

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Estudio sobre producción orgánica de Café (*Coffea arabica* L.) variedad Bourbon, en San Miguel Panixtlahuaca, municipio de Juquila, Oaxaca, México.



Por:

CARLOS ORTEGA LÓPEZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL.

Buenavista Saltillo Coahuila de Zaragoza, México.

Agosto 2021.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO.

Estudio sobre producción orgánica de Café (*Coffea arabica* L.) variedad Bourbon, en San Miguel
Panixtlahuaca, municipio de Juquila, Oaxaca, México.

Por:
CARLOS ORTEGA LÓPEZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL.

Aprobada por el comité de asesoría:

Dr. Ángel Rumbaldo Cepeda Dovala

Presidente

M. C. Juan Manuel Cepeda Dovala

Asesor

Dr. Pedro Pérez Rodríguez

Asesor

Ing. Marco Antonio Granillo Chapa

Asesor Externo



M. C. Sergio Sánchez Martínez

Coordinador de la División de Ingeniería.

Buenavista Saltillo Coahuila de Zaragoza, México.

Agosto de 2021.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. ANTECEDENTES	11
III. JUSTIFICACIÓN	12
IV. OBJETIVOS	12
4.1. Objetivo general.	12
4.2. Objetivos particulares.	12
V. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO	13
VI. REVISIÓN DE LITERATURA	14
6.1. Origen del Café (<i>Coffea arabica</i> L) y algunas características de la variedad Bourbon.	14
6.1.1. Principales variedades de (<i>Coffea arabica</i> L.) en México.....	14
6.1.2. Variedad Típica.....	15
6.1.3. Variedad Bourbon.....	15
6.1.4. Variedad Caturra.....	15
6.1.5. Origen de la variedad Bourbon.	15
6.1.6. Características generales.....	16
6.1.7. Clasificación Taxonómica del café Bourbon.....	16
6.1.8. Morfología de la planta.	17
6.1.9. Raíz.....	17
6.1.10. Tallo y ramas.	17
6.1.11. Hojas.	17
6.1.12. Flores.	17
6.1.13. Fruto.....	18
6.1.14. Ciclo de vida de la planta.	18
6.2. Requerimientos ecológicos para la producción del café.....	18
6.2.1. Clima.....	19

6.2.2. Suelo.....	19
6.2.3. Humedad.	19
6.2.4. Luz solar.....	20
6.2.5. Vientos.	20
6.3. Factores determinantes que intervienen en la productividad de un cafetal.....	20
6.3.1. Factores climáticos que intervienen en la productividad del cafetal.....	21
6.3.2. Disponibilidad de energía.	21
6.3.3. Temperatura.....	21
6.3.4. Radiación solar.....	22
6.3.5. Disponibilidad de agua.	22
6.3.6. Factores edáficos que inciden en la productividad del cafetal.....	23
6.3.7. Condiciones físicas.....	23
6.3.8. Textura y estructura.	23
6.3.9. Condición hídrica.....	24
6.3.10. Aireación.....	24
6.3.11. Densidad aparente.	25
6.3.12. Condiciones químicas.	25
6.3.13. Materia orgánica.	26
6.3.14. Potencial de Hidrógeno (pH).....	26
6.3.15. Macronutrientes.....	27
6.3.16. Micronutrientes.....	27
6.4. Alternativas ecológicas y eficientes para el manejo del cultivo de café.....	28
6.4.1. Abonos orgánicos.....	28
6.4.2. Compostas.....	30
6.4.3. Lombricomposta – humus lombriz.....	31
6.4.4. Estiércol.	32
6.4.5. Gallinaza.....	32
6.4.6. Bocashi.	33
6.4.7. Abonos verdes.	35
6.4.8. Cobertura vegetal.	36
6.4.9. Prácticas de manejo del suelo para cultivar el café.....	38
6.4.10. Plantaciones en contorno.....	39
6.4.11. Construcción de terrazas.	39

6.4.12. Establecimiento de barreras vivas.....	40
6.4.13. Manejo de hierbas.....	40
6.4.14. Prácticas de podas del cultivo.....	41
6.4.15. Tipos de podas.....	41
6.4.16. Poda baja o recepa.....	42
6.4.17. Poda alta o descope.....	42
6.4.18. Despunte.....	43
6.4.19. Poda parcial o selectiva por planta.....	43
6.4.20. Manejo agroecológico de plagas.....	44
6.4.21. Roya.....	44
6.4.22. Broca del café.....	46
6.4.23. Fumagina.....	48
6.4.24. Antracnosis del café.....	49
6.5. Determinación, control y calidad del café.....	51
6.5.1. Cosecha.....	51
6.5.2. Beneficio húmedo.....	52
6.5.3. Beneficio seco.....	53
6.5.4. Tostado y molido del grano.....	53
VII. CONCLUSIONES.....	54
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	55
IX. ÍNDICE DE CUADROS.....	62
X. ÍNDICE DE FIGURAS.....	63
XI. ANEXOS.....	64
Anexo A. Composición de la lombricomposta.....	64
Anexo B. Compostaje de los residuos de la finca.....	65
Anexo C. Glosario de términos.....	66

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme todo el apoyo durante mi formación académica.

Al director de la Monografía Dr. Ángel Rumualdo Cepeda Dovala por todas sus enseñanzas, por su apoyo incondicional durante la realización de este trabajo. Un gran profesor, un gran Amigo y un gran consejero de vida, muchas gracias.

A los sinodales: M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala y el Dr. Pedro Pérez Rodríguez por la aceptación y el tiempo dedicado para la revisión de este trabajo.

Al Ing. Marco Antonio Granillo Chapa por brindarme su apoyo durante la realización de este trabajo, un gran amigo (Gracias Grillo).

A mis profesores del Departamento Ciencia del Suelo que contribuyeron en mi formación académica, durante mi estancia en la UAAAN.

El camino de Dios es perfecto; la palabra del SEÑOR es intachable. Escudo es Dios a los que en él se refugian.

2 Samuel 22:31.

DEDICATORIA

A Papá Dios por cuidar cada uno de mis pasos y por guiarme en el camino durante estos veinticinco años de vida.

A mis padres Antonino Ortega Mendoza y Leonor López García por todo su apoyo y su amor incondicional.

A mis hermanos, Juvenal, Fidel, Noé, Fermín, José Guadalupe y Daniel por acompañarme siempre en cada etapa de mi carrera y de mi vida, gracias a todos ustedes.

A mi compañera Briseida Abigail por estar a mi lado y por darme la fuerza para seguir cumpliendo mi metas y sueños.

A mis amigos Yoni, Zabdiel, José, Esaú, Diego y Ameyalli por su apoyo durante mi carrera.

Y a mí Angelito que está en el cielo Abel Ortega López.

Instruye al niño en el camino correcto, y aún en su vejez no lo abandonará.

Proverbios 22:6.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO.

Estudio sobre producción orgánica de Café (*Coffea arabica* L.) variedad Bourbon en San Miguel Panixtlahuaca, municipio de Juquila, Oaxaca, México.

Por:

CARLOS ORTEGA LÓPEZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL.

ASESORES

Dr. Ángel Rumualdo Cepeda Dovala

M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala

Dr. Pedro Pérez Rodríguez

Ing. Marco Antonio Granillo Chapa

RESUMEN

El cultivo del café depende en gran medida de los recursos hídricos y de las condiciones externas para su desarrollo; en diversas regiones del país los cafecultores se enfrentan a constantes retos en el manejo de plagas, enfermedades, costo elevado de insumos, degradación de los suelos, fluctuación del precio del café, entre otros aspectos. En la presente monografía se realizó un estudio técnico y ambiental sobre los requerimientos en la producción orgánica del café, detallando la importancia del manejo de las labores culturales de cultivo y como estos factores influyen en su producción; esto con el fin de ayudar a los productores a encontrar soluciones prácticas así como brindarles los conocimientos necesarios en el manejo del cultivo del Café (*Coffea arabica* L.) variedad Bourbon en producción orgánica, la cual representa una alternativa sustentable en las labores agrícolas y ambientales en San Miguel Panixtlahuaca, municipio de Juquila, Oaxaca, México.

Palabras clave: Café, *Coffea arabica* L., variedad Bourbon, producción orgánica, manejo..

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO.

Estudio sobre producción orgánica de Café (*Coffea arabica* L.) variedad Bourbon en San Miguel Panixtlahuaca, municipio de Juquila, Oaxaca, México.

Por:

CARLOS ORTEGA LÓPEZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL.

ASESORES

Dr. Ángel Rumualdo Cepeda Dovala

M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala

Dr. Pedro Pérez Rodríguez

Ing. Marco Antonio Granillo Chapa

ABSTRACT

The cultivation of coffee depends to a great extent on water resources and external conditions for its development; In various regions of the country, coffee growers face constant challenges in the management of pests, diseases, high cost of inputs, soil degradation, fluctuation in the price of the commodity, among other aspects. In this monograph, a technical and environmental study was carried out on the requirements in organic coffee production, detailing the importance of managing cultural cultivation tasks and how these factors influence its production; All the above stated in order to help producers to find practical solutions, as well as provide them with the necessary knowledge in the management of the cultivation of Coffee (*Coffea arabica* L.) Bourbon variety under organic production, which represents a sustainable alternative in agricultural and environmental work in San Miguel Panixtlahuaca, municipality of Juquila, Oaxaca, México.

Key words: Coffee, *Coffea arabica* L., Bourbon variety, organic production, management.

I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los cultivos de enorme trascendencia más importantes del mundo, en seguida de la producción del petróleo, el café se encuentra dentro de los diez primeros productos con mayor valor en el mercado internacional, dando una importancia en el ámbito económico, social, cultural y ambiental en todo México.

En los últimos años la exportación del café ha generado en México divisas por alrededor de 700 millones de dólares anuales, siendo así que en México existen alrededor de 283 mil pequeños productores de café que se distribuyen en 56 regiones de 12 estados del país; cabe recalcar que más del 60 % de los cafecultores en el país, de las 4,500 comunidades productoras de café, son indígenas. (Gómez, M. B. 2004).

La producción del café arábica y robusta en México ha abarcado un 98% del total de la producción anual, siendo Chiapas el primer productor nacional de café con una participación de 34.8%, Veracruz con 25.2%, Oaxaca y Puebla con un 28%, por lo que 4 estados aportan el 88% del total nacional. (Wong-Paz, J. E., *et al.*, 2013).

Ocupando el tercer lugar, la cafecultura en el estado de Oaxaca ha sufrido serios cambios respecto al nivel de producción; lo anterior debido a la falta de conocimiento sobre técnicas de manejo de la especie, particularmente aquellas enfocadas a las labores culturales, y a los altos costos de producción. Lo que en conjunto, ha provocado un decremento en la producción del café en la región, ya que la mayor parte de los productores de café se encuentran en las regiones indígenas.

Según la SAGARPA, (2013), en el año 1967, los pioneros establecieron el sistema de producción de café orgánico en Tapachula, Chiapas; y también menciona que, gracias a su diversidad climática, México cuenta con las condiciones favorables para la agricultura del café, no obstante, el país sigue ocupando el primer lugar en producción de café orgánico, permitiendo que siga activo en el mercado a nivel mundial. (Wong-Paz, J. E., *et al.*, 2013); en tanto el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), en el año 2020 indicó que la producción de café verde en México se vería incrementada a 23,4000 toneladas en el ciclo cafetalero 2020/21. (Gallegos Cedillo, 2021).

En la presente monografía se incluyen los siguientes apartados: Antecedentes, Justificación, Objetivos, Revisión de literatura la cual contempla; Origen del Café (*Coffea arabica* L) y algunas características de la variedad Bourbon; requerimientos ecológicos para la producción de café; factores determinantes en la productividad de un cafetal; alternativas ecológicas y eficientes para el manejo del cultivo de café; determinación, control y calidad del café; además incluye Conclusiones, Bibliografía, Índice de Cuadros, Índices de Figuras y tres Anexos (A, B, C).

II. ANTECEDENTES

Como en todas las comunidades indígenas de Oaxaca, en San Miguel Panixtlahuaca existe una organización comunitaria con respecto al café, esta comunidad forma parte de una organización denominada Consejo Regional del Café "Chatinos Unidos". La función principal de este Consejo es gestionar apoyos gubernamentales que maneja el Consejo Estatal del Café de Oaxaca; esta dependencia no interviene ni en la producción en campo ni en la comercialización. Por esta razón la cohesión de esa organización se fortalece cuando existen apoyos gubernamentales y disminuye, hasta casi desaparecer, cuando no hay tales apoyos.

Acorde con Ramírez (2004), la producción de café, aun en las condiciones actuales de bajos precios, es la actividad económica más importante de la comunidad; existen arriba de 500 productores de café, lo que significa más de 500 familias. En promedio cada productor tiene 2.5 hectáreas de terrenos cultivados. El sistema de producción que se practica cae dentro de lo que se denomina Sistema Rusticano, caracterizado por cultivarse bajo sombra diversificada, bajas densidades de plantación (entre 1,000 y 1,200 plantas por hectárea), alta densidad de árboles de sombra. En la región solo se siembran variedades de café de porte alto (Típica, Bourbon, Mundo Novo), con un rendimientos promedio de 250 kilogramos por hectárea.

En consecuencia a lo anterior, la Justificación y los Objetivos de la presente monografía son los siguientes:.

III. JUSTIFICACIÓN

La producción de café está enfocada hacia el incremento de la productividad mediante la utilización de grandes cantidades de agroquímicos, especialmente por la aplicación de fertilizantes químicos sintéticos y de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades; y tomando en cuenta lo indicado por López-Geta *et al.*, 1992; el empleo inadecuado de plaguicidas puede provocar serios desequilibrios ecológicos debido a que no solo elimina a la especie que constituye la plaga, sino que también afecta a muchas otras pertenecientes incluso a órdenes diferentes. Tan solo en 1992 la producción mundial de plaguicidas se estimó en 10 millones de toneladas y, con base en la información de la USDA (2020) la productividad de café en México tendría un incremento sustancial en el ciclo 2020/21.

Desde la década de los cincuenta del siglo XX, en México se implementó un sistema de agricultura convencional considerado como un método de producción de alta eficacia, dependiente de un uso considerable de insumos sintéticos; sin embargo, esta técnica de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad, ocasionando no solo la destrucción de los recursos naturales y del paisaje, sino también la desaparición de pequeños productores en algunas regiones de país. Con el tiempo se han impulsado y desarrollado diversas alternativas para superar esta situación desfavorable con la finalidad de seguir aprovechando el café como eje de desarrollo comunitario y regional. Con la adopción de la agricultura orgánica del café se pretende prescindir del uso de agroquímicos sintéticos, al mismo tiempo de contribuir a la conservación del ambiente, específicamente de los suelos.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general.

4.1.1. Realizar un estudio técnico y ambiental sobre los requerimientos en Producción Orgánica del Café (*Coffea arabica* L) variedad Bourbon en la comunidad de San Miguel Panixtlahuaca municipio de Juquila Oaxaca.

4.2. Objetivos particulares.

4.2.1 Describir la importancia sobre el manejo de las labores culturales del café y cómo influyen estas en la producción.

4.2.2 Determinar los factores que inciden en la sostenibilidad, en la productividad del café y en la producción orgánica.

V. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.

San Miguel Panixtlahuaca se ubica al suroeste de la ciudad capital de Oaxaca de Juárez con una latitud norte de: $16^{\circ} 15'$, longitud oeste de $97^{\circ}23'$, y una altitud de 770 metros sobre el nivel del mar (msnm). Es un municipio que se encuentra ubicado en la región Costa de Oaxaca. Colinda al norte con el municipio de San Juan Quiahije, al sur con el municipio de San Marcos Zacatepec, al este con el municipio de Santa Catarina Juquila y al oeste con Peñas Negras y Santa Cruz Tepenixtlahuaca. Cuenta con una extensión territorial de 19,500 hectáreas. (Figura 1).

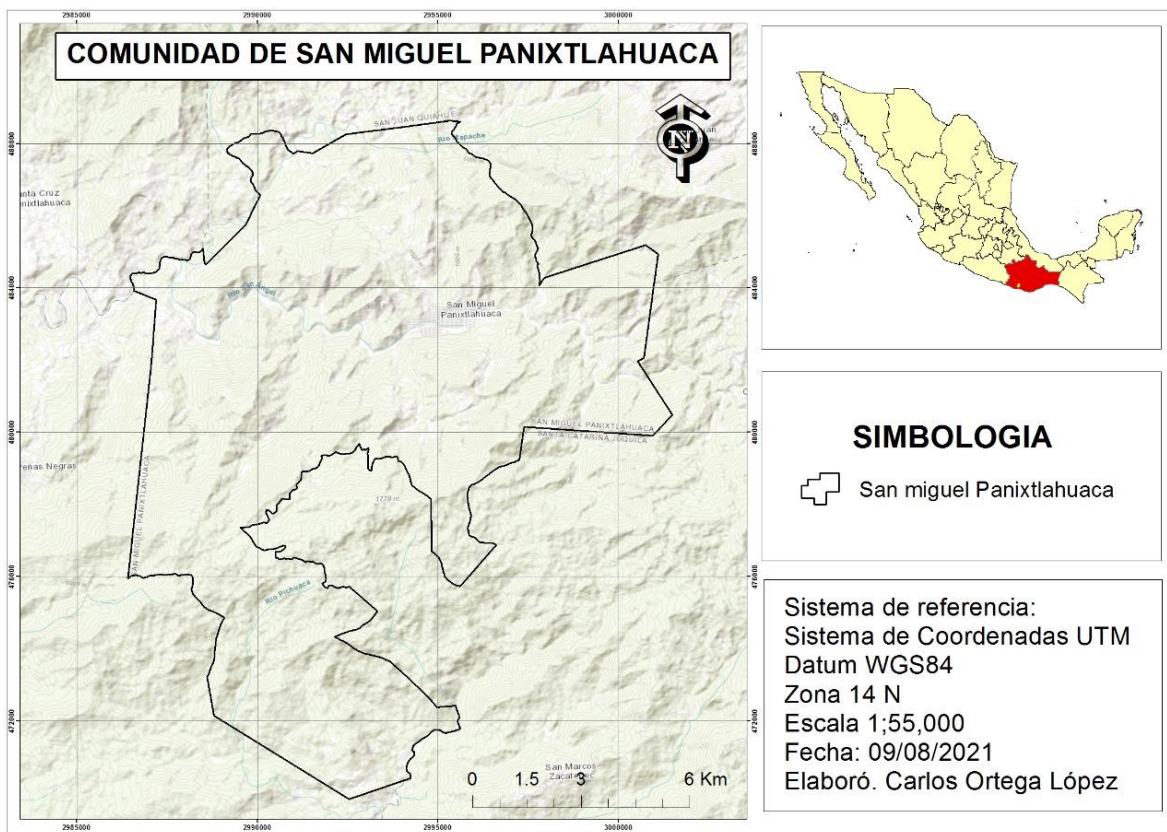


Figura 1. Localización geográfica del estudio.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

En el presente apartado de revisión de literatura se contemplan cinco puntos importantes:

- 6.1. Origen del Café (*Coffea arabica* L) y algunas características de la variedad Bourbon.
- 6.2. Requerimientos ecológicos para la producción de café.
- 6.3. Factores determinantes que intervienen en la productividad de un cafetal.
- 6.4. Alternativas ecológicas y eficientes para el manejo del cultivo de café.
- 6.5. Determinación, control y calidad del café.

6.1. Origen del Café (*Coffea arabica* L) y algunas características de la variedad Bourbon.

El café proviene de Moka, Arabia, se introdujo a México desde Cuba. Inicialmente se estableció en la región de Córdoba, Veracruz, en 1823, y posteriormente se llevó a Morelia, Michoacán. En 1847 se introdujo de Guatemala a Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. La primera exportación de café se realizó en el año 1802 y después de esa fecha en México se ha continuado la producción y comercialización a otros países a pesar de la fuerte variación en el precio del grano. (Morfin *et al.*, 2006).

El café es cultivado desde las cadenas montañosas del centro y norte del país, bajo la cubierta de un dosel de árboles. El 99% de la superficie se cultiva bajo sombra y más del 70% es con sombra diversificada (sistema rusticano y policultivo tradicional), condición privilegiada de importancia ambiental por ayudar a conservar la biodiversidad. (Morfin *et al.*, 2006).

6.1.1. Principales variedades de (*Coffea arabica* L.) en México.

En busca de superar los daños ocasionados por las enfermedades y el cambio climático en los cultivos de café, a lo largo de los años se han creado nuevas variedades, introduciendo algunas nuevas en el país. La tendencia ha sido modificar algunas variedades de porte bajo que permitan tener cultivos con altas densidades de población. Así, en las últimas tres décadas se han introducido de otros países materiales que se adaptaron a las condiciones ecológicas de México y que por su producción han contribuido al incremento de los rendimientos. Según López García *et al.*, 2016 en México, se trabaja principalmente con los cultivares Típica, Bourbon, y Caturra Rojo.

Según la SAGARPA e INIFAP (2013), en el folleto: El Sistema producto café en México: Problemática y Tecnología de Producción; las principales variedades que se cultivan en México son:

6.1.2. Variedad Típica.

Alcanza de 4 a 6 m de altura a libre crecimiento; su ramificación es escasa y los entrenudos son largos. El ángulo de inserción de las ramas primarias al tallo varía entre 50 a 70°. Sus hojas maduras son lisas y brillosas, de color verde oscuro; los brotes terminales son de color bronceado. Se adapta al manejo de café orgánico por su rusticidad y cultivo bajo sombra.

6.1.3. Variedad Bourbon.

Es considerado como una mutación del subtipo Típica, se adapta mejor a altitudes de 1,000 m o más; es sensible al viento, tolera la insolación y es susceptible a la roya. El tallo es robusto, con entrenudos más cortos y menos flexible que Típica, y las ramas primarias forman ángulos más cerrados, de menos de 50°. Es de porte alto y forma cilíndrica, aunque menos alto que la variedad Típica. Produce un promedio de 5.0 a 5.1 kg de café cereza por planta, su rendimiento va de 1,470 a 2,070 kilogramos por hectáreas.

6.1.4. Variedad Caturra.

El Caturra deriva de una mutación de Bourbon que se dio en Brasil; esta variedad es más precoz y productiva que cualquier tipo de Bourbon y Típica, lo cual conlleva a un mayor manejo agronómico, sobre todo fertilización y podas. De porte bajo, con ramas secundarias abundantes, entrenudos cortos. Las hojas son anchas y de textura un poco áspera, con bordes ondulados; las hojas nuevas son de color verde claro. Similar a Bourbon tanto en frutos como en semillas, el rendimiento es de hasta 7.5 kg de café cereza por planta, 920 2,070 kilogramos por hectáreas, calidad de taza regular.

6.1.5. Origen de la variedad Bourbon.

La Organización Mundial para la Investigación del Café (WCR por sus siglas en inglés) cataloga al bourbon como una de las variedades “más importantes cultural y genéticamente en el mundo”, el café bourbon surgió por medio de una mutación natural de típica considerada como la variedad más antigua del mundo, siendo así la primera especie en aparecer tiene como origen en la isla Bourbon, al este de Madagascar, hoy llamada isla Reunión, se destaca por ser dulce, con sabores acaramelados y afrutados, llegó a México procedente de Guatemala. Gourmet de Mexico, (2020).

6.1.6. Características generales.

La mayoría de las variedades de *Coffea arabica* L en el mundo son parecidas genéticamente, mientras que morfológicamente, presentan diferencias notables y sus frutos contrastan en calidad en pre y postcosecha. (Steiger *et al.*, 2002).

La *Coffea arabica* L, considerada como la especie más importante de México, López García *et al.* 2016. La variedad Bourbon está caracterizada por árboles de porte mediano que llegan sólo hasta tres metros de altura, presentan ramas con entrenudos largos, el color de las hojas que emergen del ápice central y de las ramas laterales son de color verde. Por el color de frutos maduros se distinguen dos tipos de café Bourbon: el de color rojo/vino tinto y el de color amarillo/anaranjado, es más precoz que la variedad Típica y el tamaño de sus granos es más pequeño. En términos generales ambas variedades son consideradas de porte alto con relación a las variedades Pache, San Bernardo o Caturra, (Fischersworing y Robkam 2001), citado por (Ignacio Cárdenas, 2007).

6.1.7. Clasificación Taxonómica del café Bourbon.

De acuerdo al Integrated Taxonomic Information System (ITIS) en el año de 2021, la clasificación taxonómica del *Café arabica* L., se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del *Coffea arabica* L., según ITIS, (2021).

Reino:	<u>Plantae</u>
División:	Tracheophyta
Clase:	<u>Magnoliopsida</u>
Orden:	<u>Gentianales</u>
Familia:	<u>Rubiaceae</u>
Género:	<u><i>Coffea</i></u>
Especie:	<u><i>Coffea arabica</i> L</u>

Fuente: ITIS, 2021.

6.1.8. Morfología de la planta.

Según el folleto técnico Tecnología para la producción de café en México creado por el INIFAP en el año 1994, y citado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 1997 con título “El café en el estado de Oaxaca “, la morfología del café es la siguiente:

6.1.9. Raíz.

El sistema radicular de la planta se constituye por una raíz principal y pivotante, que profundiza de 0.5 hasta 1 metro en suelos profundos y cuya principal función es la fijación del cafeto; a partir de este eje se desarrollan de cuatro a ocho raíces axiales, responsables de la alimentación hídrica y la nutrición mineral. El 90% de las raíces se distribuye en los 30 cm de profundidad y en un radio de 2.5 m del tronco.

6.1.10. Tallo y ramas.

Presenta dos tipos de crecimiento: vertical u otro trópico, representado generalmente por un tallo central con pocas ramificaciones verticales, a menos que reciba algún tipo de poda de formación, para estimular la producción de un mayor número de ejes, este tipo de crecimiento produce sólo yemas vegetativas.

6.1.11. Hojas.

Las hojas se presentan en su mayoría, en el crecimiento lateral o plagio trópico (primarias, secundarias y terciarias), se sitúan en un mismo plano y crecen opuestas, son elípticas, oblongas o lanceoladas; miden de 7 a 17 cm de largo y de 3 a 8 cm de ancho; son de color verde oscuro brillante en el haz, cerosa y coriáceas, con un verde más pálido y menos brillante en el envés; con nervaduras laterales poco prominentes y márgenes de ondulaciones diversas.

6.1.12. Flores.

Las flores se presentan en una inflorescencia compleja denominada cima, normalmente se presentan de dos a tres cimas por axila, con dos o cuatro flores por cima, es decir entre cuatro y doce flores por axila.

6.1.13. Fruto.

Botánicamente es una drupa, comúnmente conocida como cereza que mide de 10 a 17 milímetros de largo por 8 - 14 milímetros de ancho. Consta de varias partes, epicarpio o epidermis, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y endospermo o semilla.

6.1.14. Ciclo de vida de la planta.

Como todo organismo vivo cada especie vegetal, incluido el cafeto, tiene un ciclo de vida y un potencial productivo característico. En el transcurso de este ciclo es posible distinguir una serie de fases de desarrollo, en las cuales, la planta o sus órganos, permanece por períodos de corta o larga duración, dependiendo de sus características genéticas y de las condiciones ambientales que ocurran en el sitio de cultivo. Esto implica, además, que la condición apropiada para una fase de desarrollo, por ejemplo, el crecimiento de las hojas, puede ser desfavorable para otra fase, como la floración, y que por consiguiente los requerimientos de manejo sean diferentes en cada caso. IICA, (2019).

El cafeto es un arbusto perenne cuyo ciclo de vida en condiciones comerciales alcanza hasta 20-25 años dependiendo de las condiciones o sistema de cultivo. A libre crecimiento, la planta comienza a producir frutos en ramas de un año de edad, continúa su producción durante varios años y alcanza su máxima productividad entre los 6 y 8 años de edad. La planta puede seguir su actividad por muchos años, pero con niveles de productividad bajos.

La fase durante la cual ocurre la formación y desarrollo de estructuras de reproducción como las flores y los frutos se denomina desarrollo reproductivo. Después de varios años de actividad, la planta envejece y entra en un proceso de deterioro que se denomina fase de senescencia o envejecimiento.

6.2. Requerimientos ecológicos para la producción del café.

Los elementos del clima más importantes, y de relación más íntima con la delimitación de las áreas ecológicamente aptas para el cultivo de café, son la intensidad lumínica o irradiación, la precipitación y la temperatura. Estos tres elementos están íntimamente ligados a la altitud y latitud, en conjunto determinan la productividad y calidad del producto final en la taza" Aunque también es necesario mencionar como factores importantes el viento, tipo de suelo y la humedad ambiental. CENICAFÉ (2007). Los requerimientos ecológicos óptimos para el cultivo del cafeto son:

6.2.1. Clima.

Es muy importante considerar la distribución de la 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 (Noviembre – Septiembre) 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.

La altitud donde se encuentran establecidas las plantaciones, está fuertemente ligada con la calidad de bebida del café. Las mejores plantaciones de México se encuentran ubicadas de 900 a 1200 msnm, de donde se puede obtener un café de excelente calidad, por sus características organolépticas (sabor, aroma, cuerpo y acidez); sin embargo, existen algunas variedades nuevas de la especie *Coffea canephora* que a menor altura también producen café de buena calidad. (Morfín *et al.*, 2006).

6.2.2. Suelo.

Las plantas de café Borbón prosperan en suelos volcánicos, minerales o arcillosos, las pendientes con un clima equilibrado son ideales para los cultivos de café, deben ser de más de un metro de profundidad, permeables, friables y de textura franca a migajón arcilloso. El suelo ideal debe tener un espacio poroso de 60%, del cual la mitad debería ser ocupada por aire cuando se encuentre en condiciones de humedad. El café se desarrolla bien en suelos ácidos con pH de 4.5 a 5.5. Es importante considerar las propiedades físicas del suelo para la nutrición. (Morfín *et al.*, 2006).

6.2.3. Humedad.

Prefiere humedad relativa de media a alta, 70-85% (Benacchio, 1982). Es importante recordar que, la humedad relativa superior a 80 por ciento favorece el desarrollo de las enfermedades fungosas, (IICA, 2019). El CECAFE (Consejo Estatal del Café de Oaxaca) en su proyecto de producción de café orgánico menciona que a lo largo del territorio oaxaqueño existen depresiones o elevaciones muy variables y pendientes que oscilan entre el 5% y 75%, considerándose la mayor parte con topografía accidentada. La zona cafetalera de Oaxaca es subtropical húmeda, con moderada diferencia en invierno, la temperatura mínima oscila entre los 10 y 18 grados centígrados y la máxima entre 35 y 44°C, en los meses de abril, mayo, junio y julio. La zona en donde se desarrolla el cultivo del café tiene una precipitación de 1,600 a 3,000 mm anuales con periodos de sequía bien definidos en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.

6.2.4. Luz solar.

Los cafetos requieren de 1500 a 2500 horas efectivas de luminosidad, siendo importante por su intensidad, duración diaria y distribución durante el año. La planta requiere de 200 a 280 horas luz durante los meses secos y de 100 a 150 en los meses húmedo. (Morfin *et al.*, 2006).

6.2.5. Vientos.

Este elemento climático tiene una gran importancia, ya que aumenta la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de las plantas a medida que aumenta su velocidad. Corrientes de aire muy fuertes resecan y rompen hojas, brotes tiernos y yemas florales. El efecto negativo del viento se reduce con la plantación de árboles sombreadores dentro del cafetal. IICA, (2019).

6.3. Factores determinantes que intervienen en la productividad de un cafetal.

La productividad del cafetal definida como kilogramos de café pergamino seco obtenidos por unidad de recurso utilizado en su producción, depende de la cantidad de efectos positivos que produzcan en la planta diferentes factores ambientales y las prácticas de manejo. CENICAFÉ, (2007).

En un estudio realizado en Colombia en el año 2007, mostraron los diferentes sistemas que determinan la productividad del café, tal como se puede apreciar en la Figura 2.



Fuente: CENICAFE, 2007.

Figura 2. Sistemas de producción de café en Colombia, 2007.

6.3.1. Factores climáticos que intervienen en la productividad del cafetal.

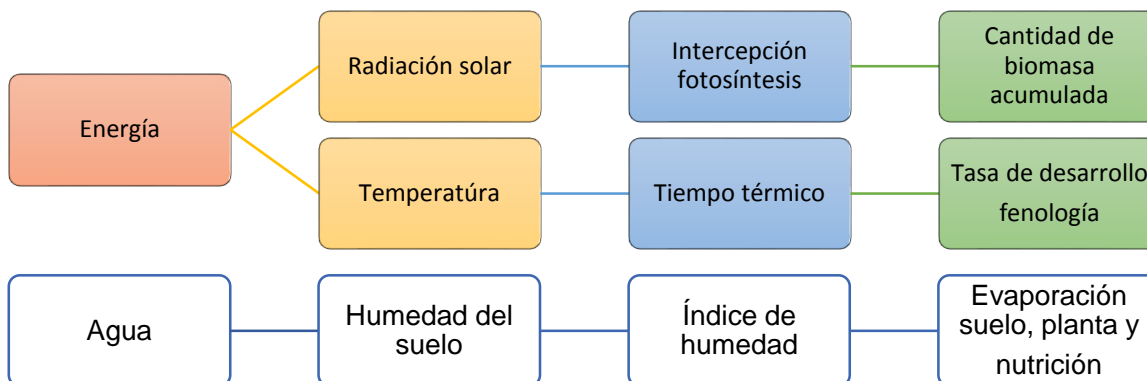
Los organismos vivos y su ambiente inerte (abiótico) están inseparablemente ligados y actúan recíprocamente entre sí. Cualquier unidad que incluya la totalidad de los organismos de un área determinada actúan en reciprocidad con el medio físico. (Odum, 1972).

6.3.2. Disponibilidad de energía.

Algo que se debe destacar en los sistemas tropicales es su complejidad y fragilidad, lo que conduce a la necesidad de generar un conocimiento propio, esto es, conceptualizar y buscar la interrelación de sus componentes para un adecuado manejo del medio ambiente hacia un desarrollo sostenible. En general las regiones tropicales presentan condiciones únicas enmarcadas en una gran variación de suelos y climas. (Jaramillo R., A. 2005).

De los factores ambientales, la disponibilidad de energía y agua juegan un papel importante en la producción, a través de su implicación en los procesos físicos y bioquímicos necesarios para el crecimiento y el desarrollo de la planta, como se muestra en el Cuadro 2 acorde con Ritchie (1991), citado por CENICAFE en el libro de Sistema de producción de café en Colombia 2007.

Cuadro 2. Factores ambientales que inciden en la producción vegetal según Ritchie, (1991).



Fuente: Sistema de producción de café en Colombia, 2007.

6.3.3. Temperatura.

El Aumento de la temperatura acelera el proceso de maduración del grano, provocando una pérdida de calidad organoléptica. El incremento de temperaturas puede también favorecer el desarrollo de plagas como los nematodos o la broca del fruto de café, y enfermedades como la roya anaranjada del cafeto en particular durante periodos de alternancias frecuentes de lluvias y sol. (Zuñiga, 2017)

Como generalmente los organismos no móviles que, en la mayoría de los casos, están fijados en una sola localidad durante toda su vida, las plantas tienen necesidades especiales para hacer frente a condiciones ambientales muy dispares y, a menudo, muy cambiantes. Las adaptaciones fisiológicas juegan un papel tan importante en la lucha evolutiva por la vida de una planta como las morfológicas.

La temperatura afecta directamente funciones y procesos de la planta como: la fotosíntesis, la respiración, la permeabilidad de las membranas, la absorción de agua y nutrientes, la transpiración, la actividad enzimática y la coagulación de las proteínas. Esta influencia se refleja en el crecimiento de la planta, bajas temperaturas del suelo pueden afectar adversamente el crecimiento de la planta, por su efecto en la absorción del agua. Si la temperatura es alta y hay un exceso de transpiración, la planta puede sufrir daños por deshidratación de los tejidos. La cantidad de agua en el suelo también está influenciada por la temperatura, ya que en periodos calurosos ocurre una rápida evaporación del agua superficial del suelo. (Taiz, L. y Zeiger, E. 2002).

6.3.4. Radiación solar.

El sol suministra cerca del 99% de la energía requerida para los procesos físicos y biológicos que ocurren en el sistema terrestre. La radiación solar es uno de los principales elementos que determina el microclima del cultivo; su energía condiciona la energía del aire y del suelo, el movimiento del viento, la evapotranspiración y la fotosíntesis, de tal manera que su cantidad, el grado de intercepción y la eficiencia en su uso, son factores fundamentales en el crecimiento del cultivo. (Roblero, 2005).

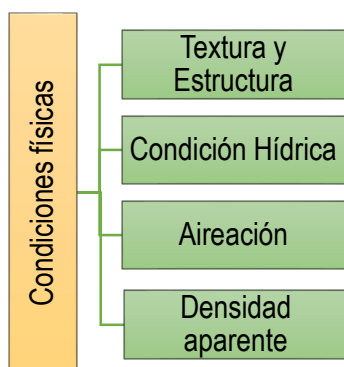
6.3.5. Disponibilidad de agua.

El cambio climático y en particular sus altibajos climáticos están afectando al cultivo de café. Por ejemplo, los cambios de régimen de lluvias está alterando el inicio de la floración la cual está inducida por cierto nivel de estrés hídrico el cual se da normalmente en los meses febrero-marzo a abril-mayo por un periodo de sequía y altas temperaturas. Variaciones de disponibilidad de agua durante el crecimiento y relleno del fruto, en particular con un incremento de la sequía intra estival durante la estación lluviosa puede ocasionar pérdidas de frutos o afectar la calidad del grano. ITCIENCIA, (2009).

6.3.6. Factores edáficos que inciden en la productividad del cafetal.

A pesar de que el suelo existe en los diversos territorios, su composición química y física varían incluso dentro de pequeñas áreas, por lo cual es importante conocerlo para garantizar un manejo apropiado al planificar y establecer cultivos agrícolas. En el Cuadro 3 se mencionan los principales factores edáficos más importantes para la agricultura del café.

Cuadro 3. Factores edáficos que inciden en la productividad del café según Ritchie, (2007).



Fuente: Ritchie, 2007.

6.3.7. Condiciones físicas.

La condición física del suelo tiene un papel importante en el vigor del cultivo y en última instancia, la producción dependerá en gran parte de la calidad de la relación del suelo con el aire el agua y la temperatura.

6.3.8. Textura y estructura.

La textura (proporción de arenas, limos y arcillas) y la estructura (forma de agrupación de las partículas y distribución del espacio poroso), son las características físicas del suelo que determinan el desarrollo y la distribución de las raíces. Estas propiedades afectan la resistencia a la penetración y la relación entre la tasa de difusión de oxígeno y el contenido de agua (aireación). Entre las condiciones físicas del suelo limitativas para el desarrollo radical están: la alta pedregosidad, el mal drenaje, la poca aireación y la baja retención de agua.

Las raíces del cafeto pueden penetrar en el suelo hasta una profundidad de 3 m, pero la mayor parte del sistema radical se desarrolla en los primeros 30 cm. Así mismo, nunca hay que sembrar cafetos en suelos donde se mantiene en permanencia un manto freático cercano a la superficie.

El manto freático debe estar a más de 1.5 m de profundidad. Las plantaciones deben evitar los suelos inundables, ya que las raíces del cafeto son fácilmente asfixiadas por el agua. (Geissert D., Barois I., Mógora A., *et al.*, 2013).

6.3.9. Condición hídrica.

En toda la zona cafetera pueden existir condiciones físicas de suelo y de clima que conducen a niveles críticos de déficit o exceso de humedad. Los déficits hídricos son más frecuentes en aquellas regiones con inadecuada distribución de lluvias y texturas del suelo muy arenosas, suelos pedregosos, cascajosos y poco profundos. El contenido de agua del suelo, cuando ha cesado todo movimiento descendente de esta, se denomina capacidad de campo. Esta situación puede darse en suelos bien drenados, dos o tres días después de una lluvia. Esta capacidad de campo está muy relacionada con la textura, el contenido de materia orgánica, el tipo de minerales presentes y la estructura del suelo.

La precipitación media anual requerida por el cafeto es de 1800 a 2000 milímetros, distribuidos a través del año con un periodo de sequía de dos a tres meses, el cual coincide con un periodo de reposo vegetativo, para dar inicio a la floración. Sin embargo, una precipitación de 1500 mm distribuida en forma uniforme puede ser suficiente, por debajo de ésta, el crecimiento de la planta se ve limitado afectando la cosecha del año siguiente. Los periodos prolongados de sequía propician la caída de las hojas, limitan la actividad fotosintética y por consecuencia la cosecha se disminuye y en algunos casos puede llegar hasta la muerte de los cafetales. Con precipitaciones superiores a 3000 mm la calidad física del café oro y la calidad de taza se deteriora. (Morfin *et al.*, 2006).

6.3.10. Aireación.

Una aireación restringida causa una reducción del oxígeno y acumulación de CO₂ en el suelo, lo cual puede conducir a reducciones en la capacidad de absorción de agua y de la toma de los nutrimentos y retardo o inhibición de los procesos de crecimiento de la raíz, las raíces sometidas a estrés de oxígeno sufren generalmente cambios morfológicos y fisiológicos. La falta de oxígeno en el suelo está generalmente asociada con altas humedades o altas temperaturas, una combinación de alta humedad del suelo y altas temperaturas del aire o del suelo causan el colapso de las raíces. La primera condición, aparentemente reduce la cantidad de oxígeno disponible para la raíz, mientras que la segunda aumenta los requerimientos de la planta. CENICAFÉ, (2007).

6.3.11. Densidad aparente.

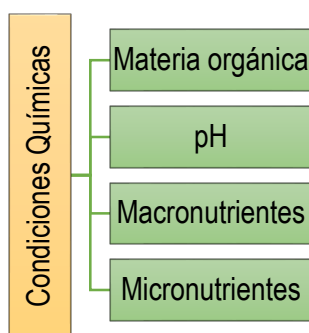
Cuando se incrementa el grado de compactación del suelo, se reduce el volumen de poros, aumenta su peso por unidad de volumen y en consecuencia aumenta la densidad aparente. La compresión del suelo afecta las condiciones de retención de humedad, limita el crecimiento de raíces y la absorción normal de nutrimentos y del agua, impide la actividad microbiana, reduce la infiltración e induce a cambios en la estructura y el comportamiento funcional del suelo.

Las capas compactas se resisten a la penetración de las raíces debido a la mayor tenacidad del suelo, al reducido suministro de oxígeno y a la acumulación de dióxido de carbono. El desarrollo radical y la penetración del agua se ven limitados de manera significativa cuando la densidad aparente oscila entre 1,5 y 1,6 miligramo por metro cúbico (mg/m^3). El crecimiento de las raíces suele detenerse en los horizontes con densidades aparentes entre 1,7 y 1,9 mg/m^3 . (Arcila. *et al.*, 2007).

6.3.12. Condiciones químicas.

Entre los componentes químicos del suelo de importancia para el crecimiento del cafeto se encuentran la Materia Orgánica (MO), el Potencial de Hidrógeno (pH), los Macronutrientes y los Micronutrientes, tal como se puede apreciar en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Condiciones químicas que inciden en la productividad del cafetal, Ritchie, (2007).



Fuente: Ritchie, 2007.

Químicamente un suelo es pobre si las condiciones de fertilidad son deficientes. En este caso, el desarrollo radical es afectado directa o indirectamente. En este caso los suelos afectan la fertilidad, y que poseen características como el pH muy ácido, menor de 5.0; la alta saturación de aluminio, mayor

del 60%, que causa un pobre desarrollo de la raíz en general, si el suelo es pobre en nutrientes las raíces resultan afectadas indirectamente.

6.3.13. Materia orgánica.

Acorde con la FAO (2013), la Materia Orgánica (MO) viene de la descomposición de los residuos de plantas y animales en el suelo. La materia orgánica influye sobre la fertilidad del suelo y sobre sus características físicas y químicas.

Es considerada como un indicador de la productividad del suelo. Entre las funciones que desempeña se pueden señalar las siguientes: es fuente de nutrientes (Nitrógeno, Fosforo, Azufre, Boro y Zinc, entre otros), incrementa la capacidad de intercambio de cationes, suministra energía para la actividad de los microorganismos, permite una adecuada agregación de las partículas del suelo mejorando así, su estructura, capacidad de retención de agua y aireación.

6.3.14. Potencial de Hidrógeno (pH).

El pH del suelo es una característica de importancia como indicador de la condición de acidez o alcalinidad del suelo, el café crece en suelos con valores de pH generalmente entre 5,0 y 6,0. La acidez del suelo afecta el desarrollo de la planta por su influencia en la disponibilidad de ciertos elementos esenciales o tóxicos para la planta.

La Acidez o el pH influye directamente en la disponibilidad de los nutrientes y de la actividad microbiana de los suelos. En suelos ácidos, muy pocos nutrientes están disponibles para ser tomados por las raíces y esto afecta la producción dando cosechas muy bajas. FAO, (2013).

Un pH inferior a 5,0, puede conducir a problemas de toxicidad de aluminio o de manganeso y deficiencias de C, Mg, K, B. En algunos suelos de origen sedimentario se presenta un pH muy alto (básico) debido principalmente a los altos contenidos de calcio, y en estos casos es frecuente observar deficiencias de micronutrientes como Manganeso, Hierro, Zinc, Boro o Cobre.

La fertilidad: es el contenido de nutrientes existentes en el suelo para ser aprovechado por las plantas. Un suelo fértil es el que tiene buena cantidad de nutrientes para las plantas, existen dos tipos de nutrientes los Macronutrientes o Mayores y los Micronutrientes o Menores. FAO, (2013).

6.3.15. Macronutrientes.

Deben estar presentes en el suelo en mayores cantidades para ser aprovechado por los cultivos, su presencia es indispensable para el crecimiento y fructificación de las plantas.

Macronutrientes primarios:

- Nitrógeno (N)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)

Macronutrientes secundarios:

- Calcio (Ca)
- Azufre (S)
- Magnesio (Mg)

6.3.16. Micronutrientes.

Son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades, pero al igual que los Macronutrientes son indispensables, su deficiencia ocasiona desórdenes fisiológicos en las plantas.

Micronutrientes secundarios:

- Boro (B)
- Cobre (Cu)
- Cloro (Cl),
- Hierro (Fe)
- Manganeso (Mn)
- Molibdeno (Mo)
- Zinc (Zn)

(Cepeda Dovala y Cepeda Ballesteros, 2015).

La siguiente información presentada como “Alternativas Eficientes para el Manejo de Cultivo de Café” se obtuvo de un curso de Intagri con nombre “Manejo Nutricional del Café” impartida por el Dr. Esteban Escamilla Prado en el año 2019. En este apartado se contemplan los siguientes temas: Abonos Orgánicos, Composta, Lombricomposta, Estiércol, Gallinaza, Bocashi, Abonos verdes y Cobertura vegetal.

6.4. Alternativas ecológicas y eficientes para el manejo del cultivo de café.

Los agricultores ecológicos no sólo pretenden perturbar el suelo, sino también alimentarlo correctamente. Esto lo logran a través del uso de diferentes fuentes de materia orgánica, compost, abonos verdes, y otras técnicas. Un suelo biológicamente equilibrado produce plantas saludables, productivas y la producción de alimentos es de mayor valor biológico. (Vásquez y Kolmans, 1999).

6.4.1. Abonos orgánicos.

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la MO por acción de los microorganismos, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros beneficios que aportan nutrimentos al suelo. (Ramos y Terry, 2014).

Se pueden producir en la finca cafetalera mediante el aprovechamiento de la pulpa de café que se obtiene como subproducto en el beneficio húmedo, Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuesto bajo condiciones controladas.

Estos pueden consistir en.

- Residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha.
- Cultivos para abonos verdes principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno.
- Restos orgánicos de exportación agropecuaria estiércoles, purín y guanos.
- Residuos orgánicos de procesamiento de productos agrícolas: pulpa de café, bagazo de caña cachaza etc.
- Compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Importancia de los abonos orgánicos.

- Incrementar los rendimientos y la calidad del café.
- Disminución del uso de agroquímicos perjudiciales para la salud y el ambiente.
- Desarrollo de nuevas tecnologías más amigables, aprovechando los recursos producidos por diversas actividades.
- Disminuir los efectos negativos derivados del uso de fertilizantes sintéticos.
- Reemplazan total o parcialmente a los fertilizantes químicos.

- En su elaboración se aprovechan materiales locales, reduciendo los costos de producción.
- Siempre están disponibles porque se producen en la misma parcela, huerta o finca.

Parámetros que deben cumplir los abonos orgánicos.

- Mejorar la calidad del suelo.
- Suministro de alimentos.
- Facilitar la penetración del agua.
- Incrementar la retención de humedad.
- Mejorar las actividades biológicas del suelo.

El manejo adecuado de los materiales disponibles en la finca, nos permite generar subproductos, que son de gran importancia en el cuidado y la nutrición de los cafetales. En el Cuadro 5 se muestran algunos subproductos procesados que se obtiene en la descomposición de la Materia Orgánica.

Cuadro 5. Clasificación de abonos orgánicos Intagri, (2019).

Grado de procesamiento	Productos: (Sólidos)	Subproductos: (Líquidos)
Procesados	Residuos vegetales: Residuos de cosecha, de poda y postcosecha.	Efluentes: Pulpa de café, desechos de origen animal, otros desechos líquidos.
Sin procesar	Residuos de animales: Estiércol fresco, purín.	Té de estiércol
Sin procesar	Residuos de madera y otros.	Sin residuos líquidos
Sin procesar	Coberturas: Abonos verdes y mulch.	Sin residuos líquidos
Procesados	Composta, lombricomposta, bocashi, ácidos húmicos.	Biofermento, té de composta, ácidos húmicos, té de estiércol, extracto de algas

Fuente: Intagri, (2019).

6.4.2. Compostas.

Los materiales que podemos usar para la preparación de la composta son:

- Residuos de cosechas: pulpa, cachaza entre otros.
- Arvenses
- Pastos
- Desperdicios de cocina
- Estiércol de todos los animales
- Ceniza o cal
- Tierra

Preparación de la composta:

1. La primera capa de 10 cm estará constituida por material vegetal (restos de cosecha pulpa de café), la siguiente capa será de estiércol, luego otra capa de material vegetal y otra capa de estiércol y así sucesivamente formando una pila.
2. Evitar que la pila sea demasiado grande, lo recomendable es de 2 m de ancho y 1,5 m de alto.
3. Es recomendable espolvorear ceniza o cal, después de cada capa de estiércol.
4. Se alterna repetitivamente estas capas 3 o 4 veces.
5. Se requiere un espacio amplio para poder realizar el volteo.
6. Para lograr que los microorganismos trabajen eficientemente en el proceso de descomposición se requiere suministrar aire para lo cual se debe hacer lo siguiente:
7. Se hacen volteos cada mes hasta obtener una masa similar al humus o tierra negra.
8. Regar para mantener una humedad optima (60 - 70% de humedad).
9. Ubicar la pila de preferencia en la sombra.
10. En promedio porcentualmente contiene (1.0 N - 0.8 P - 1.5 K).

Aplicación.

- Se recomienda abonar el suelo con composta una vez por año.
- Es recomendable que la cantidad aplicada no sea menor de 6 toneladas por hectáreas, sin embargo, depende de la disponibilidad del material.
- También se recomienda incorporar la composta en el momento de la preparación del suelo, en los huecos u hoyos.

Desventajas.

- Efecto lento, el suelo se adapta a cierto manejo y resiente el retiro de los fertilizantes sintéticos.
- Se recomienda iniciar con un sistema combinado (convencional y orgánico) con el afán de hacer un cambio gradual y ayudar al suelo a restablecer el equilibrio natural.
- Los resultados se esperan a largo plazo, el suelo gradualmente restituirá los procesos de formación y degradación de la MO.
- Los costos en el manejo del suelo al inicio aumentan.

6.4.3. Lombricomposta – humus lombriz.

Son los excrementos de ciertas especies de lombrices dedicadas a transformar residuos orgánicos, la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Savigny) se ha adaptado muy bien a nuestras condiciones y está muy difundida en las diferentes regiones cafetaleras. La lombricultura hoy en día es una actividad alternativa en la agropecuaria, que se rige por normas similares a las utilizadas para la producción de cualquier animal doméstico, requiriendo conocimientos sobre la biología de los anélidos y sobre la tecnología para su crianza, alimentación y reproducción. (Paco, Gabriel *et al.*, 2011).

Propiedades.

- El humus de lombriz tiene mayor contenido de bacterias (2 billones de bacterias por g de humus) su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo.
- El humus debe aplicarse en una cantidad mínima de 3 ton por año.
- Su uso se justifica principalmente para la fertilización integral (orgánica - mineral).
- La lombriz californiana es una excelente alternativa para producir abonos orgánicos de alta calidad y se adapta rápidamente a la pulpa de café y desperdicios orgánicos.
- Produce 50 kilos de lombricomposta a partir de 100 kilos de pulpa, al cabo de 100 días de alimentación.

Pasos para instalar la lombricomposta.

1. Se hacen sobre el suelo o en piso.
2. Las camas deben tener una altura de 15 a 30 cm de pulpa descompuesta, se pueden agregar otros materiales de residuos vegetales o estiércol descompuesto de animales (Relación C/N).
3. Se requiere una etapa de precomposteo, previo a la siembra.
4. Se agregan 5 kilos de lombrices por metro cuadrado.

6.4.4. Estiércol.

Son excremento de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen, generalmente entre 60 y 80 % de lo que consume lo eliminan como estiércol.

Propiedades.

- El contenido promedio de elementos químicos (%) es: N 1.5 - P 0.7 - K 1.7 respectivamente.
- Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos.
- Se recomienda una cantidad no menor de 10 toneladas por hectáreas (t/ha^{-1}).
- Para obtener mayores ventajas deben de aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo esta con la humedad adecuada.

6.4.5. Gallinaza.

- El estiércol de gallinas producidos en los gallineros y descompuestos en las fincas, es un abono orgánico de alta calidad.
- Cuando se tienen gallineros, jaulas o galeras con aves, se ponen una capa de viruta, aserrín de madera, pajillas de café y algún otro material similar de 5 cm de espesor en el piso.
- De cuatro a seis meses después, se recoge este material enriquecido con el estiércol de las aves, después de recoger la gallinaza se cubre con un plástico, entre 30 y 45 días, y luego puede utilizarse.
- En caso de aplicar cal sobre la viruta, debe analizar el pH del suelo donde aplicara la gallinaza, para evitar la clorosis calcárea o deficiencia de manganeso en los cafetos.

6.4.6. Bocashi.

- Palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada.
- Este abono se deja descomponer en un proceso aeróbico de materiales de origen animal o vegetal.
- Su uso activa y aumenta la cantidad de microorganismo en el suelo, mejora sus características físicas y suministra nutrientes a los cafetos.
- Se puede elaborar con materiales locales disponibles, los componentes son: celulosas hemicelulosas, ligninas, azúcares y compuestos nitrogenados.
- No existe una receta exclusiva o fórmula única para la elaboración del bocashi.

Ingredientes.

Según Ramos y Terry (2014), los ingredientes son diez:

1. Suelo: microorganismos para la fermentación.
2. Gallinaza y estiércol de ganado: principales fuentes de nutrimentos.
3. Ceniza: proveen altas cantidades de K.
4. Cal: enmienda para neutralizar la acidez de los estiércoles y materiales verdes, y constituye una fuente de Ca y Mg.
5. Maleza: fuentes de energía para los microorganismos, además provee ciertas cantidades de B, Ca y otros nutrimentos.
6. Residuos vegetales: fuente de nutrimentos para los microorganismos (cascarillas de arroz, bagazo, pasto picado etc).
7. Suero o ácidos lácticos: fuerte esterilizante y supresor de microorganismos nocivos. Además, posee propiedades hormonales y fungistáticas.
8. Levaduras: producen sustancias bioactivas (hormonas y enzimas) que promueven la división celular y el crecimiento radicular.
9. Carbón triturado o en polvo: mejora las características físicas; aireación, absorción de calor y humedad.
10. Agua: favorece condiciones óptimas para el desarrollo y reproducción de los microorganismos durante la fermentación.

Preparación.

1. Mezclar las cascarillas de arroz o el bagazo picado, con el estiércol, resolver la tierra cernida y continuar aplicando los demás insumos.
2. Por separado mezclar el litro de maleza y los 100 gramos de levadura en agua, esta mezcla revuelva con los demás insumos.
3. Luego haga la “prueba del puño” que consiste en tomar un puñado de la mezcla final y al apretar la mano no debe salir gotas de agua por entre los dedos.
4. Una vez que el montón quede hecho tapar con costales de fibra.

Aplicación.

- En los semilleros: puede mezclar tierra tamizada y el bocashi (60-90% de la tierra y 10-40% de bocashi).
- Abonado directo a los hoyos de siembra: cubrir con tierra para evitar que entre en contacto directo con raíces.
- Abonado a los cafetales de la forma como se utilice, el bocashi siempre debe cubrirse con tierra para que no se pierda y así obtener mejores resultados.

Ventajas.

- No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores en el proceso de elaboración.
- Se facilita el manejo del abono, su almacenamiento, transporte y disposición de los materiales para elaborarlo.
- Se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes.
- Se autorregulan agentes patógenos en el suelo, por medios de la inoculación biológica natural (bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros).
- Se da la disponibilidad de utilizar el producto final en un periodo relativamente corto y a costo muy bajos.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales.

6.4.7. Abonos verdes.

Los abonos verdes son residuos y partes vegetales de un cultivo que pueden incorporarse al suelo o bien puede permanecer como cultivo intercalado. Los cultivos más utilizados como abono verde son las leguminosas por su capacidad para fijar altas cantidades de nitrógeno atmosférico. (García-Hernández, José L. *et al.*, 2010).

Beneficios.

- Se cultivan con el fin de proteger y recuperar los suelos.
- Constituye en la restauración de suelos altamente degradados, a través del aporte de MO.
- Protegen el suelo del impacto de lluvia y disminuyen la erosión.
- Aumenta la capacidad de retención de humedad.
- Reducen la evaporación de agua del suelo.
- Contribuye el calentamiento de la superficie del suelo.

Características deseables de los abonos verdes.

- Las especies deben producir abundante biomasa.
- Aportar gran cantidad de raíces, tallos, hojas, flores, semillas, etc.
- Que sean de fácil descomposición.
- Raíces profundas que capten los nutrientes lixiviados por el agua.
- Las plantas deben de ser de un corto periodo vegetativo.
- Permite que el follaje de la cobertura brinde una rápida protección al suelo.
- Favorece el control de las arvenses por efecto de sombreado.
- Es preferible usar plantas leguminosas sus raíces se asocian con bacterias *Rhizobium*.
- También aquellas especies que tengan afinidad con las micorrizas (movilizan el P).

Beneficios.

- Aumentan la disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo principalmente por la acción de las leguminosas.
- Incrementa la capacidad de reciclaje y movilización de los nutrientes poco solubles.
- Favorece la restitución del P y K al suelo.
- Se reducen las dosis de fertilizantes químicos, incidiendo en la disminución de costos de producción.
- Permiten la desintoxicación de los suelos, eliminando residuos tóxicos de materiales químicos.
- Es una alternativa de bajo costo y de resultados en corto tiempo.
- Reducen la población de arvenses, con lo que se disminuyen costos de limpiezas de cultivos.
- Se interrumpen ciclo de plagas y enfermedades.

6.4.8. Cobertura vegetal.

Consiste en los residuos orgánicos o rastrojos, que son tejidos vegetales en proceso de descomposición e incorporación al suelo, suelen ser colocados como cubierta en terrenos cultivados; este es un método bastante eficaz para evitar la erosión ya que protege el suelo formando una cubierta protectora contra el impacto de las gotas de lluvia. Intagri, (2019).

Funciones.

- Conserva el suelo al protegerlo del incremento de las gotas de lluvias y reduce la velocidad de la escorrentía, con lo que a su vez se reduce su poder erosivo.
- Reduce las pérdidas de suelo por erosión hasta el 50%.
- Reduce las oscilaciones de temperatura del suelo.
- Reduce el calentamiento del suelo en el día y su enfriamiento por la noche.
- Siendo un agente termorregulador favorece el incremento de la fauna y la flora microbiana.
- Protege al suelo de la acción directa de los rayos solares, reduciendo la evaporación y manteniendo la humedad del suelo.
- Reduce el riesgo de la sequía al mejorar la infiltración del agua y conservar mejor la humedad.

Procedimientos.

1. Los materiales utilizados para la cobertura del suelo pueden ser residuos disponibles de: cosecha, paja, hojas verdes y ramas.
2. Es preferible para aminorar los costos, que se utilice materiales propios de la zona y cerca de la parcela.
3. La cobertura vegetal puede ser aplicada en toda la parcela, entre filas de cultivos o a lo largo de curvas a nivel.
4. Alrededor de cafetos en forma individual.
5. Al principio se pueden requerir hasta 5 ton/ha de material.
6. Entre más fino el material, menos cantidad es necesaria para lograr una buena cobertura.
7. El grueso de la capa depende del objetivo de la aplicación.
8. Para proteger al suelo del sol y mantener la humedad, se requiere de una capa gruesa.
9. Para evitar la erosión superficial se recomienda una capa delgada.
10. Dependiendo del material a utilizar, el suelo el clima y la pendiente del terreno, entre otros, se puede utilizar un espesor de la cobertura muerta desde 3 a 15 cm.

Ventajas.

- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Mejora la estructura del suelo y la actividad microbiana que contribuye a incrementar la fertilidad del suelo.
- Aporta MO al suelo que favorece el crecimiento, desarrollo, producción y calidad del café.
- Regula la humedad y la temperatura reduciendo la evapotranspiración.
- Sirve de nicho ecológico.
- Mantiene la sombra en la superficie del suelo, permitiendo mayor actividad de lombrices de tierra y microorganismos.
- Mantiene la humedad uniforme en la zona de las raíces, sin grandes cambios entre el día y la noche y días de lluvias y sol.
- Los microorganismos con la cobertura vegetal muerta producen abundante humus y nutrientes en el mediano plazo.

Desventajas.

- Susceptibilidad a la quema por la naturaleza de los residuos de cobertura.
- Las condiciones ambientales de la cobertura vegetal permiten la germinación de las semillas de arvenses en forma más rápida.
- Como en el caso de los otros abonos orgánicos, la relación C/N influyen en la velocidad de descomposición.
- Un material fresco con un alto contenido de N, a los 2-3 meses estará ya descompuesto por completo, mientras que la paja seca u hojas de árboles pueden cubrir el suelo hasta seis meses.
- En zonas húmedas, se recomienda usar material con poco contenido de N para que la protección sea duradera.

6.4.9. Prácticas de manejo del suelo para cultivar el café.

Los suelos contienen más carbono que el que se encuentra contenido en la vegetación y dos veces más que el que hay en la atmósfera. (FAO, 2004).

Las prácticas de conservación son medidas basadas en ciencia diseñadas para conservar los recursos naturales (suelo, agua, aire, plantas, animales y energía) y mejorar la calidad de los recursos naturales al tiempo que aumenta la resistencia a la variabilidad climática. (USDA, 2019).

Con las técnicas de conservación de suelos se reduce o elimina el arrastre y pérdida del mismo por acción de la lluvia y el viento, se mantiene o se aumenta su fertilidad y con esto, se mejoran los rendimientos de los cultivos. El suelo representa el recurso de producción más importante, ya que da soporte a las plantas en forma de una capa permeable para las raíces y es una especie de depósito para los nutrientes y el agua, por lo que su manejo requiere de la adopción de prácticas para su conservación. Estas prácticas tienen como principal función disminuir la velocidad del agua en suelos ubicados en laderas con el fin de evitar la erosión, interceptándola, reteniéndola e infiltrándola, evitando el arrastre del suelo escurrido. Al aplicarlas se contribuye a conservar las características físicas, químicas y microbiológicas, logrando mantener y/o mejorar la fertilidad y, por ende, la productividad de los cultivos.

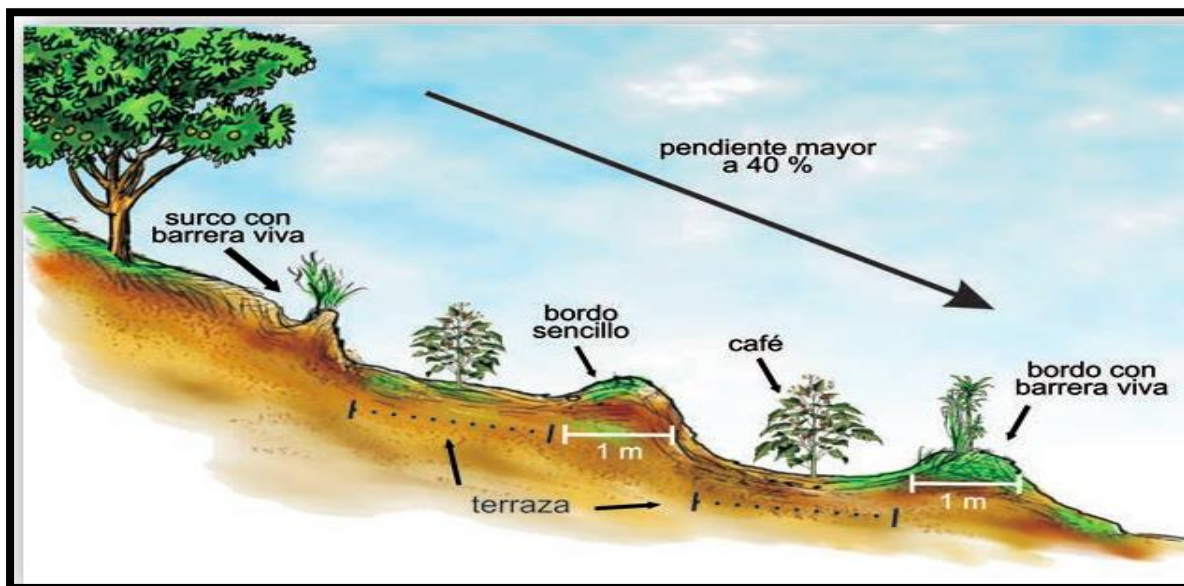
La siguiente Información fue obtenida del Manual para el manejo sustentable del suelo en cafetales de sombra, elaborado por investigadores y estudiantes del Instituto de Ecología, A. C., sede Xalapa Veracruz, 2013.

6.4.10. Plantaciones en contorno.

Es una de las primeras prácticas a considerar en el momento de establecer una plantación de café. Consiste en colocar los cafetos en hileras perpendiculares a la pendiente, de esta manera, los cafetos formarán barreras vivas donde la escorrentía de agua disminuye su velocidad, depositando en la base de los troncos el suelo arrastrado.

6.4.11. Construcción de terrazas.

Las terrazas son terraplenes formados entre bordos de tierra, o entre bordos y canales construidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno, se elaboran con la finalidad de disminuir en gran parte las pérdidas de suelo y permitir el almacenamiento y aprovechamiento de agua en el terreno. Se aconseja el uso de terrazas en las fincas de café, donde el escurrimiento superficial y la erosión del suelo no pueden ser controlados por medio de la vegetación. (Figura 3).



Fuente: Manual para el manejo sustentable del suelo en cafetales de sombra, 2013.

Figura 3. Control de la erosión hídrica con el establecimiento de barreras vivas, en cafetales con pendientes y plantación en contorno.

6.4.12. Establecimiento de barreras vivas.

En áreas con suelos compactos, de baja infiltración, con pendientes entre 20 y 40 % y precipitaciones mayores a los 1000 mm/año, se recomienda sembrar a lo largo de la pendiente, plantas perennes y plantas de crecimiento denso como las gramíneas. Estas barreras vivas retienen los sedimentos y reducen la velocidad de la escorrentía, funcionando como filtros de agua. Las barreras deben ser establecidas a intervalos de 20 a 30 m entre las hileras de cafetos. Se puede construir un canal de un metro de ancho antes de la barrera viva con el fin de retener o desviar el exceso de agua de las escorrentías, como se muestran en la Figura 4.

6.4.13. Manejo de hierbas.

Un manejo adecuado de la cobertura herbácea es tan importante como el de la cobertura arbórea, una de las principales metas de los cafecultores es tener un buen rendimiento en la producción, por lo que se ha promovido desde hace varios años la eliminación de hierbas, para que no compitan con el café por los nutrientes. Esto puede ser una buena opción en algunos casos donde el terreno es plano y existe una buena densidad de cafetos. Por otro lado, la presencia de una buena cobertura de hierba también puede ser benéfica al: proteger el suelo contra el impacto de las gotas de lluvia, Incrementar las tasas de infiltración, detener el suelo entre los tallos, raíces y hojas e Incrementar la materia orgánica.



Fuente: Manual para el manejo sustentable del suelo en cafetales de sombra, 2013.

Figura 4. Establecimiento de barreras vivas y manejo de cobertura de hierba.

6.4.14. Prácticas de podas del cultivo.

Las podas ayudan a mejorar la salud y el rendimiento de los cafetos. La producción de cerezas de café disminuye de forma natural con la edad, el agotamiento y los problemas fitosanitarios; pero esta práctica puede ayudar a potenciar o mantener los niveles de productividad a lo largo de los años. Si a un cafeto se le permite hacerse frondoso, la luz y el aire no llegarán a todas las partes del árbol; esto puede reducir el rendimiento porque los árboles que tienen muchas hojas y ramas utilizarán la energía para hacer crecer estas partes, y puede ser que no produzcan muchas flores ni cerezas, además las plagas y las enfermedades se ven favorecidas en un ambiente de oscuridad, por lo que pueden prosperar más fácilmente en las partes internas y más húmedas de los árboles densos.

La escasa luminosidad dentro de la plantación significa menos cosecha, por eso, podar es una necesidad. Después de 5 a 6 años de edad, la planta de café y sus ramas han dado las mayores cosechas y han sufrido un fuerte agotamiento. Esto ocurre porque: hay un exceso de tallos y ramas en relación con la raíz, los crecimientos nuevos cada vez son más cortos, menos nudos, menos hojas y flores. El propósito de la poda es renovar el tejido productivo y modificar la forma de la planta, mantener un adecuado balance agronómico entre follaje y tejido productivo y disminuir las bajas producciones que se dan cada dos años, con esta práctica se logra eliminar ramas y tallos dañados por plagas y enfermedades, ruptura de las mismas por: vientos, la acción del hombre o por agotamiento. Las podas se realizan preferiblemente en los meses de enero, febrero y marzo después de la cosecha y antes de la floración. INFO AGRO Costa Rica, (2017).

La siguiente información y las imágenes fueron obtenidas en el manual de Solidaridad Network y la Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN Guatemala, con título Poda de Café “Una buena alternativa para mantener cafetales jóvenes y productivos”. Junio, 2015, en donde se hace alusión a que las principales podas, son importantes para obtener un buen rendimiento en el cultivo del café.

6.4.15. Tipos de podas.

Como tipos de podas se conoce a las diferentes formas de administrar el manejo de tejido productivo planta por planta, utilizando como principal criterio la altura en que se realiza el corte sobre el tallo.

6.4.16. Poda baja o recepa.

Este tipo de poda, se recomienda para plantas con agotamiento avanzado y sin ramas bajas, haciendo el corte a una altura de 30 centímetros del suelo para variedades de porte bajo y 40 centímetros para el caso de plantas de porte alto, dejando de 2 a 3 troncos por mata, dependiendo de la densidad de siembra. En la Figura 5 se muestra una plantación de café antes y después de la poda de recepa.



Fuente: SCAN, Guatemala, 2015.

Figura 5. Plantas de café que deben de receparse y la poda de recepa.

6.4.17. Poda alta o descope.

El descope se realiza con el propósito de estimular el desarrollo de ramas secundarias y terciarias en las ramas bajas, y estimular el desarrollo de hijos cercanos al corte para formar un segundo nivel de producción, haciendo el corte a una altura de 1 metro para variedades de porte bajo y de 1.20 metros para variedades de porte alto. La diferencia de una plantación con poda de descope se muestra en la siguiente Figura 6.



Fuente: SCAN, Guatemala, 2015.

Figura 6. La poda de descope y plantas de café en condiciones de descope.

6.4.18. Despunte.

Consiste en podar más que todo tejido herbáceo, para estimular el desarrollo de ramas secundarias y terciarias y se aplica en aquellas plantas que han alcanzado su altura normal y que aún prometan buena producción para la siguiente cosecha. Se cortan de 2 a 3 cruces únicamente y no se permite el crecimiento de hijos o chupones. (Figura 7).



Fuente: SCAN, Guatemala, 2015.

Figura 7. Planta con poda de despunte y la poda de despunte.

6.4.19. Poda parcial o selectiva por planta.

Se emplea en plantas que han desarrollado tallos de diferentes edades. Se reciben los tallos agotados y se dejan sin podar los tallos con potencial de producción para las siguientes cosechas, procurando manejar no más de 2 o 3 tallos productivos por planta. (Figura 8).



Fuente: SCAN, Guatemala, 2015.

Figura 8. Poda parcial o selectiva y poda parcial o selectiva por planta (vista de cerca).

6.4.20. Manejo agroecológico de plagas.

Las enfermedades que ocurren en el cafeto son causadas principalmente por hongos, bacterias y nematodos, y afectan las plantas en distintas etapas de su desarrollo. La influencia que estas puedan tener en el crecimiento, producción y rendimiento de los cafetos estará determinada por su incidencia, por la edad de la planta y por el manejo de todas las condiciones para el desarrollo del cultivo. (Rocío del P. Rodríguez 2016)

6.4.21. Roya.

También conocida como Roya anaranjada del cafeto. Fue descubierta en África a mediados del siglo XIX. La ocasiona el hongo *Hemileia vastatrix* que ataca a todas las variedades de café de la especie Arábica. (D'Areny, 2004).

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en el envés o cara inferior de las hojas como manchas pálidas de 1-3 mm de color amarillo claro, las cuales aumentan de tamaño y se unen formando manchas con abundante polvo amarillo (esporas); con el tiempo las lesiones viejas se necrosan. La germinación de esporas es favorecida en temperatura de 22°C, condiciones de obscuridad, periodo de mojado mínimo de 6 horas, (Fernández *et al.*, 2009). La roya siendo la principal plaga del café provoca grandes daños al sistema vegetativo de la planta, principalmente a las hojas como se muestra en la siguiente Figura 9.



Fuente: CESAVE, Veracruz, 2021.

Figura 9. Lesiones causadas por la roya en el envés de la hoja de café.

Manejo.

- Establecer una distancia de siembra apropiada, de acuerdo con el clima y la sombra presente.
- Realizar en forma adecuada y oportuna la poda y el manejo de la sombra.
- Planificar un programa adecuado de nutrición de las plantas, que incluya encalado y aplicación de abonos.
- Regula la sombra.
- Poda los cafetos.
- Controla la maleza.
- Si vas a sembrar nuevas plantaciones, informarse sobre variedades resistentes.
- Si es necesario aplicar fungicidas, informarse de los productos autorizados y el momento de aplicar.

Receta para la preparación de caldos (Intagri, 2019).

- **Oxicloruro de cobre:** Disolver de 500 gramos a un kilogramo en 200 litros de agua, para aplicarlo en media hectárea.
- **Caldo bordelés:** Disolver un kilogramo de cobre en 10 litros de agua y un kilogramo de cal en 90 litros de agua, posteriormente, ambos se llevan a 400 litros de agua para aplicarlo a una hectárea.
- **Caldo viscoso:** En 50 litros de agua disolver 500 gramos de sulfato de cobre, 600 gramos de sulfato de zinc, 400 gramos de sulfato de magnesio y 400 gramos de ácido bórico, luego se agrega a la mezcla de 500 gramos de cal agrícola disuelta en 50 litros de agua. Posteriormente, se procede a homogenizar ambas mezclas y se lleva a 400 litros de agua para aplicarla a una hectáreas.

6.4.22. Broca del café.

La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), es el insecto plaga más importante que afecta el cultivo del café no solo en Colombia, sino en casi todos los países productores causando pérdidas cuantiosas a los cultivadores. (Bustillo Pardey, Alex Enrique. 2006).

Es una plaga directa pues perjudica el producto que se desea cosechar, es decir, el grano, disminuyendo el rendimiento y mermando su calidad. Se ha estimado que la broca causa pérdidas por US \$500 millones al año en el mundo. (Jaramillo *et al.*, 2010).

El café y el insecto están adaptados a un rango de temperatura estrecho, la broca tiene un ciclo de vida más corto, lo que la hace más flexible y adaptable a los cambios. (Juliana Jaramillo, 2011).

Síntomas.

Los frutos verdes, maduros y secos atacados por la broca presentan generalmente un agujero en su parte apical; en el caso del café, el agujero coincide con el centro o anillo del ostiolo del fruto, como se ilustra en la siguiente Figura 10.



Fuente: J.F. Barrera, 2007.

Figura 10. Fruto del Café (*C. arabica* L.) perforado por la broca.

Control cultural.

Se conoce como control cultural o sanitario todas las labores de carácter agronómico que pueden contribuir a la reducción de los insectos plaga. Comprende las prácticas siguientes:

- Realizar un saneamiento general del ciclo productivo anterior, cosechando todos los frutos quedados en las plantas y recogiendo los que están en el suelo.
- Recolectar todos los frutos brocados en los focos de infección, presentes en las plantas y en el suelo, antes de realizar la cosecha.
- Cosechar en los momentos adecuados, en función de la maduración de los frutos.
- Poner a hervir inmediatamente todos los frutos brocados cosechados, durante cinco minutos, para matar a las larvas o insecto adulto.
- Utilizar envases herméticos para el traslado de frutos brocados, antes de ponerlos a hervir, para evitar el escape de la broca.
- Realizar el acopio hacia los sitios del beneficio, procurando mantener los sacos cerrados y envueltos en un encerado para evitar la propagación de la broca dentro y fuera de la localidad.
- Colocar filtros de malla en los desagües provenientes del despulpado y del lavado del café para capturar a los adultos de la broca.
- Evitar el traslado de personas, animales, envases y herramientas desde los campos infestados a los no infestados.
- Procesar la cosecha para la elaboración de compost tapada con un plástico y tratada con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.
- Realizar la renovación de los cafetales improductivos o su eliminación para evitar que existan plantaciones viejas que constituyan focos de broca.
- Establecer un programa de manejo nutricional de las plantas, de acuerdo con el análisis de suelo.
- Controlar las malezas en forma mecánica, evitando el uso de herbicidas químicos, ya que favorece un microclima para los biorreguladores de la plaga.
- Efectuar labores de podas con calidad y en los plazos establecidos.
- Realizar labores de regulación de sombra para garantizar condiciones favorables a la actividad de los parasitoides y una iluminación no preferida por la broca.

6.4.23. Fumagina.

Se presenta cuando hay exceso de humedad en las plantaciones. Cuando el ataque del hongo es severo, interfiere con las funciones de fotosíntesis de las hojas y afecta el desarrollo normal de los brotes, provocando un amarillamiento y debilitamiento de la planta de café, (Figura 11).

Síntomas.

La Fumagina se manifiesta como un revestimiento negro hollinoso, que cubre de manera irregular la superficie de las hojas, frutos, ramas y tronco. Esta capa densa que cubre las hojas, puede fácilmente ser separada sin observarse ninguna anomalía; el hongo de la Fumagina no parasita las hojas, sin embargo, se desarrolla en las secreciones azucaradas producidas por las cochinillas, escamas y pulgones. El problema ocasionado, consiste en la dificultad de respiración y fotosíntesis de la planta, debido a la presencia superficial del conjunto micelial del hongo. (Néstor Macías 2004).

Manejo.

- Propiciar la aireación en la plantación, con podas de mantenimiento, para evitar la acumulación de humedad en las hojas y ramas.
- Planificar un programa adecuado de nutrición de las plantas, de acuerdo con el análisis de fertilidad de los suelos, que incluya encalado y fertilización.
- Realizar un manejo de los insectos que indirectamente provocan la enfermedad, con aplicaciones de aceite blanco o una solución jabonosa con jabón azul, procurando cubrir todas las ramas y las hojas, por el haz y envés. (Figura 11).



Fuente: Guía de jardinería, 2012.

Figura 11. Fumagina en las hojas del café.

6.4.24. Antracnosis del café.

Esta enfermedad se propaga durante la estación lluviosa y normalmente ataca a plantas ya infectadas por otras enfermedades fungosas. Para evitar la caída de los frutos y controlar el hongo es conveniente un buen drenaje, regular la humedad ambiente, disminuir la sombra y mantener una buena ventilación.

Hongo que afecta a los cafetos con exceso de sombra, humedad excesiva y mala ventilación. Su ataque provoca la pérdida de hojas, ramas, de todo el follaje e incluso la pérdida de la cosecha. Aún y así, se considera, esencialmente una enfermedad de los frutos ya que estos son atacados tomando un color negro característico, se resecan y caen. (Angela D'Areny, 2004).

Diversos factores inciden en el desarrollo de esta enfermedad, entre los que podemos mencionar, condiciones ambientales favorables al desarrollo y multiplicación del patógeno, así como estrés fisiológico en la planta causado por diversos factores como la mala nutrición, el ataque de otras plagas, suelos de mala calidad entre otros. Esta enfermedad ataca plantas de café en todas sus etapas de desarrollo, iniciando desde el vivero, hasta plantas en desarrollo y en producción en la plantación establecida. Afecta las hojas, ramas, flores y frutos del café. Provoca defoliación y muerte regresiva en las ramas, causando la muerte de las plantas o reduciendo su capacidad productiva. FUNICA, (2009).

La antracnosis es una enfermedad que se presenta en todas las etapas de desarrollo del cultivo, la podemos encontrar en:

- Plántulas en el semillero.
- Plantas jóvenes en el vivero.
- Plantas en desarrollo en el campo, y
- Plantas en producción.

En el folleto de Guía de Identificación y Manejo de Antracnosis en Café realizado por la “Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA), recomienda para el buen manejo integrado del Antracnosis lo siguiente:

Manejo integrado.

Debido a las características de la antracnosis, ninguna de las medidas resulta efectiva para el manejo de la enfermedad si se ejecuta de forma individual. Es decir que para que un programa de manejo de la enfermedad sea sostenible debe ser implementado integralmente, utilizando todas las opciones disponibles de manejo. El manejo integrado de la antracnosis debe incluir lo siguiente:

En el semillero y vivero: se debe garantizar un buen control de las plagas del suelo (hongos, insectos o nematodos) para que el sistema radicular tenga un buen desarrollo, y la planta pueda absorber todos los nutrientes. También se debe dar un manejo adecuado a la sombra, garantizar que las plantas estén libres de malezas, así como la selección del tamaño adecuado de la bolsa. Se debe también utilizar un substrato o suelo de buena calidad y que no afecte el desarrollo de la raíz.

Al momento del trasplante del vivero al campo definitivo, se deben seleccionar para siembra solamente plantas de buena calidad, que estén libres de enfermedades y plagas y que presenten un buen desarrollo de las raíces; el trasplante debe hacerse cuidadosamente, evitando el maltrato de las plantas.

En la plantación la enfermedad se presenta en hojas de plantas jóvenes y adultas, en forma de lesiones necróticas de color café, gris o negro, que inician en los bordes y ápice de las hojas y que avanzan hacia el centro de la lámina foliar. (Figura 12).



Fuente: FUNICA, 2009.

Figura 12. Antracnosis del café.

6.5. Determinación, control y calidad del café.

El cultivo, cosecha y procesamiento de café comprende varias etapas, en las cuales se realizan las actividades siguientes:

6.5.1. Cosecha.

El éxito de la buena calidad del café se centra en la recolección del fruto maduro y la buena aplicación de los pasos del beneficiado, el primer corte consiste en la cosecha de frutos maduros provenientes de las primeras floraciones y se aprovecha para cortar frutos enfermos y secos. El corte pleno se realiza desde noviembre hasta marzo, dependiendo su momento de la altura de la finca. En este periodo se cosecha aproximadamente 70% de la producción. En esta etapa se pueden realizar varios cortes.

En México la recolección de la cosecha se hace a mano y en forma selectiva, es decir, recogiendo principalmente una a una las cerezas maduras y se van guardando en canastos, costales o cubetas el grado de maduración de la cereza mejora la calidad de la bebida (aroma, acidez y sabor del café).

Con el objetivo de optimizar las recolecciones, se recomienda efectuar lo siguiente:

- Efectuar la recolección por etapas, de acuerdo a la madurez del fruto, procurando cortar únicamente el café maduro.
- Los frutos deben cortarse uno a uno sin el pedúnculo, así se evita el desprendimiento de hojas y la destrucción de tejido y yemas reproductivas importantes para la producción futura del arbusto.
- Al momento de efectuar el corte, evitar el arrastre de hojas, palos y frutos verdes.
- Capacitar y estimular económicamente a los cortadores para que solo cosechen cerezas con el grado de madurez adecuado. Este gasto adicional se recompensa por su mayor rendimiento en el campo y la mejor calidad de su producto.
- Trasladar todo el café maduro recolectado hacia el beneficio el mismo día del corte y procurar que el grano sea despulpado inmediatamente. Si esta operación se retrasa, el café se sobre fermenta afectando su calidad.

Normas de calidad y Marco regulatorio.

Para determinar la calidad del café se consideran varios factores, destacando los siguientes: Características físicas del grano (forma, tamaño, color), defectos de los granos, características del tueste, cualidades de la bebida (aroma, sabor, cuerpo, acidez), sabores anormales y calidad de la muestra, (NOM-F-13-S-1980).

Las etapas de transformación son un proceso de beneficiado del café, mediante el cual el café cereza se somete a una serie de operaciones que conducen a la obtención del café oro lavado. Dichas etapas se dividen en tres fases:

6.5.2. Beneficio húmedo.

Consiste en la transformación del café cereza en café pergamino. Hay dos métodos para beneficiar el café la vía seca y la vía húmeda.

- En la vía seca: No se utiliza agua, consiste en secar los frutos maduros o cerezas al sol para obtener el café bola o capulín.
- En la vía húmeda: El café cereza es despulpado, fermentado, oreado y secado, hasta obtener café pergamino, con 12% de humedad, que se pueda almacenar.

Una vez que se ha efectuado el corte del café, con una madurez idealmente homogénea, se procede a separar los granos “vanos” o defectuosos de los “buenos”. Posteriormente se procede a efectuar el beneficio húmedo, donde la cereza se coloca en tolvas “sifones” llenas de agua, con el fin de evitar fermentaciones prematuras o mermas en el peso. El café colocado en las tolvas se hace pasar a una máquina en el cual el grano es liberado de la cáscara y pulpa que lo cubre. Esta práctica consiste en friccionar el fruto entre dos discos de metal para separar la cáscara y la pulpa del grano, usando agua para facilitar la tarea, a esta operación se le conoce con el nombre de despulpado y debe realizarse inmediatamente después de la recepción de la cereza, para evitar que esta se fermente, resultado del beneficiado húmedo es el café pergamino que debe fermentarse durante 24 horas en tanques de agua.

En seguida se somete el grano a un horno para el presecado, el cual se puede hacer en patios de cemento en los que se tiende el café por un periodo de cinco días, aproximadamente, durante los cuales se mueve a intervalos regulares para evitar un secado desigual, o se puede recurrir a máquinas secadoras que, por medio de aire caliente, eliminan cierta cantidad de humedad contenida en el grano.

6.5.3. Beneficio seco.

Es la transformación del café pergamino en oro, inicia cuando el café pergamino es morteadado, y consiste en quitar el mucilago seco por medio de máquinas trilladoras, de donde se obtiene el café oro o verde. Consiguiendo un porcentaje de humedad del 12%, el cual es indicado para su almacenamiento, evitando así que se formen hongos y decoloraciones en el grano para poder continuar con el proceso. Para llegar a la humedad requerida en el grano para su almacenamiento, se emplea una corriente de aire caliente durante un tiempo de 12 horas, el morteadado es la operación en la cual, el grano va a ser separado de la cascarilla (endocarpio) que le envuelve; esto se lleva a cabo en una morteadora; para que esta actividad se realice, el café debe de entrar en contacto con los medios de separación con los que cuenta la morteadora. Una vez que el café haya sido morteadado se procede a clasificarlo. La finalidad de clasificación es separar y seleccionar los granos buenos de los malos, los que tienen algún defecto o han sido mordidos o quebrados en alguna de las operaciones anteriores; además de que un café clasificado alcanza un mayor precio en el mercado; incluso, si el grano va a ser vendido como café pergamino, puede hacerse una clasificación para que esta presentación alcance un precio mucho más alto.

6.5.4. Tostado y molido del grano.

Después de que el café ha sido clasificado, pasa inmediatamente a la torrefacción, es decir, el tostado del café verde u oro. A partir de aquí, el flujo de café verde hacia su 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 específico del sabor y aroma propio de cada marca de café en el mercado.

VII. CONCLUSIONES

Con base en los objetivos planteados las conclusiones son las siguientes:

1. El establecimiento de una producción orgánica de café de la variedad Bourbon y otras, ha sido considerado como una alternativa para la cafecultura en diferentes regiones del país.
2. El sistema de producción requiere de un mayor conocimiento en el manejo de las labores culturales, con el fin de utilizar al máximo los recursos de la finca.
3. En consecuencia, se le debe de dar énfasis a la fertilidad del suelo y a la actividad biológica, tendiendo a prescindir del uso de los recursos no renovables como lo son los fertilizantes y plaguicidas sintéticos; esto a su vez ayuda a proteger el medio ambiente y la salud humana.
4. Por ende, es necesario conocer los requerimientos óptimos para realizar una plantación orgánica del café, para que la productividad del mismo perdure durante años.
5. Gracias a esta investigación el autor se ha dado cuenta de la importancia de apoyar a los productores de café orgánico de la región, con el fin de que esta actividad siga proporcionándoles recursos económicos en el futuro.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Arcila P., J., Farfán V., F., Moreno B., A., Salazar G., L., & Hincapié G., E. 2007. Sistemas producción de café en Colombia. Primera edición. Recuperado de: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/720>

Bustillo Pardey, Alex Enrique. 2006. Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v32n2/v32n2a01>

Cepeda Dovala, Ángel Rumualdo y Cepeda Ballesteros, Sonia Margarita. 2015. Metodología de la Investigación. Enfoque Multidisciplinario sobre el Método Científico. Tópicos Culturales AΩ ARCD Editor. Libro 14; 1ª edición. Saltillo Coahuila de Zaragoza, México. <file:///Users/mac/Downloads/LIBRO%2014%20M%C3%A9todo%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20FINAL%207%20Julio%202015%20ARCD%20SMCB.pdf>

Cedillo Gallegos, Gilberto. 2021. Expectativas de la producción y comercio de café en México. El Economista. Periódico mexicano. Recuperado de: <https://www.economista.com.mx/opinion/Expectativas-de-la-produccion-y-comercio-de-cafe-en-Mexico-20210419-0136.htm>

D'Areny, Ángela. 2004. Las enfermedades del Café. Recuperado de: https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f_16_enfermedades.pdf

FAO. 2004. Carbon sequestration in dryland soils. World Soils Resources Reports. No. 102. FAO. Rome. Recuperado de: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008/03_suelos/recuadro3_2.html

FAO. 2013. El Manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i3361s/i3361s.pdf>

Fernández, J. Suarez, C. 2009. Antagonismo in vitro de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *passiflorae* en maracuyá (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*) del municipio zona bananera colombiana. Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín. 62:4743-4748. Recuperado de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24872/25404>

FIRA. 2019. Panorama Alimentario del café. Recuperado de: <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/03/Panorama-Agroalimentario-Caf%C3%A9-2019.pdf>

FUNICA. 2009. Guía de identificación y manejo de antracnosis en café. Recuperado de: <file:///Users/mac/Downloads/Gua%20Antracnosis.pdf>

García-Hernández José Luis, Bernardo Murillo-Amador, Alejandra Nieto-Garibay, Manuel Fortis-Hernández, Cándido Márquez-Hernández, Edmundo Castellanos-Pérez, José de Jesús Quiñones-Vera y Narciso Isaac Ávila-Serrano. 2010. Avances en investigación y perspectivas del aprovechamiento de los abonos verdes en la agricultura. Terra Latino am [online]. 2010, vol.28, n.4, pp.391-399. ISSN 2395-8030. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n4/v28n4a11.pdf>

Geissert Daniel, Barois Isabelle, Mólgora Ana, Mokondoko Pierre, Maas Kerstin y Manson Robert. 2013. Manual de manejo sustentable del suelo en cafetales de sombra. Recuperado de <file:///Users/mac/Downloads/CIR-Manualmanejosustentablesuelocafetalessombra.pdf>

Gomez, M. B. 2004. ¿Que háy de trás de una taza de cafe ? datos basicos sobre el cafe en mexico. Revista Vinculado. Recuperado de: https://vinculando.org/wp-content/uploads/kalins-pdf/singles/datos_cafe.pdf

Gourmet de Mexico. 2020. Variedad de café Bourbon en Mexico. Recuperado de: <https://gourmetdemexico.com.mx/bebidas/variedad-de-cafe-bourbon/>

Ignacio Cárdenas, Severo. 2007. TESIS. Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica* L.) del CATIE. Recuperado de: <http://www.sidalc.net/repdoc/A1655e/A1655e.pdf>

INEGI. 1997. El Café en el estado de Oaxaca. Recuperado de:
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118570/702825118570_2.pdf

INIFAP. 2013. Paquete Tecnológico para el Cultivo de Café Sierra Huasteca Potosina. Recuperado de: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Paquetes2012/81.pdf>

INIFAP. 1994. Folleto técnico. “Tecnología para la producción de café en México”. Recuperado de: <http://acervo.siap.gob.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=6968#>

Intagri. 2019. Curso Online sobre Manejo Nutricional del Café. Recuperado de: <https://www.intagri.com/memorias/frutales/curso-online-sobre-manejo-nutricional-del-cafe/programa>

IICA. 2019. Manual de producción sostenible de café en la República Dominicana. Recuperado de: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8726/BVE20037756e.pdf?sequence=1>

INFOAGRO, Costa Rica. 2017. La poda en el cultivo de café. Recuperado de: http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/poda_cultivo_cafe.pdf

ITERCIENCIA. 2009. Impacto del Cambio Climático en la floración y desarrollo de fruto del café en Veracruz, Mexico. Vol. 34, Núm. 5, mayo, 2009, pp. 322-329. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911403004.pdf>

ITIS. 2021. Taxonomía del café. Recuperado de: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=35190#null

Jaramillo Juliana, 2011. Cambio climático y broca del café: Del Reduccionismo a la Integración. Recuperado de: <http://www.ramacafe.org/images/image/presentaciones/2011/dia2/02-04-03-juliana-jaramillo.pdf>

Juliana Jaramillo, Eric G. Chapman, Fernando E. Vega, James D. Harwood, 2010. Molecular diagnosis of a previously unreported predator–prey association in coffee: *Karnyothrips flavipes* Jones (Thysanoptera: Phlaeothripidae) predation on the coffee berry borer. Recuperado de: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.615.4079&rep=rep1&type=pdf>

Jaramillo R. A. 2005. Clima andino y el café en Colombia. Chinchiná, Cenicafe.196 p. Recuperado de: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/859/1/Portada.pdf>

López-García, Francisco Javier, Escamilla-Prado, Esteban, Zamarripa-Colmenero, Alfredo, & Cruz-Castillo, J. Guillermo. 2016. Producción y calidad en variedades de Café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. Revista Fitotecnia Mexicana. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802016000300297

López Geta, Juan Antonio; Martínez Navarrete, Carlos; Moreno Merino, Luis; Navarrete Martínez, Paloma. 1992. Las aguas subterráneas y los plaguicidas. Recuperado de: <http://aguas.igme.es/igme/publica/libro28/lib28.htm>
http://aguas.igme.es/igme/publica/libro28/pdf/lib28/2_accion.pdf

López-García, Francisco Javier; Escamilla-Prado, Esteban; Zamarripa-Colmenero, Alfredo; Cruz-Castillo, J. Guillermo. 2016. Producción y Calidad en Variedades de Café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 39, núm. 3, 2016, pp. 297-304. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/610/61046936015.pdf>

López-García, Francisco Javier, Escamilla-Prado, Esteban, Zamarripa-Colmenero, Alfredo, & Cruz-Castillo, J. Guillermo. 2016. Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 39 (3): 297 – 304. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802016000300297&script=sci_abstract

Macías Tronconi, Néstor. 2004. Principales Enfermedades del Cultivo del Cafeto. Recuperado de: [file:///Users/mac/Downloads/Tec%20Guia%20Enfermedades%20\(2\).pdf](file:///Users/mac/Downloads/Tec%20Guia%20Enfermedades%20(2).pdf)

Jorge E. Wong Paz, Sylvain Guyot, Raúl Rodríguez Herrera, Gerardo Gutiérrez Sánchez, Juan C. Contreras Esquivel, Gerardo Saucedo Castañeda y Cristóbal N. Aguilar. 2013. Alternativas Actuales para el Manejo Sustentable de los Residuos de la Industria del Café en México. "Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila", 2013 Volumen 5, (No 10.), pp 33-40. Recuperado de: <http://www.actaquimicamexicana.uadec.mx/articulos/AQM10/6%20alternativas.pdf>

Morfín Valencia Aarón, Gladis Castillo Ponce, Arturo Vizcaíno Guardado. 2006. El cultivo del Café (*Coffea arabica* L.) en Colima. Recuperado de: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tCmuJi2Qz6kJ:www.compucampo.com/tecnicos/cafe-colima.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>

Network y la Plataforma-SCAN Guatemala. 2015. Poda de café "Una buena alternativa para mantener cafetales jóvenes y productivos". Junio, 2015. Recuperado de: <https://fdocuments.ec/reader/full/bpa-5-poda-de-cafe>

NORMA OFICIAL MEXICANA - NOM-F-13-S-1980. Café 100% puro tostado en grano o molido. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4603736&fecha=12/01/1981

Odum, Eugene P. 1972. Ecología. Recuperado de:
https://bgf-info9.webnode.com/_files/200000681-b2c2bb2c2d/kupdf.net_fundamentos-ecologicos-odum.pdf

Paco, Gabriel, Loza-Murguía, Manuel, Mamani, Francisco, & Sainz, Humberto. 2011. Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* Savigny) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. V2, N. 2, p. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942011000200004

Primero Café 2020. Variedad de café Bourbon. Recuperado de: <https://gourmetdemexico.com.mx/bebidas/variedad-de-cafe-bourbon/>

Ramirez, R. P. 2004. Diagnostico Municipal San Miguel Panixtlahuaca. Alianza Contigo 2004. Programa de Fortalecimiento De Empresas y Organización Rural. Oaxaca. Recuperado de: http://www.geocities.ws/isf_mx/Documentos/diagnosticopanix.pdf

Ramos Agüero, David y Terry Alfonso, Elein. 2014. Departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007

Renard, M. C. 1993. Fuerte, negro y dulce: el café. ciencias,(Num 29,), pp. 3-8 C Recuperado de: http://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/sitio_LCDC/PDF-LCDC/REVISTA-DE-CIENCIAS-BIOLOGIA/FLORA/Doc17.pdf

Ritchie, 2007. Sistemas de producción de café en Colombia, Cenicafé, 2007. 309 p. Recuperado de: https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas_de_produccion.pdf

Ritchie, T.J.1991. Specifications for the ideal model for predicting crop yields.in: Muchow, R.S; Bellamy, J.A. (Eds.). Climate risk in crop production;models and management for semiarid tropiics and subtropics. Wallingsford, CAB, 1991. P. 97-122. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0308521X9290024I#aep-abstract-id5>

Roblero, A. J. 2005. Clima andino y cafe en Colombia chinchiná,Cenicafe.196 p. Recuperado de: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/859/1/Portada.pdf>

Rodríguez Rocío del P. 2016. Enfermedades del Cafeto. Recuperado de: https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1848/Enfermedades_del_Cafeto1.pdf

SAGARPA e INIFAP. 2013. El Sistema producto café en Mexico: Problemática y Tecnología de Producción. Primera edicion. Libro técnico. Núm. 34. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/261744095/El-Sistema-Producto-Cafe>.

SAGARPA. 2013. "Alternativas Actuales para el Manejo Sustentable de los Residuos de la Industria del Café en México del Café en México". Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, 5(10), p35. Recuperado de: <http://www.actaquimicamexicana.uadec.mx/?p=538>.

SADER. 2018. México, onceavo productor mundial de café. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-de-cafe?idiom=es>

Steiger D. L, C. Nagai, P. H. Moore, C. W. Morden, R. V. Osgood and R. Ming. 2002. AFLP analysis of genetic diversity within and among *Coffea arabica* cultivars. Theoretical and Applied Genetics 105:209-215. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/610/61046936015.pdf>

Taiz, L. and Zeiger, E. 2002. Plant Physiology. 3rd Edition, Sinauer Associates, Inc. Publisher, Sunderland, MA, USA. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4242361/>

USDA. 2019. Proyecto piloto para la Conservación de Café. Recuperado de: [file:///Users/mac/Downloads/Proyecto_piloto_para_la_conservacion_de_cafe_HojaInformativa%20\(2\).pdf](file:///Users/mac/Downloads/Proyecto_piloto_para_la_conservacion_de_cafe_HojaInformativa%20(2).pdf)

Vásquez Darwin y Kolmans Enrique, 1999. Manual de Agricultura Ecológica. Recuperado de: <http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Manual-Agricultura-Eco.pdf>

Wong Paz Jorge E, Sylvain Guyot, Raúl Rodríguez Herrera, Gerardo Gutiérrez Sánchez, Juan C. Contreras Esquivel, Gerardo Saucedo Castañeda y Cristóbal N. Aguilar. 2013. "Alternativas Actuales para el Manejo Sustentable de los Residuos de la Industria del Café en México del Café en México". Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, 5(10), p35. Recuperado de: <http://www.actaquimicamexicana.uadec.mx/?p=538>

Zuñiga, A. D. 2017. Desarrollo de tres variedades de (*Coffea arabica* L.) injertadas y de pie franco bajo diferentes condiciones ambientales. Xalapa, Veracruz. Recuperado de: <https://www.uv.mx/observacafe/files/2018/02/2017-06-30-Tesis-Alejandro.pdf>.

IX. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del <i>Coffea arabica</i> L., ITIS, según (1996).-----	16
Cuadro 2. Factores ambientales que inciden en la producción vegetal según Ritchie, (1991).-----	21
Cuadro 3. Factores edáficos que inciden en la productividad del café según Ritchie, (2007).-----	23
Cuadro 4. Condiciones químicas que inciden en la productividad del cafetal, Ritchie, (2007).-----	25
Cuadro 5. Clasificación de abonos orgánicos Intagri, (2019).-----	29

X. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del estudio.-----	13
Figura 2. Sistemas de producción de café en Colombia, (2007).-----	20
Figura 3. Control de la erosión hídrica con el establecimiento de barreras vivas, en cafetales con pendientes y plantación en contorno.-----	39
Figura 4. Establecimiento de barreras vivas y manejo de cobertura de hierba.-----	40
Figura 5. Plantas de café que deben de receparse y la poda de recepa.-----	42
Figura 6. La poda de descope y plantas de café en condiciones de descope.-----	42
Figura 7. Planta con poda de despunte y la poda de despunte.-----	43
Figura 8. Poda parcial o selectiva y poda parcial o selectiva por planta (vista de cerca).-----	43
Figura 9. Lesiones causadas por la roya en el envés de la hoja de café.-----	44
Figura 10. Fruto del Café (<i>C.arabica</i> L) perforado por la broca.-----	46
Figura 11. Fumagina en las hojas del café.-----	48
Figura 12. Antracnosis del café.-----	50

XI. ANEXOS

Anexo A. Composición de la lombricomposta.

Contiene macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

Humedad (Hd)	30-60%
Potencial de Hidrógeno (pH)	6.8-7.2
Nitrógeno (N)	1-2.6%
Fosforo (P)	2-8%
Potasio (K)	1-2.5%
Calcio (Ca)	2-8%
Magnesio (Mg)	1-2.5%
Materia orgánica (MO)	30-70%
Carbono orgánico (CO)	14-30%
Ácidos fúlvicos (AF)	14-30%
Ácidos húmicos (AH)	2.8-5.8%
Sodio (Na)	0.02%
Cobre (Cu)	0.05%
Hierro (Fe)	0.02%
Manganeso (Mn)	0.006%
Relación Carbono Nitrógeno (N/C)	10-11

Curso online sobre el Manejo Nutricional del Café, (Intagri, 2019).

Anexo B. Compostaje de los residuos de la finca.

COMPOSTAJE DE RESIDUOS DE LA FINCA			
Abono	Tiempo de preparación	Materia prima	Usos y dosis
Bocashi	8 días	Gallinaza o estiércol, tierra virgen, levadura, malezas, material vegetal verde, manejo de temperatura y humedad	Incorpora microorganismos al suelo. Se aplica al pie de la mata
Lombricomposta. Humus 100% orgánico	90 días	Es el resultado solido de la digestión de la lombriz californiana en el lombrizario	Mejora la aplicación de los suelos. Incorpora microorganismos. Se aplica al pie de la mata.
Compost 50-50	90 días	Residuos de la finca: remolacha, verduras, frutas, pulpa, estiércol de ganado, agua y tierra virgen	Se aplica a la siembra o al pie de la mata en cultivos y establecidos. Excelente abono por su estructura y aplicación de 50% de Nitrógeno y 50 % Carbono
Sustrato	30-35 días	Tierra virgen, bocashi, agua	Sustrato especial para hacer viveros libres de bacterias y hongos

Fuente: (Grupo Mesófilo, 2019).

Anexo C. Glosario de términos.

Agricultura tradicional. Sistema de producción basado en conocimientos y prácticas indígenas, que han sido desarrollados a través de muchas generaciones.

Agricultura orgánica. Sistema que utiliza controles de plagas de base ecológica y fertilizantes biológicos derivados principalmente de desechos animales y vegetales y cultivos de cobertura que fijan nitrógeno.

Capacidad de campo. Se refiere a la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje.

Densidad aparente. Se define como la masa de suelo por unidad de volumen; describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces.

Fertilidad del suelo. Es la capacidad que tiene el terreno para sustentar el crecimiento de las plantas y optimizar el rendimiento de los cultivos.

Humedad relativa. Se expresa como el porcentaje de vapor de agua en el aire, en comparación con la cantidad total de agua que podría contener el aire si estuviera saturado.

Macronutrientes. Son aquellos elementos que se necesitan en relativamente grandes cantidades. Entre ellos se incluye nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio y fósforo.

Micronutrientes. Son aquellos elementos que las plantas necesitan en pequeñas cantidades; en ocasiones cantidades traza, como hierro, boro, manganeso, zinc, cobre, cloro y molibdeno.

Porte alto. Son las que brindan un café con mejor cuerpo, aroma y sabor.

Quintales por hectáreas. Quintal por hectáreas es una unidad de masa que se utilizaba en la antigüedad. De acuerdo al contexto, un quintal podía resultar equivalente a 100 libras. Esto quiere decir que un quintal equivalía aproximadamente unos 46 kilogramos.

Sostenibilidad. Es asumir que la naturaleza y el medio ambiente no son una fuente inagotable de recursos, siendo necesario su protección y uso racional.

Suelo. El suelo es una mezcla de minerales, organismos vivos y muertos (materiales orgánicos), aire y agua de la tierra, que ha experimentado algún grado de meteorización física, biológica y química.

Sistema de producción. Es el modo cómo se utilizan y se combinan los factores productivos para llevar a cabo su transformación y posteriormente convertirlos en bienes y servicios.

Técnicas de cultivo. Son las distintas labores y procedimientos que se planifican y se llevan a cabo a lo largo de todo el ciclo de cultivo con el fin de obtener una mayor y mejor cosecha en el huerto.

El presente glosario se elaboró con las siguientes fuentes del internet.

Redalyc: <https://www.redalyc.org/journal/4760/476051632002/html/>

Britannica: <https://www.britannica.com/topic/organic-farming>

Fao.org: <http://www.fao.org/3/y4690s/y4690s02.htm>

Inta.gob.ar: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_densidad_aparente.pdf

Eros.com: <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/>

Soils Science: <https://www.soils.org/about-soils/>

PROMIX: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-influye-la-humedad-en-la-calidad-de-los-cultivos/>

Hortalizas: <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/fertilizacion-micro-y-macro/>

Anacafe: <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>

Sostenibilidad.com: <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-sostenibilidad/>

Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/sistema-de-produccion.html>