,519.07 |

FUENTE: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las Delegaciones de la SAGARPA.

2.4.2. Estatal

La derrama económica y los beneficios sociales y ecológicos que produce el café en Chiapas, son de considerable importancia, tanto por la captación de

divisas que se obtienen a partir de las exportaciones, como por los miles de empleos que se generan con su cultivo, procesamiento y comercialización (Barrera y Parra, 2000). Además, las hectáreas de café son cultivadas bajo sombra, conservando la biodiversidad, generando servicios ambientales al conservar la flora nativa de las áreas cafetaleras, así como la fauna y captura de carbono, lo que contribuye a generar condiciones propicias a las generaciones futuras (COMCAFE, 2005).

Chiapas ocupa el primer lugar nacional en superficie sembrada, producción y exportación de café. Durante la década de los ochentas, se expandió fuertemente la producción y consumo del café orgánico como una respuesta a la tendencia mundial por el consumo de alimentos libres de productos químicos, ya que la cafecultura orgánica, a diferencia de la tradicional, no utiliza fertilizantes, herbicidas, ni pesticidas; lo cual permite que los suelos en donde se práctica este sistema de producción se mejoren paulatinamente, además se realizan labores culturales que coadyuvan al mejoramiento del ambiente (GMCN, 2008). En este sentido, Chiapas fue pionero en México y a nivel mundial en la producción de café orgánico, ocupando en la actualidad el primer lugar nacional como región productora de este aromático.

En un informe sobre el aromático grano, la dependencia estatal asegura que solamente el año pasado se certificaron 37 mil 824 hectáreas de cafetales, con las que suman 65 mil 190 las que no utilizan productos químicos para producir, dedicados a ello 31 mil productores de 165 organizaciones. Con ello, hasta el momento se han producido en la entidad 544 mil quintales de café orgánico de primera calidad. En ese sentido, asegura que solamente de café orgánico en el 2009 se exportaron 422 mil quintales que dejaron una derrama económica por 64 millones de dólares. Para esos logros, subraya que han sido sumamente importantes los programas de renovación de cafetales que se puso en marcha en la presente administración estatal.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Chiapas es considerado el Estado que tiene el primer lugar de producción de café más de 546,689.47 toneladas que equivalen al 36.8 % de la producción total nacional para el ciclo 2009 - 2010 (SAGARPA, 2010). De los 118 municipios del Estado de Chiapas 83 municipios son productores del grano aromático. La importancia económica, social, cultural y ambiental de la cafeticultura en Chiapas se refleja en los más de 183 mil productores con una superficie sembrada de 255,285.19 hectáreas de café cerezo para el ciclo 2010 (SAGARPA, 2010). Chiapas ocupa el primer lugar de producción nacional con el 33 por ciento, además de que se ha mejorado la calidad del aromático que también se ha posicionado en los últimos meses en los mercados internacionales. (Ildefonso Ochoa ,2012).

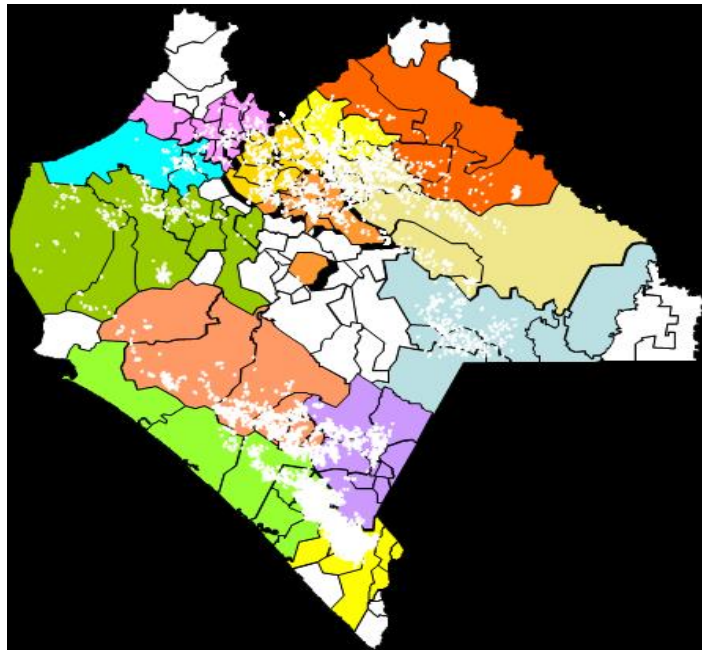


Figura No. 3 Mapa del estado de Chiapas e Importancia del café en sus diferentes municipios. Fuente: <http://amecafe.org.mx/backup/pcm2012.pdf>.

2.5. Producción del café en México

El impulso de la cafeticultura en México se inicia en la segunda mitad del siglo pasado, dentro de un contexto de apoyo a la concentración de tierras en manos privadas. En el caso específico de Chiapas, la Ley de Exploración y Deslinde de

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Tierras Públicas expedida en 1883, propició el crecimiento de grandes extensiones en la frontera con Guatemala. Esta legislación tenía el fin explícito de fortalecer aún más a un sistema de haciendas considerado como punta de lanza de la modernización agraria.

México ocupa el séptimo lugar a nivel mundial como productor de café, después de Brasil, Colombia, Indonesia y Vietnam. La variedad que produce es la arábica, conocida por ese nombre debido a su origen. México produce cafés de excelentes calidades, ya que su topografía, altura, climas y suelos, le permiten cultivar y producir variedades clasificadas entre las mejores del mundo. México es el primer productor mundial de café orgánico. (Nájera Olivia ,2002)

Los cafetales mexicanos se ubican en áreas montañosas de topografía accidentada y coinciden con los lugares de mayor diversidad biológica del país, sobre todo en los sistemas de cultivo de montaña y policultivo tradicional (Escamilla y Díaz, 2002).

Este sistema tiene ventajas como la generación de alrededor de tres millones de empleos (Santoyo, 1995); al desarrollarse bajo sombra conserva la biodiversidad y proporciona servicios ambientales (captura de carbono, producción de oxígeno y de agua).El café (*Coffea arabica L.*) es uno de los cultivos de mayor importancia económica, social, cultural y ambiental en México, en especial el que se produce con manejo orgánico. México es el principal productor de café orgánico en el mundo, con 63 699 sacos de 69 kg en 66 390 ha (Escamilla y Landeros, 2005). Además, la sombra forma una cubierta vegetal casi permanente sobre el suelo durante todo el año, reduciendo los problemas de erosión causados por las fuertes lluvias que impactan los agroecosistemas cafetaleros (Moguel y Toledo, 1999). Otro beneficio más de producir bajo este sistema es que los precios en el mercado internacional se mantienen constantes. Estos cafés diferenciados se ubican como cafés de especialidad y dentro de este tipo se encuentran los cafés sustentables, los cuales cumplen de manera sistemática los principios básicos de protección al ambiente y justicia social.

En México, la producción de café se realiza bajo diferentes condiciones Climáticas, dando origen a numerosas variedades y calidades, así como a distintos períodos de floración y fructificación. Lo cual hace necesaria la recolección manual de la cereza. La cosecha se realiza de septiembre a abril, y se realizan de 2 a 3 cortes por ciclo, esta actividad es gran demandante de mano de obra y en México participan los grupos familiares enteros. En el caso de los medianos y grandes productores contratan mano de obra para la recolección, originándose flujos migratorios estacionales en las zonas cafetaleras. Así, los pequeños productores (hasta 2 ha) al concluir con sus actividades de cosecha, se alquilan como jornaleros para completar el sustento familiar (Olivia Nájera, 2002).

México es un productor por excelencia del género *Coffea arábica* y de ésta, las variedades Typica, Mundo Novo y Caturra. Sólo el 3% de la producción de café corresponde a la especie robusta (*Coffeacanaphora*) que se cultiva principalmente en zonas bajas de Chiapas y Veracruz; su importancia estriba en que se destina en su mayor parte a la industria productora de café soluble. La producción y exportación de café orgánico de México en el ciclo 1994-1995 aparece por primera vez en las cifras nacionales con un volumen de 27.8 miles de sacos, llegando en el ciclo 1999-2000 a 158.000 sacos.

El café orgánico de México se vende a 17 países, tiene como principales destinos los Estados Unidos (20%), Alemania (20%), Dinamarca (17%) y Holanda (14%), en conjunto los países europeos adquirieron el 72% de las ventas al exterior realizadas el último ciclo cafetalero. Las ventas de café orgánico a Japón representaron el 7.2% del total en el año 2000. (Olivia Nájera, 2002).

2.6. Producción de Café en Chiapas

Convencional

La región Sierra Madre de Chiapas (SMCH) se presenta una cafecultura principalmente tradicional, con parcelas de gran extensión basada en la mano

de obra contratada (Pérez-Grovas, 2008). La zona de la SMCH dio origen al café denominado café de conciencia a mediados de los noventa (Pérez-Grovas, 2008). Este surge por la crisis del café, otorgando una alternativa ante la caída de precios internacionales (Arellano, 2005 / Villafuerte, 2002). Las organizaciones que iniciaron este proceso son: Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas (CESMACH), Triunfo Verde, Organizaciones de Productores de Café de Ángel Albino Corzo (OPPAC) y la Organización Regional de Productores Agro-ecológicos (ORPAE) (Arellano, 2005). En la CARC las organizaciones Unión Ramal Santa Cruz Sociedad de Producción Rural con Responsabilidad Limitada (S.P.R. de R.L.) y ComonYajNopTic Sociedad de Solidaridad Social S.S.S.

En contraposición al café de conciencia encontramos la producción convencional. Cabe señalar que se engloba dentro del marco de productor convencional aquellos individuos que no pertenecen a una organización de café de conciencia, sin embargo las prácticas de cultivo pueden similares a las de producción orgánica pero con poca o nula supervisión técnica. El manejo de los cafetales en la producción convencional consta de prácticas tradicionales básicas como la poda, control de malas hierbas, cambio en la densidad de los cafetos, repoblación y renovación. En cuanto al control de plagas es común encontrar productores que hacen uso de pesticidas químicos como último recurso para la eliminación de plagas como la roya. Algunos productores suelen recurrir también al uso de químicos para fertilizar los cafetos jóvenes y obtener un efecto inmediato en el rendimiento de la producción (Nolasco, 1985). De acuerdo a la percepción de los productores entrevistados históricamente parte de los recursos para el uso agroquímicos son subsidiados por actores gubernamentales.

Orgánico

La producción de café orgánico en México se inicia el año de 1963, como una variante de la agricultura biodinámica europea en la finca “Irlanda”, en Tapachula, Chiapas. (Nájera Olivia ,2002).

En la región de Cuxtepeques, Chiapas, el cultivo del café tiene un fuerte arraigo, ya que cientos de familias han consagrado por mucho tiempo su trabajo y esfuerzo a su producción, fue así como un grupo de 143 productores de bajos ingresos crearon en 1995 la asociación “Comon Yaj Nop Tic”, es una Sociedad de Solidaridad Social -cooperativa- de cafeticultores de origen Tzeltal y Tzotzil, ubicada en el municipio de La Concordia, Chiapas y en la cual sumaron una superficie de 400 hectáreas de producción de café. COMON YAJ NOP TIC logró mejorar la calidad de sus cultivos y obtener la certificación orgánica, lo que les abrió las puertas de la proveeduría y cooperación con empresas tan grandes como Internacional-Starbucks Coffee, lo cual es un logro muy importante para la organización ya que le permitió desarrollar un esquema de agricultura sostenible a través del programa C.A.F.E. PRACTICES de Starbucks, con la posibilidad de dirigir su producción al mercado del café de especialidad.

Desde 2002, Starbucks compra el café de esta cooperativa y lo comercializa en los 52 países en los que tiene presencia bajo el nombre de “ShadeGrown México, donde se ha posicionado como uno de los más representativos cafés de la región latinoamericana.

En 1967 se obtiene la primera cosecha certificada en México por la empresa alemana Demeter Bund. A fines de la década de los ochenta otras fincas de la región del Soconusco, Chiapas, orientaron también su producción al modo orgánico, motivados por la concepción de la tendencia ecológica en la producción y por el aumento en el precio del producto orgánico (Nájera Olivia ,2002).

De esta manera se constituyen las primeras organizaciones de café orgánico: Unión de Comunidades Indígenas de la Región del Istmo (UCIRI) en Oaxaca e Indígenas de la Sierra Madre de Motozintla San Isidro (ISMAM) en Chiapas; que surgen con la finalidad de reunir la producción de café para realizar las primeras exportaciones del grano (Peña, 2004, citado por Mandujano, 2006).

Desde el año de 1986 se ha venido impulsando con buenos resultados la producción de café bajo el sistema orgánico. Este sistema representa un rescate de varios elementos de la tecnología agrícola tradicional que permite que con los insumos disponibles de la propia parcela y realizando prácticas de conservación de suelos y aguas, se lleve a cabo el cultivo sin usar insumos químicos. El resultado es que los productores obtienen rendimientos de 15 quintales por hectárea en promedio, además de mantener la biodiversidad y los recursos naturales. Cuando el producto es certificado internacionalmente se puede vender con sobreprecio, con lo que se logra además mantener un mejor nivel de vida de la familia campesina. Actualmente cerca de 8,000 pequeños productores de Chiapas y cerca de 20,000 en todo México se encuentran produciendo café orgánico y llevando a la práctica las labores orgánicas hacia otros cultivos como el maíz y las hortalizas y en promedio anualmente se producen 416.300 Qq de café bajo sistema orgánico que representa el 20 por ciento de la producción estatal, en comparación con el convencional.

El café orgánico puede definirse como el producto obtenido a través de un proceso productivo en el que los agroquímicos son sustituidos por elementos orgánicos e involucra prácticas para evitar la erosión del suelo, mejorar la fertilidad, mantener la biodiversidad, rejuvenecer plantaciones y el manejo integrado del agroecosistema para el control de hierbas, plagas y enfermedades. Implica también una rigurosa realización de las labores de cosecha, beneficio, almacenamiento y transporte a fin de obtener un producto de alta calidad (Trápaga y Torres, 1994). Los productores orgánicos cultivan

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

exclusivamente *Coffea arabica* L. Variedades de Caturra (95%), Bourbon (42%), Catimor (26%) y otras variedades no reportadas (44%). (Vargas, Perla 2007).



Figura No 4 Bourbon amarillo originario de Brasil.

Fuente: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article98087>, 2012.



Figura No. 5 Maragogipe, originaria de Brasil.

Fuente: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article98087>, 2012

2.7. DESCRIPCIÓN DE PRINCIPALES ESPECIES Y VARIEDADES EN MEXICO

2.7.1. Clasificación Taxonómica. El grano de café es el fruto del cafeto, un árbol de la familia de las rubiáceas. De follaje perenne, raíz pivotante, es decir, hundida, como si fuera la prolongación de un tronco, y flores blancas agrupadas en pequeños ramilletes, sus frutos son rojos como las cerezas y en algunas variedades de color amarillo. Las especies de *Coffea* varían desde arbustos de pocos centímetros hasta árboles que en la edad adulta alcanzan 15 metros de altura. La semilla está constituida por un albumen o tejido recubierto que contiene almidón, sustancias grasas, azúcares, sacarosa, taninos y cafeína, entre otros elementos. Descripción

El ciclo de vida del cafeto comprende tres periodos: Crecimiento, que se inicia con la germinación y termina en la edad adulta, entre los cuatro y los siete años; Producción que dura entre 15 y 25 años y Decadencia, que concluye con la muerte del arbusto. Las ramificaciones del cafeto aparecen entre las cuatro y seis semanas después de su germinación; durante los primeros meses, posee tres brotes por axila o articulación; al cumplir un año cuenta con más de cuatro “cruces” de ramas primarias, a los dos años casi alcanza el metro de altura, con numerosas ramificaciones, y hacia el tercero o cuarto año mide entre 1.5 a 1.75 m, entonces florece y entra en su ciclo de producción. (Comisión para el Desarrollo y Fomento del Café de Chiapas, 2005.)

El número de especies hasta el año 1941 era aproximadamente de 141 según Rochac, 1964. Los estudios actuales de los taxonomistas superan ese número, por lo que ha aumentado el conjunto de especies identificadas.

2.8. Descripción de especies y variedades

El conocer las características de las principales especies y variedades de café, es muy importante para el productor del grano, ya que este conocimiento le permitirá seleccionar la especie y principalmente la variedad o variedades que se adapten mejor a las condiciones de clima y suelo de su finca y región.

Casi la totalidad del área cafetalera mexicana esta plantada por la especie *Coffea arábica* y únicamente una insignificante parte por la especie *Coffeacenephora*. (Villaseñor, 1987).

2.7.2. Descripción de la especie *Coffea arábica*

En México existen distintas variedades de café predomina la Typica, que la cultivan el 81 % de los productores, Bourbon parece con un 38%, Mundo Novo con un 27%, caturra rojo 20% y el caturra amarillo 15% Por regiones las variedades cambian, en Chiapas es menor el cultivo de Typica y alto el porcentaje de bourbon y mundo Novo, mientras que en Puebla son grandes las proporciones de la caturra rojo y amarillo y bourbon (Nolasco, 1985).

i. Typica

Esta es la base de la cual muchas otras variedades de café han sido desarrolladas. Así como las demás variedades *Coffea Arábica* que han sido desarrolladas a partir de esta base, las plantas de café Typica tienen una forma cónica con un tronco vertical primario y varios secundarios verticales que crecen ligeramente inclinados. El typica es un árbol alto que puede alcanzar 3.5-4 metros de alto. Las ramas laterales forman ángulos de 50-70° con respecto al tronco principal. El café Typica tiene una producción muy limitada pero brinda una taza de una excelente calidad.

ii. Bourbon

La variedad Borbón es una mutación del Typica en la isla de La Reunión. La forma del arbusto es ligeramente cónica y su parte de intermedio a alto (10 a 12

pies de altura). Los entrenudos del tallo y las ramas son más cortos que en el Typica lo que lo hace tener una capacidad de producción superior. Tiene la tendencia a producir varios troncos y su respuesta a la poda es excelente. La abundancia de ramas es mayor que en el Typica y forman un ángulo más cerrado (45 grados) con el tallo central. Las hojas son más anchas y de borde rizado. Las hojas adultas son de color verde pálido y las nuevas de color verde claro. Se recupera fácil y rápidamente de los efectos de la cosecha. El fruto es más pequeño y corto con relación al Typica, pero aparecen en mayor número. Tiene la tendencia a la caída del fruto con lluvias abundantes durante la cosecha. Esta especie es la más cultivada en el mundo cafetalero está constituida por plantas autogamas o de autopolinización en una proporción superior a 95%, produce los cafés más finos por su calidad. En México el 99% de la producción proviene de esta especie (Villaseñor ,1987).

iii. Caturra

Esta variedad es una mutación del Borbón en el estado Minas Gerais en Brasil. Es una planta de porte bajo (8 a 10'), tronco grueso y poco ramificado e inflexible. Posee entrenudos muy cortos en las ramas y en el tallo lo que lo hacen un alto productor. Sus hojas son grandes, de borde ondulado, anchas, redondeadas, gruesas y de color verde oscuro. Las hojas nuevas son de color verde claro. Es un arbusto de un aspecto general compacto y de mucho vigor. Las ramas laterales forman un ángulo bien cerrado con el tronco. Su sistema radical está bien desarrollado lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones. Es una variedad muy precoz y de alta producción por lo que requiere un manejo adecuado. (Graner y Godoy ,1974).

Esta variedad soporta bien la insolación directa, el viento y el frío, sin embargo es exigente en agua y nutrimentos (Villaseñor ,1978).el nivel de rendimiento por arbusto es de 99 kg. (INMECAFE ,1997).

- iv. **Catuai** – Catuai es una planta de café de alto rendimiento resultante de un cruce entre Mundo Novo y Caturra. El fruto no cae de la rama con facilidad, lo cual es favorable con zonas de fuertes vientos o la lluvia. También requiere de fertilización y cuidado suficiente.
- v. **Catimor** – Catimor es un cruce entre **Timor** (híbrido de robusta y arábica muy resistente a la oxidación) y Caturra. Fue creada en Portugal en 1959. La maduración es temprana y la producción es muy alta, por lo que deben ser monitoreados de cerca. Relativamente pequeños en estatura, tienen grandes frutos y semillas de café. Se adapta bien a regiones más bajas pero a una altura mayor tiene una mejor calidad de taza.
- vi. **Mundo Novo** – Híbrido natural de Typica y Bourbon. La planta fue encontrado por primera vez en Brasil. La planta es fuerte y resistente a las enfermedades. Mundo Novo tiene una alta producción, pero madura un poco más tarde que otros tipos de café. Se da especialmente bien con una altura entre 1000 y 1700 metros con precipitaciones anuales de 1200-1800 mm.
- vii. **Maragogype** – Esta variedad de café es una mutación de café Typica y fue descubierto en Brasil. La planta del café Maragogype es grande y es más alto que cualquiera de Bourbon o Typica. La producción es baja, pero las semillas son muy grandes y muy apreciadas en determinados mercados de café justamente por su apariencia.
- viii. **Amarello** – Variedad de café poco cultivada pero apreciada por su fuerza y aroma. Híbrido de Mundo Novo y Caturra.

La elección de una variedad es un equilibrio entre cantidad versus calidad. Mundo Novo, Catuaí y Catimor son más populares por su alto rendimiento, mientras que las variedades como Typica, Bourbon y Caturra son reconocidas por su capacidad para producir tazas ejemplares.

2.7.3. Descripción de la especie *Coffeacanephora*

Es la especie que sigue de importancia a *CoffeaCanephora*, su cultivo se extiende fundamental en África e Indonesia. Aporta el 10% de la producción mundial (Cantú ,1975).

La especie está constituida por plantas alógamas, de polinización cruzada, que han dado origen a poblaciones muy heterogéneas en cuanto a sus hábitos de crecimiento y producción (Inmecafe.1979).

En México este cultivo está circunscrito a ciertas zonas bajas de Chiapas, Veracruz y Oaxaca. Su producción en el país es muy pequeña y se destina fundamentalmente en la preparación de cafés solubles. (Villaseñor, 1987).

El café robusto no es más que una de las especies de las variedades de la especie *Canephora*, pero que por su importancia mundial da el nombre a la especie, identificándose así *canephora* con *robusta*. Destacan las variedades Comilón, Kouilloi, Niaouli, Uganda aportando un 30% a la producción mundial.

Sus principales características son arbusto de hasta 22 metros de altura de forma irregular, hojas elípticas a oblongas, epice muy agudo de color verde oscuro y brillante en la parte superior, verde pálido en la inferior, inflorescencia muy compleja con 2 a 3 cimbras por axila, con 2 a 4 flores por cima, corola blanca generalmente de 5 pétalos, los frutos son drupas elipsoidales a veces suglobosas, pulpa delgada, pergamino duro y grueso, frutos caedizos (Anacafe ,1986).

2.8. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS

Latitud

La producción de café se distribuye en una faja paralela al Ecuador, siendo los trópicos de cáncer y capricornio las latitudes medias para su cultivo (Goicoechea ,1971).

La especie *coffearabica* tiene sus regiones nativas comprendidas entre los 6 y 9 grados de la latitud norte, se caracteriza por ser altiplanos, mientras que *coffecanephora* se encuentra ubicada en la zona ecuatorial (Osorio , 1954).

Altitud

El cafeto se cultiva generalmente en terrenos altos comprendidos entre los 600 y los 2,000 msnm (Nestle-Nathan, 1970).

En nuestro país arábica ha dado sus mejores resultados en alturas de los 500 a los 1,300 msnm. (Cantú, 1985). El mayor porcentaje del área con este cultivo se localiza arriba de los 700 msnm (Villaseñor ,1987).

En el siguiente cuadro se puede observar el tipo de altitud representativo para cada delegación regional del estado de Chiapas (Cuadro No. 3 y 4).

Cuadro No 3 Rangos altitudinales de predios

| DELEGACIONES REGIONALES | RANGOS (MSNM) | | | TOTAL |
|----------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| | 600 | 601- 900 | MAS DE 900 | |
| ANGEL ALBINO CORZO | 20 | 367 | 8,988 | 9,375 |
| BOCHIL | 2,403 | 3,983 | 30,911 | 37,297 |
| COMITAN | 4,192 | 1,791 | 12,113 | 18,096 |
| COPAINALA | 813 | 659 | 3,620 | 5,092 |
| MAPASTEPEC | 2,372 | 1,847 | 3,681 | 7,900 |
| MOTOZINTLA | 168 | 3,097 | 37,455 | 40,720 |
| OCOSINGO | 544 | 6,106 | 50,258 | 56,908 |
| OCOZOCOAUTLA | 1,015 | 1,569 | 6,902 | 9,486 |
| PALENQUE | 4,495 | 2,950 | 2,788 | 10,233 |
| PICHUCALCO | 2,059 | 2,808 | 7,450 | 12,317 |
| SAN CRISTOBAL | 306 | 1,072 | 57,334 | 58,712 |
| TAPACHULA | 10,523 | 5,623 | 10,909 | 27,055 |
| YAJALON | 3,566 | 5,159 | 22,463 | 31,188 |
| TOTAL | 32,476 | 37,031 | 254,872 | 324,379 |

Fuente: http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Cafe/Descripcion.pdf

Cuadro No4 Rangos altitudinales Hectáreas.

| No. | RANGOS DE ALTURAS MSNM | HAS. |
|--------------|------------------------|-------------------|
| 1 | 0 A 600 | 34.927,86 |
| 2 | 601-800 | 32.372,23 |
| 3 | 801 A 1,200 | 88.535,26 |
| 4 | 1,201 A MAS | 87.832,37 |
| TOTAL | | 243.667,72 |

Fuente: Villaseñor ,1998.

La altitud es clasificada en baja, que comprende hasta 600 msnm; media de 601 a 900 msnm; y alta más de 900 msnm. El 16 % del área cafetalera se encuentra en la zona baja; el 44% en la media, y el 40 % restante en alta. Figura No.7 (Villaseñor ,1998).

Climáticos

- **Temperatura**

Los datos climatológicos existentes en las zonas cafetaleras de México arrojan el siguiente resumen de temperatura promedio (IMECAFE, 1979).

Temperatura máxima: Varía de 21 a 30 °C.

Temperatura mínima: Oscila entre los 10 y 20 °C.

Temperatura media: Va desde los 17 a los 25 °C.

Investigaciones señalan que a temperaturas medias de 34 °C, el cafeto sufre daños permanentes, y que la fructificación requiere de 26 °C durante el día y de 17 °C en la noche (Ortolani y Pinto ,1970).

La acción de la temperatura sobre la vegetación es conocida. El calor determina la evolución de los gérmenes poniendo en juego su energía vital, entre ciertos límites, y en relación con el grado de humedad, favorece la floración y la fructificación; pero para que la influencia de esos elementos sea eficaz es necesario que se mantenga en límites precisos. Así, una temperatura elevada

favorece la absorción por las raíces; la transpiración por las hojas, asegura y acelera la floración, la fecundación y la maduración de los frutos. Por el contrario, una temperatura fría produce resultados opuestos, disminuye las funciones de todos y cada uno de los órganos, entorpece y aun suspende la vegetación. (Gómez, 2010).

- **Precipitación fluvial**

La precipitación fluvial tiene gran importancia en la cafecultura. En la medida en la que nos alejamos, el mínimo requerido para el cafeto es de 1500 mm. Repartidos en 9 meses del año. Una precipitación media anual de 1500 y 2500 mm. Viene a ser la más propicia el cultivo de c. arábico (Cantú, 1975).

El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales (7.500 m³/ha) hasta 3000 mm (30.000 m³/ha), si bien el mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 metros, donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16° a 22°. Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta. Podemos decir que el cultivo requiere una lluvia o riego abundante y uniformemente distribuida desde comienzos de la floración hasta finales del verano para favorecer el desarrollo del fruto y de la madera. En otoño sin embargo es conveniente un período de sequía que induzca la floración del año siguiente.

C.canephora es nativa de altitudes bastantes bajas y de las regiones más húmedas de la Costa Occidental de África, lo cual debe dar cierta indicación en cuanto a sus exigencia climáticas. El mejor café robusto de Tanzania se produce a una elevación a una elevación de 1200 m con una lluvia anual distribuida uniformemente y de más o menos 3000 mm, con temperaturas que varían entre un mínimo de 17° C hasta un máximo de 27 ° C en el año (Damatta , 1997).

- **Luminosidad**

El cafeto puede vegetar tanto en pleno sol como a la sombra, investigaciones han demostrado que a pleno sol tarda menos tiempo produciendo que a la sombra. En México la mayor parte de las plantaciones están cultivadas bajo sombra (Duarte ,1977).

El principal efecto de la sombra es la formación de condiciones microecológicas constantes. Las ventajas consisten no solo en el hecho de proporcionar un ambiente luminoso favorable al desarrollo equilibrado del arbusto ,sino también ,y tal vez esto sea lo más importante en las funciones que cumple la sombra para contrarrestar factores ecológicos desfavorables ,tales como la baja fertilidad del suelo, daños por vientos y heladas ,alta tasa de evapotranspiración y ciertas plagas y enfermedades.(Agro-Síntesis ,1987).

Además, la respuesta fotosintética y síntesis bioquímica de la planta se ve muy influida por el período climático del año. Así los diferentes niveles de clorofilas, carotenoides, etc., se ven modificados en función de las temperaturas, de la intensidad luminosa (Damatta, 1997).

- **Edáficos**

En el suelo se presentan una interdependencia entre la litosfera y la biosfera, con mucha influencia de estos elementos en sus propiedades. La disponibilidad de agua, nutrientes y aire, entre otros, varía bastante en los suelos.

Las recomendaciones de abonamiento generalmente se basan en las propiedades químicas, pero la cantidad de nutrientes por plantas depende también de la influencia de las propiedades físicas y biológicas del suelo.

En las relaciones del cafeto con suelo, siempre se debe tener presente que las raíces de café carecen de pelos radicales, lo cual es muy dependiente de las

buenas características físicas y microbiológicas del suelo en que crece. (Manual Técnico Cultivo de Café, 2001).

- **Profundidad, textura y estructura**

El suelo, es el medio o sustrato más importante en el cual se cultiva y se produce café. La fertilidad adecuada del suelo le sirve al cafeto principalmente para que sus raíces crezcan abundantes y/o profundas, proporcionarle y acumular nutrientes (minerales), disponer y almacenar agua, así como para que otras especies animales y vegetales vivan. cuando todo lo anterior ocurre, el suelo se vuelve un sustrato muy dinámico y lleno de vida, por tanto, para protegerlo, conservarlo y lograr de éste los mayores beneficios agronómicos y económicos “debemos conocerlo”, por medio del análisis de suelo, que realiza la fundación procafe.(PROCAFE,2008).

Los mejores suelos para el son los profundos, como mínimo un metro (Licona ,19979). Con textura migajosa, estructura friable, buen drenaje y adecuada aireación. Un suelo ideal debe tener 60% de espacio vacío, de los cuales un tercio debe estar ocupado por aire cuando esta húmedo (INMECAFE, 1979).

La textura del suelo es determinada por la cantidad de Arena (A), Limo (L) y Arcilla (A) contenidos en éste. Cuanto más pequeñas sean las partículas, más la textura será del tipo arcilloso y cuanto más grandes las partículas, más se aproximará al tipo arenoso. Cuando la Arena, Limo y Arcilla contribuyen en partes iguales (33.3%) a las características de un suelo, este es llamado “Franco (F)” (PROCAFE ,2008).

La caída constante de hojas y ramas (materia orgánica) alimenta a las lombrices y otros habitantes pequeños del suelo. Su actividad reconstruye el suelo lo hace poroso y granular ellos incorporan la materia orgánica haciéndolo más profundo y fértil. (Manual café orgánico ,2000).

- **Materia orgánica**

El termino pH define la acidez y basicidad relativa de una sustancia (en este caso suelo), también se conoce como la concentración de iones hidrógeno. Un valor de pH 7.0 es neutro, los valores menores a 7.0 son ácidos y los superiores a 7.0 son básicos. La importancia del pH radica en que los nutrientes del suelo y los organismos biológicos que transforman los minerales para que sean disponibles en la solución del suelo y absorbidos por el cafeto necesitan estar en un rango de pH adecuado. (PROCAFE, 2008).

El contenido de materia orgánica en el suelo modifica y mejora la estructura, la cual influye en la porosidad y la permeabilidad, también hace más efectiva la vida de los microorganismos del suelo y desempeñan un papel similar al de la arcilla al retener los nutrientes. Los suelos cafetaleros generalmente son ricos en materia orgánica y en algunos casos llegan a un contenido de 8 a 12%(Manual del cafetalero colombiano 1969).

- **pH**

El termino pH define la acidez y basicidad relativa de una sustancia (en este caso suelo), también se conoce como la concentración de iones hidrógeno. Un valor de pH 7.0 es neutro, los valores menores a 7.0 son ácidos y los superiores a 7.0 son básicos. La importancia del pH radica en que los nutrientes del suelo y los organismos biológicos que transforman los minerales para que sean disponibles en la solución del suelo y absorbidos por el cafeto necesitan estar en un rango de pH adecuado. (PROCAFE, 2008).

La mejor faja de pH es de 4 a 5 pero la cantidad total de micronutrientes absorbidos por el cafeto disminuye a medida que el pH se eleva. El cultivo requiere preferentemente suelos ácidos (INMECAFE, 1979).pero también es evidente que existe magníficos cafetos de alta productividad en suelos mucho

menos ácidos e incluso próximos a la neutralización (PH 7.0), (Villaseñor, 1987).

2.9. IMPACTO AMBIENTAL EN EL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DEL CAFÉ

Ambientalmente sana se nos presenta una serie de retos. Muchos de los productores de países en vías de desarrollo y particularmente los pequeños productores del sector social, se encuentran intentando aplicar la fórmula que se requiere para alcanzar la sustentabilidad: cómo producir conservando y cómo conservar produciendo, y a partir de ello, mejorar la calidad ambiental y la calidad de vida de toda la población y de las generaciones del futuro.

Actualmente existe un modelo de desarrollo insostenible desde una perspectiva planetaria. Una afirmación argumentada por la amenaza de la destrucción del sistema biológico que pone en peligro el sistema social y la propia supervivencia humana, que se argumenta por la imposibilidad de que se pueda dar un crecimiento indefinido (y menos ritmo de los países más desarrollados) dentro de un Planeta limitado (Leff, 2002).

El café es el sustento de 20 millones de trabajadores de todas las edades, que recogen más de 6 millones de toneladas del grano anualmente. Se estima que, a nivel mundial, 11 millones de hectáreas de la tierra cultivada están dedicadas al café -un área aproximadamente igual al Estado de Ohio, o a la suma de las áreas de Suiza, Bélgica y Holanda. Sin embargo, la producción de café está asociada a serios costos sociales y ambientales que no se reflejan en su precio de venta al por menor. La producción intensiva de café es causa de la deforestación, la contaminación con pesticidas y la pérdida de la biodiversidad, (Díaz, 2001).

La contaminación ocasionada por la industria cafetalera en el proceso de beneficio del café, constituye también un serio problema en los países productores del mismo. El procesado del fruto se realiza generalmente mediante el llamado “Beneficio Húmedo del Café”, donde se consume grandes

cantidades de agua y casi el 80 % del fruto se considera de poco o nulo valor económico y por consiguiente es designado como desecho, el cual se vierte generalmente en los ríos, generando malos olores, contaminando dichos ríos, más los propios problemas sociales que esta situación trae aparejado, sobre todo, limitaciones con sus usos con fines recreativo y de sustento familiar por la contaminación de los ríos en épocas cafetaleras (Pérez, 2002).

En el café, la pulpa y el mucílago constituyen los subproductos más abundantes del proceso del beneficiado de café y representa alrededor del 60 % del peso seco del fruto fresco, y si no se utilizan adecuadamente, influyen en la calidad de los ríos de la zona, generando la mayor fuente de contaminación ambiental por materia orgánica, nutrientes y por el cambiofísico del agua que se genera durante la fermentación llegando a un pH de 3.4-4, esto trae como consecuencia la proliferación de enfermedades y el deterioro irreversible del medio ambiente (Bello Mendoza, 2002).

➤ **Principales impactos ambientales que producen el cultivo y procesamiento del café.**

A medida que las sociedades se desarrollan, aumenta su densidad poblacional, tienen tecnologías más complejas y por supuesto demandan mayor cantidad de recursos, lo que las lleva a afrontar una serie de limitaciones en el acceso a esos recursos, obligándolos a tomar medidas de control y protección de los mismos. Es en este momento cuando surge interés por la recuperación de la energía y el concepto de reciclaje de materia como mecanismos para conservar el ecosistema. Sin embargo, la velocidad de desarrollo de la industria ha sido mucho mayor que la capacidad de recuperación de los recursos. Por esto se ha hecho necesario pasar de remediar los problemas ambientales a prevenirlos; de la disposición de los desechos a evitarlos y reducirlos y del uso creciente de recursos a su conservación (Boada, 2002).

➤ **Algunos de los impactos ambientales que se produce en el cultivo y procesamiento del café son (Pujol, 1997):**

- **Deforestación**

La degradación ambiental se interpretó como una crisis de la civilización moderna, marcada por la destrucción de la naturaleza y el deterioro de la calidad de vida. Los bosques de montaña han venido siendo cortados a un ritmo alarmante y reemplazados por plantaciones de monocultivos de café. Dichos bosques juegan un importante papel ecológico al proteger la dinámica atmosférica, la calidad del agua y las especies silvestres, aspectos relacionados con la calidad de vida fundamentalmente de los pobladores de estas zonas montañosas.

- **Pérdida de biodiversidad**

La deforestación y el monocultivo conllevan mayores pérdidas de hábitat y una reducción de la biodiversidad de insectos, animales y plantas. Por ejemplo, estudios realizados en México y Colombia por el Smithsonian Migratory Bird Centre, indican que en los cultivos con exposición solar se presenta un 90% menos de especies de pájaros con relación a las plantaciones de café bajo sombra (Toledo, 1996). Para los países y los pueblos donde se encuentran localizadas las áreas de mayor biodiversidad, ésta representa, por una parte, el referente de significaciones y sentidos culturales que son trastocados cuando son transformados en valores económicos; por otra parte, la biodiversidad es la expresión del potencial productivo de un ecosistema, ante el cual se plantean las estrategias posibles de su manejo sustentable, así como las formas de apropiación cultural y económica de sus recursos (Leff, 2005).

- **Erosión del suelo**

Las áreas montañosas constituyen entornos particularmente frágiles. El monocultivo de café puede causar un significativo deterioro de la calidad del

suelo y una creciente erosión. Se ha documentado que en áreas de alta precipitación pluvial se pierde cerca de tres veces más de nitrógeno del suelo en plantaciones sin sombra comparativamente a aquellas áreas bajo sombra, disminuyendo considerablemente el rendimiento y la productividad de los cafetales.

Las actividades ligadas al procesamiento del café que generan afectaciones al medio ambiente, son en síntesis las siguientes:

- **Uso del agua.**

El beneficio del café que requiere el empleo de beneficio tradicional se estima el uso de entre 40 y 60 litros de agua para la obtención de 1 Kg. de café pergamino seco en las volúmenes importantes de agua. Con los métodos de actividades de transporte, despulpe, fermentación, clasificación y lavado. Existen otras opciones que favorecen a la disminución del consumo de agua en las plantas de beneficios de café, como es la recirculación del agua en el propio beneficio y purificación de las aguas residuales por diferentes métodos ya sea para su vertimiento como para la recirculación, entre otras.

La alta contaminación del agua por materia orgánica natural (MON), y bacteriológica tiene principalmente su origen urbano y rural. Estas sustancias son mezcladas en los cauces naturales principalmente por las poblaciones, albergando numerosos microorganismos patógenos son la causa principal de enfermedades diarreicas; ocupando el Estado de Chiapas el primer lugar de defunciones (49) en menores de 5 años (INSP), siendo la media nacional de 23 defunciones (SSA, 2002).

- **Beneficios al medio ambiente en la producción de café.**

La cafecultura es una gran relevancia para la población indígena y campesina que habita en las áreas montañosas del centro y sureste de México, debido a que la producción y venta de este grano ha permitido obtener históricamente ingresos económicos para la subsistencia de este segmento de la sociedad

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

.Además ,por las características ha sido también un cultivo que ofrece una gama importante de servicios ambientales como son: la captura de agua ,la conservación del suelo ,la captura de diversos grupos biológicos como son :plantas (arboles ,epificas,etc),aves ,insectos y anfibios ,principalmente.

Toledo y Moguel, 2004; señalan que 60% de los cafetales del país se maneja bajo el sistema rusticano y policultivo tradicional, que se caracteriza por el uso de varias especies nativas e introducidas de árboles de sombra donde se encuentran entre dos y tres estratos en el dosel. Bartra y col, 2003, menciona que el 17% de los cafetales de México no presenta algún tipo de sombra.

Esta condición es muy importante ya que los cafetales de México se localizan en sitios estratégicos para la captación de agua, en zonas aledañas a regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad del país. De las 155 regiones terrestres prioritarias que ha identificado la comisión para conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO), 15 coinciden con las principales regiones productoras de café en México (Toledo y Moguel, 2004).

Es por ello que los cafetales bajo sombra son muy importantes para la conservación y protección de la biodiversidad .Toledo y Moguel (2003) señala que en cafetales del país se han reportado rangos que van de 40 a 196 especies de plantas por hectárea; y en el caso de las especies arbóreas entre 13 y 60 especies por hectárea.

2.10. DETERMINACION Y CONTROL EN CALIDAD DEL CAFÉ

El concepto de calidad es una construcción de tipo social; en la producción cafetalera se le ha utilizado con diferentes enfoques en el contexto ambiental, y de relaciones económicas y sociales. De manera habitual, la calidad se asocia con las características físicas del grano en oro o verde, resaltando que recientemente se están considerando los atributos sensoriales que tenga la bebida o infusión (Pérez, 2003).

2.10.1. Beneficiado o Procesamiento del Grano

Es el conjunto de operaciones que se realizan para transformar el café uva en pergamino seco, conservando la calidad del café, cumpliendo con las normas de comercialización, evitando pérdidas de café y eliminando procesos innecesarios, aprovechando los subproductos del grano, consiguiendo el mayor ingreso económico al caficultor y minimizando la contaminación del ambiente.

(Menchu, 1966), menciona que el sistema de beneficiado por vía húmeda produce los cafés llamados suaves, del cual generalmente se obtiene los mejores aspectos del grano, sabor limpio y suave, fino aroma y agradable acidez, cualidades que a su vez son incrementadas por el clima y la altura de las plantaciones y son de mayor calidad.

Forma de recolección

Factor clave en la determinación final de la calidad del café.

Durante la maduración ocurren transformaciones muy importantes:

Degradación de la clorofila y síntesis de pigmentos (carotenoides, antocianinas.)

Disminución de la astringencia por reducción de compuestos fenólicos.

Aumento de los compuestos responsables del aroma (ésteres, aldehídos, cetonas, alcoholes).

Los frutos que alcanzan su plena madurez llegan a su punto óptimo de calidad.

Todos los procesos subsecuentes solo contribuyen a conservarla.

No coseche frutos verdes, pintones, sobremaduros y secos.

Los frutos verdes producen una bebida áspera y picante (solo en el último pase y color).

Recolección o Cosecha del fruto

Realizar la cosecha sólo de frutos maduros, evitar la cosecha de frutos verdes y sobremaduros, ya que dan mal sabor en taza.

Durante el proceso de recolección se debe tener cuidado en los siguientes aspectos:

- Cosechar solamente los cerezos maduros.
- Evitar que junto con los cerezos cosechados, vayan hojas, ramas, terrones y piedras.
- No permitir que los cerezos pasen de maduración sin ser recolectados, porque ocurre la fermentación del cerezo en la planta, adquiriendo un olor y sabor desagradable.
- Emplear canastas y sacos limpios y en buen estado.
- No mezclar cerezos que han caído en el suelo con los recién Cosechados.

2.10.2. Beneficio Húmedo

Este proceso es el más importante y complejo del beneficio de café, tiene por finalidad conservar y mantener la calidad de nuestro producto. Comprende varios pasos que deben ser realizados con sumo cuidado para garantizar la calidad del grano; se detallan a continuación:

Recepción y pesado del cerezo

La recepción del cerezo se realiza por la tarde, se procede a pesar el café recolectado durante el día.

Clasificación del cerezo

Para separar los cerezos brocados, vanos, flotes e impurezas, se hace uso del tanque de sifón en donde se clasifican por efecto de la densidad (granos malos flotan en el tanque).

Despulpe

Se realiza con despulpadoras de cilindro o disco. Consiste en desprender la pulpa y parte del mucílago adherido a ella, enviándola a la compostera, mientras el café despulpado se clasifica en la zaranda y luego pasa al cuello de ganso mediante un sistema por gravedad (primera, segunda.) continuando hacia el proceso de fermentación. Es importante que el despulpado se realice correctamente, ya que influye directamente en la calidad del grano y en el rendimiento.

Fermentación

Es el proceso que facilita la separación del mucílago del grano de café.

Los granos de café son depositados en tanques de reposo para su proceso de fermentación por periodos comprendidos entre 12 a 36 horas, dependiendo de las condiciones de clima, altitud, volumen, variedad y estado de maduración del fruto.

Lavado

Cuando el mucílago ha sido degradado y removido de la superficie de la semilla, se somete al proceso de lavado en canales de correteo, tanques o lavadoras automáticas, cuya función es remover los residuos que permanecen en el pergamino.

En este proceso el café es seleccionado por su peso, separándose aquellos granos que flotan (vanos, brocados, entre otros) en la corriente de agua, los cuales por su defecto, producen disminución de la calidad en taza.

Secado

Luego del lavado, el café adquiere niveles mayores al 55% de humedad, en estas condiciones la calidad puede deteriorarse irreversiblemente ocasionando una sobre fermentación; es por ello que se recomienda realizar un pre-secado que consiste en reducir la humedad de 49 a 43% (café mote) y de 42 a 35% (café oreado). Finalmente, se da el proceso de secado que es la última etapa

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

del beneficio húmedo y consiste en el secado del grano para llegar a una humedad del 11 a 12%.

Recuerda que un buen secado (grano oro) brinda las siguientes características

- Buena apariencia del grano
- Uniformidad de color
- Peso justo
- Garantía de que la calidad en taza reflejará las mejores cualidades.



Figura No. 6 Caturra, es una mutación de la Bourbon.

Fuente: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article98087>, 2012.

2.10.3. Sistemas de secado

El secado del café puede realizarse de dos maneras: secado natural al sol y secado mecánico.

a. Secado al sol

El secado al sol ha sido tradicionalmente valorado como el mejor sistema de secado, se realiza en parihuelas, patios, secador solar. El tiempo de secado depende de las condiciones climáticas y puede oscilar entre cinco y siete días.

Los atributos del secado al sol son:

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

- Color verde azulado
- Olor en café verde
- Las características en taza: se aprecia una mayor definición del perfil.

b. Secado mecánico

Se realiza por medio de máquinas secadoras horizontales, verticales y guardiolas. El secado mecánico consiste en hacer pasar una corriente de aire impulsada por un ventilador a través de la masa del grano, lo recomendable es calentar el aire a una temperatura que no ponga en riesgo la calidad del grano, como máximo 60 °C.

La mayor ventaja del secado mecánico es que se tiene un mejor control de las condiciones de secado y no se depende de las condiciones del ambiente. Puede efectuarse tanto de día como de noche, con lo que se asegura que el grano seque oportunamente, sin poner en riesgo su calidad.

Daños por secado a altas temperaturas

Si se usan temperaturas altas para aligerar el secado (mayores a 60°C), se provocarán daños irreversibles en la calidad, se dañará el embrión y no existe uniformidad en el secado.

Almacenamiento del café pergamino.

a. Consideraciones generales

El café que ha sido secado hasta el contenido de humedad deseado (café pergamino: entre 11 a 12% de humedad) debe disponer de un lugar seco, ventilado y seguro para su almacenamiento.

b. Aspectos a considerar en el almacenamiento

Debe almacenarse preferentemente en sacos de yute, si usamos sacos de plástico o polietileno, no almacenarlo por más de tres meses y hacerlo siempre sobre parrillas de madera, de manera que los sacos no estén en contacto con el piso.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

- El lugar de almacenamiento debe ser seco, limpio y libre de olores extraños que provengan de plaguicidas, insecticidas, humo, combustible, polvo y otros.
- No almacenar el café pergamino con una humedad superior a 12%, para evitar que se fermente, blanquee y adquiera sabor a moho.
- Las pilas de sacos deben separarse de las paredes al menos 60 cm. para permitir la circulación del aire y que el producto no esté expuesto a las variaciones de temperatura del exterior y de la pared.
- Controlar semanalmente el café almacenado para evitar la propagación de plagas y enfermedades (ocratoxina B).

Beneficio por vía seca

El beneficio por vía seca es el tratamiento que se da al café cereza y consiste en deshidratarlo, por medios naturales o artificiales, hasta un nivel en que puede ser llevado a la piladora para la eliminación física de las envolturas del almendro (9). El café secado con todas las envolturas se conoce como café bola seca que luego de ser pilado se denomina café natural.

Para preparar el café natural se deben tomar en consideración las recomendaciones indicadas para el beneficio por la vía húmeda, en las fases de cosecha selectiva, acopio, boyado (opcional), secado y pilado. En éste método de beneficio no se realiza el despulpado ni el lavado.

El café bola seca son las cerezas de café secadas con todas sus envolturas, al sol o mediante métodos artificiales. El café cereza cosechado se coloca en el tendal de cemento a plena exposición solar, durante 10-20 días, según las condiciones climáticas de la zona. En este proceso, el café cereza se extiende en los tendales en capas de 5 centímetros de espesor mezclándolo de 5 a 7 veces al día. Conforme progresa el secado se disminuye el espesor de la capa de los frutos, hasta llegar a 3 centímetros y obtener el café bola seca de color castaño oscuro, de aspecto quebradizo y con un sonido de la almendra desprendida dentro de la cáscara. El café en proceso de secado, debe cubrirse

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

con una lona, por las noches o cuando haya riesgos de lloviznas, para evitar los rehumedecimientos y las condiciones predisponentes para el ataque de hongos.

Beneficio seco.

Estas fases ocurren antes de la exportación del café verde y son las siguientes:

Trillado

Es el primer paso en el cual se separa el café pergamino y la película de plata del grano. Si no se observa un control estricto, se incurre en errores irreversibles que dañan la calidad del café. Es por eso que el proceso y las máquinas deben ser supervisados continuamente.

La maquinaria usada para quitar el pergamino del café, deber ser revisada y ajustada cuidadosamente para evitar que los granos se quiebren o maltraten. La alimentación de la maquinaria con café pergamino, debe ser continua. Recuerde que este proceso es por fricción.

El café no debe contener contaminantes para evitar el deterioro de la maquinaria y debe ser pelado en el momento previo a la venta, para evitar el blanqueamiento y la pérdida de calidad.

Pulido

El pulido se realiza para remover los restos de la película plateada del grano para darle una mejor apariencia. Este proceso se realiza de manera similar al trillado, es decir por fricción. Aunque el pulido puede darle al café una apariencia más atractiva, el calor excesivo en la fricción puede destruir la brillantez o la acidez del sabor.

Clasificación del café

Los granos de café son sometidos a una rigurosa selección antes de ser exportados. Esta selección incluye la clasificación por tamaño, forma, densidad

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

(la dureza de los granos), y por color, que puede variar desde el verde-azulado, hasta el marrón. El propósito es extraer los granos defectuosos del resto del lote de exportación. También es aprovechada para mezclar cafés de iguales características físicas y organolépticas y así obtener productos más uniformes para el tostado. Los caracolillos también son seleccionados y extraídos del lote para comercializarlos por separado.

2.11. DETERMINACION DE CALIDAD EN CAFÉ

La calidad del café es el resultado de un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico-químicas, intrínsecas del producto, hasta el momento de su transformación o consumo. La calidad del café se define como el óptimo estado de este en la prueba de taza, en sí, la calidad del café es el conjunto de cualidades sensoriales que tiene el café. Una característica relacionada con la calidad del café Arábigo que se viene mejorando actualmente con buen progreso en los programas de compuestos bioquímicos (cafeína, azúcares, ácidos clorogénicos y lípidos), relacionados con la calidad de taza del café es otra variedad para mejorar (Ignacio ,2007).

La Calidad del Café depende de:

- La bondad de la naturaleza (suelo, clima, altitud etc.).
- Los métodos y procedimientos del cultivo.
- El proceso de beneficio.
- Las condiciones de almacenaje y transporte.
- La preparación de la bebida.

Prácticas más comunes que preservan la calidad de la bebida del Café son:

- Siembra de semilla seleccionada.
- Utilización de variedades que produzcan frutos y bebidas suaves.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

- Hacer buenos germinaderos y almácigos.
- Sembrar en suelos y climas óptimos.
- Fertilizar adecuadamente los suelos.
- Controlar las plagas y enfermedades y desyerbar adecuadamente.
- Realizar cosecha selectiva.
- Hacer un óptimo beneficio y almacenamiento del café.

Parámetros de la calidad en el café.

- > Calidad física.
- > Calidad de bebida (sensorial).
- > Calidad higiénica (inocuidad).

El análisis físico del café comienza con la determinación de:

La altura

Se considera que un café de mejor calidad se produce a partir de los 1,000 metros sobre el nivel del mar. Esto se debe a que el proceso de formación y maduración de los granos de café es más lenta, lo cual da como resultado un desarrollo amplio de las sustancias aromáticas y de una acidez deseable en el café.

- Café de altura de mejor calidad
- Café de bajura de menor calidad

El café de altura es generalmente de mejor calidad y por ende debe recibir una mejor clasificación que la del café producido en zonas más bajas.

El modo de elaboración

El café procesado vía húmeda es de mejor calidad

- Café de proceso en húmedo de mejor calidad
- Café de proceso en seco de menor calida

El color

El color de los granos, sirve entre otros, como indicio de la altura de procedencia del café.

- Café de zona alta Color gris azulado
- Café de zona baja Color verde pálido.

Además el color de los granos brinda información sobre el estado de envejecimiento del café

- Café fresco Color verde azulado o verde claro
- Café viejo Color “amarillento” a “blanquedo” El contenido de Humedad, influye en el Color de los granos.
- Café de color Blancuzco
- Aprox. de 15% -14 % de Ho
- Café de color verde azulado
- Aprox. de 13% - 12 % de HO.
- Café de color verde claro.
- Aprox. de 10%- 9 % de HO.

La forma y consistencia.

Independientemente de la variedad del café, existe una relación entre la altura de procedencia y el tamaño del grano:

- Café de altura de menor tamaño
- Café de zona baja de mayor tamaño

Otro factor de importancia es la forma de la ranura del grano, ya que es un indicador adicional para la determinación de la calidad del café:

- Café de altura de ranura cerrada
- Café de zona baja de ranura abierta

Es la relación entre la masa y el volumen del grano la solides, la compactación, la densidad del grano. Los granos de café fresco, con un contenido de humedad ideal de un 12 %, se caracterizan por tener una capa cornea, que le

dan consistencia. Si la consistencia de la masa es quebradiza y de un color blanquecino es indicio de que el café es viejo y blanqueado.

Cafés de zonas altas de mayor consistencia

Cafés de zonas baja de menor consistencia

El olor

El olor es un parámetro importante en la determinación de la calidad del café El olor de un buen café debe ser a limpio y fresco Los olores inadecuados más fáciles de identificar en el café verde son:

- Olor a sobrefermento
- Olor a tierra o moho
- Olor a sucio
- Olores ajenos al café

Físicamente un buen café se caracteriza por:

Un color verde gris azulado, ranura cerrada e irregular Consistencia dura, Olor limpio y fresco, Pocos defectos.

➤ **Características físicas medibles.**

Tamaño

La distribución del tamaño permite llegar a la conclusión de eventuales mezclas de café de diferentes procedencias. Una muestra de café de una sola procedencia se caracteriza por la homogeneidad de los granos. La homogeneidad del tamaño de los granos es un indicio en el café de calidad. Para esta evaluación se utilizan los tamices con 100 gr. de muestra aproxi.

Densidad

La densidad de la masa de los granos es un indicio importante para determinar la procedencia y la edad del café.

El café Fresco procedente de altura tiene como característica una estructura del grano más densa que la del café originario de lugares de producción más bajos o de café viejo Esta evaluación se realiza en un laboratorio a través del método del peso por litro.

Humedad

Para garantizar la calidad del café no se debe pasar del 12% de humedad. Humedades mayores para almacenar o comercializar el café, ocasionan que:

El café pierde rápidamente su característica original de taza.

Aumenta el crecimiento de microorganismos (hongos, bacterias, mohos).

Ciertas actividades fisiológicas de post cosecha (como la respiración) se realizan con mayor intensidad y el grano consume energía propia de su materia seca liberando calor. El café con un contenido de humedad adecuado (12 %), preserva mejor y por más tiempo las características de calidad en taza (hasta por 6 meses después de su elaboración).

Al contrario, un café con un contenido de humedad alto, pierde su calidad

Original rápidamente (alrededor de 2 meses). Para la medición de la humedad del café se utiliza equipos medidores o evaluadores de humedad. Pero debido a que los equipos de medición no siempre están al alcance de los productores, existen algunos métodos físicos de comprobación de la humedad tradicional:

- > A través del color.
- > A través de la consistencia del grano.

2.12. CONTROL DE CALIDAD DEL CAFÉ.

El Beneficio húmedo

El Control de Calidad de café debe de iniciarse desde el corte de cereza, tomando cuidado de cortar las cerezas maduras y sanas, por separado a las cerezas dañadas.

Hay que tener mucho cuidado con los siguientes precauciones:

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

- Se deben realizar tantas pasadas como sean necesarias para estar cortando solo cerezas maduras, o sea de color rojo encendido.
- Se deben llevar dos recipientes para separar las cerezas buenas de las verdes, manchadas y secas.
- Se debe evitar cortar hojas, ramas o cualquier otra impureza.
- No se deben mezclar los frutos levantados del suelo con las cerezas maduras que se han cortado.
- No se debe cortar más cerezas de la que se pueda despulpar el mismo día.

Dentro de los factores principales que influyen en la calidad del café, el beneficio húmedo es uno de los más importantes. Independientemente de que los otros trabajos de manejo de abonos orgánicos, de conservación de suelos, de podas y sombra y del control de plagas sean buenos o muy buenos, el beneficio húmedo juega un papel determinante en la calidad final de su café. En esta fase, toda la calidad que se ha ganado en el campo puede echarse a perder si no se llevan cabalmente los pasos del beneficio húmedo.

Las etapas o pasos que se dan para el proceso de beneficio húmedo son: corte, recepción, clasificación, despulpado, fermentación, lavado, oreado, secado, y clasificación, para el almacenaje. Todo esto se logra en un tiempo promedio de 50 horas.

La recepción

Se debe realizar en tanques con agua limpia. Por la flotación se puede separar los granos verdes, vanos y secos, así como otros objetos de poco peso. El café sano y de desarrollo completo se va al fondo dándose aquí la primera clasificación dentro del beneficio. Como el café es un producto de fácil contaminación, es indispensable cuidar la limpieza del agua utilizada tanto como de tanque y maquinaria.

Mantenimiento de la Despulpadora:

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Para iniciar, su despulpadora debe de estar en buen estado y bien ajustada al tamaño del grano del café.

Preparación para el Despulpe.

Antes de iniciar el despulpe del café, se deben meter las cerezas cosechadas en un recipiente con agua y se les removerán. Los frutos dañados por broca, los secos y los vanos flotarán y permiten su separación. Con esta acción --la limpieza-- se inicia el beneficiado del café.

Tiempo entre Corte y Despulpe:

Después de cortar la cereza madura, se debe despulpar en menos de 24 horas. De lo contrario el café empieza a perder humedad y a descomponerse.

Fermentado del Café:

El proceso de fermentación es uno de los más importantes para asegurar una buena calidad del grano, ya que si le falta o sobra tiempo se afectará el sabor del café en la taza del consumidor. Al vender el café al extranjero el comprador hace una prueba y si se notan defectos en el fermentado el café se castiga en el precio y puede hasta dejarse de pagar, por lo que es importante que se ponga mucha atención en el proceso de fermentación.

Una vez despulpado el grano, debe ser colocado en tanques de madera o cemento, debiendo evitar fermentar en bolsas o costales de plástico, ya que éste material se enfría por los lados y se calienta más en el centro, dando por resultado un fermentado desigual, pasándose de tiempo en la parte central y faltando en los lados, lo que ocasiona que baje la calidad del grano.

Tanque para la Fermentación.

El tanque de fermentación debe ser adecuado a la cantidad de recolección de cereza. Esto permitirá una fermentación uniforme del café recolectado y

despulpado en un solo día. De preferencia, la fermentación se hace en ausencia de agua, porque el agua retarda la fermentación.

Tiempo de fermentación.

El tiempo de fermentación en los tanques debe ser adecuado al clima o medioambiente del lugar.

- Para zonas frías, se lleva aproximadamente 24 horas.
- Para zonas calientes, se lleva aproximadamente 16 horas.

Lavado del Café.

Se conoce que ya está listo el café para lavarse cuando se toma un puño de café y se frota entre los dedos suena como si se estuvieran apretando piedras o guijarros de río; o bien, si se hace un hueco en el montón de café, las paredes quedan firmes y no se vuelve a tapar solo. Una vez fermentado se procede a lavar bien el mucílago.

Calidad de Agua.

El agua con la que se lavará el café debe ser muy limpia para no contaminar el grano. El agua no debe tener cloro o sustancias que dañan el café. El lavado del café tiene el objetivo de liberar al grano de la capa gomosa y viscosa y al mismo tiempo limpiar el café de las impurezas como basura y cáscaras que pasaron a través de la despulpadora.

2.12.1. Control de Calidad por Parte de los Receptores.

La recepción y compra del café de los socios en pergamino se hace en base de muestras representativas y pruebas de catación a fin de tener la seguridad de que se está comprando un café sano, clasificado por su calidad, limpieza y rendimiento, cuidando los siguientes consejos.

En el mercado internacional no se aceptan cafés que presentan los siguientes defectos o daños. Y en el mercado nacional, el precio que alcanza el café es

muy inferior, motivo por el cual deberá el receptor debe rechazar el café. Si los receptores caen en la tentación de recibir el café en base de favores a los amigos y familiares y no en base de la estricta control de calidad, se baja el rendimiento en el procesamiento del café, y a quien se golpe es a la organización misma.

La recepción y compra del café de los socios en pergamino se hace en base de muestras representativas y pruebas de captación a fin de tener la seguridad de que sé está comprando un café sano, clasificado por su calidad, limpieza y rendimiento, cuidando los siguientes aspectos:

A. Que el Café no Tenga Olores Extraños

Taza Sucia: Café que no alcanzo su punto de fermentación.

Meloso: Café que no fue bien lavado y conserva adheridas sus mieles

Sabor a Tierra: Café que fue recolectado del suelo, procesado con agua sucia o tendido a secar en patios sucios.

Moho: Café que se dejó falto de secado con más del 12 % de humedad, esto también origina que el grano pueda blanquearse.

Olor a Humo: Café que al secarse le penetró humo de la combustión a la secadora, esto sucede principalmente cuando se usan hornos de fuego directo. Aquí también puede contaminarse con olor a diésel, puede sucederle este mismo daño al café que se almacena cerca de lugares donde se produce humo.

Olor a Pescado: El café adquiere este olor cuando estando mojado o húmedo permanece amontonado por mucho tiempo sin ser oreado o secado.

Fogueado: Café acelerado en su secado con altas temperaturas o cuando no se carga una secadora a su capacidad, o porque es pasado de sol en los patios.

B. Que el Café se Encuentre Limpio.

Hay que verificar que el café que se recibe no muestra exceso de los siguientes defectos visibles en la forma del café:

Exceso de Bola: Un café que no se le dio su tratamiento de despumillado por falta de clasificación en el tanque sifón de recepción o a la salida de la despulpadora.

Café Mordido: Café que al pasar por las máquinas despulpadores mal calibradas sufre una fuerte frotación por los discos.

Secado Disparejo: Le sucede al café que no tiene circulación dentro de las secadoras porque sus interiores no tienen comunicación o por carga excesiva de la máquina, o por falta de movimiento constante en el patio de secado.

C. Que el Café no esté Mal (sobre) Fermentado

Esto se origina si se deja a los frutos sin despulpar por más de 24 horas después de su corte, o si ya una vez despulpado se deja por exceso de tiempo en los tanques de fermentación. También puede adquirir un olor a fermento e café que es pasado a tanques que no fueron bien lavados y conservan residuos de mucílago o granos fermentados.

El café mal (sobre) fermentado adquiere un fuerte sabor agrio que se detecta en la tasa, y que afecta la calidad. Una mala fermentación es el defecto **más castigado** en el precio que se recibe por su café. Se puede detectar el café mal fermentado por su color rojizo en pergamino.

D. Que el Café se Encuentre en su Punto de Secado

El punto de secado del café debe estar a 12%, o sea, ni completamente seco, ni húmedo. Si el café está pasado de seco, se pierde su calidad y al pasarlo por el morteador se les quiebra en pedazos. Pero la prueba final será siempre el rendimiento que logra el café mismo durante el procesamiento en beneficio seco, o sea después de quitar el cascabillo y eliminar los defectos.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Los cafés de buena altura y un cuidado estricto en el control de calidad durante el acopio pueden lograr un rendimiento de 84 %. Un café de poco rendimiento solo resulta en pérdidas económicas al momento de la venta y al final el fracaso de la cooperativa.

Exigencias de Calidad de Exportación:

- > Calidad Europea 1.5 - 2 % defectos (5 imperfecciones)
- > Calidad Americana 5-6 % defectos (21 imperfecciones)
- > Café Primero Lavado (más de 21 imperfecciones)

2.13. COMERCIALIZACION E INDUSTRIALIZACION.

2.13.1. Comercialización

La industrialización final del café es la transformación del café oro en café tostado, molido y soluble. El café oro debe salir del beneficio seco clasificado por tamaño, forma y grado de humedad, en este paso se evidencian las diferentes calidades.

A partir de aquí, el flujo de café verde hacia su segundo proceso de industrialización comienza con la selección que los fabricantes hacen de las calidades de café verde que quieren mezclar a fin de producir el tostado y molido específicos del sabor y aroma propio de cada marca de café en el mercado. La materia prima en la industria del café para consumo directo siempre reúne varias calidades de café verde, que adecuadamente mezcladas darán el sabor, el aroma y el cuerpo deseados. La siguiente etapa es la descafeinización o directamente la torrefacción, es decir, el tostado del café verde u oro. Además de su consumo final en el mercado interno e internacional, el café también puede utilizarse como insumo en la industria. En el primer caso implica la venta en grano o molido, ya sea cafeinado, descafeinado, mezclado con azúcar, etcétera, o después de un proceso ampliado que implica la torrefacción, molienda, evaporación y aglomeración, su venta como café soluble. Como insumo, el grano es sometido a otro proceso para extraerle la

cafeína, misma que es usada por empresas refresqueras y farmacéuticas, aunque en una proporción mucho menor que para su consumo directo, y sin recurrirse a la torrefacción. La articulación agricultura-industria es ineludible. Aun cuando las unidades no estén configuradas de esa manera, dicha integración se da en el proceso de producción, pues el fruto requiere del proceso industrial para ser manejado en la comercialización y en el consumo, de manera que podemos tratar a la cafecultura como a una actividad agroindustrial (Aguirre, 1999).

Las cooperativas, a pesar de producir café de excelente calidad, la mayoría de sus miembros carecen de las habilidades técnicas y conocimientos administrativos y gerenciales para operar en el mercado internacional. Es por ello que, para mejorar la competitividad de las mismas y disminuir sus costos de transacción, se requiere de incrementar la demanda, eficientar sus procesos y mejorar la calidad de su producto.

Analizando la cadena de valor se pueden identificar estrategias más efectivas para que una empresa cafetalera logre una mejor posición competitiva. En el sector cafetalero podría ser alcanzado por tres diferentes caminos:

- Ø Mejorando la tecnología para producción del grano con calidad y sin afectar el costo, a través de procesos de modernización.
- Ø Agregando valor al proceso local, durante la transformación del producto.
- Ø Integrando más funciones de la cadena de valor, como la industrialización o la exportación directa, en lugar de hacerlo a través de comercializadoras, conocida como transformación funcional (Millar, 2005).

México es uno de los principales productores de café en el mundo, y sin embargo, el consumo de café en nuestro país es uno de los más bajos a nivel global. Esto implica que la mayor cantidad de café producido tiene que exportarse, lo que produce una gran vulnerabilidad por la dependencia de las condiciones del mercado que es influenciado cada vez más por causas externas a la simple oferta y demanda.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Para reducir la dependencia de los productores de café de las condiciones del mercado internacional, que es controlado por un número cada vez más pequeño de grandes corporaciones transnacionales, se ha venido realizando en México un trabajo de promoción del consumo interno de café, que permita en el mediano plazo colocar un mayor volumen de café en nuestro país. La idea es poder aumentar el consumo que en la actualidad es de menos de 600 gramos por persona por año, a un nivel semejante al de Brasil que es de 3 kilogramos. Esta situación llevaría a que cerca del 30% del café exportable dejaría de venderse al extranjero, con lo cual se obtendrían mejores condiciones de venta para los productores.

La comercialización interna consiste en la negociación del café entre productor y agente comercializador. Los productores pueden comercializar su café en estados de: verde fresco, uva fresca, cereza seca y pergamino seco, estos cafés son sujetos a un rendimiento de comercialización establecido por la Ley de pesas y medidas.

La comercialización del café la efectúan los productores, con base a las disposiciones emanadas para la comercialización externa, si ésta se realiza sobre la base de cupos, el productor debe vender sobre esa referencia, si no existe regulación puede vender como lo desee.

La industria intermedia del café, como se le denomina a los beneficios, juega un papel básico en el proceso de producción y comercialización del café verde, debido a que el buen uso y manejo del beneficio de café permite obtener un producto final de calidad, como lo demandan los consumidores.

La AMECAFE representa institucionalmente al sector cafetalero de México y ofrece servicios en materia de exportación, comercialización, mejoramiento de la producción, evaluación e información sobre café y participa como el principal Agente Técnico del Gobierno en los programas de fomento a la cafecultura.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

También se encarga de promover la producción del café de México, su procesamiento y comercialización a nivel local, regional, estatal y nacional, así como fomentar el consumo del café mexicano a nivel nacional e internacional.

2.13.2. Industrialización

El proceso que transforma el fruto ya cosechado y hace posible que el café llegue al consumidor.

Torrefacción o tostado de café.

El arte de transformar nuestro producto para la comercialización.

La torrefacción consiste en tostar el café por medio del calor, las técnicas usadas tratan de que en este proceso se realice el mínimo deterioro, tanto del aroma, el sabor y en el cuerpo del café.

El café al tostarse pierde peso y esto 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°C y 180°C los granos adquieren tonalidades como el pardo claro al marrón y es cuando los granos se hinchan y de la ranura brotan aceites volátiles, un aroma bastante agradable emana 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, es el momento justo de retirar el café del tostador.

Una vez logrado el punto de tostado deseado el café pasa de la tostadora a un plato de enfriamiento que mediante un muy eficiente aspirador de aire logra bajarle al grano la temperatura niveles muy cercanos a la temperatura ambiente para que luego se almacene en silos con el fin de que termine de refrescar.

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 debemos tener mucho cuidado antes, durante y después de tostar el café.

Operación previa a la torrefacción.

- > Antes de tostar el café es necesario trillar y limpiar el grano, retirando impurezas o materiales extraños y además se deben eliminar los granos defectuosos.
- > Precalentar la tostadora para que el tueste sea parejo
- > Qué el café verde tenga la humedad entre el 12 y el 13%
- > Que sean graos sanos y del mismo tamaño; de no ser así, se tostarán disparejos.

Mezclas de café verde.

A una mezcla de varias clases de café verde, es común denominarla con el nombre en inglés: BLEND.

El gusto de un tipo de café puede variar en función de diferentes circunstancias, tales como la especie botánica (Arábica o Robusta), la variedad (Typica, Caturra, Blue Mountain...) las características del suelo, la altura, el momento de la recolección, el tratamiento.

- Los blends de café han de servir para obtener un producto adecuado al objetivo que queremos conseguir.
- Los granos de café de los distintos orígenes se mezclan entre sí para obtener un café equilibrado en cuerpo, aroma y acidez.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

- Tener bien claro el tipo de bebido que se quiere obtener para regular el tostado.

Técnica de torrefacción.

Todas las cargas deben tostarse a la misma temperatura

Tomar muestras constantemente hasta que veamos que alcanza el tueste deseado

Controlar el tiempo de tostado, la temperatura y la velocidad del aire interior de la tostadora.

Después de tostar.

Debemos enfriar poco a poco los granos recién tostados, pues si se pasan de inmediato al molino, la fricción o choque entre los granos provoca calor y puede quemar el café.

Limpiar el equipo después de que se terminó de tostar el café de otra calidad.

Características del café tostado

Para saber si un café fue bien tostado se observa su apariencia, ésta debe ser:

- Granos de color uniforme, es decir, que la gran mayoría de los granos tengan un mismo color.
- La expansión del grano.
- Cuando el grano se tuesta comienza a inflarse.
- En un buen tostado casi todos los granos deben inflarse igual.
- La ranura del grano del café debe estar abierta pero no rota
- El grano de café debe estar arrugado.

Grados de tostado del café

Existen varios tipos o grados de tostado que el mercado pide según el gusto de los consumidores de café.

Estos grados de tuestes son:

Grado 1. Tueste claro, también conocido como tueste a la Canela.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Grado 2. Tueste regular, llamado también tueste americano, medio o rápido.

Grado 3. Tueste fuerte, le dicen continental, francés y oscuro.

Grado 4. Tueste extra fuerte, conocido como expreso, Express o muy oscuro.

Grado 5. Tueste turco, también llamado árabe, griego o mediterráneo.

Dependiendo de la técnica de tostado y tuestes se obtienen las siguientes cualidades y características en el producto.

Los tostados más ligeros tienen más acidez y son de mucho cuerpo, mientras que los tostados más oscuros tienen poca acidez y son ligeros de cuerpo.

Los tostados oscuros tienen un ahumado e intenso sabor que los tostados ligeros no tienen.

Mientras que el tostado de café en grandes compañías comerciales es una simple ciencia, los tostadores de café especial utilizan el arte y la ciencia para lograr conseguir el punto óptimo de tostado.

El café tostado, en tanto no sobrepase un contenido de humedad de 6 por ciento, no presenta problemas de deterioro o descomposición, no obstante, dado que algunos de sus componentes son volátiles los expertos recomiendan que de preferencia se consuma recién tostado o se adquiera solamente la cantidad que utiliza en períodos cortos (de dos a tres semanas).



Figura No 7 Granos de café tostado

Fuente: <http://elorbe.com/portada/07/28/chiapas-primer-productor-de-cafe.html>, 2014.

2.14 Cambios físicos y químicos durante el tostado.

Cambios físicos

Los cambios físicos que se dan durante el proceso de tueste se concretan en el color, forma, volumen, masa, humedad y densidad del grano. La carne de un grano de café está formada por aproximadamente un millón de células. La estructura celular tiene numerosas cavernas y se endurece hacia el exterior. Thomas Kozirowski, Jefe de Investigación y Desarrollo de Probat lo explica así: “Los cambios más visibles del grano durante el tostado lo son en términos de color. Se transforma de un verde claro a amarillo, después adquiere un color marrón claro y finalmente obtiene un color marrón casi negro. A primera vista el color da al maestro tostador una impresión de la fase de tostado en la que se encuentra.” En cualquier caso, el valor exacto del color no puede ser juzgado únicamente en base a la experiencia visual. Para ello, el café debe ser molido y analizado utilizando un sistema de medición especial, como el equipo medidor de color Colorotte 3b de Probat, que ofrece información exacta sobre el grado de tostado del café.

Cambios físicos más característicos

Pérdida de peso: es consecuencia de una gran parte de agua en el grano del origen botánico, de condiciones de almacenaje, de la técnica de torrefacción.

Aumento de volumen: se debe a la expansión de los gases producidos por la combustión (pirólisis), provocando el desarrollo del volumen que puede incrementar hasta dos veces el volumen del grano verde.

Color: durante la torrefacción el grano de café cambia de color debido a la influencia del calor.

Dureza: depende del grado de tostado. El grano resiste grandes presiones, pero al tostarlo las presiones soportables son menores.

Contenido de humedad: durante el tostado se produce la remoción de gran parte de la humedad presente del café verde que esta entre 10% y 12%.

Algunos cambios químicos

Proteínas: están contenidas originalmente en el café verde son influenciadas por el calor y se transforman tanto que en el café tostado casi ningún residuo puede encontrarse. Estas proteínas se desnaturalizan y parte de ellas son transformadas en ácidos y carbohidratos.

Carbohidratos: se transforman totalmente por la influencia de la temperatura, donde los azúcares presentes en el café verde desaparecen totalmente, debido a la caramelización y a las reacciones de maillard.

Grasas y aceites: las sustancias grasas aumentan durante el tostado y proporcionan una pequeña cantidad de principios volátiles, sin embargo bajo la influencia del calor las materias grasas son liberadas, evidenciándose en la exudación de grano (aceites esenciales).

Ácidos: subsisten parcialmente tras el tueste, estos se forman principalmente a partir de los carbohidratos y desempeñan un papel importante en el aroma y en el sabor de la bebida.

Taninos: se degradan liberando la cafeína que retiene sufriendo así una importante pérdida de masa, debida a la aparición de sustancias volátiles.

Minerales: su principal función es la de catalizar las reacciones de pirolisis y se presentan en el grano en forma de sales orgánicas.

Dióxido de carbono: no existe libre en el café verde y es formado durante la pirolisis.

Molienda: el molido es una combinación de partículas de varios tamaños, producto de la trituración del café tostado en un molino.

Una vez tostado el café, el grano tostado se muele a diferentes granulometrías, dependiendo posteriormente del tipo de cafetera que se utilice para preparar la bebida.

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 el molido fino para preparar café tipo Express.

Grados de molido

- **Molidos gruesos:** Requieren de mayor tiempo de contacto con el agua caliente para la extracción adecuada, molidos finos de menor tiempo. Desde este punto de vista se debe calibrar el molido de acuerdo al tipo de cafeteras que se usaran al preparar la bebida. A través del molido se puede controlar la amargura y la astringencia de la bebida.

- **Molidos más finos:** Permiten mayor extracción de los ácidos lácticos, clorogénicos y la cafeína que dan origen a la amargura en el café.

Existen de igual forma distintos tipos de molido de los granos de café para cada cafetera en particular, esta ayuda a lograr obtener el punto exacto y asegurar un exquisito sabor:

- < Molido grueso: café exclusivamente para hervir.
- < Molido regular: es utilizado para las cafeteras percoladoras, eléctricas o a la lumbre.
- < Molido fino: para cafeteras que utilicen filtros de papel.
- < 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.

El grado de espesor de la molienda tiene un impacto importante en el proceso de elaboración de la bebida y es importante saber combinar la consistencia del grado de fineza del café con el método de elaboración para poder extraer un sabor óptimo de los granos tostados.

Los métodos de la elaboración del café que exponen la molienda de café a agua calentada durante mucho tiempo necesitan que las partículas tengan un mayor grosor.

Los granos que se muelen demasiado para un determinado método de elaboración expondrán demasiada área superficial al agua caliente y producirán un gusto amargo y áspero

En el otro extremo, si se muele poco y se dejan partículas excesivamente gruesas, se producirá un café débil, acuoso y falta de sabor.

El índice de deterioración aumenta cuando el café está molido, como resultado de la mayor área superficial expuesta al oxígeno. Con el aumento del café como

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

bebida de gourmet se ha hecho muy popular moler los granos en casa justo antes de elaborar la bebida y hay disponibles muchos aparatos electrodomésticos que permiten realizar este proceso.

Envasado del café molido.

La finalidad de producir café tostado y molido es venderlo a un precio tal que sea más redituable que 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, el aire o la luz.

El envasado es una técnica fundamental para conservar la calidad de los alimentos, reducir al mínimo su deterioro y limitar el uso de aditivos. Así mismo, el envase preserva la forma y la textura del alimento que contiene, evita que pierda sabor o aroma, prolonga el tiempo de almacenamiento y mantiene la calidad del producto.

Recomendaciones para el envasado del café:

- Cuando el café se tuesta empieza a perder sus cualidades como el aroma y sabor.
- Esta pérdida de aroma y sabor aumenta cuando se muele.
- Por eso es muy importante que el café se empaque en seguida de ser tostado o molido.

Una recomendación para envasar café es el envasado al vacío, que consiste en introducir el producto en una bolsa de plástico o papel de aluminio y extraer la

mayor parte del aire. Se requiere en el envase de láminas que eviten la migración de los constituyentes aromáticos del producto, que también son sensibles al oxígeno.

Tanto para el café tostado como para el molido, es recomendable que los empaques tengan una válvula que permita salir de la bolsa a los gases que suelta el café, de lo contrario el café perderá muy rápido sus cualidades.

2.14. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES U ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ

Las características sensoriales u organolépticas del café se refieren a la acidez, el amargo, el cuerpo, el dulzor y el sabor del café percibidas por el consumidor al probar la taza de café. Todas aquellas características que infieren las condiciones y cuidados brindados al café desde su cultivo hasta la obtención de la bebida. Un café de buena calidad sensorial presenta balance en sus características sensoriales Además, no debe tener presentes ni sabores ni aromas extraños que denoten un deterioro del producto o una contaminación. Cada muestra de café tostado en infusión, presenta características que deben ser reconocidas, descritas y catalogadas. La evaluación sensorial se ha definido como un método científico utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos según la percepción a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el audición (Stone y Sidel, 1993).

2.14.1. Evaluación sensorial.

El uso de paneles de evaluación sensorial que integran a personas con ciertas aptitudes gustativas, quienes son entrenadas por métodos científicos para desarrollar su capacidad de degustación, es una herramienta de reciente introducción en este contexto; a estas personas se les denomina panelistas y debe procurarse que tengan poca o nula relación con la preparación de las muestras, antes y en el momento de evaluar. La evaluación sensorial utiliza

métodos descriptivos y cuantitativos, es una secuencia predeterminada de pasos, donde el catador evalúa el café con los sentidos del olfato, gusto y las sensaciones generales que le produce en la boca. En los descriptivos se determina el buqué, el cual incluye fragancia, aroma, nariz (olor) y resabio (sabor residual); con los cuantitativos se determina la intensidad del aroma, la acidez y el cuerpo de la bebida (Diario Oficial de la Federación, 2002; Pérez , 2005).

En una evaluación sensorial es obligatoria la descripción, la evaluación y el análisis de las siguientes características:

- **Aroma**

Es la primera cualidad que se percibe en el café al olerlo. Es una propiedad organoléptica que describe la impresión olfativa de sustancias volátiles (aldehídos, cetonas, ácidos, esterés.). Es una sensación olfativa pero diferente del olor.

El aroma es captado por los receptores olfativos durante la catación, de tal manera que las sustancias aromáticas suben por el pasaje entre la faringe y la nariz hasta llegar a los receptores olfativos de la nariz. Algunos factores influyen en el aroma como la Altura de procedencia.

- **Acidez**

Se experimenta en la sequedad que el líquido produce en los bordes de la lengua y en la parte de atrás del paladar. Es una característica deseable, apreciada en el café; pues hay una relación positiva entre la intensidad de la impresión acida y la calidad del café.

La acidez es indeseable cuando aparece como agria, picante, acre, astringente o ausente derivadas de inadecuadas prácticas de cosecha y en el beneficio del café. En el café Robusta, se espera una acidez neutra o áspera.

No debe ser confundida con lo agrio.

Algunos factores que influyen en la acidez del café son: La altura, la especie, la edad de los granos, el grado de tostado además de las características del suelo, el microclima, el beneficio.

- **Cuerpo**

Es el parámetro que describe la intensidad del sabor, el impacto del sabor. Es una combinación de estímulos gustativos y aromáticos.

Se percibe en la lengua, con una mayor o menor concentración. Una buena bebida de café presenta cuerpo completo, moderado y balanceado. Las calificaciones de cuerpo muy alto, lleno, sucio o ligero son indeseables en los cafés arábigos.

- **Amargor.**

Es una característica normal del café debida a su composición química, su intensidad depende del grado de torrefacción y de la preparación de la bebida. La especie *Coffeacanephora* (Robusta) presenta amargo más fuerte que el café de la especie *C. arábica*.

- **Dulzor**

Es una característica de los cafés arábigos debido a su composición química y suavidad. Los cafés Robusta son poco dulces.

2.15. PROPIEDADES QUIMICAS DEL CAFÉ.

En el tostado del grano de café, cerca de 1.000 componentes, muchos de los cuales son agentes aromáticos volátiles, emergen de un pequeño contenido de compuestos en el inicio. A pesar de su proporción marginal de solamente un 0,1% del peso del café tostado, el café es considerado como uno de los alimentos más aromáticos. Actualmente, se han identificado unos 850 componentes del aroma, algunos de los cuales sólo existen en

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

concentraciones mínimas, pero capaces de dar al café toques amargos, ácidos o dulces distintivos el proceso de oscurecimiento no enzimático, también conocido como reacción de Maillard, donde el azúcar reductor reacciona con los aminoácidos, tiene una gran influencia en el aroma. Durante el curso de esta reacción, además de otros compuestos, se desarrollan los denominados metaloides, que dan al café su color. Este proceso se ve influido por el calor, y empezando a 140°C el proceso se acelera considerablemente (Manuel Rodríguez).

Existen variaciones importantes en la concentración de estos componentes según la variedad de café y el grado de tostado.

Entre un café Arábico y un robusto la cantidad de minerales varía en un 3% a un 4%, cantidad que se multiplica entre dos y tres veces en los cafés instantáneos. Cuando se habla de la cantidad de cafeína, en la variedad Arábica comprende el 1.2% de la materia seca, mientras que en la robusta comprende el 2.2%. El café tiene además una serie de sustancias que son el potasio, trigonelinas, lípidos y grasas, entre otras, como se refleja a continuación.

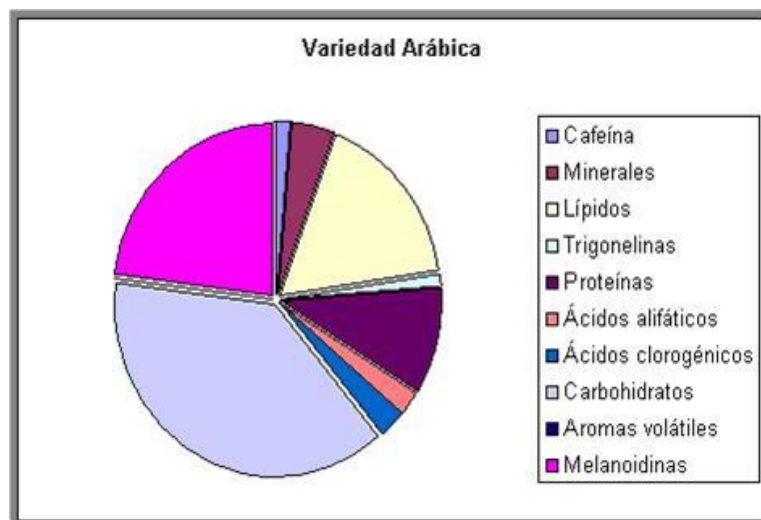


Figura No 9 Componentes químicos en variedad C. Arábica.

Fuente: <http://www.ganando.mx/cafe/organolepticas.php>.

En la variedad Robusta, sus componentes son similares que en la variedad Arábica, la diferencia recae en el porcentaje que contiene de cada uno de estos. Al hablar del café Robusta, la cafeína comprende el 2.2% de la materia seca y el 4,4% corresponde a los minerales. Otros componentes como el potasio, lípidos y proteínas están presentes en un 1.8%, 10% y 11.8% respectivamente. En el siguiente gráfico puede apreciarse más detalladamente.

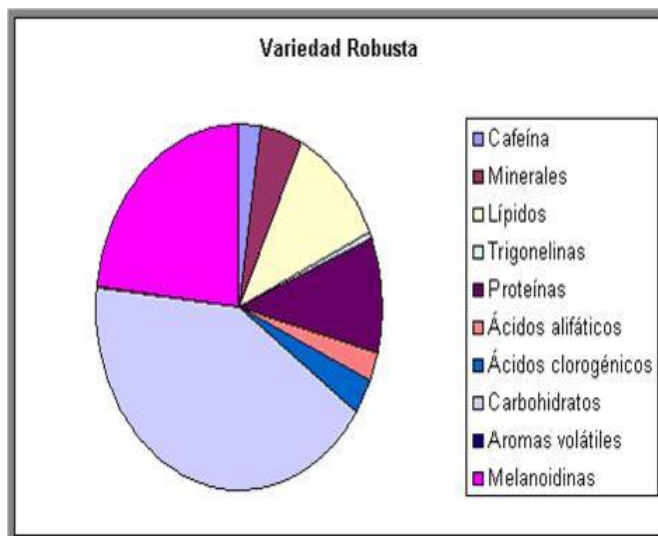


Figura No 10 Componentes químicos en variedad C. Robusta.

Fuente: <http://www.ganando.mx/cafe/organolepticas.php>.

La cafeína, que posiblemente es el ingrediente más conocido del café, es relativamente estable durante el tostado. Estudios recientes demuestran que la cafeína no tiene una influencia significativa sobre el sabor amargo del café, tal y como se venía creyendo desde hace años. Algunas investigaciones tratan de saber si la conversión del ácido clorogénico no amargo a lactone amargo es la clave para entender como el amargor emerge. El sabor ligeramente ácido del café tostado se desarrolla durante la pirólisis. La descomposición térmica del ácido clorogénico en el café verde crea fenoles y la descomposición de otros productos de sabor ácido. Una buena parte de los productos que influyen — ácido acético, ácido málico, ácido cítrico y ácido fosfórico— ya existen en el café verde y sus concentraciones varían en función del tipo de grano. Durante

la pirólisis también se forman el ácido fórmico, ácido glicólico, ácido láctico, ácido succínico, y otros ácidos. El ácido clorogénico es el mayor componente fenólico del café, pues cada taza contiene de 15 a 325 mg, con un promedio de 200 mg por taza para el café americano; así, estimándose el consumo diario de personas adictas a él se estima entre 0,5 a 1 gramo (Gutiérrez ,2002).

2.15.1. Determinación de compuestos químicos en el café

Con la ayuda de métodos de medición extremadamente complejos, como la cromatografía de gases (GC) o la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), se pueden trazar las reacciones químicas, que a fecha de hoy todavía no han sido detalladas al completo.

La técnica de microextracción en fase sólida (SPME) es una técnica moderna muy versátil que permite el análisis de un amplio espectro de compuestos volátiles de diferente polaridad. El análisis para determinar la calidad del café así como de compuestos volátiles que presenten compuestos se han llevado a cabo por SPME. En el café se encuentran compuestos, tales como, ácidos, esteroides, furanos, cetonas, piridinas y compuestos azufrados, entre otros. Estos compuestos son característicos del aroma de café y pueden marcar la diferencia entre un café de buena y mala calidad.

Los compuestos con enlaces múltiples conjugados pueden ser analizados aprovechando la técnica de espectroscopía ultravioleta de derivadas (Schmitt, 2000), técnica poco utilizada pero que da excelentes resultados. El Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE) utiliza esta técnica para el análisis de cafeína y el análisis resulta tan sencillo como una extracción con agua, sin ningún tratamiento de la matriz (Guzmán 1992). El ácido clorogénico presenta una gran cantidad de enlaces conjugados; responsables de las transiciones $\pi \rightarrow \pi^*$ y de la absorción en la región ultravioleta de este compuesto (Humphrey y Macrae, 1987). En la actualidad, el ICAFFE evalúa la calidad con una serie de métodos que involucran variables físicas y químicas; como el contenido de humedad,

extracto acuoso, extracto alcohólico, la cantidad de cafeína y de azúcares (Norma Oficial de Métodos de Análisis de Café 1999). Siguiendo la tendencia de evaluar la calidad del café por sus propiedades químicas y aprovechando la técnica de espectroscopia ultravioleta de derivadas, se propone aplicar esta metodología al análisis de ácidos clorogénicos. En esta forma; haciendo uso de un procedimiento de análisis único se lograría determinar el contenido de cafeína y ácidos clorogénicos en el café (Dina Solís y col, 2005.)

2.15.2. Importancia y beneficios a la salud

Estudios recientes indican que algunos constituyentes del café, como la cafeína, los ácidos fenólicos (derivados del ácido clorogénico), los compuestos formados durante la reacción de Maillard (melanoidinas) y ligninas, poseen propiedades antioxidantes (Votavova , 2009). Los antioxidantes evitan que se produzcan daños tisulares por radicales libres, actuando al reducir su formación o eliminarlos una vez originados. De esta forma, se pueden reducir las enfermedades asociadas al estrés oxidativo como la diabetes, la neurodegeneración, las enfermedades hepáticas, cardiovasculares y cáncer (Hwang y Bowen, 2007). En individuos adultos, las bebidas derivadas del café, constituyen el 64% de la ingesta total de antioxidantes. A pesar de que existen otros alimentos con una cantidad mayor de antioxidantes que el café, la frecuencia y volumen del consumo del mismo, lo convierten en la fuente dietaria principal de antioxidantes (Svilaas, 2004).

CAPITULO III

III.METODOLOGÍA.

3.1. Localización y obtención de muestras

El Análisis físico, tostado y molido de las muestras de café se realizó en las instalaciones del laboratorio de La organización “comonyajnop tic” que está ubicada en la colonia Nuevo Paraíso que se localiza en el municipio de La concordia Chiapas. La región se localiza a una altitud media de 683 m.s.n.m. Cuenta con una población total de 460 habitantes (INEGI 2010), de los cuales 224 son mujeres y 236 hombres. Cuenta con un total aproximado de 101 viviendas.

La segunda etapa del análisis químico y la evaluación sensorial se realizaron en las instalaciones del laboratorio del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos que corresponde a la división de Ciencia Animal en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila, México.

La segunda etapa del análisis químico se realizó en los laboratorios de Bioprosesos y de Análisis Instrumental del Departamento de Investigación de Alimentos en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC) Saltillo, Coahuila, México.

Las muestras se recolectaron de las comunidades: San Juan Buenavista, San Francisco y Las Violetas, las cuales se localizan en la zona de amortiguamiento de la reserva del triunfo municipio de La concordia Chiapas. El clima predominante es semicálido húmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano. A una altitud media de entre 900-1,119 m.s.n.m. de las cuales se obtuvieron las muestras de café en pergamino de las variedades Bourbon, Árabe y Catimor de la especie *Coffea Arábica*. Se obtuvieron de cafetales que se cultivan bajo sistemas de sombra.

3.2. PROCEDIMIENTOS

3.2.1. Análisis físico

El análisis físico es importante para la determinación de la calidad del grano ya que algunas características varían de acuerdo a la variedad y técnica de cultivo, se tomaron como referencia las normas NMX-F-551-SCFI-2008 café verde – especificaciones, preparaciones y evaluación sensorial y NMX-F-158-SCFI-2008 café verde – inspección olfativa y visual -determinación de defectos y materia extraña.

Esta primera etapa del procedimiento se realizó en el laboratorio ubicado en las instalaciones de la Organización “Comon Yaj Nop Tic”.

Para el análisis físico se necesitaron 500 g de café pergamino pesadas en una balanza Salter, enseguida se eliminó la cascarilla en una Trilladora o Morteadora SIEMENS, además fue necesario calcular el % de humedad de los granos en verde (oro) con el hidrómetro MultiGrain (10.33% Humedad adecuada).

En un área limpia se extiende la muestra facilitando la identificación de los defectos primario y secundarios (agrios brocados, con hongos, sobresecados o algún material extraño), al término de la clasificación se realiza el conteo de granos defectuosos e identificación del tipo de defecto para realizar el llenado del formato (*) y pesar de nuevo el café verde oro y obtener el resultado.

* Fórmula aplicada para obtener el porcentaje de los defectos encontrados en las muestras:

$$W = \frac{M_o}{M} \times 100 \%$$

Dónde:

m_0 : Es la masa total de la materia extraña o los defectos

m : Es la masa en gramos de la porción de prueba

Tostado de muestras

El tostado se realizó en un tostador Ecovedi.

Los tiempos y temperatura de tostado utilizados para las muestras fueron los siguientes:

230g de Café san francisco (árabe): Temperatura de tostado 190°C durante 14.12 min.

244g de Café metik (catimor): Temperatura de tostado 190°C durante 13 min.

250g de Café orgánico (bourbon): Temperatura de tostado 190°C durante 12.27 min.

Al principio de la aplicación del calor, el color de los granos verdes pasa a amarillo, luego a marrón canela. Es en ese momento cuando el grano pierde su humedad. Cuando la temperatura en el interior alcanza alrededor de 200 °C, salen los aceites de los granos. En general, cuanto más aceite hay, más sabor tiene el café.

Durante el tueste, los granos se agrietan de una forma similar a la de las palomitas de maíz que explotan bajo calor. Hay dos momentos de «explosión» que se utilizan como indicadores del nivel de tueste alcanzado. Además pierde peso, alrededor del 15 al 20%, debido en gran parte a la evaporación de su humedad y en menor parte a la pirolisis de algunos componentes.

Después de finalizar el tostado se dejó enfriar unos minutos (se recomienda realizar esto debido q durante el molido existe un fricción entre los granos el cual provoca calor), una vez que las muestras están frías es recomendable moler.

Durante el molido se utilizó un molido medio para cafetera de filtro (goteo) que se utilizó para las evaluaciones sensoriales.

Las muestras se conservaron en bolsas de sello hermetico y en refrigeración a 18°C hasta su análisis.

3.3. Análisis Químico

El café contiene diversos componentes químicos, con diferentes características es por ello que en el proyecto de tesis se utilizó cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) para separar algunos de los componentes presentes en extractos del grano café. Con la cual se pretende caracterizar químicamente algunos de los principales compuestos presentes en las muestras de café usadas en esta investigación.

3.3.1. Preparación de muestras para Análisis Químico.

Se pesaron 50 gr de café molido (balanza analítica digital Explorer Ohaus), en matraces de 500 ml (Erlenmeyer, PYREX), yenseguida se agregaron a las muestras de café contenidos en los matraces, los experimentos se hicieron con tres repeticiones para cada variedad de café.

Agregar 180 ml Acetona por matraz con:

50 g de Café Metik (catimor)
50 g de Café san francisco (árabe)
50 g de Café orgánico (bourbon).

Agregar 180 ml Etanol por matraz con:

50 g de Café Metik (catimor)
50 g de Café san francisco (arabe)
50 g de Café orgánico (bourbon).

Agregar 180 ml Agua por matraz con:

50 g de Café Metik (catimor)
50 g de Café san francisco (arabe)
50 g de Café orgánico (bourbon).

La extracción de los compuestos se realizó durante una semana con agitación cada 24 h, después de este tiempo se realizaron las primeras filtraciones con un embudo y papel filtro # 1 (WHATMAN). Las muestras se guardaron en frascos de 250 ml conservándolos en el congelador con una temperatura aproximadamente de -2 °C hasta el análisis.

Para la siguiente etapa se ocuparon las instalaciones del laboratorio de Bioprocesos del Departamento de Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC).

Se utilizó un rotavapor para eliminar la mayor cantidad de solvente y disminuir el tiempo de secado de cada muestra (YAMATO RE540). Las temperaturas para evaporación de los solventes fue de acuerdo al punto de ebullición de cada solvente empleado, para Etanol 80°C, Acetona 58°C y Agua 100°C.

Al término de la evaporación de cada solvente, la muestra restante se guardó en frascos de 60 ml y se colocaron en una estufa a una temperatura de 60°C durante 3 semanas.

Al término del secado, con una espátula se removieron y trituraron los restos de muestra seca, se guardaron en tubos eppendorf etiquetados respectivamente, en un lugar fresco y seco hasta el momento del análisis.

3.3.2. HPLC

Se pesaron 0.5 mg de muestras seca y fueron homogenizados con 9 ml de agua destilada (dilución de 55.55 ppm), posteriormente el homogenizado fue sometido a movimientos ultrasónicos (sonicador BRANSON 2510) por 15 minutos para solubilizar completamente la muestra.

Con una jeringa estéril de 5ml se inyectó la muestra en viales de HPLC de 1.5 ml, se taparon, etiquetaron.

Se utilizó una columna VARIAN PURSUIT Xrs C-18 (150X4.6 mm, 5µm). Las fases para realizar el gradiente de elución fueron:

A= Metano → lavado

B= Acetonitrilo (absoluto)

C= Ácido acético al 3%

Las muestras inyectadas fueron café de las variedades: árabe, catimor y bourbon.

Se utilizó un flujo de 1ml por minuto (anexo 1) con un volumen de inyección de 10 µL. La longitud de onda empleada fue de 280 nm.

3.4. Evaluación sensorial

Las evaluaciones sensoriales se realizaron con jueces entrenados y semientrenados, mujeres y hombres de entre 19 y 23 años. Se aplicaron pruebas de aceptación 26 panelistas, a cada juez se le proporciono infusión de café de tres muestras diferentes, etiquetadas aleatoriamente. Además se les proporciono la hoja de evaluación con la cual el juez indico el grado de aceptación del café de acuerdo a las características evaluadas.

La infusión se preparó en cafeteras de filtro (goteo), con 24 g de café y 400 ml de agua, en cada sesión se utilizaron las mismas cantidades de agua y café.

Para la obtención del resultado estadístico de los datos obtenidos en la evaluación se utilizó el programa Minitab 16. La prueba de análisis fue la de Kruskal-Wallis.

CAPITULO IV

4 RESULTADO Y DISCUSION

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante el proceso de los tres análisis realizados en el proyecto.

4.1 Análisis físico

El análisis físico se basó en las normas NMX-F-551-SCFI-2008 café verde – especificaciones, preparaciones y evaluación sensorial y NMX-F-158-SCFI-2008 café verde – inspección olfativa y visual -determinación de defectos y materia extraña.

Los resultados de los análisis que se realizaron de las pruebas físicas se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5 datos obtenidos en el análisis físico aplicado a las tres variedades de café.

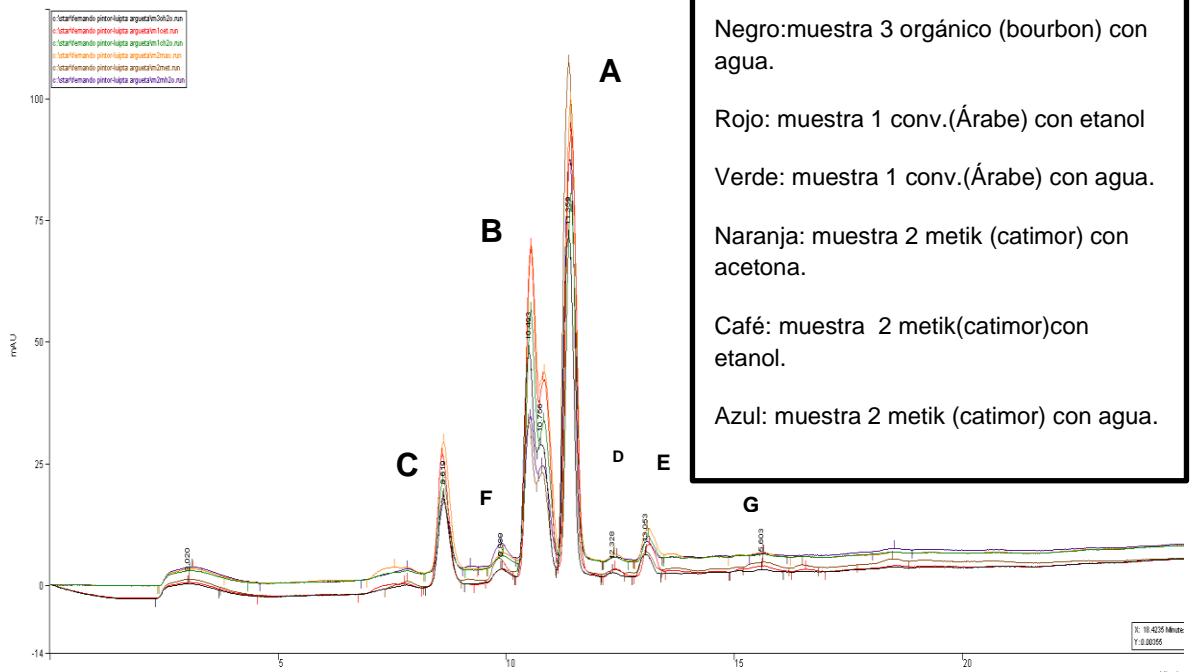
| Gramos de café (verde oro) | Variedad | % de humedad | Total de defectos | % de defectos |
|-----------------------------|-------------------|--------------|-------------------|---------------|
| 251 g de café Metik | Variedad :catimor | 12.3% | 13 granos=7g | 2.7% |
| 250 g de café San Francisco | Variedad: árabe | 11.9% | 20 granos =12g | 4.8% |
| 254 g de café Orgánico | Variedad :buorbon | 10.7% | 9 granos =4g | 1.5% |

Las imperfecciones y el porcentaje de materia extraña son un factor importante ya que se puede afectar la calidad del café en taza de acuerdo a la NMX-F-551-1996 existen dos formas de evaluarse como se describe en el inciso 9.1.4 de dicha norma, por lo que se presentan en los datos obtenidos, el porcentaje de defectos descritos en el cuadro 5. Las muestras se clasificaron de acuerdo al porcentaje de defectos encontrados en las muestras, dichos resultados se presentan en el cuadro 5 el cual presenta que la variedad árabe resulto con mayor porcentaje de imperfecciones con el 4.8 %, con menores porcentajes resultaron las variedades catimor y bourbon del 2.7 y 1.5 %. En su mayoría se encontraron granos agrios, aplastados, mordidos, inmaduros y quebrados, los cuales pueden presentarse por el mal manejo durante el proceso del beneficio, principalmente durante recolección, despulpado y secado del café. No es porque el café sea de mala calidad solo se toma como referencia los resultados obtenidos para clasificarse dependiendo la aceptación que tenga al comprador. Por ello se toma en cuenta que de acuerdo a las normas que establecen los Parámetros de criba más estrictos serán establecidos de común acuerdo entre comprador y vendedor. Los acuerdos comerciales se establecen considerando un (1) método de clasificación, ya sea el número o el % de defectos, no ambos.

4.2 Compuestos químicos

La identificación por HPLC del compuesto fenólico de interés (ácido clorogenico) se llevó a cabo comparando los tiempos de retención obtenidos en las muestras de café comparadas con el estándar correspondiente (figuras 11,12 y 13).

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.



FiguraNo 11. Cromatograma de café, variedades bourbon, catimor y árabe (*coffea arábica*) a 280 nm.

Los picos que se observan en la figura11, corresponden a las muestras analizadas de café metik (catimor), café san francisco (arabe) y café orgánico (bourbon). Las cuales presentaron diferentes tiempos de retención durante su análisis, presento el pico más elevado con un tiempo de retención de A) 11.359 min, seguido de G)13.053 min., F)12.328 min., D)10.756 min., B)10.493 min., E)9.880 min., C)9.619 min.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

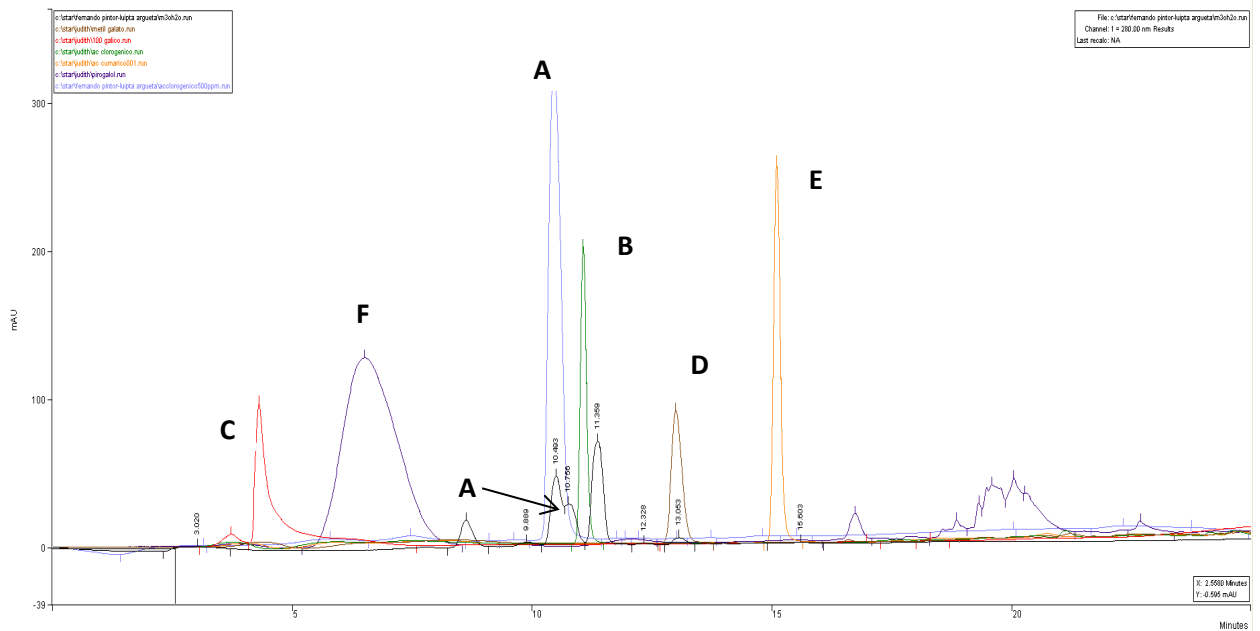


Figura No 12. Cromatograma de estándares de referencia a 280 nm.

Los estándares utilizados para saber qué tipo de compuesto se encontraban en el café son los siguientes:

- A) Negro: Muestra 3 Organico (bourbon) con agua.
- A) Azul: Estándar de Ácido clorogenico 500ppm.
- B) Verde: Acido clorogenico.
- C) Rojo: Galico.
- D) café: Metil-galato.
- E) Naranja: Acido cumarico.
- F) Morado: Pirogalol.

Los resultados obtenidos en el cromatograma se presentan en la figura 13, y de acuerdo a los estándares presentados y comparados en el cromatograma, se detectó el ácido clorogenico con un tiempo de retención de 10.493 ml/min. Comparado con todas las muestras analizadas las cuales tuvieron un tiempo similar de absorbancia para el ácido clorogenico.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

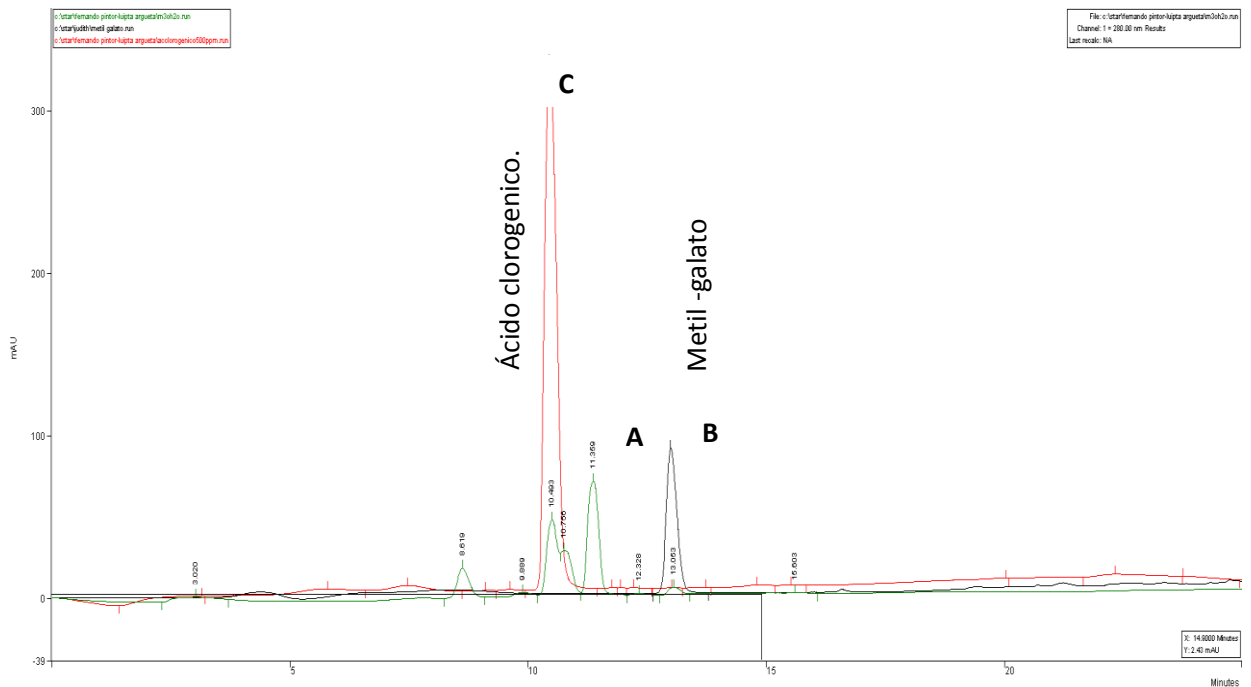


Figura No 14. Cromatograma compuesto fenólico detectado durante el análisis.

La figura No. 14 muestra detalladamente la presencia del compuesto fenólico (ácido clorogenico), el cual es de mayor relevancia en el café analizado, demostrando que no existe diferencia en la composición química en café cultivado, de manera orgánica o convencional (tradicional), de manera que no existe diferencias significativas, aun así es importante tomar en cuenta que un café de mejor calidad tiene mejor aceptación para el consumidor, se debe contribuir al cultivo de café orgánico para beneficio del medio ambiente, mejorar la situación económica de los productores.

El compuesto fenólico nombrado ácido clorogénico fue exitosamente detectado por la HPLC en las tres muestras analizadas.

4.1.1. Ácido Clorogenico

La identificación de los compuestos fenólicos (ácido clorogénico) se llevó a cabo comparándolos con los tiempos de retención de sus estándares correspondientes.

De acuerdo al análisis realizado el único compuesto detectado por la HPLC y de mayor presencia en cada muestra fue el ácido clorogenico con un tiempo de retención de 10.493 min, para las muestras de café orgánico de la variedad bourbon, café metik variedad (catimor), café san francisco variedad (arabe). La identificación del compuesto se llevó a cabo comparándolos con los tiempos de retención de sus estándares correspondientes. La cafeína, que posiblemente es el ingrediente más conocido del café, es relativamente estable durante el tostado. Algunas investigaciones tratan de saber si la conversión del ácido clorogénico no amargo a lactone amargo es la clave para entender como el amargor emerge. El sabor ligeramente ácido del café tostado se desarrolla durante la pirólisis. La descomposición térmica del ácido clorogénico en el café verde crea fenoles y la descomposición de otros productos de sabor ácido. Una buena parte de los productos que influyen ácido acético, ácido málico, ácido cítrico y ácido fosfórico ya existen en el café verde y sus concentraciones varían en función del tipo de grano. Durante la pirólisis también se forman el ácido fórmico, ácido glicólico, ácido láctico, ácido succínico, y otros ácidos. El ácido clorogénico es el mayor componente fenólico del café, pues cada taza contiene de 15 a 325 mg, con un promedio de 200 mg por taza para el café americano; así, estimándose el consumo diario de personas adictas a él se estima entre 0,5 a 1 gramo. El ácido clorogénico, no sólo disminuye por la temperatura de tostado (200°C), sino porque también participa como sustrato en la formación de melanoidinas (Alves, 2010).

4.2. Evaluación sensorial

Se analizaron tres clases de café considerando el nivel de aceptación con el programa Minitab 16. Se empleó la prueba de Kruskal-Wallis.

Para esto se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho = Las tres muestras de café son igualmente aceptables

Ha = Al menos una de las muestras de café es menos aceptable que las otras.

Cuadro 6. Resultados comparativos de los atributos evaluados de las tres muestras de café.

| CAFÉ | Atributos | | | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Olor | Cuerpo | Amargo | Tostado | Acidez | Sabor global |
| Café Convencional (arabe) | 4.100 ^a | 3.400 ^a | 4.100 ^a | 3.200 ^a | 4.400 ^a | 5.000 ^b |
| Café organico(bourbon) | 4.900 ^b | 5.100 ^b | 4.100 ^a | 4.900 ^b | 3.900 ^a | 3.000 ^a |
| Café metik(catimor) | 4.800 ^b | 4.800 ^b | 4.300 ^a | 4.800 ^b | 4.300 ^a | 4.000 ^b |

Datos con diferentes superíndices a-b son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

De acuerdo a los resultado obtenidos (Cuadro No.6), los jueces detectaron que hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en cuanto al olor, cuerpo y tostado la muestra de café convencional (arabé) es significativamente diferentes al café orgánico y metik. En cuanto al atributo de amargo y acidez no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las tres clases de café. En cuanto al atributo de sabor global hubo diferencia significativa entre los cafés siendo el menos aceptado y diferentes estadísticamente ($P > 0.05$) el café orgánico. El café convencional y el metik fueron los más aceptados considerando el sabor global.

El ácido clorogénico, no sólo disminuye por la temperatura de tostado (280°C), sino porque también participa como sustrato en la formación de melanoidinas (Alves et. al., 2010). es importante tomar en cuenta que existe la posibilidad que al realizar el análisis cromatografico en café verde, es posible obtener mejores

resultados debido a que el café en esa etapa no sufre ningún cambio físico-químico como sucede después del tostado.

Según Materska y Perucka, (2005), los compuestos fenólicos producidos por las plantas son el resultado de la adaptación a las condiciones de estrés biótico y abiótico (infección, heridas, estrés por agua, estrés por frío, elevada luz visible). Por lo tanto, las diferencias en la composición fenólica y la actividad antioxidante de los cafés de diferentes orígenes se puede deber a los factores ambientales a los que está sometida la planta de café.

CAPITULO V

5 CONCLUSION

El análisis físico realizado para las tres muestras de café evaluadas permitió conocer las ventajas que tiene producir un café bajo diferentes técnicas como lo es la orgánica y de forma convencional.

La técnica de HPLC permite separar gran variedad de compuestos de polaridad diferente; por lo tanto es una técnica eficiente para determinar la composición química fenólica de las muestras analizadas, facilitando así el análisis de muestras en tiempos relativamente cortos.

De acuerdo a los resultados que se describen en las figuras 12,13 Y 14 obtenidos en el análisis químico el tiempo de retención de ácido clorogénico fue mayor en las variedades de café catimor y bourbon, en cuanto a la prueba de aceptación como se muestran los resultados obtenidos en el cuadro 6 el café con mejor aceptación por el consumidor es la variedad árabe y catimor seguido de la variedad bourbon, concluyendo así que no existe diferencias altamente significativa entre los atributos de ambas muestras sean orgánico o convencional.

CAPITULO VI

6 BIBLIOGRAFIA

Aristizabal, A. y Duque, O. 2006. Determinación de economías de escala en el Proceso de beneficio del café en Colombia. *Cenicafé*. 57(1), pag.17 -30.

ANACAFE 1986. Especie y variedades del café, revista cafetalera No.273, Guatemala pag.36.

Amorim H. V, Malavolta E., Teixeira A., Cruz V. F., Melo M., Guércio M. A., Fossa E.,

Breviglieri o., Ferrari s. E., Silva D. M. 1973. Relationship between some organic compounds of Brazilian green coffee with the quality of the beverage, pp. 113-127.

In: Colloquescientifiqueinternational sur le café, 6. Bogotá (Colombia), Juin 4-9. ASIC

Buenaventura, S. y Castaño, C. 2002. influencia de la altitud en la calidad de bebida de Muestras de café procedente del ecotopo 206b en Colombia. *Revista cenicafé*. Pág., 119 -131.

Bello Mendoza R. 2002. Impacto ambiental del beneficiado húmedo del café. En: Pohlan J. (Ed.). 2002. México y la cafecultura chiapaneca. Reflexiones y alternativas para los caficultores. Aachen, ShakerVerlag. Alemania. 386 pág. 311-320.

Barrera J. y Parra M. 2000. Cafe en Chiapas y la investigación en ecosur. Tapachula y San Cristóbal Chis, MX. Pág. 1-2.

Calle V.H. (1977). Subproductos del café. Chinchiná, Cenicafé, (Boletín Técnico N° 6) 84 p

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Certimex. 1998. normas para la producción y procesamiento de productos ecológico. Certificadora mexicana de productos y procesos ecológicos. Oaxaca, Oax. Mx, Universidad Autónoma de Chapingo, Pag.83.

Clarke R.J., Macrae R. 1985. Coffee. Vol. 1: Chemistry. Elsevier London. Pág. 306.

Cantú P.F, 1975. Antecedentes y generalidades del café, tesis profesional, INMECAFE Xalapa Ver. pág. 17-18.

Carvajal J.L, 1972. Cafeto, cultivo y fertilización. Instituto internacional de la potasa Suiza, pág. 141.

Comisión Nacional del Café, 1985. El café en México, consejos sobre su cultivo. Pág. 130.

Clarke R.J, y Macrae R.1985. Coffe: Chemistry. London: Elsevier Applied science Publishers. V1. Pág. 306.

Chousy, F 1967. El café. Federación cafetalera de américa. El salvador pag. 99.

Dina S. L., y Herrera H.C.,2005Desarrollo de un método de análisis para la cuantificación de ácidos clorogénicos en café.Agronomía Costarricense 29(2): 99-107.

En línea: [http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n02_099.pdf].

Dicovski R.L.M., 2007.situación actual del cultivo de café en las segovias, con énfasis en el estado de la cosecha en finca y la calidad. Nicaragua 2007-2008.Estelí – Nicaragua.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Duarte G, 1977. Primer Simposium sobre el mejoramiento de la producción de café en México, INMECAFE Xalapa Ver. Pág., 20.

Echeverri D., Buitrago L., Montes F., Mejía I., 2005, café para cardiólogos, revista colombiana de cardiología, volumen 11 No.8 pág. 357-365.

Escamilla P., O. Ruiz R., G. Díaz P., C. Landeros S., D.E. Platas., R.A. Zamarripa C., V.A. González h.2005. El agro ecosistema café orgánico en México. Manejo integrado de plagas. (Costa Rica) No. 76. Pag. 5 – 16

Gallignani M, Torres M., Ayala C., Brunetto M., 2008. Determination of caffeine in coffee by means Fourier transforms infrared spectrometry, Tolantavolumen 31 No. 2. Pag, 160-167.

Gordillo D.F., Marín-R.L.F., herrera C.J.A., ArizaC.H. 2004. Estudio de la difusividad térmica de café verde usando la técnica foto acústica de celda abierta. Revista colombiana de física, vol. 36, no.2.

Gutiérrez M. Alfredo 2002. Café, antioxidantes y protección a la salud. MEDISAN.

Goicochea M.J.F., 1971. El café situación general en México. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo. Chapingo México. Pag. 232.

Graner E.A y Godoy C. Jr.1974. Manual do cafeicultor. Editora da Universidade do Sau Paulo, Brasil. Pag. 320.

Huamaní Y.H.,Huauya R.M. 2011, universidad nacional agraria de la selva, evaluación de la condición nutricional del suelo y foliar en cultivo de café orgánico en tingo maría – Perú.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Hernández L., Quiroz K., Medina L., Meza N., 2012, compuestos fenólicos, melanoidinas y actividad antioxidante de café verde y procesados de las especies *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Biotecnia volumen XV, No.1, pág. 50-55.

INMECAFE 1979. Tecnología cafetalera mexicana. Treinta años de experimentación e investigación. Taller Editorial S.A. México.

INMECAFE 1980. Notas para el curso de beneficiado y preparación de café lavados y naturales. Campo experimental Garnica Xalapa Ver. pág. 51.

Manual del cafetalero colombiano 1969. Editorial BEDOUT, Colombia. Pág. 397.

Moguel P. y Toledo V., 1996. El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. Control de ecología UNAM, pág. 40-50.

Moguel P. y Toledo V. M. 1999. El café en México: ecología, cultura indígena y sustentabilidad. Revista El Jarocho Verde 11: 3-12.

Miller J.M., Miller J.C. 1993. Estadística y quimiometría para química analítica. Prentice May, Madrid. 278 p.

Nolasco M., 1985. Café y sociedad en México. Editorial LITOGRAFIA INGRAMEX, S.A. México. Pág. 454.

Nestle –Nathan internacional. Ediciones Universitarias Hispanoamericano S.A. España. Pag. 42.

Norma mexicana NMX-F-551-SCFI-2008, café verde – especificaciones, preparaciones y evaluación sensorial.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Norma mexicana NMX-F-158-SCFI-2008 café verde – inspección olfativa y visual -determinación de defectos y materia extraña.

Ortega A., Borges p., Roncal E., 2007, Caracterización de componentes volátiles en extractos de café, ciencia y tecnología de alimentos, volumen 17 No.2 pág., 54-58.

Orozco C., Cruz A., Rodríguez M., Pohlan A., 2006 Humedad subsuperficial de flujo vertical como sistema de depuración terciaria en el proceso de beneficio de café, higiene y sanidad ambiental, pág. 190-196.

Orozco C.N., Guacas S.A., Bacca T. 2011. Caracterización de fincas cafeteras por calidad de la bebida y Algunas condiciones ambientales y agronómicas. Revista de ciencias agrícolas, volumen XXVIII No. 2 págs. 9 – 17

Osorio L.J.A., 1954. E l árbol turbulento. Imprenta de la republicaBogota,Colombia. Pag.20-39.

Puerta Quintero, G. 1999. Influencia del beneficiado en la calidad del café. Revista cenicafe Colombia. 25-112p.

Puerta, G.I. 2000. Calidad en taza de las variedades de coffearabica. Cultivadas en Colombia. Cenicafé 51(1), 5 19.

Puerta Quintero, G.I. 2001.Factoresde origen y proceso en la calidad y la química del café,Cenicafé. Chinchiná-Caldas-Colombia, pág., 1-6.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Pérez P.JR y Díaz C, S. 2000. La crisis del café causas, consecuencias y estrategias de respuesta. Mexico. Conferencia electrónica del grupo Chorlavi. Pag.3.

Pérez P., E., J. G. Partida S. y D. Martínez P. 2003. Ambiente, manejo agronómico y calidad en café (folleto). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro Regional Universitario Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo. Veracruz, México.

Pérez P., E., J. G. Partida S. y D. Martínez P. 2005. Determinación de las subdenominaciones de origen del Café Veracruz (estudio preliminar). Revista Geografía Agrícola 35 pág. 35-56.

Rosas A. J.; Escamilla P. E.; Ruiz R. O. 2008. Relación de los nutrimentos del suelo con las características físicas y sensoriales del café orgánico, Terra latinoamericana, vol. 26, núm. 4, pp. 375-384

Ruiz B.R., 1978. Resumen de normas técnicas para los cursos de cafeticultura, practica, campo experimental. Garnica, Xalapa Ver. pág. 30.

Rodas R.C., 1981. Manual del beneficio para pequeño y medianos productores del café. Guatemala. Pág.

Solís L., Herrera C., 2005, Desarrollo de un método de análisis para la cuantificación de ácidos clorogenico en café. Agronomía Costarricense, pág. 99-106.

Santoyo C, VH; Díaz C, S; Rodríguez P, B. 1995. Sistema agroindustrial café en México. Diagnóstico, problemática y alternativas. México, universidad autónoma de Chapingo. 157 p.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Solís L.D. 2003. Desarrollo de un método de análisis de ácido clorogénicos en café. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 62 p.

SAGARPA 2007. Sistema agropecuario de consulta. Cultivos perennes 2007-chiapas café cereza/organico 2007. [[http://www.siap.sagarpa.gob.mx/.](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/)]

SAGARPA 2010.escenario actual del café. Pág. 3

SAGARPA 2003. [<http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/chiapas/agricultura/perennes/cafe.html>]

Unicafe (unión nicaragüense de cafetaleros, ni). 2001. manual de caficultura de Nicaragua. Unicafe. Managua, ni. 241 p

Vázquez Hernández L., 2011, Tipificación y caramelización de café mediante métodos instrumentales y quimiometria, tesis maestría en ciencias, pag.1-60.

Vargas P., 2007, Mujeres cafetaleras y producción de café orgánico en Chiapas, El cotidiano, volumen 22, numero 142 pág. 74-83.

Vázquez Landaverde P., PleesElling R., Medina A., Greiser H., Manjarrez B., 2009, Evaluación del efecto de un novedoso proceso de desadifacion en el sabor de granos de café. Tecnología, Volumen 2, No.3 pag.46-53.

Vencis V.P., Quezada M.A., 2010. Del mercado convencional al mercado alternativo: estrategias y retos de la organización tzeltal de productores de café (OTPC), en Chiapas, México.

Café Chiapas, Caracterización Química y aceptación Sensorial.

Villaseñor L. A., 1979. La caficultura mexicana ante la roya del cafeto. publicación del INMECAFE Xalapa Ver. Pág. 37.

Villaseñor L.A., 1982. Problemática de la caficultura mexicana y estrategia para superarla. Tesis profesional Universidad autónoma de Chapingo. Chapingo México. pág. 195.

Villaseñor L. A., 1987. Caficultura moderna en México. Editorial Agrocomunicacion Saenz Colin y Asociados Mexico. Pág. 469.

Zuluaga, J. y Zambrano, D. (1993). Manejo del agua en el proceso de beneficio húmedo del café para el control de la contaminación. Chinchiná, Avances técnicos Cenicafe No 187. pag. 1-4.

Asociación nacional del café (ANACAFE), control de la calidad del café.

[\[https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_ControlCalidad\]](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_ControlCalidad),

Consultado: Noviembre 2013.

Gil S., 2006. PROCAFE

[\[http://www.procafe.com.sv/menu/publicafe/SerieDCn1.htm\]](http://www.procafe.com.sv/menu/publicafe/SerieDCn1.htm), Consultado:

Noviembre 2013.

Paz C.S., 2009. El control de calidad y la catación del café

[\[http://clepaz.over-blog.com/article-la-catacion-y-la-acredita-34550417.html\]](http://clepaz.over-blog.com/article-la-catacion-y-la-acredita-34550417.html),

diciembre 2013.

Ramírez Benjamín, 2011. El café en el consumo humano.

[\[http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/116.pdf\]](http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/116.pdf), diciembre 2013.

www.loyola.edu/justice/documents/commitment2005/panel3_jackels.doc

Capítulo VII

7. Anexo

Anexo 1 Constantes de Tiempo.

| Tiempo | Flujo (ml/min) | % A | % B | % C |
|--------|-------------------|-----|-----|-----|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| 3 | 1 | 0 | 3 | 97 |
| 8 | 1 | 0 | 10 | 90 |
| 13 | 1 | 0 | 20 | 80 |
| 18 | 1 | 0 | 30 | 70 |
| 25 | 1 | 0 | 50 | 50 |