

47



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

DESARROLLO DEL CAFÉ ORGÁNICO

Autorizo a la Dirección General de Biblioteca UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo receptor:

NOMBRE: Tábita Nava Herrera

FECHA: 9-11-02

FIRMA: Maceo Herrera Tabata

**TRABAJO ESCRITO
VIA CURSOS DE
EDUCACIÓN CONTINUA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A :
TÁBATA NAVA HERRERA**



MÉXICO, D.F.

2002.



CORPORACIÓN PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

**PRESIDENTE
VOCAL
SECRETARIO
1er SUPLENTE
2do SUPLENTE**

**PROF. FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS
PROF. MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS
PROF. RAFAEL CARLOS MARFIL RIVERA
PROF. LUCÍA CORNEJO BARRERA
PROF. ZOILA NIETO VILLALOBOS**

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA**

ASESOR DEL TEMA



QFB. MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS

SUSTENTANTE



TÁBATA NAVA HERRERA

DEDICATORIAS

❖ **A DIOS POR SU GRANDEZA Y POR PERMITIRME CUMPLIR ESTA META.**

- ❖ **Al Lic. Pablo González Cid por ayudarme a hacer realidad gran parte de mis sueños, por las oportunidades que me ha dado, por las enseñanzas que me ha dejado y por ser el guía en el comienzo de mi vida profesional.**
- ❖ **A mi madre Dulce María de Guadalupe Herrera Malagón por su cariño, sus atenciones, su apoyo, su esfuerzo, su ejemplo y porque me enseñó cuales debían ser las prioridades en mi vida.**
- ❖ **A la familia González Cid y Gloria Jean's México que ha creído y confiado en mi y me ha dado una de las mas grandes oportunidades de mi vida.**
- ❖ **A mi familia y en especial a mis hermanas Dulce Berenice Nava Herrera y María Isabel Huerta Herrera que son una parte muy importante de mi vida, las quiero mucho.**
- ❖ **A mi abuela Guadalupe Malagón, te agradezco tus enseñanzas, tus rezos y tu amor.**
- ❖ **A mis tíos Jorge Herrera y Andrés Herrera, por su apoyo y por lo que han compartido conmigo.**
- ❖ **A mis tías Manuela, Angela y Silvia Nava Pérez, por su apoyo y por que han sido mi máximo ejemplo a seguir, por su fortaleza y dedicación.**
- ❖ **A mi abuela Angela Pérez, y mis primos Sandro y Amhed Inojosa Nava por su cariño y por todo lo que hemos compartido.**
- ❖ **A mi padre Mario Nava Pérez (e.p.d.) y mi abuelo Andres Herrera (e.p.d.) que sé que en espíritu han estado cerca de mi guiándome y cuidándome y que seguramente están orgullosos de este logro.**
- ❖ **A mis amigos Carlos, Joel, Luisa, Silvia, Rocío y Luz por que vivieron conmigo esta grandiosa etapa de mi vida y por los gratos recuerdos que guardo de ustedes. Gracias por su amistad incondicional.**
- ❖ **A mis amigas Enriqueta y Beatriz por que me han demostrado su valiosa amistad y apoyo incondicional.**
- ❖ **A Paola Vega, Mariana Igartúa y Livier Gómez de Gloria Jean's México, por las risas, el apoyo, confianza y amistad que me han dado.**

- ❖ A todo el personal de XKMEX, por que de ustedes he aprendido muchísimas cosas. Los quiero mucho.
- ❖ A Skipper que estuvo en este mundo durante los años que curse mi carrera y que se desveló miles de veces conmigo observándome mientras estudiaba. Te extraño mucho.
- ❖ A todas las personas que pasaron por mi vida durante este periodo. Todas han dejado algo de ellos en mi y se los agradezco enormemente.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Autónoma de México por la educación que me otorgó y las facultades que en mi desarrollo.
- A la M. en C. Zoila Nieto por su apoyo y ayuda para llegar a esta meta.
- A la Q.F.B. Lourdes Gómez por su asesoría
- Al I.Q. Federico Galdeano Bienzobas por su paciencia y sus enseñanzas.
- A la Q.F.B. Lucía Cornejo por lo que comparte con todos los estudiantes y su amor a la universidad.
- A todos los maestros de la Facultad de Química y del diplomado de Desarrollo de Nuevos productos que me proporcionaron valiosas herramientas para mi desarrollo profesional.
- Al Sr. Jesús Galguera Gómez por la valiosa asesoría e información que me otorgo para el desarrollo de este trabajo.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO	1
1.2 MARCO GENERAL	1
1.3 ENFOQUE	2
1.4 PLANEACION	3
2. INFORMACIÓN GENERAL	3
2.1 AGRICULTURA EN MEXICO	3
2.1.1 Principales estados productores de café	4
2.1.2 Tipos de suelos	4
2.2 CULTIVO DE CAFÉ ORGANICO	5
2.2.1 Especificaciones para cultivo de café orgánico	6
2.2.1.1 Luz Solar	6
2.2.1.2 Temperatura	7
2.2.1.3 Humedad	8
2.2.1.4 El suelo para el café	9
2.2.2 Fertilización orgánica del cafetal	20
2.2.2.1 Materiales de desecho como abonos orgánicos	20
2.2.2.2 Procesos de transformación	21
2.2.3 El cafeto	22
2.2.3.1 Manejo del cafetal orgánico	24
2.2.3.2 Poda y deshija del cafeto	24
2.2.4 La sombra en el café	26
2.2.4.1 Árboles asociados en cafetales orgánicos	26
2.2.4.2 Establecimiento de la sombra	29
2.2.4.3 Arreglo de la sombra al final de la cosecha y antes de la poda del cafeto	30
2.2.4.4 Arreglos antes de la cosecha	31
2.2.5 Principales plagas del cafeto	31
2.2.6 Enfermedades	35
2.2.7 Conservación de recursos hídricos	38
2.3 CERTIFICACION	38
2.3.1 Quien debe estar certificado	39
2.3.2 Excepciones	39
2.3.3 Como trabaja el proceso de certificación	40
2.3.4 Acreditación de agencias certificadoras	40
3. DISCUSIÓN	41
4. CONCLUSIONES	42
5. BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXO	46

DESARROLLO DE CAFÉ ORGANICO

1.INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO: Hacer una propuesta de desarrollo de café orgánico para cultivar en México.

1.2 MARCO GENERAL:

Para la mayoría de los productores de café, su cosecha es el ingreso más importante para el mantenimiento de su familia, algunas veces los ingresos brutos son bajos, por lo que se deben rebajar las compras para el mantenimiento del cafetal, el pago de intereses por créditos y otros gastos. Si existe el caso de que el café es la entrada más importante, estos ingresos no cubren el costo de la comida de la familia, mucho menos vestido, electricidad y escuela de los hijos.⁽³¹⁾

La creciente población de México y su elevada demanda de recursos, han puesto en jaque al medio ambiente. La expansión agrícola y los métodos de cultivo no están bien controlados. La erosión del suelo, la salinización y la contaminación de cursos de agua con productos químicos están muy extendidos.

La tasa de deforestación en México es elevada, 1,08% (1990-2000), y cada vez se elimina más bosque para uso agrícola.⁽⁶⁾

La caficultura moderna obliga al productor a aplicar altas dosificaciones de fertilizantes químicos, muchos de los cuales van a contaminar los ríos y mantos de agua subterráneos de los que se surte agua a los habitantes de nuestras ciudades y ponen en riesgo la salud de los campesinos y obreros agrícolas, afecta la vida de organismos benéficos que son controladores de plagas, contamina el ambiente al igual que la flora y la fauna, y finalmente crea resistencia en los insectos y otras plagas obligando a los agricultores a usar productos más tóxicos o en mayores dosificaciones.^(31,6)

Sus habitantes están en alto riesgo debido a los efectos inducidos por la exposición a pesticidas bajo condiciones laborales y epidemiológicas. Sus legislaciones, regulaciones, capacidades técnicas y medicas necesitan cuidado para implementar mejoras.⁽⁷⁾

Los insecticidas organofosforados como Miral® y organoclorados tienen actividad mutagénica y genotóxica ^(24,11,7)

El marco general de la agricultura orgánica está determinado por una producción sostenible, protección de la salud, trabajo humano agradable, ingreso razonable, protección del ambiente y protección animal.

El café orgánico ha sido definido como un sistema productivo que utiliza diversas tecnologías de fertilización, control de malezas y plagas, sin usar fertilizantes o plaguicidas de origen químico sintético. ⁽³¹⁾

Las características de la caficultura orgánica son:

- Utilización de leguminosas u otros árboles como árboles de sombra. Estos proveen regulación del microclima, protección contra la erosión y prevención contra plagas y patógenos.
- Control natural de "malezas" y aprovechamiento de "malezas nobles"
- Uso de recursos naturales disponibles en el entorno para la producción de fertilizantes y control de plagas.
- En la medida de lo posible, asociación con especies frutales.
- En condiciones ideales, participación de especies animales menores. ⁽³¹⁾

1.3 ENFOQUE:

México ocupa el quinto lugar dentro de los principales países productores de café, siendo éste un producto cuyo precio es cotizado en la bolsa de valores, sujeto algunas veces a cambios drásticos, representando un problema para los caficultores cuando baja considerablemente, ya que las ganancias que obtienen apenas alcanzan para cubrir sus gastos de producción, es por esto que esta propuesta podría contribuir a contrarrestar las deficiencias en la producción cafetalera mexicana, pues la producción de café orgánico no requiere de inversiones en la compra de agroquímicos que algunas veces resultan muy costosos, además de que tiene una cotización mas alta en el mercado internacional que el café que no es orgánico. En los últimos años la demanda de este producto se ha incrementado sobre todo por los países europeos, algunos

países como Costa Rica y Honduras han fomentado el cultivo de este producto para mejorar la industria cafetalera de su país aumentando su rentabilidad.

(Ver Anexo).

1.4 PLANEACION:

Es necesario conocer las características climáticas y de cultivo de nuestro país para adaptarlas al cultivo de café orgánico, así como los requerimientos de mantenimiento necesarios y conocer los problemas comunes que podrían presentarse. También es necesario estar informado de los requerimientos para la obtención de un certificado orgánico.

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 AGRICULTURA EN MÉXICO.

Una gran parte de la superficie agrícola mexicana no presenta las características para las que fueron desarrolladas las técnicas más avanzadas de la producción agropecuaria capitalista, lo que ha hecho que el 50% del territorio agrícola nacional sea mas eficientemente aprovechado por unidades de producción campesina. Las regiones tropicales presentan una serie de limitantes para el desarrollo del monocultivo capitalista.⁽¹²⁾

Cerca del 20% de la mano de obra mexicana se dedica a la agricultura, y un número sustancial de trabajadores agrícolas trabajan en propiedades ejidales o comunales.

Cerca del 14,3% del territorio es apropiado para la agricultura; sin embargo, menos del 10% recibe lluvia suficiente para el crecimiento del cultivo sin irrigación. La producción agrícola está sujeta a las grandes variaciones en los regímenes pluviales, en un país que, a grandes rasgos, puede considerarse como semiárido. No obstante, los proyectos de irrigación han incrementado el valor de las tierras de bajo cultivo y la conservación de los suelos ha aumentado la producción.⁽⁶⁾

En México existen aproximadamente 744,500 hectáreas de superficie cultivadas de café, hay 120,500 fincas y 538 millones de cafetos productivos, con un rendimiento aproximado de 594 kgs por hectárea. La población que vive del café es cercana a los 3 millones de personas.

La floración del café en altitudes bajas se da a partir de finales de febrero y en altitudes grandes hasta el final de mayo. La cosecha en altitudes bajas se da entre agosto y noviembre y en altitudes grandes entre noviembre y enero. El tipo de preparación en un 90% es por el método húmedo y un 10% por el método seco. El secado se hace al sol y al horno. Entre los principales problemas botánicos se encuentra la roya proveniente de América central. Los principales problemas climáticos que afectan el cultivo de café son los ciclones, que son frecuentes en la región de Veracruz.⁽²⁰⁾

2.1.1 Principales estados productores de café:

	CHIAPAS	OAXACA	PUEBLA	VERACRUZ
ALTITUD MINIMA	Al nivel del mar	Al nivel del mar	500 m	Al nivel del mar
ALTITUD MÁXIMA	4110 m	3750 m	5747 m	5747 m
CLIMA PREDOMINANTE	Tropical húmedo y subhúmedo	Se presentan casi todos; en lo alto de la sierra, templado con inviernos fríos; en los valles centrales y la Mixteca alta, templado subhúmedo y seco extremoso; en la cañada y la llanura costera, cálido subhúmedo; en el istmo, cálido subhúmedo con vientos siempre fuertes.	Templado húmedo	Tropical húmedo
TEMPERATURA MEDIA	20 - 29° C	10-36.9° C	10-20°C	15.6 - 36.9° C
PRECIPITACIÓN ANUAL MEDIA	1025-3000 mm	Desde 350 mm en las zonas áridas hasta 3000 mm en las zonas más húmedas.	600-1000 mm	2000 a 3000 mm
CULTIVOS PRINCIPALES	Maíz, sandía, café, mango, plátano, aguacate, cacao, algodón, caña de azúcar y frijol.	Maíz, caña de azúcar, frijol, arroz, sorgo, trigo, ajonjolí, tabaco, café, algodón, alfalfa, jitomate.	Cacahuete, café, papa, ajo, frijol, manzana, perón, aguacate y naranja.	Maíz, café, caña de azúcar, frijol, arroz, piña, sandía, naranja, papaya y plátano.

2.1.2 Tipos de suelos :

- Gleysoles: Formados a partir de materiales no consolidados, con horizontes moteados o reducidos debido a la humedad, saturados de agua la mayor parte del año, algunos de sus colores son grises, azulosos o verdosos. Se les puede encontrar principalmente en las zonas de inundación.

- **Leptosoles:** Constituidos por carbonatos y sulfatos depositados sobre un horizonte de arcilla, son los suelos más abundantes en el país, lo podemos encontrar en Puebla, Oaxaca y Chiapas.
- **Vertisoles:** Suelos auto abonados, ricos en arcilla. Aprovechables en la agricultura. Los encontramos en Veracruz.⁽²⁾

2.2 CULTIVO DE CAFÉ ORGANICO

El agrosistema de café orgánico está compuesto por un espacio geográfico sobre el suelo con características definidas y cambiantes donde se ha sembrado una población de plantas de café, asociado a otras plantas y árboles, sometido a condiciones climáticas determinadas por latitud, altitud y orografía de la cuenca o región en el país.⁽³¹⁾

Las plantas de café producen la primera cosecha de rendimiento pleno cuando tienen en torno a cinco años de edad. A continuación mantienen una producción constante durante 15 a 20 años.

Algunas plantas rinden entre 900 g y 1,3 kg de semillas de valor comercial al año, pero se considera que es de 450 g el rendimiento anual medio. Se utilizan dos métodos de recolección; uno se basa en la recolección selectiva y el otro consiste en agitar la planta y recoger todos los frutos. Las semillas obtenidas mediante la primera técnica suelen beneficiarse, si hay agua, por el llamado método húmedo: ablandamiento en agua, eliminación mecánica de la pulpa, fermentación en grandes depósitos, nuevo lavado y secado al aire o en cilindros giratorios calientes. El método seco, que suele reservarse para las semillas recolectadas de la segunda forma, se reduce a secar el grano y eliminar las envolturas externas. El producto final es siempre el llamado café verde, que se selecciona a mano o a máquina para eliminar las semillas defectuosas y la materia extraña, y se clasifica en función del tamaño.⁽⁶⁾

La especie botánica mas abundante en México es el Arábica. Las variedades botánicas son el Bourbón, Mundo Nuevo, Caturra, Garnica y Maragogype.⁽²⁰⁾

La variedad Caturra es una de las mejores variedades para la producción de café orgánico; las plantas son pequeñas y se cosechan con menos trabajo. pero, para

que produzcan más, se deben sembrar distancias adecuadas en las hileras (0.9 metros) y las entrecalles (1.0 metro).

Estas distancias podrían ampliarse en las zonas más bajas, calientes y húmedas, y reducirse en las zonas altas y frías, según se recomiende, con base en la investigación oficial, y la experiencia de los agricultores. Esta variedad producen más porque tienen un sistema radical muy fuerte, y sus raíces pueden alimentar una mayor cosecha; y un follaje más denso: Más ramas, más nudos, más flores y más frutos. Como es pequeña, permite sembrar más plantas por hectárea.⁽³¹⁾

Aprovechamos mejor el espacio y los recursos de la finca con mayor densidad. La variedad caturra es de forma cilíndrica, con altura un tercio menor que la variedad Typica, determinada por un par de genes dominantes. Su tallo es cilíndrico y fuerte; sus ramas vigorosas forman con el tallo un ángulo intermedio entre Typica y Bourbon; tiene entrenudos muy cortos, con gran tendencia a producir ramas secundarias y terciarias. Las hojas maduras son gruesas, de color verde oscuro, con nervaduras muy notorias y el margen de la hoja muy ondulado. Tiene frutos y granos semejantes a los de la variedad Bourbon. Esta variedad soporta bien la insolación directa, el viento y el frío, sin embargo es exigente en aguas y nutrimentos.⁽²⁷⁾

2.2.1 Especificaciones para cultivo de café orgánico

2.2.1.1 Luz Solar

La calidad y cantidad de la luz es importante. Esta tiene que ver con la eficiencia de la fotosíntesis en las hojas. Mucha luz brillante puede saturar y detener los procesos de fotosíntesis. Demasiada sombra reduce la calidad de la luz y también la fotosíntesis es escasa.

El café se comporta mejor a la sombra, por eso en café orgánico se deben trabajar con sombra regulada. Las horas de sol que mejor aprovecha un cafetal son las de la mañana, y las que menos aprovecha son las de luz vertical del medio día.

Cuando aumentamos la cantidad de plantas por hectárea, con más tallos por planta, y cultivamos variedades más pequeñas con follaje más denso, el cultivo produce una autosombra que regula su propia luz.⁽³¹⁾

2.2.1.2 Temperatura

El café se desarrolla y produce mejor cuando su ambiente tiene temperaturas promedio de 23°C durante el día y 17°C durante la noche.

En climas calientes, el exceso de calor reduce la productividad porque perjudica las floraciones. Además, la planta es menos eficiente en la fotosíntesis y dificulta el traslado de las sustancias fabricadas por las hojas a otras partes de la planta.⁽³¹⁾

Los frutos son responsables por hasta 30% de su ganancia en materia seca y la tasa de fotosíntesis de las hojas de café esta regulada por la fuerza de los drenes de los cuales los frutos son los principales representantes.

Los cultivos de cobertura incrementan la reflexión de la radiación incidente y sombrean la superficie del suelo subyacente. Las coberturas también remueven agua de las capas superiores del suelo y reducen la conductividad térmica y la capacidad calórica del suelo superficial.

De igual manera, dejar los residuos de poda y deshierbas en el suelo reduce la temperatura del huerto.

Debemos procurar que la luz del sol no dé directamente sobre el suelo. El suelo absorbe la energía de la luz y la libera en forma de calor, calentando el ambiente, en especial durante la noche lo que no es benéfico pues el cafetal prefiere noches frescas.⁽³¹⁾

También se ha observado que las respuestas fotosintéticas y el crecimiento de plantas puede disminuir cuando se incrementan los periodos diarios de bajas temperaturas.^(4,15)

Por lo tanto se debe estudiar bien la zona y los cambios climáticos para adaptarse a las necesidades de la planta y encontrar un equilibrio que lo lleve a la temperatura idónea.

2.2.1.3 Humedad

La humedad tiene que ver con la lluvia. Lo importante de la lluvia es la cantidad que cae y cómo lo hace durante el año. La precipitación anual óptima está entre 1200 a 1800mm anuales.⁽³¹⁾

A pesar de que algunas regiones del sureste de México reciben entre 990 y 3000 mm de lluvia al año, la mayor parte del país carece de precipitaciones considerables. La precipitación promedio de las zonas templadas es inferior a los 635 mm anuales, en la zona fría es de unos 460 mm y en la zona semiárida del norte del país de 254 m. La estación lluviosa se extiende entre mayo y octubre. La mayor cantidad de lluvia se registra en el sur de Veracruz y Tabasco, así como en la sierra del norte en Chiapas.⁽¹²⁾

Una buena distribución de la lluvia y la existencia de un periodo seco corto favorecen el crecimiento del café. Los periodos secos son importantes para el crecimiento de la raíz, para la maduración de las ramas formadas en la estación lluviosa precedente, para la iniciación floral y la maduración de los frutos.

En los periodos secos (enero a abril) los árboles de sombra y otros asociados, compiten por humedad. En los periodos de precipitación alta (septiembre y octubre) los árboles de sombra y asociados colaboran con el cafeto extrayendo agua del suelo.⁽³¹⁾

Un periodo seco, antes de la floración, es bueno porque concentra la apertura de las flores y la cosecha posterior. Si el periodo seco se extiende, las flores corren peligro de perderse ("arrozán"). Si las lluvias son escasas en mayo y junio, la cantidad de frutos es baja, y los que se forman son pequeños.

Realizando las siguientes labores, podemos retener más humedad en el suelo del cafetal, en un verano prolongado:

- a) Arreglamos la sombra, con una desrama fuerte, apenas termina la cosecha.
- b) Esparcimos las ramas cubriendo el suelo lo mejor posible, para arroparlo.

Con esto mantenemos más fresco el ambiente, y evitamos que la humedad se evapore muy rápido.

Los árboles de sombra con poco follaje extraen menos agua del suelo, no compiten con el cultivo y hay más humedad disponible para el café.

En la época de verano, el café no está creciendo ni tiene una cosecha que mantener, se encuentra en un periodo de descanso.

Si lo exponemos al sol no lo perjudicamos, sino que le estamos ayudando a concentrar su floración y a salvarlo.⁽³¹⁾

2.2.1.4 El suelo para el café

Un suelo ideal para el cultivo del cafeto debería tener en volumen, alrededor de 50% de porosidad, 45% de sustancia mineral, 5% de materia orgánica y una profundidad de unos 120 centímetros, sin o pocas piedras, de textura media a ligeramente arcillosa, con estructura granular, debe ser fértil y bien drenado con buena retención de humedad.

El horizonte superficial es el más importante, porque el 80% de las raíces absorbentes del cafeto se encuentran en los primeros 30 centímetros del suelo.

Contiene materia orgánica desde 1 hasta 5 o 6% y es oscuro por su acumulación, contiene aproximadamente un 50% de espacios porosos. Con humedad óptima, un 25% del espacio poroso está lleno de agua, y el otro 25% esta lleno de aire y una gran actividad biológica.

Los subsuelos son bajos en contenido de materia orgánica y tienden a ser más compactados y poseen mayor porcentaje de poros pequeños, por lo que tienen aireación pobre, y escasa actividad biológica. Muchos de los cafetales están situados en superficies a las que se les puede identificar como subsuelos.⁽³¹⁾

En los subsuelos encontramos otras capas de colores claros, blancos, amarillos o rojos, con vetas, y pocas raíces. Pueden tener capas duras de arcilla, o tóxicas de hierro y aluminio, y poca materia orgánica.⁽¹²⁾

Las características de los suelos pueden ser mejoradas por la incorporación de la materia orgánica y sus contenidos.

En muchos lugares encontramos cafetales sembrados en suelos muy delgados que casi se han perdido por la erosión. Son suelos pedregosos, faltos de materia orgánica, con capas tóxicas de hierro, aluminio o manganeso; de muy baja fertilidad, en especial en terrenos de ladera.

En estos casos es obligatorio usar sombra y aplicar muchos materiales orgánicos, con bastante frecuencia, para que ese suelo mejore su fertilidad. ⁽³¹⁾

Organismos del suelo

La lombriz de tierra es el animal más importante. Los suelos excretados por la lombriz son más ricos en materia orgánica, en nitrógeno total y en nitratos, en calcio y magnesio intercambiables y fósforo asimilable. Los agujeros dejados en el suelo sirven para aumentar la aireación y el drenaje. ⁽³¹⁾

P. corethrus y *A. Corticis* tiene los mas altos grados de depositación repartida en los suelos minerales , pero *P. Corethrus* es activo aun en el pH de 5.5 ⁽⁹⁾

Las algas microscópicas, verde-azules, verdes y diatomeas, viven en la superficie del suelo, son autótrofas y contribuyen al contenido orgánico del suelo.

Los hongos forman un papel importante en la transformación de la materia orgánica del suelo, especialmente celulosas y formas complejas, sobre todo en suelos ácidos donde la actividad de las bacterias y hongos es reducida, y son muy importantes en la estabilización del suelo y formación de agregados.

Algunos tipos de hongos especializados infectan, o se asocian, a las raíces de algunas plantas formando micorrizas. Las raíces aumentan así su superficie y su capacidad de absorción de nutrimentos menos disponibles como el fósforo.

Los actinomicetos son formas similares a las bacterias, por su tamaño y por ser unicelulares, se desarrollan bien en suelos húmedos, bien aireados y pH ligeramente ácido o neutro. Son de gran importancia en la disolución de la materia orgánica del suelo y la liberación de nutrientes. Reducen aún los compuestos resistentes como las ligninas. Su capacidad de simplificar el humus es importante en la liberación de nitrógeno.

Las bacterias del suelo, son los organismos más abundantes, y de muy rápida reproducción. Cumplen papeles importantes en la nitrificación, oxidación del azufre y la fijación de nitrógeno. Sin la presencia de las bacterias, las raíces del cafeto tienen una baja capacidad de asimilación de nutrientes por su carencia de pelos radicales. Las bacterias disuelven los minerales y la materia orgánica, haciendo

disponibles los elementos nutritivos para la raíz, de aquí su gran importancia en la producción de los cultivos. ⁽³¹⁾

Requerimientos de nutrientes del suelo.

El café necesita un suelo con contenidos suficientes de nutrimentos, y relaciones químicas adecuadas, que le permitan un crecimiento y producción eficiente.

Al comparar un análisis de una muestra compuesta de suelo de nuestra finca, podemos interpretar si hay exceso o deficiencia de los nutrientes, y por lo tanto tomar acciones correctivas. ⁽³¹⁾

MACRONUTRIENTES

- **Nitrógeno:** El café, tiene una alta exigencia de N. Existe una relación directa entre la provisión de N y el número de hojas en el florecimiento y número de yemas florales.

De ahí la necesidad de cuidarse del crecimiento del área foliar mediante abonamiento nitrogenado suficiente (sin que falten los demás elementos), lo que dará mayor producción de almidón y de otros carbohidratos indispensables para la formación y el crecimiento de los frutos. ⁽²⁾

La suplementación de nitrógeno durante la estación fría no previene el declive del crecimiento y no altera el desarrollo de los árboles en crecimiento, pero, es capaz de hacer a las plantas crezcan más rápido siguiendo sus fases de crecimiento. ^(5,14)

- **Fósforo:** Las exigencias de P son pequeñas comparadas con las de N y de K. La absorción del P sigue la misma tendencia que la del N en las distintas estaciones del año, siendo más intensa en la estación lluviosa y en la época de crecimiento de los frutos. Cuando la exigencia de P es alta, como sucede cuando la producción es bastante grande, el elemento es redistribuido de las hojas adyacentes para el fruto, pudiendo entonces ocurrir defoliación.
- **Potasio:** altos contenidos de K están asociados con cosechas elevadas. La exigencia de K aumenta mucho con la edad, siendo particularmente intensa

cuando la planta alcanza la madurez, debido a las cantidades adicionales existentes en los frutos. Los frutos en desarrollo aparentemente retiran K de las hojas adyacentes.

La importancia del K en la producción de frutos es demostrada aún por el hecho de que una reserva suficiente de ese elemento tiende a disminuir la cantidad de frutos vanos ("flotes").

La absorción de K tiene un máximo en la estación lluviosa. En el periodo seco el contenido de K, disminuye debido a los efectos combinados de falta de humedad en el suelo para absorción y la remoción por los frutos.

El N y el K caminan juntos en la nutrición del cafeto, fue demostrado y se sugiere la necesidad de la aplicación de una cantidad de potasio antes de la época de la floración para obtener los beneficios de un fraccionamiento intensivo del nitrógeno.

La deficiencia de K provoca necrosis en los márgenes de las hojas en los casos mas severos.

Las plantas son mas susceptibles al ataque de la roya cuando tienen un alto contenido de K.

- **Calcio:** Las cantidades de calcio en las raíces, tallos y ramas del cafeto son del mismo orden de magnitud que las de K. En casos de carencia muy severa, particularmente cuando se trata de plantas jóvenes, hay muerte de la yema terminal.

El calcio es la base predominante del complejo coloidal, responsable de la elevación del pH. Está indicado que, dentro de ciertos límites subiendo el contenido del elemento en el suelo, se eleva la producción del cafeto.

- **Magnesio :** En el cafeto como un todo, hay aproximadamente 4 veces más Ca que Mg. En el fruto, la relación Ca/Mg es usualmente igual a 1. Sigue la misma tendencia obedecida por el calcio. El magnesio se mueve de las hojas viejas a las nuevas y el fruto en desarrollo cuando la reserva y el aprovisionamiento son deficitarios. Eso explica el motivo por el cual los síntomas de carencia de Mg son más agudos en las hojas adyacentes a los frutos.

Hay dos causas principales para la carencia de Mg en el cafeto, así como en otras plantas estudiadas hasta ahora:

- a) Falta del elemento en el suelo; una situación encontrada generalmente cuando el pH es bajo;
- b) Antagonismo por el potasio.

Cuando la absorción de K aumenta la de Mg disminuye. Cuando falta Mg aparece clorosis en el área entre la nervadura principal y las secundarias. La sequía acentúa la deficiencia de Mg pues la falta de humedad trae menor transporte por la raíz. Hay una caída acentuada de las hojas.

- Azufre: Sus exigencias son semejantes a las de P. El uso decreciente de los abonos orgánicos y el aumento en la productividad decurrente en gran parte del empleo mayor de N, P, K y de otros elementos, determina un agotamiento más rápido de las reservas de S del suelo. Las hojas nuevas muestran un color verde amarillento. El amarillento refleja la falta de clorofila en los cloroplastos que tienden a coalescer formando masas irregulares. ⁽³¹⁾

MICRONUTRIMENTOS

- Boro: La falta de Boro; muy común en los cafetales, se puede deber a:
 - a) Falta de materia orgánica, fuente mayor del elemento,
 - b) Sequía, que dificulta la mineralización de la materia orgánica y, por tanto, la liberación del Boro para las raíces,
 - c) Exceso de lluvia que causa lixiviación,
 - d) Falta de Ca, lo que disminuye la absorción,
 - e) Encalado excesivo, lo que disminuye la disponibilidad,
 - f) Mucho N en la fertilización.

Su carencia ocasiona el acortamiento de los entrenudos y la muerte de las yemas terminales (en la punta de las ramas y en el ápice de la planta) que permanecen adheridas aún por algún tiempo. Las hojas deficientes en B son generalmente menores, estrechas y retorcidas, con bordes irregulares.

La toxicidad de B, esta asociado con tenores foliares en el orden de 200 a 500 ppm. Debido a la retención de B por la arcilla; es necesario aplicar en el suelo una cantidad de elemento mucho mayor en los suelos arcillosos que en los arenosos, de 2 a 4 veces mas.

- **Cobre:** La toxicidad se manifiesta con la caída de hojas, generalmente comenzando por las más viejas. 30 ppm de Cu en la hoja están asociados a toxicidad. Esta es eliminada con encalado, que lo insolubiliza, y aplicación de materia orgánica (estiércol de corral) que lo acompleja.
- **Hierro:** Hay varios factores que contribuyen a provocar o acentuar la falta de hierro: En valores de pH elevados (sobre el neutro), La anomalía es provocada por la falta de hierro inducida por la presencia de calcio en el suelo.

El drenaje excesivo del terreno causa una alteración en la valencia de los compuestos de hierro del suelo, resultando de ahí una disminución en la cantidad de esos elementos que las plantas pueden absorber.

En suelos muy ácidos (pH cerca de 5) el contenido de Mn alcanza niveles tóxicos, lo que impide la absorción adecuada del hierro.

La falta de hierro es bastante común en las regiones cafeteras más diversas. Es frecuente en los viveros como también en las plantas más viejas, particularmente cuando esta ocurriendo una inmensa producción de hojas jóvenes. La deficiencia de Fe parece ser provocada por una combinación de tres factores: Mucha materia orgánica en el sustrato, encharcamiento y falta de luz. Los síntomas aparecen predominantemente en hojas jóvenes.

- **Manganeso:** La deficiencia de manganeso en las plantaciones de café parece deberse principalmente a un pH alcalino (como acontece en los suelos volcánicos) o a un contenido muy alto de materia orgánica.

El contenido de Mn en el suelo raramente es bajo. Suelos cafeteros con condiciones de oxidación-reducción en suelos alcalinos bien drenados, favorecen la fijación del Mn como óxidos superiores.

Por otro lado, la materia orgánica parece acomplejar la pequeña fracción de manganeso reducido (bivalente) disminuyendo más la cantidad disponible a la planta.

Ese efecto desfavorable, puede a veces, ser ventajoso para la planta, cuando hay mucho manganeso soluble en el suelo puede ser inducida una carencia de hierro. El exceso de manganeso puede, por otro lado, disminuir el crecimiento y bajar la producción del café por su efecto antagónico en la absorción del zinc. La carencia de Mn conduce a un aumento en el contenido de N y K de las hojas del café, también el contenido de P en las hojas es más alto cuando hay carencia de Mn.

En la deficiencia de manganeso, las hojas nuevas son las primeras afectadas. La toxicidad del Mn es más seria que su deficiencia.

Los contenidos y disponibilidad de elementos nutrientes forman parte de un ciclo dinámico de retención y liberación, en la interrelación suelo-planta.

Los métodos tradicionales del análisis químico están basados en el análisis del suelo o materia vegetal para predecir las necesidades de fertilización de los cultivos. Estos valores no tienen ninguna relevancia para interpretar el balance nutricional. Su aplicabilidad depende del estudio de la correlación que existe entre el valor en el suelo elegido y la respuesta de cosecha.

Para interpretar el balance o ciclo nutricional se propone el estudio complejo de todo el sistema de producción.⁽³¹⁾

Perdida de nutrimentos y daños del suelo

Cuando un suelo es cultivado para la producción de una cosecha, modifica sus contenidos de elementos químicos por la pérdida de nutrimentos. Esta pérdida ocurre por varias vías:

Lixiviación

Una parte de los nutrimentos contenidos en el suelo se disuelven en el agua. De esta manera son absorbidos por las raíces.

También sucede que el agua drena hacia las capas profundas del suelo fuera del alcance de las raíces, llevando muchos elementos químicos disueltos. Las pérdidas de nutrimentos disueltos en el agua de lixiviación son muy importantes en el caso del calcio y el magnesio, aumentando la acidez del suelo. El magnesio es un elemento deficiente en toda el área cafetalera, y su pérdida es alta.

Erosión

La erosión del suelo reduce su productividad a través de la pérdida física de la capa superior, reduciendo la profundidad del área de raíces, remoción de nutrimentos para las plantas y pérdida de agua.

La erodabilidad del suelo es la susceptibilidad del suelo a la erosión. Es una propiedad inherente del suelo e influenciada por sus características que incluyen textura, estructura, permeabilidad, contenido de materia orgánica, minerales de arcilla y contenidos de óxidos de hierro y aluminio. ^(2,12) La distribución del tamaño de partícula se refiere al diámetro de las partículas del suelo que es determinado por análisis de laboratorio. En relación con la erosión del suelo, la distribución del tamaño de partículas puede ser caracterizado como: Gravas (> 2mm), arena gruesa (2 a 0,2 mm), arena fina (0,2 a 0,02 mm), limo (0,02 a 0,002 mm) y fracción arcillosa (< de 0,002 mm).

Los suelos que contienen bajas cantidades de arcilla son fácilmente dispersados. El tamaño de la partícula, primaria o secundaria, más fácilmente erodada es de cerca de 0,1 mm o la equivalente. Las partículas gruesas requieren una mayor fuerza de arrastre (viento o agua) que las partículas pequeñas. En general, las partículas de arcillas y limos se adhieren para formar agregados grandes y pesados.

La erosividad climática se debe a la precipitación, velocidad del viento, balance hídrico, temperaturas promedio anual y estacional. La precipitación y escorrentía son componentes importantes de la erosividad climática.

La topografía afecta la erosión del suelo por la longitud y el grado de la pendiente, su forma y su aspecto.

Las actividades humanas como la deforestación, pastoreo, abuso de la tierra arables, sistemas agrícolas erróneos e intensidad del cultivo provocan la erosión del suelo.⁽³¹⁾

Se ha encontrado que se puede detener la erosión con plantaciones de leguminosas, pinos , café, banana o plantaciones de cassava.⁽²²⁾

Extracción y exportación

Extracción significa la cantidad de minerales que la planta de café retira del suelo y está contenido en todas sus partes: Raíces, tallo, ramas, hojas, flores y frutos.

La exportación y parte de la extracción, se refiere a los elementos contenidos solo en los frutos, que son cosechados y sacados de la finca; representan por tanto, una retirada del banco de elementos que es el suelo. En el caso del cafeto, la exportación puede ser mayor o menor; es mayor cuando la broza rica en nutrientes, no es devuelta al cafetal; será menor cuando la broza, aisladamente, es aplicada en la plantación.

Acidificación

La pérdida de bases por la lixiviación y la extracción de los cultivos produce un aumento de la acidez. Si el pH desciende bajo 5,5 ocurre una alta probabilidad de que aparezcan problemas de toxicidad de aluminio que pueden dañar las raíces. El aluminio en solución disocia y aumenta la concentración de iones H que aumentan aún más su solubilización y la de hierro y manganeso. Además, una alta concentración de aluminio desplaza los cationes de Ca, K y Mg, del complejo de cambio, reduciendo su disponibilidad y promoviendo su lavado.

La práctica de encalado con base en carbonato de calcio, es el método más eficiente para atenuar los problemas de acidez de un suelo.

Una tonelada de carbonato de calcio por hectárea aporta 1 meq de calcio por cada 100 mm² de terreno y será capaz de neutralizar por lo menos 0,5 meq de calcio pro cada 100 mm² de suelo de la acidez extraíble.

El calcio es un elemento muy soluble y es trasladado a los horizontes más profundos del suelo por lixiviación. Este calcio tiene un efecto positivo al neutralizar aluminio y la acidez, mejorando la profundidad de exploración de las raíces.

La cosecha

La extracción o pérdida de nutrimentos más importante en un cafetal es la que se lleva la cosecha de café. Todos estos elementos extraídos, cada año, deben ser repuestos con los abonamientos, para evitar que el suelo se agote. De ellos, el más importante es el nitrógeno, pues su disponibilidad afecta un 40% de la cosecha.

Sin embargo, la mayor parte de esos nutrimentos están contenidos en la pulpa de café, de manera que si logramos devolver esa pulpa al cafetal, las pérdidas por la cosecha serían bastante menores. ⁽³¹⁾

Reconstrucción del suelo

Las raíces de los árboles forestales y de la sombra, en el cafetal, penetran las capas profundas del suelo, haciéndolas más permeables y aireándolas.

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

Todos estos procesos son lentos pero son constantes y crecientes. Se debe sembrar con trazado a contorno del café y la sombra. Estos forman barreras con sus troncos, raíces y hojarasca, que detienen el agua que corre.

En todos los casos, aún en suelos buenos, se deben tomar medidas para evitar la erosión y estimular su recuperación:

Al hacer los hoyos para sembrar no se debe sacar la tierra, sino que:

- Se debe aflojar el suelo con un palín, en un diámetro de 40 centímetros o más.
- Se marca con una estaca el punto de siembra.

- Para sembrar solo se aparta la tierra necesaria para colocar la planta. Así el trabajo es más rápido y se respeta el perfil del suelo.
- Se debe escarbar lo menos posible. Sin hacer zanjas, terrazas, gavetas, tanques, canales profundos, raspas ni aporcas, en las laderas. Los "escarbaderos" en terrenos de ladera son muy costosos, es un trabajo muy pesado y daña el horizonte más fértil. Se sacan materiales arcillosos o tóxicos y se dejan en la superficie. Todas estas obras tardan muchos años en estabilizarse y el suelo es arrastrado por el agua con facilidad.
- Se deben poner barreras, y mantener el terreno siempre cubierto. Agregando mucha materia orgánica, sembrando coberturas verdes, como zacate, jengibrillo o manicillo en las orillas y caminos; o se debe dejar que crezcan malezas fáciles de recortar, para que el agua no corra y la tierra no se pierda.
- En sitios donde el agua se encajona, se deben poner empalizadas para que el agua se disperse y pierda velocidad.
- Si hay muchas piedras, se deben hacer barreras y muros con ellas.
- Se debe evitar el tránsito de personas dentro del cafetal, sobre todo en la época lluviosa.

Un cafetal bien establecido, con calles a contorno, de alta densidad y buen manejo de las podas ejerce una buena cobertura sobre el suelo, sombreándolo y protegiéndolo con sus ramas de los agentes de erosión. Se deben eliminar las gramíneas agresivas, seleccionando plantas de crecimiento lento y rastrero, fáciles de controlar y tolerantes a la sombra.⁽³¹⁾

Arrope o cobertura

Arrope es cualquier cobertura colocada sobre la superficie del suelo para modificar las propiedades físicas, crear un ambiente favorable para el desarrollo de las raíces y extracción de nutrientes, y reducir la erosión y degradación del suelo. Las coberturas son especialmente importantes en las regiones tropicales con lluvias fuertes, pues mejoran la absorción del agua y son importantes en su

conservación. En café el arrope reduce la temperatura del suelo, protege contra la lluvia, conserva la humedad, aumenta los nutrientes del suelo, incrementa la materia orgánica, produce condiciones ideales para el crecimiento de las raíces, reduce las malezas, disminuye la acidez del suelo, y aumenta las cosechas, aunque su uso eleva el costo de las labores.⁽³¹⁾

2.2.2 Fertilización orgánica del cafetal

En un sistema orgánico, el esfuerzo más importante es el marcado por la economía del nitrógeno, el cual es fundamental, ya que de otra manera el sistema de caficultura orgánica sería demasiado costoso, poco productivo e impracticable.
(31)

2.2.2.1 Materiales de desecho como abonos orgánicos

Es importante conocer los contenidos de nutrimentos existentes en diferentes desechos, de los más abundantes en el país, en cada comunidad y en la propia finca, que sean fáciles de conseguir, con el propósito de escoger los más adecuados y baratos.

Además, entender con claridad los procesos de transformación previa, para estabilizarlos, reducir su volumen mejorar su concentración, y colocarlos en el suelo ya procesados, para que no ejerzan efectos negativos.

Es importante que se descompongan rápidamente para que liberen cantidades adecuadas de elementos, conforme el cultivo lo demande.

En el caso de que se requiera comprarlo es necesario conocer su calidad mediante análisis de laboratorio. La recuperación de estos materiales, y su conversión en un recurso útil, para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos y para el aumento de las cosechas, es uno de los aspectos más importantes que fundamentan la razón del desarrollo de la agricultura orgánica. El destino lógico de todos estos materiales es su reincorporación en las explotaciones agrícolas. Algunos de ellos son la broza de café fresca, cachaza de caña, bagazo de caña, granza de arroz, semolina de arroz, gallinaza, cáscara de piña, cáscara de yuca,

cáscara de plátano, pasta de semilla de algodón, pasta de linaza, pasta de soya, tallos de tabaco y encalado. ^(31,18)

2.2.2.2 Procesos de transformación

Colocar materiales sin procesar provoca una serie de problemas, desde la presencia de enfermedades y plagas contaminantes, hasta subproductos tóxicos. También, cuando aplicamos materiales "frescos", podemos provocar competencia por elementos nutritivos y oxígeno con las raíces, dañando las plantas.

Como casi siempre ocurre, utilizar materiales crudos, en especial de origen animal, causa efectos nocivos indeseables, como malos olores, moscas, contaminación del aire y el agua, propagación de enfermedades, y otros problemas, además estos materiales son descompuestos lentamente y solo una fracción pequeña es aprovechada por el cultivo, en su ciclo anual. ⁽³¹⁾

Existen varios procesos para transformar los desechos y convertirlos en abonos orgánicos:

LOMBRICULTURA

La pulpa de café tiene entre una de sus aplicaciones el uso como composta o vermi-composta la cual tiene ventajas en su capacidad biológicas y fisiológicas de crecimiento de macro fauna en los residuos sólidos.

Existen muchas especies de lombrices que se han encontrado en el café como *Amyntas gracilis*, *Dichogaster* sp., *Eisenia andrei*, *Eiseniafetida*, *Perionyx excavatus*. Esto se conoce como *vermi-composta*, la ingestión de la pulpa por las lombrices resulta en un incremento de P, Ca y N pero un decremento en el contenido de K. ⁽¹⁷⁾

COMPOSTADO

Es un proceso aeróbico controlado. Se favorece la acción de los microbios que descomponen las sustancias solubles de las materias primas, en presencia de oxígeno.

Se hace una mezcla de materiales ricos en carbono (fibrosos) como bagazo, pajas, aserrín, cáscaras, granza, etc., con materiales de origen animal ricos en nitrógeno como cuita, boñigas, follaje verde, etc.

Una buena proporción práctica es la mezcla de 20 partes de material rico en carbono con una parte de material rico en nitrógeno. Tenemos abundancia en carbono, pero somos pobres en nitrógeno, por eso un exceso de material rico en carbono no es problema, y tiene un olor menos pronunciado.

Si durante el proceso los olores son muy fuertes, estamos perdiendo nitrógeno, hay que agregar más material fibroso para retenerlo.

Cuando el compostado se hace a la intemperie, la lluvia lo hace perder gran cantidad de elementos, y puede suceder que se pudra. El producto es de inferior calidad. El mejor es el compost hecho en casa, a la sombra y bien cuidado.

BOCASI

Esta palabra japonesa se refiere a un proceso aeróbico rápido, controlado, que dura de 5 a 10 días.

En realidad es la transformación de una gran proporción del nitrógeno contenido en los materiales, en una masa de microbios que se secan y son llevados al suelo donde se descomponen convirtiéndose en un abono.

Se utilizan materiales más finos que en el compost y más ricos en sustancias solubles.

A diferencia del compost no nos preocupamos por la relación carbono/nitrógeno, porque no lo vamos a llevar a un estado de equilibrio. Protegemos el contenido total de nitrógeno.

Como es rápido, ganamos tiempo y espacio. Con él producimos un material libre de microbios productores de enfermedades y de plagas, que mueren por el calor que se produce. ⁽³¹⁾

2.2.3 El cafeto

La planta de café tiene ciclos de crecimiento y producción influenciados por el movimiento del sol.

Se dice que el café es una planta estacional. Sus periodos de floración, crecimiento y cosecha están marcados por las estaciones, durante el año.

El tronco de café tiene yemas de las que salen dos tipos de rama: Hijos o ramas verticales y ramas productoras horizontales, o bandolas.

Las bandolas también tienen dos tipos de yemas: Las que producen las flores y las que desarrollan palmillas. Las palmillas a su vez poseen yemas que producen flores y más palmillas. Durante el año crecen las ramas que florecen al año siguiente.

Para que las yemas, situadas en los nudos de las bandolas, se conviertan en flores, tienen que ser estimuladas por hormonas que produce la planta, para lo que se necesitan días cortos y noches largas.

A partir del mes de septiembre anochece más temprano y amaneca más tarde (noches largas). Es cuando las yemas de las ramas, que se han desarrollado ese año, se definen para producir flores por el estímulo de las hormonas. Después que esto sucede, las flores se pueden abrir en cualquier momento.

El fruto tiene un crecimiento lento al principio: Primero desarrolla los lóculos (pergaminos) donde se alojará la semilla, que los llenará después. El tamaño de los lóculos depende de las lluvias en el periodo de su formación. Si llueve poco en mayo y junio, las semillas serán pequeñas; por eso en muchas regiones secas el fruto es pequeño.

El fruto crece rápidamente cuando inicia su maduración y produce una gran demanda de nutrimentos de la planta, para engrosar la pulpa y los mucílagos (mieles).

Después de la floración, la planta entra en un desarrollo rápido de las ramas nuevas y el tronco. En ese momento la planta de café tiene "dos bocas" que alimentar: Los frutos y el crecimiento nuevo. La demanda por nutrimentos es fuerte, y es fácil que la ataquen enfermedades.

Es necesario ayudarle a la planta en este periodo

- a) Se debe procurar hacer los abonamientos temprano, cuando hay suficiente humedad en el suelo.
- b) Controlar las hierbas para que no compitan por nutrimentos.

c) Arreglar la sombra, pero no demasiado.

En los meses de septiembre y octubre llueve mas y el suelo puede saturarse. Las raíces del cafeto se ahogan, al mismo tiempo que el crecimiento y la cosecha exigen más nutrimentos a las raíces.

Una sombra con buen follaje (hojas) extrae mucha agua del suelo, auxiliando a las raíces del cafeto. La sombra sobre el cafeto hace que los procesos de maduración y crecimiento sean más lentos, evitando algunas enfermedades y caída de frutos (purga).

El exceso de sombra reduce el crecimiento y la cosecha del año siguiente. Debe existir un equilibrio. En este caso es muy importante nuestra experiencia en el lugar, y conocer bien el clima y los problemas que podrían presentarse. ⁽³¹⁾

2.2.3.1 Manejo del cafetal orgánico

Siembras densas dan productividades mucho mayores de las convencionales, aspectos que compensan en mucho las dificultades de manejo del cultivo, en términos de poda, cosecha, atomización y otros.

Las plantas manejadas a un eje tienden a agotarse rápidamente y pierden el follaje en la parte media (acinturamiento) por desbalánces en la relación parte aérea-raíz. El número de ejes por planta está relacionado con las distancias de siembra: A mayor densidad menos ejes, 2 a 3 por punto de siembra; a menor densidad más ejes, 3 a 5 por punto de siembra, según criterio. Este aspecto es importante de tomar en cuenta al efectuar la deshija, después de la poda. ⁽³¹⁾

2.2.3.2. Poda y deshija del cafeto

LA PODA

Después de 4 o 5 años de edad, la planta y sus ramas han dado las mayores cosechas y empiezan a decaer.

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 menos flores.

-Las plantas se cierran unas contra otras y hay exceso de autosombra provocando paloteos y cosechas suspendidas.

-Se acumulan las enfermedades.

La poda renueva el follaje, sana las plantas, abre espacios para que circule el aire y entre la luz. Y recupera el equilibrio de la planta en favor de la raíz.

Es recomendable hacer una poda por lotes en la cual dependiendo de la zona y el clima, dividimos el cafetal en cuatro o cinco lotes. Cada año podamos el lote más viejo y agotado.

Este sistema es muy ventajoso porque hay un ordenamiento de las cosechas por lotes. Los lotes de ramas jóvenes maduran más tarde. Los lotes con ramas más viejas maduran más temprano. Así ordenamos las cosechas y hacemos menos pasadas por el cafetal. Podemos dejar que las maduraciones sean más completas y parejas. Hay menos tránsito por lote, menos compactación y menos erosión del suelo. Se ordenan las labores de desyerba, abonadas, deshija, etc.

Es común la producción de frijol, tomate, pepino, chile dulce, chile jalapeño, maíz dulce (elote), gandul, brócoli y muchos otros cultivos, en los lotes podados, algunos de los cuales se producen en las zonas cafetaleras de nuestro país. Esto es útil pues aumenta los ingresos en el año de poda y mejora el cafetal.

LA DESHIJA

Se realiza a mediados y finales de junio, cuando los rebrotes o chupones están bien definidos, pero no muy duros.

-Primero se eliminan los hijos prensados y los que crecen por dentro, para abrir la planta. Se escogen por posición.

-Se dejan solamente 3 o 4 hijos bien colocados y fuertes,

-Se repasa en julio, para quitar los chupones que salen atrasados. ⁽³¹⁾

2.2.4 La sombra en el café

Entre 1,000 y 1,150 metros de altitud, con un periodo seco normal y suficientes lluvias, sin limitaciones de clima y suelo, el cafeto produce más al sol que a la sombra.

En suelos con algunas limitaciones de fertilidad o de exceso de humedad y temperatura, el cafetal a la sombra produce más que el cafetal al sol. Como en México las condiciones climáticas no son muy satisfactorias, es recomendable utilizar sombra.

Los árboles de sombra y forestales influyen modificando el ambiente dentro del cafetal refrescando el aire y aumentando su humedad. También producen residuos orgánicos que mejoran la fertilidad del suelo.

Así mejoran la calidad de los frutos porque estos son más grandes y sanos.⁽³¹⁾

2.2.4.1 Árboles asociados en cafetales orgánicos

Dentro del agroecosistema café orgánico, los árboles asociados se constituyen en un factor importante de la nutrición del cultivo principal, no solo por su influencia en las características físicas y microbiológicas del suelo, sino también por su aporte de nutrimentos asimilados por microorganismos simbióticos, por la extracción de bases y microelementos extraídos de los estratos inferiores por la exploración que realizan sus raíces. Se deben preferir árboles y plantas asociadas al cafeto que fijen y aporten la mayor cantidad posible de nitrógeno, con el fin de reciclar y devolver los elementos extraídos del suelo nuevamente al mismo y por eso se debe evitar la presencia de árboles y plantas que compitan con el café por los nutrimentos.

Leguminosas

Los árboles ideales para asociar con el cafeto son los pertenecientes a las leguminosas. El uso de especies de leguminosas como los árboles de sombra en los cafetales, tiene muchos propósitos, entre ellos la de abonos verdes, y muchas otros efectos beneficiosos:

- Protegen el suelo contra el impacto de las gotas de la lluvia.
- Mantienen o acondicionan el suelo, permitiendo una alta tasa de infiltración del agua.
- Aumentan la materia orgánica del suelo por la acumulación de materia vegetal.
- Reducen los cambios de temperatura del suelo.
- Aumentan la capacidad de retención del agua del suelo.
- Disminuyen la evaporación, aumentando la disponibilidad del agua en el suelo.
- Ayudan a la recuperación de los suelos degradados, al introducir gran cantidad de raíces; airea y crea la estructura de los suelos.
- Promueven el reciclaje de nutrientes. Sus sistemas radiculares ramificados y profundos extraen nutrientes de las capas profundas y los llevan a las capas superficiales.
- Reducen el lavado de nutrientes del suelo.
- Aportan nitrógeno al suelo por medio de la fijación biológica de las leguminosas.
- Reducen la población de malezas.
- Crean las condiciones ambientales favorables para la vida biológica del suelo.

Es importante señalar que muchos abonos verdes, debido a su baja relación carbono/ nitrógeno son mineralizados rápidamente y tienen poca estabilidad en el suelo. En el caso de las leguminosas, el aporte de carbono es acompañado por el nitrógeno. ⁽³¹⁾

La importancia del análisis tradicional en las prácticas de campo por los cultivadores es recalcado con ejemplos de México y Costa Rica, involucrando *Leucaena*, *Alnus acuminata* y *Eritrina spp. E. poeppigiana*, esta ampliamente propagada como árboles de sombra para café donde es drásticamente podado dos veces al año. Aparentemente la práctica da considerables beneficios al suelo y a los cultivos asociados. *Eritrina spp.* También es un buen protector de árboles y favorece a los árboles de madera plantados cerca. ⁽²⁵⁾

Cortinas rompevientos en la cafcultura orgánica

Se establecen para defender las plantas de café, sobre todo sus flores, de los vientos fuertes. Hay muchos árboles adecuados para rompevientos. Estos deben mantener su follaje bajo, crecer en forma vertical y responder la poda. ⁽³¹⁾

Algunas especies de sombra encontradas en los cultivos de café en Chiapas de los mas conocidos son: Cacao, cedro, chinino, guayaba, hule, limón, mandarina, mango, naranja, papaya, plátano, pomarrosa, Zapote, entre otros. ⁽²⁵⁾

Sin embargo los árboles frutales, jocote, mango, banano, plátano, aguacate, naranja, zapote, toronja, manzana de agua, manzano rosa, no son árboles de sombra y compiten con el cafeto por nutrimentos y agua, además, provocan un tránsito intenso dentro del cafetal, en especial en la época lluviosa, lo que aumenta las causas de la erosión del suelo.

Estos árboles se pueden asociar al cafeto, en callejones, o formando cortinas cortavientos, cercas vivas, franjas laterales, huertos, etc., pero no dentro del cafetal. Se debe tomar en cuenta que la biodiversidad que brindan otras especies es uno de los pilares de la agricultura orgánica. ⁽³¹⁾

Árboles forestales

Se pueden usar como única sombra o junto con la sombra establecida.

Los árboles forestales son beneficiosos porque sus raíces rompen las capas profundas y duras del suelo, aireándolo y mejorándolo.

Extraen nutrimentos de las capas más profundas, donde no llegan las raíces del café. Esos nutrimentos luego se depositan en la superficie del suelo al caer las hojas y ramas. ⁽³¹⁾

Se ha probado el uso de eucalyptus deglupta como árbol de sombra, no se encontró evidencia de un efecto negativo pese al rápido crecimiento de los árboles. ⁽²³⁾

También la madera constituye un ingreso extra para el agricultor, por lo que es conveniente que sean árboles de maderas valiosas, de nuestros bosques

naturales. El cedro y el laurel son maderas finas, fáciles de establecer, el diámetro de su copa es menor que la del eucalipto.

Un problema grave de los cedros es que son perforados por un insecto que daña su brote principal (*Hypsipyla grandella*), lo cual limita su uso. Este insecto es difícil de controlar.

Con los pinos y cipreses hay que tener en cuenta de que producen sustancias que molestan a las plantas de café. ⁽³¹⁾

2.2.4.2 Establecimiento de la sombra

Se recomiendan desde 130 árboles, sembrados a 7,5 x 10 metros, hasta 225 sembrados a 7,5 x 6 metros. ⁽³¹⁾

Se ha encontrado que la cubierta de sombra tiene un efecto positivo entre 23 y 38% de cubierta manteniendo un rendimiento sobre el 48%. La producción decrece bajo una cobertura de sombra mayor al 50%. Un total de 61 especies de sombra se han encontrado con un promedio de densidad de 260 árboles por hectárea, la mayoría de ellos pertenecen a especies indígenas utilizadas como comida, materiales de construcción y madera para quemar. Se ha reportado que mas de la mitad de los cultivos de café en México tienen un exceso de sombra que posiblemente reduce el rendimiento. Se ha reportado que mas del 50% de 1008 cultivos de café estudiados en México dan pobres rendimientos (entre 54 y 540 kg/ha) con densidades de sombra entre menos de 100 y 998 árboles por ha. Los resultados sugieren que los productores deben continuar manteniendo sus cultivos bajo árboles de sombra con una cobertura de sombra del 50% y 460 árboles por área (60% árboles y 40% arbustos) sin un significativo decremento en el rendimiento, y con beneficios económicos agregados derivados de los productos obtenidos de otras plantaciones. ⁽²⁵⁾

En Venezuela la tradicional manera de cultivar café ha sido con sombra usando variedades de arábica. Aunque, desde 1975 el gobierno ha promovido el cambio

de este tipo de cultivo a un café al sol, el cual implica la eliminación de los árboles de sombra y el reemplazo de los viejos árboles de café con variedades como c. Arábica, bourbón y caturra.⁽³⁾

La tendencia de reducir la cubierta de sombra en las plantaciones de café en el norte de latino América a preocupado a los conservacionistas por las potenciales implicaciones en la pérdida de biodiversidad. Para ayudar a dar marcha atrás a esta tendencia, se ha promocionado un proyecto de biodiversidad-amistosa con practicas culturales en las plantaciones de café y el mercado de certificación de café de "biodiversidad amistosa."

Lo que se busca con este certificado es que a pesar de que se habla de reducir las sombras para tener mas rendimiento, se les de un incentivo financieros a los cultivadores para que mantengan la abundante y diversa sombra en sus plantaciones, promoviendo la biodiversidad amistosa del café para obtener un precio en el mercado que reconozca el valor de las cubiertas de sombra como conservadores de la biodiversidad.

Los requerimientos para obtener este certificado son: la sombra en parte de el terreno destinado a la producción de café debe cubrir como mínimo un 40% de toda la propiedad.

La sombra de la plantación de café debe incluir como mínimo 10 especies de árboles nativos con un mínimo de densidad de 1.4 individualmente de cada especie por hectárea.

Practicas de conservación para mantener el bosque, los suelos y agua.

La cacería y el remover flora o fauna para usos comerciales debe estar prohibido. Autorizar solo pesticidas de baja toxicidad . Los trabajadores deben estar entrenados en el uso, almacenamiento y aplicación de agroquímicos.⁽¹⁰⁾

2.2.4.3. Arreglo de la sombra al final de la cosecha y antes de la poda del cafeto.

Se hace un arreglo dejando cuatro ramas horizontales, y eliminando las ramas gruesas verticales. Se pretende que las ramas nuevas se extiendan horizontalmente proyectando su sombra sobre el cafeto.

Se debe procurar mantener la sombra muy baja, de manera que el agricultor la pueda arreglar, desramar y despuntar, de pie desde el suelo. La sombra muy alta produce goteras que aumentan la erosión y favorecen la presencia del ojo de gallo. ⁽³¹⁾

2.2.4.4 Arreglos antes de la cosecha

Desde agosto y septiembre se deben hacer arreglos livianos, de modo que penetre suficiente luz pero sin dejar el cafetal a pleno sol, para controlar algunas enfermedades.

La planta en este periodo está en pleno crecimiento de las ramas nuevas, tiene que atender la cosecha, y el suelo está muy saturado por el exceso de humedad. Si se pone a pleno sol la forzamos demasiado. ⁽³¹⁾

2.2.5 Principales plagas del café

PLAGA	DANO QUE PROVOCA	FACTORES QUE PROPICIAN SU DESARROLLO	CONTROL TRADICIONAL	CONTROL ORGANICO
Broca del grano de café (<i>Hypothenemus Hampeii</i>)	Perfora el grano de café, se reproduce y se desarrolla en su interior, puede reducir la cosecha en un 80%.	Infestación.	Después de la cosecha se recogen los frutos secos que hayan quedado en las ramas y en el suelo y se espolvorean con Tiodán al 4%. Cuando la cereza está maciza se asperja Tiodán 35%. Los flotes y pulpa se tratan con Tiodán al 4%. Los costales vacíos se fumigan 24 horas con una pastilla de Phostoxin por cada 25 unidades. El café oro se puede fumigar con Bromuro de metilo.	Campañas. Parásitos como <i>Proropus nasuta</i> , <i>Cephalonomia stephanoderis</i> , <i>Heterospilus coffeicola</i> , <i>crematogaster sp.</i> , <i>C. Hyalinipennis</i> y el hongo <i>Beauveria bassiana</i> . Actualmente se estudia la manera de hacerlo por ingeniería genética.
Minador de la hoja (<i>Leucoptera coffeella</i>)	Reducción del área foliar activa, caída de las hojas cuando el ataque es severo. Puede reducir la cosecha en 30 - 40%.	Áreas bajas y poco sombreadas. Temperaturas entre 24 y 26 ° C y baja precipitación.	Las larvas con Disyustón al 10% o con Thimet 10% que son insecticidas aplicados al suelo alrededor del café para que los absorba la planta. Los adultos con nebulizaciones de DDVP al 25% o con aspersiones de Bidrín 85% o con Paratión metílico 50%.	Como método preventivo, regular bien la sombra del café. Existen algunos enemigos naturales que se pueden utilizar. Las esporas del hongo <i>B. Thuringiensis</i> .

PLAGA	DANO QUE PROVOCA	FACTORES QUE PROPICIAN SU DESARROLLO	CONTROL TRADICIONAL	CONTROL ORGANICO
Piojo harinoso del follaje del cafeto (<i>Planococcus citri</i>)	Succiona la savia ocasionando debilitamiento e incluso la muerte de las ramas.	Baja precipitación pluvial, cafetales al sol o sombra mal regulada. Alcanza su mayor propagación en época de secas, sobretodo febrero y marzo.	Insecticidas fosforados como Paratión metílico.	Como método preventivo regular bien la sombra sobretodo en época de secas. En control biológico se utilizan algunos neuróptidos del género <i>Chrysopa</i> .
Araña Roja (<i>Oligocyclus laticis</i>)	Provoca la caída de las hojas por que atraviesa su epidermis y succiona los jugos celulares.	Cafetales de altitud elevada, y falta de sombra con periodos de sequía.	Aspersión de Paratión metílico 50% o Akar 388 o Anthio 40%.	Como método preventivo regular bien la sombra sobretodo en época de sequía.
Chacuatete (<i>Iridarthon subquadratum</i>)	Destruye hojas, ramas y pulpa. Puede dañar la cosecha un 40%.	Se presenta en áreas demasiado sombreadas y frecuentemente enyerbadaas.	Espolvoraciones con Dieldrín 2% o Tiodán . Aplicaciones de soluciones nebulizables de Diazinón 30%, Diesel, Malatión 50%.	Como método preventivo reducir la sombra, combatir eficazmente las malezas, limpiar de hojas secas de falso tallo.
Palomilla blanca (<i>Monoflata pallescens</i>)	Succiona la savia de la que se alimenta, la planta se debilita, le falta desarrollo y baja la producción.	Se presenta principalmente en período de secas, desde abril a junio.	Aspersiones de Bidrín 85%, o soluciones nebulizables como Malatión 50%, Diesel, Diazinón 30%. Gesarol 17%.	Los aguaceros de la mitad de junio y julio producen gran mortandad en estos insectos.
Piojo Blanco de la Raíz (<i>Pseudococcus</i> sp)	Succiona la savia y se fija en las raíces, debilitando al cafeto progresivamente hasta la muerte. Las lesiones producidas facilitan la entrada de otros organismos fitoparásitos.	Se presenta principalmente en viveros y cafetales al sol mal manejados.	En semillero y vivero con Disystón o Thimet 10%. En plantación es mayor cantidad.	Como método preventivo dar un manejo adecuado a la planta y agregar sombra.

PLAGA	DANO QUE PROVOCA	FACTORES QUE PROPICIAN SU DESARROLLO	CONTROL TRADICIONAL	CONTROL ORGANICO
Mosca del mediterráneo o (<i>Ceratitís capitata</i>)	Al alimentarse del mucilago las larvas provocan su fermentación, lo que acelera la maduración y en ocasiones la caída del fruto.	Se adapta a diversos climas, pero especialmente crece en climas tropicales.	Aspersiones de Lebaycid y atrayente Bayer, Dipterox 80% o Aldrín 20% o Dieldrín 3%.	Método biológico por la propagación de parásitos tales como <i>Syntomosphyrum indicum</i> y <i>opius humillis</i> . Control por la producción masiva de machos estériles.
Gorgojo del café Almacenado (<i>Araecerus fasciculatus</i>)	Las larvas perforan el grano.	Se presenta en café mal beneficiado almacenado sin haber alcanzado un grado conveniente de secamiento.	Fumigación con Bromuro de metilo por 20-24 horas. También puede ser Phostoxín por 72 hrs. Nebulizaciones con Malation.	Como método preventivo se recomienda secar bien el café y limpiar la bodega. Existe un control biológico con un parásito como <i>Anagyrus</i> .
Barrenador de los tallos tiernos (<i>Xylosandrus morigerus</i>)	Excava un agujero en la parte inferior de un brote y en el centro deposita los huevos. El mal principal lo causa el hongo que se asocia a los tejidos cercanos al nido. Puede rodear por completo los brotes y causar su muerte. Las galerías abandonadas son invadidas por ácaros y termitas.	Es menos abundante en condiciones de sequedad.	Aplicación de caldo bordéés y Dieldrín.	Como método preventivo de detección temprana y regular las condiciones de humedad.
Barrenadores del tronco (<i>Xylotrechus quadripes</i>)	Perfora la corteza de los árboles viejos y cava túneles en la madera causando un daño, incluso la muerte.	Es un parásito que prefiere la luz solar.		Como método preventivo sombrear adecuadamente.

PLAGA	DANO QUE PROVOCA	FACTORES QUE PROPICIAN SU DESARROLLO	CONTROL TRADICIONAL	CONTROL ORGANICO
Bixadus Sierricola White	Excava en el corazón de la madera, las larvas se establecen en la albura donde devoran bandas circulares que pueden matar al cafeto por interrumpir la circulación de la savia.	Se presenta principalmente en árboles jóvenes.	Mallamaire con base de gasolina., con arcilla, aceite y alquitrán de carbón.	Cuidado de los árboles jóvenes.
Nematodos (se han detectado de varios tipos.	Perforan la epidermis de las raíces y absorben los jugos celulares. Liberan sustancias que hipertroflan los tejidos, alimentándose de ellos La planta dura unos días en proceso de marchitamiento y después muere.	Se presenta principalmente en suelos de textura arenosa de los grupos andosoles y fluviosoles pobres en materia organica.	En semilleros Bromuro de metileno por 48 hroas. Nematicur 10% en semilleros, viveros y cafetales.	Como método preventivo se deben seleccionar rigurosamente los semilleros y los cafetos sospechosos por ningún motivo deben movilizarse. Desinfección de utensilios y muestreo de suelo y raíces para su detección oportuna. Como método biológico se han utilizado injertos sobre patrones de <i>canephora</i> . La incorporación de materia orgánica ayuda a reducirlos por la existencia de microorganismos antagonicos. Cultivos trampa como <i>Crotalaria vitellina</i> .

Referencia 18,10,21,2

En general para disminuir las plagas se debe de tener un plan de control integrado con un conocimiento detallado de cómo las condiciones de cultivo pueden afectar a las plagas. Se debe regular la cantidad de sombra generada por los árboles umbrosos, de acuerdo con los requerimientos de cada plaga. Los cultivos de café muy polvorientos son mas fácilmente atacables. En general lo deseable es eliminar, tanto como sea posible, las floraciones intermitentes, ya que permiten a los insectos seguir multiplicándose sobre las flores o los frutos y quizás establecerse en grandes poblaciones. Cualquier cosa que pueda hacerse, a base de poda o de otros procedimientos para concentrar las floraciones será ventajoso. En algunas ocasiones será necesario disponer de una estación en la cual no haya frutos, requiriéndose la retirada de todos aquellos que se hallen en los árboles y de todos los que hayan caído al suelo. Esta es una medida de control cultural de sumo valor contra *Hypothenemus hampei*.^(18,27)

2.2.6 Enfermedades

ENFERMEDAD	DANO QUE PROVOCA	FACTORES QUE PROPICIAN SU DESARROLLO	CONTROL TRADICIONAL	CONTROL ORGANICO
Podredumbre húmeda (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Causa grandes pérdidas al paralizar la circulación de la sabia, incluso hasta la muerte de la plántula.	Ataca principalmente al semillero y vivero.	Cuando se detecta en el semillero, se recomienda eliminar el manchón de plántulas afectadas y a su alrededor asperjar pesetillas con Benlate. También se puede usar Terrazán.	Se recomienda prevenir su aparición seleccionando debidamente el suelo, desinfectándolo adecuadamente y manejándolo bien del semillero o vivero.
Resecamiento o del Talluelo (<i>Fusicoccum sp</i>)	Plantas con desarrollo anormal, raquíticas y con marchitez progresiva hasta desecamiento.	Infección.	En sus primeros síntomas aspersiones de Manzate D.	

ENFERMEDAD	DAÑO QUE PROVOCA	FACTORES QUE PROPICIAN SU DESARROLLO	CONTROL TRADICIONAL	CONTROL ORGANICO
<p>Roya anaranjada del café (<i>Hemiteia vastatrix</i>)</p>	<p>Produce en el envés de las hojas unas pequeñas manchas redondas amarillo anaranjadas de aspecto polvoriento. Puede unirse con otras infecciones y causar una lesión más o menos irregular. Las lesiones pueden presentarse en frutos, hojas y retoños jóvenes.</p>	<p>Sus esporas necesitan agua en estado líquido y oscuridad para germinar.</p>	<p>Aspersiones de funguicidas y determinadas ocasiones, se puede llegar a la destrucción del follaje con la aplicación de herbicidas desecantes como el Paraquat. Los focos y un número prudencial de cafetos a su alrededor se asperjan con solución curativa (Bayleton, oxiclóruro de cobre, adherente y agua) o protectora (Oxicloruro de cobre, adherente y agua).</p>	<p>Una vez que se introduce es difícil erradicarla, por lo tanto es importante revisar periódicamente su plantación para detectar focos con la oportunidad debida. Su control debe realizarse en forma institucional con un adecuado programa. Actualmente existen ya especies resistentes a la roya.</p>
<p>Ojo de Galle (<i>Mycena citricolor</i>)</p>	<p>Provoca manchas circulares de color café. El daño depende de las manchas de las hojas, las infecciones intensas provocan la defoliación completa, lo que debilita la planta y reduce el crecimiento y la cosecha.</p>	<p>Se presenta en plantaciones altas, muy sombreadas, con alto grado de humedad en el ambiente a temperaturas frescas entre 19 y 23 °C.</p>	<p>Aspersiones con Cuprosol, Cupravit o Tuzet.</p>	<p>Se recomienda reducir la sombra y si conviene, podar los cafetos para mejorar su ventilación y abatir la humedad del ambiente.</p>
<p>Mal de hilachas (<i>Corticium koleroga</i>)</p>	<p>Se presenta en tallos y ramas jóvenes y sus hojas, causa defoliación y pérdida de la cosecha, y puede afectar el ciclo siguiente.</p>	<p>Se encuentra en plantaciones bajas con altas temperaturas, abundante precipitación pluvial y exceso de sombra, sobretodo en el periodo de lluvias de julio y septiembre.</p>	<p>Tratamientos de 1-1-100 de caldo bordelés, Arseniato de plomo y Agrymicin o Difotalán.</p>	<p>La sombra debe regularse para eliminar excesos que propicien el desarrollo del hongo.</p>

ENFERMEDAD	DAÑO QUE PROVOCA	FACTORES QUE PROPICIAN SU DESARROLLO	CONTROL TRADICIONAL	CONTROL ORGANICO
Quemo o Derrite (<i>Poma costarricensis</i>)	Manchas café oscura, causa la muerte de los brotes afectados, reduce el crecimiento de la planta y a su momento la producción.	Ataca a cafetos localizados en plantaciones altas y es de importancia económica en plantaciones recepadas.	Aspersiones de Difolatán 50%.	En zonas altas no se deben efectuar recepas tardías, es decir, después de mayo, ni transplantes después de julio.
Mancha de Hierro (<i>Cercospora coffeicola</i>)	Ataca principalmente las hojas y los frutos, provoca manchas de color rojizo oscuro, provoca una defoliación intensa, caída de frutos y deterioro de la calidad del café, ya que no se despulpan correctamente los granos afectados.	Es propicia de cafetales con sombra mala o de plantaciones al sol mal deshierbadas.	Aspersiones con Difolatán.	Es recomendable revisar la intensidad de sombra, y combatir las malezas oportunamente.
Antracnosis (<i>Colletotrichum coffeanum</i>)	Causa pérdida de ramas, follaje e inclusive de la cosecha.	Es frecuente en plantaciones al sol o mal sombreadas.	Aspersiones de Difolatán.	Se deben combatir eficazmente las malezas y regular la sombra.
Moteado de las hojas (<i>Colletotrichum sp</i>)	Se presentan manchas de color verde claro de forma irregular, las plantas afectadas se defolían, las yemas apicales, la parte tierna del tallo y los mismos cafetos mueren o retrasan su crecimiento.	Se presenta en plantas con resistencia a <i>H. Vastatrix</i> .		Se deben seleccionar las plántulas a transplantar en el vivero, revisarlo periódicamente y en el cafetal deben arrancar y quemar cualquier unidad del síndrome.

El cafeto también puede ser atacado por virus, causando manchas anulares en las hojas y ampollas en algunos casos. Se pueden eliminar plantando de nuevo con plántulas. Algunos se pueden eliminar con un tratamiento de calor, por lo cual es posible colocar plantas pequeñas enfermas en un invernadero y eliminar la enfermedad. Las bacterias causan principalmente pudriciones y marchites y se controlan desenraizando y quemando las plantas infectadas.⁽²⁾

2.2.7 Conservación de recursos hídricos

- **Protección de cauces naturales:** Se deben establecer zonas de amortiguamiento a lo largo de los ríos, lagos, quebradas y nacientes de agua. No se debe alterar el cauce de la red hidrográfica natural.
- **Racionalización del agua:** Se debe promover la reducción del uso de agua y su reutilización.
- **Vertido de sustancias en cuerpos de agua:** Debe eliminarse el vertido de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua.
- **Tratamientos de aguas residuales:** Se debe dar tratamiento mediante el uso de tecnologías limpias, a todas las aguas residuales generadas en la actividad.
- **Monitoreo de aguas:** Se debe realizar un monitoreo periódico de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas potables y residuales, que permita asegurar la calidad de este recurso.
- **Manejo adecuado de aguas subterráneas:** Se debe establecer un programa de autogestión ambiental para la protección de las aguas subterráneas en las unidades de producción que estén explotando recurso.⁽¹⁶⁾

NORMAS E INDICADORES PARA LA CERTIFICACION DE DEL CULTIVO DE CAFÉ, Rainforest Alliance, Mayo 2002, AS-CR-0017-02-2

2.3 CERTIFICACION

Los cafés no orgánicos tienen un rendimiento típico mayor porque son cafés típicos sin sombras.

El grupo de certificación mas común es el (Organic Crop Association).

La certificación es la clave del programa nacional orgánico. Esto asegura a los cultivadores y manipuladores orgánicos que están, siguiendo la ley. Después de la implementación final de reglas la OFPA (Organic Foods Production Act) va a entrar en acción, esto será un ataque federal a los productos marcados como "orgánicos" que no lo son.

Todos los usos del termino de etiquetado de "orgánico" será regulado. El proceso de certificación se enfoca en los métodos y materiales utilizados en la producción.

Existen 3 principales requerimientos:

- 1.- Los métodos y materiales usados en la producción deben estar dentro de los estándares orgánicos
2. Debe estar claro y con documentación actual la información sobre estos métodos y materiales.
3. Debe haber un papel que de seguimiento desde el sitio de producción para verificar los métodos y materiales utilizados en esta producción.

2.3.1 Quien debe estar certificado?

Con dos excepciones todo aquel que vende productos etiquetados como orgánicos. Esto incluye a los productores de ganado, alimentos, y cultivos de fibras y los manipuladores de productos orgánicos. Un manipulador es aquel que recibe, procesa, empaqueta o almacena productos agrícolas.

Se excluyen las agencias, almacenes o transportes de operación que solamente almacenan o mueven el producto procesado terminado de un lugar a otro sin alterarlo de ninguna manera.

2.3.2 Excepciones.

Cultivadores que tienen una ganancia menor a \$5000 anuales están exentos de certificación. NOSB (National Organic Standards Board) recomienda que estos cultivadores o ganaderos hagan una declaración (válida para agencias certificadas) aclarando que ellos comprenden y están en acatamiento con OFPA y que tienen escrito un plan de cultivo orgánico el cual puede ser válido para el público que lo requiera. NOSB recomienda que los cultivadores que caigan dentro de esta pequeña excepción no deben utilizar el término de certificado orgánico, cuando vendan sus productos, y solo hagan ventas directas (puestos, mercados o ventas directas al minorista).

Los minoristas no requieren certificado. NOSB , recomienda certificación para minoristas que se nombran a ellos como los productores.

2.3.3 Como trabaja el proceso de certificación

Un cultivador o manipulador que tiene certificación orgánica presenta un plan de cultivo orgánico o un plan de manipulación a un programa privado de acreditación- USDA (U.S. Department of Agriculture) o un programa de certificación estatal. El plan orgánico debe detallar todos los métodos de cultivo y manipulación y todo material utilizado. El plan también cubre futuras intenciones y mejoramientos en las áreas de producción. Aun los cultivadores o cosechadores de cultivos orgánicos silvestres, deben desarrollar un plan mostrando que las practicas de cosecha no serán destructivas al ambiente o a la futura productividad de el cultivo. Se deben tener registros de todas las practicas de manipulación y materiales utilizados en la producción orgánica, estos deben guardarse por 5 años.

En adición a la evaluación del plan orgánico, las agencias de certificación realizan anualmente inspecciones a cada operación de cultivo o cosecha en este programa. La certificación esta entonces de cualquier manera al día.

Las cuotas son tomadas de cada cultivador o manipulador para cubrir el costo del programa de certificación.

2.3.4 Acreditación de agencias certificadoras

Cuando las reglas federales son implementadas, solo las agencias acreditadas por USDA serán capaces de actuar como certificadoras. Las agencias certificadoras pueden ser estatales o privadas, pero deben ser expertas en cultivo orgánico y técnicas de manipulación. Deben ser capaces de implementar completamente todos los aspectos del programa de certificación, incluyendo la contratación de un adecuado numero de inspectores que lleven a cabo las inspecciones.

Los certificadoras son evaluados por USDA y pueden ser revisados por igual por un grupo de expertos orgánicos, designados por la secretaria de agricultura.

La acreditación puede ser garantizada por USDA por un periodo no excedente de 5 años, y puede renovarse. Las cuotas son colectadas por cada agencia certificada para cubrir el costo del programa de acreditación.

Las agencias certificadoras deben mantener registros de todas las actividades por 10 años. USDA conduce auditorias para todos estos registros. USDA o un programa estatal orgánico pueden suspender una acreditación si el certificador no esta de acuerdo con la OFPA.

La guía ISO 65 evalúa a las agencias de certificación orgánica.

La auditoria, revisión y acatamiento de sus ramas ha sido designado como una autoridad competente para la evaluación de agencias de certificación orgánica para estar de acuerdo con las organizaciones internacionales de estandarización, guía 65, "Requerimientos generales para entidades operando en sistemas de certificación de productos". Las agencias de certificación orgánicas son constantemente revisadas, La certificación se debe anticipar 4-6 semanas para completar la revisión del documentos y el proceso de asesoramiento .

3. DISCUSION

Es necesario que primero se estudie muy bien la zona donde se va a cultivar el café orgánico, para establecer un plan de adaptación a sus requerimientos.

Es importante dar una excelente capacitación a los trabajadores, para que tengan noción de las prácticas y su propósito, para que se cuide bien el cafetal, ya que por ser cultivo orgánico es muy susceptible sobre todo al ataque de las plagas y enfermedades. Se debe hacer un muestreo continuo del suelo y revisión de los árboles a lo largo del año para prevenir daños.

La empresa o productor debe elaborar y documentar un plan para la ejecución de las normas propuestas por el ente certificador, el cual, debe detallar los objetivos, metas, responsables y cronograma de actividades a ejecutar para mejorar las condiciones socio ambientales a corto, mediano y largo plazo en la unidad de producción.

Antes de la implementación de nuevas operaciones, procesos, sistemas de producción o expansión de nuevas áreas, se debe hacer una evaluación de los impactos ambientales y sociales, conforme a la escala de intensidad de las mismas.

La empresa o productor deberá demostrar ante el ente certificador que no existe mezcla entre producto certificado con café no certificado. Para lo cual se debe asegurar que durante los diferentes procesos el producto acreditado bajo estándares sociales y ambientales mantenga esa condición.

La empresa o productor debe implementar un sistema de auditoria interna de los impactos socio ambientales. La complejidad de éste debe estar de acuerdo a la magnitud o la intensidad de los sistemas de producción y con los recursos naturales y humanos existentes.

Los responsables de la unidad de producción deben tener la capacidad de demostrar el adecuado cumplimiento de las normas y el inicio de un proceso de mejoras continuas.

4. CONCLUSIONES

Este trabajo es una propuesta viable para trabajar con café orgánico en este país al par que en otros países como Costa Rica, Honduras, El salvador y Venezuela. El café orgánico actualmente es muy solicitado sobre todo en países europeos, ya que es un café libre de fertilizantes químicos que protege y mantiene el medio ambiente. El costo para su mantenimiento a la larga es más bajo pues no se debe invertir en la compra de fertilizantes o insecticidas, se fomenta la plantación de otro tipo de árboles que no compiten con el café por los nutrientes que son otra fuente de ingresos para la familia del caficultor. Otra de sus ventajas es que el café orgánico tiene una plusvalía de precio, de manera que su implementación ayudaría a mejorar la situación económica de los caficultores, y del país.

Con la información obtenida sobre las características del lugar de cultivo y los controles que este requiere, es posible entonces contar con un programa HACCP para el cultivo de café orgánico para asegurar la inocuidad del producto.

Sería importante también que dentro de la certificación orgánica se tomaran en cuenta las labores de transformación del producto como es el tostado, el empaçado, el secado y la descafeinización. Esta ultima muchas veces se realiza con solventes químicos cuyos residuos pudieran ser perjudiciales para la salud,

por lo que se podría proponer la descafeinización por el método Suizo en el que solo se emplea agua, como parte de los requerimientos de café orgánico.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. "Atlas de México" , SEP, primera edición, México, D.F
2. Arroyo Olivera Irene, Tesis, Estudio De Suelos Para Cultivo De Café En La República Mexicana, México, UNAM, 1987, pp 37-46.
3. Atraroff Michele, Monasterio Maximina, Soil Erosion Under Different Management Of Coffee Plantations In The Venezuelan Andes, *Soil Technology*, Elsevier Science Publishers, 1997, pp.95-108.
4. Barros Raimundo S., Wallace Jay, Decline of vegetative growth in coffea arabica L in relation to leaf temperature, water potencial and stomacal conductance, *Field Crops Reserchs*, Elsevier Science Publishers, 1997, pp.65-72.
5. Budowski Gerardo, Russo Ricardo, Nitrogen-Fixing Trees And Nitrogen Fixation In Sustainable Agriculture: Research Challenges, *Soil Biological Biochemical*, Pergamon, Vol. 29, 1997, pp. 767-770.
6. Canaday Christopher, Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia ,Elsevier Science Publishers, 1999
7. Elsebae A. H. , Special Problems Experienced with Pesticide Use in Developing Countries, Egypt Alexandria, Elsevier Science Publishers, 2002
8. Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
9. García Jose Antonio, Fragoso Carlos., Growth, Reproduction And Activity Of Earthworms In Degraded And Amended Tropical Open Mined Soils: Laboratory Assays, *Applied Soil Ecology*, Elsevier Science Publishers, 2002, pp. 43-56.
10. Gobbi José A., Is biodiversity-friendly coffee financially viable? An analysis of five different coffee production systems in western El Salvador, *Ecological Economics*, Elsevier Science Publishers, 2000, pp. 267-281

11. Hura C, Leanca M., Risk Assessment Of Pollution With Pesticides In Food In The Eastern Romania Area (1996–1997), *Toxicology Letters*, Elsevier Science Publishers, 1999, pp. 103-107
12. Kraemer Gabriela, Alberto Solórzano, La Producción de Café en Zihuateutla Puebla, Origen, Entorno y Perspectivas, México , Universidad Autónoma de Chapingo, 1990, pp. 48-65
13. Lauziere Isabelle, Brodeur Jacques, et.al., Host Stage Selection and Suitability in *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyilidae), a Parasitoid of the Coffee berry Borer, Elsevier Science Publishers, 2002
14. Matta Fabio M. Da, Amaral Jose, et.al., Growth periodicity in trees of *Coffea arabica* L. in relation to nitrogen supply and nitrate reductase activity, *Field Crop Research*, Elsevier Science Publishers, 1999, pp. 223-229.
15. Matta Fábio M. Da, Maestri Moacyr, Photosynthesis In Coffee (*Coffea Arabica* And *C. Canephora*) As Affected By Winter And Summer Conditions, Elsevier Science Publishers
16. NORMAS E INDICADORES PARA LA CERTIFICACION DE DEL CULTIVO DE CAFÉ, Rainforest Alliance, Mayo 2002, AS-CR-0017-02-2
17. Pandey Ashok, Scoccol Carlos R, et.al., Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses , *Biochemical Engineering Journal*, Elsevier Science Publishers, 2000, pp. 153-162 *Ecological Economics* 33 (2000) 267–281
18. Pelley RH., Las Plagas del Café, Ed. Labor S.A., Barcelona España, 1973, pp.46-112
19. Pérez Gabriela L, Hardy Ian, Alternative Hosts for Bethyilid Parasitoids of the Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), Elsevier Science Publishers, 2002
20. Philippe Jobin, Los Cafés Producidos en el Mundo, ed. D. Duboc, Francia 1992 .
21. Reithinger Richard, Davies Clive, et.al., Evaluation Of The Fungus *beauveria Bassiana* as A Potential Biological Control Agent Against Phlebotomine Sand Flies In Colombian Coffee Plantations, Elsevier Science Publishers, 2002
22. Roose Eric, Ndayizigiye Francois, Soil technology Agroforestry, Water And

Soil Fertility Management To Fight Erosion In Tropical Mountains Of Rwanda, *Soil Technology*, Elsevier Science Publishers, 1997, 109-119.

23. Schaller Michaela, Schoroth Götz, Et. Al., Species And Site Characteristics That Permit The Association Of Fast-Growing Trees With Crops: The Case Of Eucalyptus Deglupta As Coffee Shade In Costa Rica, *Forest Ecology and Management*, Elsevier Science Publishers, 2002, pp. 1-11.
24. Sierra C.H., Salazar Cajas N, et.al., In Vitro And In Vivo Genotoxic Activity Of Miral, An Organophosphorus Insecticide Used In Colombia, Elsevier Science Publishers.
25. Soto Lorena, Pinto Ivette, et. Al., Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico, *Agriculture Ecosystems and Environment*, Elsevier Science Publishers, 2000, pp. 61-69
26. Valencia Arnubio, Bustillo Alex, et.al., Amylases Of The Coffee Berry Borer (*Hypothenemus Hampei*) And Their Inhibition By Two Plant Amylase Inhibitors, Elsevier Science Publishers, 2000
27. Villaseñor Andres, Caficultura Moderna en México, México D.F., 1ª edición, Ed. Agrocomunicación Sáenz Colín y Asociados, pp.73-280
28. www.infoagro.go.cr/tecnologia/cafe2000/Cafe5.html
PROGRAMA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ ORGANICO
29. www.laprensahn.com/econoarc/0007/e11006.htm,
Cafetaleros experimentan con café orgánico
30. www.laprensahn.com/portadas/9909/e23.htm ,
Honduras empezará a exportar café producido sin agroquímicos
31. www.oirsa.org.sv/Di05/Di0510/Di051020/indice.htm
BUENAS PRACTICAS DE CULTIVO EN CAFE ORGANICO
32. [www. Sagar.gob.mx/Cmc/cafe04sp7.htm](http://www.Sagar.gob.mx/Cmc/cafe04sp7.htm).

ANEXO

EXPORTACION DE CAFÉ ORGÁNICO.

TABLA 1. PRINCIPALES PAISES A LOS QUE SE EXPORTA.

NUM. PROG.	PAISES DESTINO	CICLOS					TOTAL DE LOS CICLOS
		1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/2000	
CONTINENTE AMERICANO		10,933	17,762	120,389	35,227	32,052	216,363
1	U.S.A.	10,933	17,762	119,074	34,637	31,520	213,926
2	CANADA			1,167	575	431	2,173
3	ARGENTINA			148	15	101	264
CONTINENTE EUROPEO		27,358	41,427	100,779	83,485	114,466	367,515
1	ALEMANIA	14,606	13,478	32,295	23,611	31,798	115,788
2	HOLANDA	6,330	7,533	16,422	13,024	22,772	66,081
3	ESPAÑA			13,800		2,688	16,488
4	DINAMARCA	1,150	7,475	17,779	28,290	27,025	81,719
5	SUECIA	1,725	6,038	9,775	8,769	16,774	43,081
6	ITALIA	2,131	2,013	2,588	2,217	2,841	11,790
7	FRANCIA	288	1,750	2,346	1,581		5,969
8	NORUEGA		2,013	3,335	1,438	1,898	8,684
9	AUSTRIA	863	863	863	288	575	3,452
10	SUIZA	265		713	1,662	2,172	4,812
11	BELGICA		144	575	1,294		2,013
12	REINO UNIDO		120	288	1,311	5,923	7,642
CONTINENTE ASIATICO		426	4,189	8,789	7,511	11,763	32,678
1	JAPON	426	4,189	8,789	7,511	11,378	32,293
2	EMIRATOS ARABES					300	300
3	NUEVA ZELANDIA					29	29
4	COREA					56	56
TOTAL SACOS DE 60 Kg.		38,717	63,378	229,957	126,223	158,281	616,556
CRECIMIENTO DE EXPORTACIONES		39%	64%	263%	-45%	25%	309%
19	TOTAL DE PAISES	10	12	16	15	17	19

TABLA II. EXPORTACIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO.

CONCEPTO	CICLOS				
	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/2000
EMPRESAS EXPORTADORAS	11	21	45	29	41
EMPRESAS IMPORTADORAS EN PAIS DESTINO	29	51	76	74	78
PAISES IMPORTADORES	10	12	16	15	17
VOLUMEN EXPORTADO (MILES DE SACOS DE 60 Kg.)					
OTROS SUAVES	4,540.14	4,317.31	3,651.95	3,958.37	4,979.62
CAFE ORGANICO	38.72	63.35	229.96	126.22	158.28
TOTAL	4,578.86	4,380.66	3,881.91	4,084.59	5,137.90
VALOR DE LAS EXPORTACIONES (Miles de Dlls.)					
OTROS SUAVES	656,386.99	842,976.88	720,536.46	528,797.56	642,883.64
CAFE ORGANICO	7,455.98	15,387.88	50,194.15	22,024.41	26,095.14
TOTAL	663,842.97	858,364.76	770,730.61	550,821.97	668,978.78
% DEL VOLUMEN EXPORTADO EN EL CICLO					
OTROS SUAVES	99.15	98.55	94.08	96.91	96.92
CAFE ORGANICO	0.85	1.45	5.92	3.09	3.08
TOTAL	100	100	100	100	100
% DEL VALOR DE LAS EXPORTACIONES					
OTROS SUAVES	98.88	98.21	93.49	96.01	96.1
CAFE ORGANICO	1.12	1.79	6.51	3.99	3.9
TOTAL	100	100	100	100	100
PRECIO PROMEDIO DE EXPORTACION (DlLS/100Lb)					
OTROS SUAVES	109.3	147.61	149.16	100.93	98.43
CAFE ORGANICO	145.59	183.63	165.01	131.91	124.63
DIFERENCIAL	36.29	36.02	15.85	30.98	26.2
% DEL DIFERENCIAL	33.2	24.4	10.63	30.69	26.62

TABLA III. EXPORTACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS Y CALIDADES DE CAFÉ.

TIPO	EXPORTACIONES* <i>(Sacos de 60 Kgs.)</i>
VERDE:	
Prima Lavado	2,741,461
Altura	875,624
Desmanche	81,177
Buen Lavado	70,788
Extra Prima Lavado	53,521
Natural	20,502
Lavado	6,807
Maragogype	4,781
Robusta	3,034
INDUSTRIALIZADOS:	
Soluble	217,115
Tostado	14,577
Extracto	2,072
OTROS:	
DESCAFEINADO (Incluidos todos los Tipos y Calidades)	310,544
ORGANICO (Incluidos todos los Tipos y Calidades)	126,223
* Ciclo 1998/1999	

TABLA IV. PRINCIPALES PAISES EXPORTADORES DE CAFÉ ORGÁNICO

MÉXICO
NICARAGUA
GUATEMALA
COSTA RICA
PERU
INDONESIA
BOLIVIA
EL SALVADOR
UGANDA
VENEZUELA

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**