

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

INSTITUTO TECNOLÓGICO PUERTO RICO

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



PERSPECTIVAS PARA EL CULTIVO ECOLÓGICO

DEL CAFÈ (Coffea arábica) EN EL MUNICIPIO DE

PUERTO RICO-PANDO.

**Monografía, para obtener el Título de Técnico Superior en Sistemas de
Producción Agropecuario.**

Autora: Univ. David León Ibarra

Asesor: Ing. Wilfredo Montaña Teco

PUERTO RICO – PANDO – BOLIVIA

DICIEMBRE, 2014

HOJA DE APROBACIÓN

Monografía aprobada el ____ de _____ del _____

Nombres

Firmas

Postulante: _____

Asesor: _____

Pdte. Tribunal: _____

Tribunal 1: _____

Tribunal 2: _____

Tribunal 3: _____

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, la salud y mis Padres: German y Justina, hermanos, por las tantas noches de desvelo y entrega incondicional, por sus consejos y orientación que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles, por su comprensión y por creer en mí, gracias.

A mi asesor de monografía: Ing. Wilfredo Montaña T., por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal revisor, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A los docentes del programa académico Sistema de Producción Agropecuaria, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

Al Instituto Tecnológico Puerto Rico, a su Directora y personal administrativo, por su apoyo durante mi formación y en la elaboración de la presente investigación monográfica.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

DEDICATORIA

A mis Padres y a mis hermanos, quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

A mis compañeros de estudio, por el apoyo durante los años de estudio.

A la Universidad Amazónica de Pando (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos tres años.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS.....	3
3.1. Objetivo General.....	3
3.2. Objetivos específicos.....	3
IV. METODOLOGÍA	3
4.1. Métodos.....	3
4.2. Estudio de casos.....	3
4.3. Investigación documental.....	4
4.4. Materiales.....	5
4.5. Análisis.....	5
V. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.....	6
5.1. Descripción de la especie.....	6
5.1.1. Origen.....	6
5.1.2. Importancia.....	6
5.1.3. Clasificación Taxonómica.....	7
5.1.4. Descripción botánica.....	7
5.1.5. Variedad Catuai.....	8
5.2. Requerimientos ecológicos	9
5.2.1. Clima.....	9
5.2.2. Suelo.....	10
5.3. Técnicas de Cultivo Ecológico del Café	11
5.3.1. Selección de semilla.....	11
5.3.2. Germinador.....	12
5.3.3. Vivero del café.....	13
5.3.4. Plantación del cafetal.....	14

5.3.5. Distancias y densidades de siembra.....	15
5.3.6. Diseño en cultivos asociados.....	16
5.3.7. Trasplante del café.....	17
5.3.8. Práctica de conservación de suelos.....	18
5.3.9. Mantenimiento.....	19
5.3.10. Abonamiento orgánico de los cafetales.....	22
5.3.11. Poda.....	23
5.3.12. Plagas, enfermedades del café y su manejo.....	24
5.4. Rendimiento y productividad de cafetales ecológicos	24
5.5. Cosecha y Beneficiado del café	26
VI. APORTE TEÓRICO.....	27
6.1. Características de los suelos de la región.....	27
6.2. Prácticas ecológicas para mejorar la fertilidad del suelo	28
6.2.1. Uso del Mulch.....	28
6.2.2. Uso del abono típico Bokashi.....	29
6.3. Uso de barreras vivas.....	32
6.4. Preparados orgánicos para el control de plagas y enfermedades	33
6.4.1. Fungicidas.....	33
6.4.2. Preparados de plantas protectoras de cultivos.....	34
CONCLUSION.....	36
RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	38

I. INTRODUCCIÓN

Para la expresión del potencial de un sistema de producción, además del conocimiento de los factores relacionados con los elementos climáticos, del suelo y el cultivo específico, se requiere de un programa de manejo de la nutrición, adecuado y eficiente, que garantice el suministro de las cantidades de nutrientes necesarios para mantener una máxima productividad y rentabilidad del cultivo y que además minimice el impacto ambiental.

Con relación al cultivo del café, para el manejo adecuado de la nutrición es necesario un amplio conocimiento de la planta en lo que respecta a las características particulares de su crecimiento, desarrollo y productividad. Como todo organismo vivo, el café tiene un ciclo de vida característico. En el transcurso de este ciclo, es posible distinguir una serie de fases de desarrollo en las cuales la planta permanece por un período de tiempo de corta o larga duración, dependiendo de sus características genéticas y de las condiciones ambientales que se presenten en el sitio de cultivo (Arcila y Farfán, 2007).

La agricultura ecológica es una forma de producción agropecuaria intensiva y equilibrada que trata de buscar una concordancia entre los sistemas tradicionales y las prácticas de manejo de la agricultura ecológica moderna.

Esta agricultura se basa en el manejo sostenible de los recursos naturales, a saber, la tierra, el agua, la vegetación (germoplasma) y los animales, asegurando una base productiva estable y rentable a largo plazo. La agricultura ecológica posibilita el desarrollo independiente y sostenido, económicamente viable, ecológicamente saludable y socialmente justo para las agricultoras y los agricultores, permitiendo además desarrollar y crear propuestas productivas afines a la diversidad cultural de nuestro planeta.

En el municipio de Puerto Rico al igual que el resto de departamento Pando, se practica el cultivo del café en forma tradicional, para obtener la producción destinado al autoconsumo, los pequeños productores desconocen la agricultura ecológica y más específicamente en esta especie.

II. JUSTIFICACIÓN

Las prácticas de agricultura ecológica en la producción de café se justifican por las siguientes razones:

- La unidad productiva es considerada como un sistema ecológico que trata de producir en circuito cerrado. Utiliza sobre todo recursos propios o locales (compost, estiércol, abono verde, barbecho dirigido, etc.)
- El abono verde favorece la vida del suelo, conserva e incrementa el contenido del humus y mejora el abastecimiento de agua; de esta forma mejora la alimentación de las plantas que incrementan sus defensas contra plagas y enfermedades. La cobertura permanente y uniforme protege los suelos tropicales del lavado, de la erosión y del calor excesivo.
- La agricultura orgánica integra la cría de animales dentro de la unidad productiva. Los cultivos asociados y la rotación de cultivos equilibran las exigencias mutuas de las plantas, permiten el uso óptimo del suelo y del espacio y reducen los ataques de plagas o enfermedades, disminuyendo así los riesgos de una mala cosecha.
- La integración de árboles en el sistema de cultivos (agrosilvicultura, agroforestería) reduce el consumo de agua en épocas de sequía y crea un microclima favorable. Los árboles mejoran el abastecimiento de las plantas con sustancias nutritivas y contribuyen a la protección contra la erosión.
- El control de malezas se realiza mecánica y manualmente. El control de plagas y enfermedades se efectúa por medio de la rotación y asociación de cultivos, así como por medio de preparados biológicos a base de plantas.
- Para el control de plagas no se usan plaguicidas u otros insumos químicos sintéticos. Se busca principalmente un manejo preventivo de plagas y enfermedades a través de diversas prácticas culturales.

Por lo anteriormente mencionado, en la presente investigación se profundiza en su estudio y ventajas en el cultivo del café para las condiciones climáticas y de suelo de la región y el departamento.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general:

- Describir PERSPECTIVAS PARA EL CULTIVO ECOLÓGICO DEL CAFÉ (*Coffea arábica*) en el municipio Puerto Rico, Pando.

3.2. Objetivos específicos:

- Recopilar, sistematizar y analizar la bibliografía relativa la agricultura ecológica.
- Detallar las técnicas de agricultura ecológica que se deben emplear en el cultivo del café en la región.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Métodos

Para la elaboración de la monografía se empleó el enfoque de investigación cualitativa, cuyas características se describen a continuación:

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma procura lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular.

Las técnicas empleadas son dos: a) el estudio de caso y b) la investigación documental.

4.2. Estudio de Caso:

Consiste en el estudio de escenarios, fenómenos y comportamientos de hechos reales que denotan problemas aún desconocidos en el plano teórico.

Tipos de Estudio de Casos: Según los objetivos: Existen tres categorías o tipos principales de estudios de caso: explicativos, descriptivos y de metodología combinada. Aunque en la vida real a menudo se superponen estas categorías:

- 1) Explicativos. El propósito de los estudios de caso explicativos, tal como su nombre lo indica, es explicar las relaciones entre los componentes de un programa.
 - a. Implementación del Programa. Este estudio de caso investiga las operaciones, a menudo en varios terrenos, y con frecuencia, de manera normativa.
 - b. Efectos del Programa. Este estudio de caso examina las causas y habitualmente involucra evaluaciones de tipo multi-terreno y multi-método.
- 2) Descriptivos. Estos estudios son más focalizados que los casos explicativos.
 - a. Ilustrativo. Este tipo de estudio de caso es de carácter descriptivo y tiene el propósito de añadir realismo y ejemplos de fondo al resto de la información acerca de un programa, proyecto, o política.

Estos estudios de caso describen primordialmente lo que está sucediendo y por qué, con la finalidad de mostrar el perfil de una situación. Este tipo de estudios son especialmente útiles para ayudar a interpretar otros datos que pueden estar disponibles, tales como encuestas.

- b. Exploratorio. Este es también un estudio de caso descriptivo pero apunta, antes que a ilustrar, a generar hipótesis para investigaciones posteriores.

4.3. Investigación Documental

La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos.

La investigación documental tiene la particularidad de utilizar como una fuente primaria de insumos, más no la única y exclusiva, el documento escrito en sus diferentes formas: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales. Sin embargo, los textos monográficos no necesariamente deben realizarse sobre la base de sólo consultas bibliográficas; se puede recurrir a otras fuentes como, por ejemplo, el testimonio de los protagonistas de los hechos, de testigos calificados, o de especialistas en el tema.

4.4. Materiales

En concordancia con la metodología y las técnicas, se emplearon los siguientes materiales:

Bibliografía:

- Bibliografía especializada existente en las bibliotecas de la UAP, CIPA, ONG, etc.
- Bibliografía digital obtenida mediante internet.

Equipos de Oficina:

- Computadora e impresora

Material de escritorio

- Papel bond
- Tinta para impresora
- USB

4.5. Análisis

Consistió en la síntesis e integración de la información obtenida de diversos instrumentos y medios de observación. Prepondera más un análisis descriptivo coherente que pretende lograr una interpretación minuciosa y detallada del asunto o problema de investigación.

Las conclusiones y recomendaciones se derivaron continuamente durante el proceso.

V. ANALISIS BIBLIOGRÁFICO

5.1. Descripción de la especie

5.1.1. Origen

El cafeto es originario de Etiopía, África. La especie arábica es indígena de la región que circunda el lago de Tana, localizado en una Latitud entre 12° y 16° Norte. El cafeto fue trasladado de África al Asia por el Mar Rojo y el golfo de Edén; de Etiopía a Yemen, por el puerto de Moka. Aquí se extendió su cultivo en la parte tropical de Arabia, cuyo límite septentrional es el trópico de Cáncer, poco más al norte de la Meca. Los árabes exportaban su café, primero a Siria, Persia (Irak), Turquía y luego a Europa, cuidando de que el grano perdiera su viabilidad como semilla para evitar su diseminación. Pero con las peregrinaciones a La Meca, el café llega a la India en el siglo XVII con lo que salió de su reducto Árabe y pronto se extendió por Ceilán (Sri Lanka) y luego, por las islas del archipiélago de la Sonda (Indonesia), la mayoría posesiones holandesas en esa época (ANACAFE 1998).

5.1.2. Importancia

La importancia comercial del café en el mundo, lo coloca dentro de los principales productos del intercambio internacional; a mediados del siglo, su extensa comercialización llegó a ser comparada con la del petróleo. A diferencia de este, su producción está distribuida entre muchos países, donde tienen un papel preponderante en aspectos sociales, económicos y políticos. En la mayoría de países subdesarrollados es la principal fuente de ingreso de divisas. Aceptar la capacidad del café para contribuir al bienestar del país, se debe comprender que la actividad agrícola que depende de precios internacionales tiene altibajos. Que algunos años con pérdidas y que la mayor parte del tiempo, los beneficios no llegan a representar el cinco por ciento del valor de las fincas y sus instalaciones. En las últimas décadas ha prevalecido en los medios políticos y económicos del país, una mentalidad que persigue disminuir la importancia de la caficultura como

motor de la economía. Esta forma de pensar ha conseguido que en vez de promover el cultivo de café, se estimule el desarrollo otros sectores (ANACAFE 1998).

5.1.3. Clasificación taxonómica

Según Leal (2011) la taxonomía del café es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotyledóneas

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

Especie: *C. arábica*

5.1.4. Descripción Botánica.

El mismo autor, indica que los cafetos son arbustos que llegan hasta los 12 m de altura, con algunas variedades salvajes hasta los 20 m. En las plantaciones, con fines de recolección, son podados entre los 2 y 4 m de altura. Posee tronco recto y liso. Se considera un árbol leñoso.

Raíz. Pivotante, puede llegar hasta los 60 Cm de profundidad.

Las hojas. Se generan en ramas primarias, secundarias y tallo joven. Hay un par de hojas por cada nudo, con unos 12 cm de largo y 6 cm de ancho, elípticas, algo onduladas y opuestas.

Flores. En las axilas de las hojas se forman flores en grupos de 4 y color blanco, un solo ovario y cinco estambres en la unión de los pétalos. Un cafeto requiere alrededor de 3 años para la primera floración y 5 para la primera cosecha. Se producen 2 floraciones al año pero según la humedad

ambiental puede llegar hasta 8 veces, por esta razón se encuentran en la misma planta, frutos en diferente estado de madurez.

El fruto. Madura en 28 semanas después de la floración, con forma elíptica y con 1,5 cm de largo, está formado por epicarpio o piel, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y dos semillas. Botánicamente es una cereza. En el interior de cada cereza hay dos semillas separadas por un surco y rodeadas de pulpa amarilla, estos son los granos de café, protegidos a su vez, por una película plateada y, sobre esta, un tegumento fino amarillo o pergamino.

Semilla. Está formada por el endospermo y embrión. Las células del endospermo contienen almidón, aceites esenciales, alcaloides (cafeína). Una fina película plateada rodea al endospermo, cubierta a su vez por el pergamino sobre el que se encuentra una sustancia gelatinosa y azucarada (mucílago), el embrión es blanquecino.

5.1.5. Variedad Catuaí

Originario de Brasil, es el resultado del cruzamiento de Caturra por Mundo Novo. Es de porte pequeño e internudos corto aunque un poco más alto y ancho que el Caturra. Presenta una gran uniformidad genética, tiene la propiedad de producir mucho crecimiento secundario en las bandolas (palmilla) aún desde pequeño, ese hecho le da un potencial de muy alta producción. Aunque es el Catuaí rojo el de más amplia distribución en el país, también existe el Catuaí amarillo, ambos mantienen características y cualidades similares y el predominio por el Catuaí rojo es más que todo un asunto de preferencia por parte de los productores. Se recomienda sembrar a densidades no mayores a 5.000 plantas por hectárea con una densidad de 2,0 m entre hileras x 1,0 m entre plantas (ICAFE, 2011).

Según información recabada, en la región de Caranavi se ha estimado un rendimiento actual por hectárea de 300 a 400 Kg. de café verde, rendimiento que está muy por debajo del de otros países, ya que en Perú

es de 800 Kg/Ha; en Colombia es de 1,400 Kg/Ha y en Costa Rica de 1.600 Kg/Ha (Barrientos 2011).

5.2. Requerimientos ecológicos

5.2.1. Clima

El café requiere para su desarrollo y su reproducción cierto clima dado por la combinación de diferentes componentes como temperatura, precipitación, nubosidad, brillo solar, humedad relativa del aire, vientos, etc.

La temperatura óptima oscila entre 19°C y 21°C con extremos de 17°C a 23°C, ya que por encima de la temperatura promedio de 24°C se acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el llenado de los frutos. Cuando la temperatura promedio es de 26°C o superior se presenta fructificación continuada, que se caracteriza por la presencia de frutos maduros o próximos a la madurez junto a frutos verdes de tamaño mediano y/o frutos verdes pequeños y flores en una misma rama. Este fenómeno se acentúa cuando además de temperaturas altas caen lluvias esporádicas que conllevan a cosechas relativamente altas seguidas de otras muy escasas (alternancia) (Figuroa 1990).

La precipitación en las zonas cafeteras oscila entre los 1.000 y 3.500 mm anuales. Según su ubicación en la zona subtropical o tropical se presentan uno a dos períodos de lluvia anuales seguidos por uno o dos períodos secos con lluvias menos fuertes y de menor intensidad, respectivamente. Este fenómeno induce a una o dos épocas de floración al año, generando una o dos cosechas (principal y mitaca), respectivamente.

Aunque el café presenta cierta tolerancia a la sequía su producción declina considerablemente cuando las precipitaciones caen por debajo de los 1.000 mm al año. Durante una sequía prolongada los cafetos presentan amarillamiento y fuerte defoliación. Por otra parte, donde las lluvias superan los 3.000 mm por año, la proliferación de enfermedades y la pérdida de

nutrientes del suelo se ven favorecidas, afectando las cosechas (Fischersworing y Robkamp 2001).

La humedad relativa, que prevalece en los cafetales tanto en los meses secos como en los lluviosos, es del 70 al 95%. Con frecuencia el hábitat del café, está caracterizado por una humedad relativamente alta, se ve afectado a causa de fuertes vientos que se tornan aún más perjudiciales cuando son secos y cálidos. Los daños causados de acuerdo a la intensidad de éstos son: rotura de hojas, defoliación, caída de frutos, rotura de ramas fruteras, caída de cafetos e incluso de árboles de sombra. En este aspecto juega un rol importante la variedad de café, en el sentido que los cafetos de porte bajo resultan más resistentes a las corrientes de aire. Por ende, la selección cuidadosa de árboles de sombra y el establecimiento de medidas contra la erosión en terrenos en declive pueden contribuir a contrarrestar los daños provocados por los vientos (Figuroa 1990).

5.2.2. Suelos

La textura del suelo y su profundidad son determinantes. Tanto el suelo como el subsuelo deben tener buen drenaje. Son preferibles los suelos profundos de color oscuro derivados de ceniza volcánica, descartando aquéllos cuyo perfil muestre un color gris blanquecino, característico del suelo gredoso. El suelo adecuado para el café es el migajón bien drenado, profundo, ligeramente ácido, rico en nutrientes (particularmente en potasio y materia orgánica). La aireación juega un rol determinante. Se considera suelo apropiado aquél que presenta un 60% de espacio poroso del cual un tercio es ocupado por aire cuando el suelo está húmedo. El subsuelo puede contener más arcilla, pero la libre expansión del sistema de raíces no debe verse impedida por la falta de aireación (Fischersworing y Robkamp 2001).

Respecto a la topografía cabe señalar que el cafeto se cultiva principalmente en terrenos bastante pendientes que exigen un manejo cuidadoso para reducir el proceso de erosión característico de estos suelos (Figuroa 1990).

Básicamente, el suelo es un medio de enraizamiento y un sitio de almacenamiento de agua y nutrientes. Por esta razón es esencial facilitarle a la planta que desarrolle sus raíces tanto lateralmente como en profundidad para que exploren suficientemente el suelo y extraigan de éste el máximo de nutrientes y también es necesario además que el suministro de agua sea el adecuado (Arcila y Farfán 2007).

Una apropiada fertilización asegura no solamente un buen desarrollo de la parte aérea sino también un mayor desarrollo y vigor del sistema radical. Las aplicaciones de nitrógeno y fósforo son especialmente útiles para este fin. Otros elementos se aplicarán de acuerdo con las necesidades del cultivo (Arcila y Farfán 2007).

Debido a que el cafeto se cultiva en diferentes tipos de suelos, no es posible manejar su nutrición a través de una recomendación generalizada, por lo cual es necesario asesorarse de un técnico y recurrir a los análisis de suelos. Los análisis de suelos son una herramienta muy importante para determinar los niveles de los nutrientes en cada suelo y las cantidades y fuentes de fertilizante o enmiendas que deben aplicarse (Arcila y Farfán 2007).

5.3. Técnicas de Cultivo Ecológico del Café

5.3.1. Selección de semilla

En condiciones de campo, pese a la aparente uniformidad de las plantas de un cafetal, la producción varía mucho de cafeto a cafeto, pudiendo oscilar la producción de cerezas entre 50 y 2.000 gr por planta y año. No obstante este fenómeno, los cafetos de baja producción reciben los mismos cuidados y ocasionan los mismos gastos, excepto de cosecha, que aquellas plantas de alto rendimiento. Por ello es necesario seleccionar y marcar en cada cafetal aquellos cafetos de gran vigorosidad y mayor producción (plantas madres) para luego obtener de éstos las semillas para los replantes, las resiembras o las nuevas plantaciones.

Criterios de selección de plantas madres:

- Buena forma del árbol.
- Rapidez en su desarrollo y fructificación.
- Fructificación abundante.
- Cosechas abundantes año tras año y poca presencia de granos vanos.
- Buena forma y excelente calidad del fruto.
- Resistencia a plagas y enfermedades.

5.3.2. Germinador

Es indispensable que toda unidad productiva cafetera prepare anualmente su germinador para establecer nuevas áreas de café, renovar las plantas improductivas y llenar los espacios libres que por diversas causas se presentan en las plantaciones. La época apropiada para establecer el germinador es 7 u 8 meses antes de la época de trasplante al campo y coincide con el período de lluvias.

El germinador ha de construirse en un lugar sombreado, de fácil acceso, cercano a una fuente de agua para riego y protegido de los animales domésticos. Para obtener aproximadamente 3.000 chapolas ha de sembrarse un kilo de café pergamino. El germinador, elaborado con guadua, tabla, ladrillo u otro material ha de tener para esta cantidad de semilla un tamaño de 1 m de ancho por 1 m de largo y 20 cm de altura. En caso de sembrar más semillas, es necesario adecuar el largo del germinador a las necesidades

El mejor sustrato para el germinador es la arena fina y lavada de río, ya que disminuye los ataques de enfermedades, evita el encharcamiento, propicia un buen desarrollo de las raíces y facilita el trasplante. La siembra del café se realiza al voleo o en surcos paralelos. Para la siembra al voleo es indispensable colocar sobre el sustrato húmedo del germinador las semillas esparcidas uniformemente y apretarlas suavemente para que queden bien en contacto con el sustrato.

Luego se tapa la semilla con una capa de arena de 2 cm de espesor. Para la siembra en surcos paralelos se recomiendan distancias de 5 cm uno del otro. Las semillas se colocan en el surco a una distancia de 1 cm, respectivamente.

Empleando este sistema caben 700 semillas/m². Para facilitar este surcado, es recomendable usar un rastrillo con puntas de madera.

5.3.3. Vivero del café

Para hacer un vivero en bolsa se debe escoger un terreno plano o lo menos pendiente posible cercano al lugar donde se vaya a establecer el cafetal y cerca de una fuente de agua. Si no se dispone de un terreno plano, es necesario hacer terrazas a través de la pendiente para instalarlo. El tamaño de la bolsa es fundamental, puesto que influye en la formación adecuada de las raíces. Por ello es preferible usar bolsas perforadas de polietileno negro con medidas aproximadas de 17 cm de ancho por 22 cm de alto como mínimo. Para llenar las bolsas se emplea tierra fértil de preferencia negra mezclada con pulpa de café, estiércol o gallinaza bien descompuesta para evitar enfermedades radiculares o ataques de nematodos.

Trasplante: Es preferible trasplantar el café en días nublados en las primeras o últimas horas del día. Antes de iniciar con el trasplante, es necesario cerciorarse que la tierra en las bolsas esté húmeda; de lo contrario se deberá aplicar riego.

Para sacar las plántulas en estado de fosforito o chapola del germinador se afloja el sustrato y se retiran con cuidado, procurando que no queden directamente expuestas al sol. Deberán seleccionarse del germinador las mejores plántulas eliminando las débiles, las mal formadas, las amarillas y las de raíces quebradas, torcidas o malformadas. A través de este proceso se garantiza la calidad de la futura cafetera. Si es necesario trasladar las plántulas hasta lugares distantes, se deberán acondicionar en una canasta con tierra húmeda o envolverlas en costales, de manera que las raíces permanezcan protegidas y húmedas.

Manejo del vivero: El vivero ha de mantenerse con una humedad óptima por medio de riegos que deben realizarse por la mañana o preferiblemente por la tarde. Los desyerbes de las bolsas se realizan, por lo general, mensualmente. Para garantizar un óptimo desarrollo de las plántulas se puede aplicar purín de estiércol u ortiga a manera de abono foliar cada 15 días o cuando se presenten síntomas de amarillamiento o mancha de hierro. Ha de tenerse en cuenta de no

"sobre abonar" las plántulas. A los dos meses del trasplante, se puede aplicar 50 gramos de compost, humus o lombriabono por planta o guano descompuesto cada 30 días. En caso de presentarse ataques de roya (*Hemileia vastatrix*) aplicar Caldo Bordelés o Caldo Súper Magro (contienen sulfato de cobre), teniendo en cuenta no sobrepasarse en la dosis de aplicación, ya que el cobre en mayor concentración es fitotóxico.

Plagas y enfermedades en el vivero: La falta de drenaje en las camas de vivero favorece la presencia del hongo de la chupadera o volcamiento (*Rhizoctonia solani*) cuya incidencia es mayor en las primeras semanas después del trasplante, por lo cual ha de evitarse el exceso de humedad y sombra.

La mancha de la hoja o mancha de hierro, causada por el hongo *Cercospora coffeicola*, se presenta con mayor frecuencia en cafetos con deficiencia de nitrógeno. Esta enfermedad se puede prevenir mediante aplicaciones periódicas de compost, lombriabono o guano.

Los purines o el estiércol líquido pueden contrarrestar rápidamente esta deficiencia y fortalecer el cafeto contra el ataque de este u otros hongos. En caso de ataques fuertes de mancha de hierro, se fumiga con Caldo Bordelés, el cual se prepara en proporción de 2 cucharadas soperas de sulfato de cobre y otro tanto de cal por galón de agua.

5.3.4. Plantación del cafetal

Selección del terreno: Los mejores suelos para el cultivo del cafeto son los francos de estructura granular que presentan buena aireación y permeabilidad moderada. En estos suelos las raíces pueden extenderse con facilidad y disponen de buena cantidad de aire y agua. Además, el cafeto precisa que los suelos sean profundos, puesto que las raíces penetran hasta más de 1,50 m de profundidad. En suelos pesados de topografía plana el café no prospera, ya que requiere de un buen drenaje, tanto interno como externo.

Los suelos de mal drenaje y gredosos se caracterizan por colores azul grisáceo y verde grisáceo, mientras que los suelos más fértiles se reconocen por su color negro, pardo rojizo o pardo amarillo.

5.3.5. Distancias y Densidades de siembra

La distancia de siembra, conocida también como densidad de siembra, es la distancia que hay entre plantas en el surco^{1 2} así como la distancia entre surcos y determina el número de cafetos a sembrarse por unidad de superficie (ha). No existen distancias de siembra predeterminadas para el café. No obstante se establecen teniendo en consideración varios factores, entre los que se destacan:

- La pendiente del terreno y su fertilidad.
- A mayor pendiente, mayor distancia de siembra.
- La altitud. Los distanciamientos más estrechos son empleados en zonas más altas donde los cafetos se desarrollan en forma más lenta que aquellos cafetales ubicadas en zonas de menor altura.
- La variedad de café que se desea cultivar. Las variedades de porte pequeño permiten distancias más cortas que las variedades de porte alto.
- Número de plantas por sitio. El sembrar dos plantas por sitio exige un mayor distanciamiento entre surcos a fin de evitar el autosombreamiento del café y facilitar las labores culturales.
- El sistema de poda. Los cafetos descopados requieren mayores distanciamientos que los cafetos a libre crecimiento.
- El sistema de siembra. En cafetales con sombrío las densidades de siembra son menores que en cafetales a plena exposición del sol.
- Los asociados que se van a establecer. En la medida que se quiera diversificar el cafetal con cultivos de pancoger, frutales o maderables se reduce la densidad de siembra de café.
- Las prácticas culturales y plan de abonamiento. La densidad de siembra puede aumentar de acuerdo a la capacidad de abonamiento orgánico y las prácticas de conservación de suelos.
- Presencia de enfermedades y plagas. En áreas de presencia de broca se recomiendan distancias más amplias que ayuden a limitar la propagación y facilitar las medidas de control de esta plaga.

- En la caficultura ecológica se recomiendan densidades de siembra de 2.500 hasta 5.000 cafetos por hectárea. La observación personal sobre el desarrollo de árboles sanos y frondosos en la misma región pueden dar una buena orientación sobre la distancia de siembra más recomendable para el trazado de nuevas plantaciones. Lo ideal es dejar una distancia entre planta y planta, de manera que las ramas situadas en la parte inferior de las plantas casi no se entrelacen (apenas de 5 a 10 cm) y no se hagan sombra mutua. De esta forma la parte inferior de la planta no se palotea y permanece durante más tiempo productiva.

5.3.6. Diseño en cultivos asociados

Dentro de la agricultura ecológica se asegura a partir de una diversidad ordenada dentro de los cultivos un uso más eficiente del suelo, del agua y del espacio, una mejor conservación del suelo, un óptimo aprovechamiento de la energía solar, una reducción de los problemas de plagas y enfermedades, una regulación más eficiente de las malezas, un mejoramiento de la bioestructura del suelo y una máxima estimulación de la actividad del edafón así como una mayor productividad por área. En este sentido los cafetos asociados con otros cultivos permiten obtener buenas y variadas cosechas en un mismo predio lo que posibilita mejorar sustancialmente la seguridad alimentaria de las familias campesinas y obtener además diferentes productos agrícolas generadores de ingresos adicionales.

Los cultivos que se pueden asociar al café son muchos y aún mayores son sus posibilidades de combinación. Sin embargo, es importante tener en cuenta algunas reglas básicas para garantizar el éxito de un buen asocio.

- Asociar cultivos de enraizamiento profundo junto a los de enraizamiento superficial.
- Asociar plantas con reducido desarrollo radicular con plantas con gran desarrollo radicular.

- Asociar y rotar cultivos fijadores de nitrógeno (fríjol) con plantas extractoras de nitrógeno (maíz).
- No asociar cultivos que sean susceptibles a determinados patógenos.
- Lograr una máxima intercepción de luz por área foliar mediante un óptimo aprovechamiento del espacio aéreo.
- Obtener una máxima producción de biomasa para aportarla como materia orgánica al suelo.

5.3.7. Trasplante del café

Los hoyos para la siembra se hacen con dos meses de anticipación a la fecha de siembra, variando sus dimensiones según la fertilidad del suelo. En terrenos francos de buena fertilidad y buen drenaje se han establecido hoyos para café de 30 x 30 x 30 cm y en terrenos compactos, pedregosos y de baja fertilidad, estas dimensiones aumentan a 45 cm y más.

En caso de sembrar dos plantas por sitio, la dimensión del hoyo debe aumentar. Para mejorar desde un principio las condiciones del suelo para las nuevas plantas, se recomienda seguir los siguientes pasos:

Al hacer el hoyo de 30 a 40 cm de profundidad es recomendable colocar el suelo de los primeros 20 cm aparte de la tierra proveniente del fondo del hoyo, ya que por lo general la tierra superficial es más fértil que la profunda. Posteriormente se pica el fondo del hoyo aflojando unos 10 cm más para que la raíz del cafeto pueda desarrollarse de forma recta y vigorosa. Luego se mezcla la mejor tierra que se sacó del hueco con 2 a 3 kg de compost y se vuelve a llenar el hoyo. En el caso de suelos muy ácidos se aplican hasta 100 gramos de cal por sitio de siembra. En caso de deficiencia de magnesio y boro se aplican hasta 250 gr de magnesio boro. Para lograr una mayor eficiencia de estas enmiendas minerales es importante mezclarlas antes con el compost y aplicar esta mezcla al hoyo de siembra.

Trasplante a raíz desnuda: El transporte de los almácigos de café con pilón de tierra se dificulta en zonas muy accidentadas o hacia terrenos muy alejados del vivero porque el pilón de tierra y las raíces capilares tienden a romperse. Por ello

en muchas regiones se prefiere el trasplante a raíz desnuda. Después de la siembra a raíz desnuda se observa inicialmente un estancamiento en el crecimiento de los cafetos el cual muy pronto es superado si se han seleccionado las plantas más vigorosas.

5.3.8. Prácticas de conservación de suelos

En principio la agricultura ecológica no considera las hierbas como malezas, sino como plantas acompañantes (arvenses) e importantes indicadores de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo en particular y de las condiciones climáticas predominantes. Mientras que las hierbas con estructura fuerte de enraizamiento profundo, consideradas agresivas y difíciles de controlar, son capaces de subsistir en suelos erosionados, compactados y con deficiencia de nutrientes, las hierbas o coberturas nobles requieren suelos orgánicos con buen contenido de nutrientes.

Desyerbes selectivos: A pesar de las múltiples bondades de las hierbas, éstas compiten en los cafetales recién establecidos por luz, agua y nutrientes, siendo los dos primeros años el período más crítico para la fisiología del cafeto por lo cual se requieren desyerbes más frecuentes.

Un método conveniente para mantener "controlado" el crecimiento de las arvenses en el cafetal, conservar el suelo y reducir simultáneamente costos por desyerbes es alternar entre el desyerbe del cafetal y el "plateo" de los cafetos, es decir, desyerbar únicamente alrededor de cada árbol en un diámetro de 80 cm durante los primeros dos años. Esto significa que durante el primer año el cafetal recibe de dos a tres desyerbes totales y dos a tres "replanteos". En todo momento las hierbas cortadas han de permanecer como colchón extendido sobre el suelo y preferentemente como mulch sobre el plato del café.

Coberturas vegetales: Entre las prácticas sencillas, económicas y efectivas para prevenir la erosión y mantener la fertilidad del suelo está el manejo de las coberturas vegetales conocidas como "hierbas nobles" así llamadas por amortiguar el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo y formar una superficie rugosa que disminuye la velocidad del agua de escorrentía, quitándole su poder

erosivo. Las raicillas de la cobertura ayudan a amarrar el suelo, aumentan su porosidad y mejoran las condiciones de agregación, estabilidad y la relación aire/agua. "Hierba noble" es aquella cobertura vegetal de porte bajo o de crecimiento rastrero, con raíz fasciculada rala superficial o pivotante rala, con cubrimiento denso del suelo, gran poder de invasión y alta competencia con las gramíneas (pastos).. Entre las hierbas nobles se distinguen la coneja, la golondrina o la guardilla (*Pseudochinolaena polystaquia*), la suelda consuelda (*Commelina diffusa*), la hierba de sapo (*Hyptis atrorubens*), los botoncillos (*Galinsaga spp.*), la panameña o cebrá (*Tradescantia sp.*) y los besitos (*Impatiens balsamina*).

5.3.9. Mantenimiento

El mantenimiento de la barrera viva se realiza a través de ciertas labores culturales para garantizar su conservación. Las barreras vivas han de sembrarse cada vez que sea necesario a fin de conservarlas bien tupidas. Además se les debe recortar o podar con frecuencia para así evitar que se extiendan demasiado hacia los lados. Es aconsejable alternar el corte de las barreras de tal forma que una barrera recién cortada haya crecido lo suficiente antes de cortar la siguiente. La luna menguante es aconsejable para realizar esta labor, ya que reprime un poco el crecimiento de la parte aérea mientras que fortalece las raíces.

La sombra en el cafetal

A partir de la necesidad creciente a nivel mundial de establecer sistemas de producción económicamente y ecológicamente sostenibles que contribuyan a conservar los recursos naturales y frenar el avance de la frontera agrícola sobre los bosques vírgenes en zonas tropicales se viene fomentado los sistemas agroforestales que combinan la producción agrícola con la forestal dentro de un mismo sistema de producción. Muchas plantas cultivadas en las regiones tropicales y subtropicales como el cacao (*Theobroma cacao*), el lulo (*Solanum quiotense*), la mora (*Rubus sp.*), la uchuva (*Physalis peruviana*), el tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), el chontaduro (*Bactris gasipaes*), entre otros, son plantas que proceden originalmente de un entorno forestal.

Uno de los cultivos que se presta en forma ideal para la producción agroforestal es el café. Siendo éste originalmente una planta de los ecosistemas forestales de las zonas montañosas de Etiopía (1370 – 1830 msnm) y de la altiplanicie de Boma del Sudan el ambiente propicio para su crecimiento, floración y fructificación es un microclima fresco con semisombra y suficiente humedad propiciado por especies forestales.

Entre las bondades del sombrío para el café se destacan las siguientes:

- Regula la floración y maduración del fruto y, por consiguiente, las cosechas.
- Fomenta el desarrollo de las ramas primarias y secundarias, ampliando enormemente la capacidad productora de la planta.
- Aumenta el humus y la disponibilidad de nutrientes para el café. Los árboles de sombrío funcionan como "bomba de nutrientes" debido a que pueden extraer los nutrientes de las capas más profundas del suelo que luego se depositan en la superficie del suelo en forma de hojas y ramas.
- Conserva los suelos al reducir la incidencia de la radiación solar, la acción erosiva de las gotas de lluvia y la proliferación de hierbas.
- Regula la humedad del suelo, aumentando la capacidad de absorción e infiltración de agua al suelo y reduciendo su evaporación.
- Prolonga la vida útil del cafetal, mitigando las situaciones de estrés (sequía, granizada, heladas, sobreproducción, etc.) y reduciendo la alternancia en las cosechas.
- Atempera las condiciones climatológicas.

La sombra es además un factor fundamental en la producción de café suave, pues determina en el grano una calidad que no se obtiene nunca en el grano desarrollado a pleno sol.

Como un sistema agroforestal se establece a largo plazo buscando que tenga una larga vida útil han de tenerse en cuenta algunas consideraciones descritas en los puntos subsiguientes.

Especies arbóreas aptas para sombrío:

Al seleccionar una o varias especies de árboles, han de revisarse muy bien si éstas se acoplan a las condiciones locales de clima, suelo (tipo y clase de suelo, pH) y a la disponibilidad de aguas subterráneas. Debe conocerse también su velocidad de crecimiento, la exigencia en luz y espacio durante sus diferentes fases de desarrollo, su exigencia en cuidados culturales así como su resistencia a podas. Además son factores importantes de selección la profundidad de enraizamiento, la altura del tronco y ramificación, el tipo de follaje y sombreado, el aporte de biomasa y la calidad de la hojarasca.

En este sentido al escogerse la sombra del cafetal es importante conocer las condiciones agroclimáticas del sitio y seleccionar el sombrío permanente de manera que reúna la mayoría de las siguientes propiedades:

- Preferiblemente leguminosas por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico.
- Rápido crecimiento y larga vida.
- Amplia ramificación y buena altura.
- Follaje que permita el paso de los rayos del sol.
- No bote todas las hojas en temporada seca y remueva sus hojas permanentemente.
- Raíces profundas para que no compitan con las del cafeto.
- Madera resistente a los vientos y útil para la construcción.
- No sean susceptibles a ataques de plagas y enfermedades que a su vez puedan infestar al cafeto.

Una de las plantas más indicadas para esta clase de sombrío es el plátano (*Musa sp.*) por su rápido crecimiento y su valor comercial. También se pueden emplear algunas leguminosas como la crotalaria (*Crotalaria sp.*), la tefrosia (*Tephrosia sp.*), el guandúl (*Cajanus cajan*) u otras plantas arbustivas como la higuera (*Ricinus comunis*) y la papaya (*Carica papaya*).

6.3.10. Abonamiento orgánico de los cafetales

Con la aplicación de abonos orgánicos se busca aumentar la materia orgánica del suelo así como la cantidad, diversidad y actividad del edafón, como se denomina la totalidad de los organismos vivos del suelo, compuesto de hongos, algas, bacterias, actinomicetos, lombrices de tierra y otra cantidad de micro, meso y macro fauna (ciempiés, chinches, etc.). Por medio del edafón y la materia orgánica se mejora la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes. Síntomas agudos de deficiencia se realizan aplicaciones de abonos orgánicos líquidos foliares que pueden ser estimulantes de crecimiento, revitalizadores de suelo (Caldo microbiano) o suplir necesidades de elementos menores (Caldo Super Magro, Caldo Visosa).

Compost: El reciclaje de nutrientes dentro de la misma unidad productiva es uno de los principios fundamentales de la agricultura ecológica a través del cual se busca retribuir a la tierra buena parte los nutrientes que se han extraído con la cosecha. El compost es un abono orgánico que resulta a partir de la descomposición y composición de residuos vegetales y animales, que ocurre bajo condiciones aeróbicas y temperatura controlada. A través de su uso se aportan de manera natural los 16 minerales esenciales que requiere la planta.

Lombricultivo: A través del lombricultivo es posible acelerar la transformación de los desechos orgánicos de la casa y de la finca en humus. Con su aplicación se contribuye a la recuperación y el sostenimiento de la fertilidad de los suelos.

Los tres tipos de lombrices más utilizados en la lombricultura intensiva son:

- *Eisenia foetida*
- *Lombricus rubellus*
- Rojo Híbrido o "lombriz roja californiana"

Desde el punto de vista de su apariencia externa es muy difícil distinguir entre las diversas lombrices. Sin embargo, las diferencias entre las técnicas de explotación son muy notables. Mientras que los dos primeros tipos exigen un manejo en invernadero dotado de calefacción e iluminación y en superficies artificialmente

limitadas, el tercer tipo permite una explotación en un terreno libre sin necesidad de instalaciones fijas ni de invernaderos. Por dicho motivo la lombriz roja híbrida es la más recomendable para la caficultura ecológica.

6.3.11. Poda

Sabiendo que el cafeto sustenta su producción en la madera nueva, la poda es una posibilidad de aumentar y regular la cosecha, evitar el agotamiento prematuro del cafeto, mejorar la calidad del grano y facilitar su recolección. La poda tiene por objetivo regular el desarrollo natural de la planta, estimular el crecimiento de nueva madera (tallos), mantener el equilibrio entre producción de tallos, flores y frutos para así regular y aumentar la cosecha y evitar el agotamiento prematuro del cafeto. La poda además permite dar a la planta la forma que más convenga para las diferentes prácticas culturales, el manejo de plagas y enfermedades así como para la recolección (cosecha) del grano.

Cada país cafetero tiene sus métodos de poda que generalmente le son autóctonos. A continuación describiremos los más comunes en Colombia, Perú y Bolivia.

La poda del cafeto se divide en poda de formación y poda de conservación o producción. La primera tiene por objeto dar al arbusto la forma y altura más convenientes a su cuidado económico y se practica durante los primeros años de vida de la planta. La segunda va encaminada a mantener la planta en las mejores condiciones de producción y se practica después de la poda de formación indefinidamente durante toda la vida del arbusto. Estas dos podas son complementarias.

Poda de formación: A los 6 ó 7 meses de haber trasplantado el cafeto - cuando la planta tiene una altura de 1 m - se inicia con la poda de agobio que consiste en doblar la planta con ayuda de un amarre fijado a una estaca. La planta doblada forma un ángulo aproximado de 45 grados con el suelo. La inclinación de los cafetos en zona de ladera se debe hacer pendiente arriba para que la planta tenga mayor estabilidad. De los brotes o chupones que nacen se seleccionan los 3 ó 4 más vigorosos. La parte de la planta doblada se corta después de 2 ó 3 cosechas.

Poda de conservación: Cuando a los 4 ó 5 años los cafetos comienzan a mostrar fructificación periférica se requiere de algún tipo de poda que genere nuevos crecimientos, por ejemplo, la poda de agobio de ejes o brotes verticales o la del tallo principal. Con este tipo de poda se pretende propiciar la formación de 4, 5 ó 6 nuevos ejes o brotes verticales que, en los años subsiguientes, serán el asiento de la fructificación. Cada año que transcurra 1 a 2 ejes serán reemplazados y se conservarán de 3 a 4 ejes productivos de diferentes edades.

6.3.12. Plagas y enfermedades del café y su manejo

El manejo ecológico de plagas y enfermedades es una estrategia de control en la que el primer recurso disponible es la naturaleza. Se trata de trabajar con las fuerzas de la naturaleza para mantener a las poblaciones de insectos en equilibrio.

Esta estrategia forma parte de una propuesta más amplia en la cual el manejo ecológico del suelo, la diversidad y el reordenamiento predial juegan un rol relevante. Estos principios son fundamentales si queremos trabajar en una agricultura sana y sustentable que busca recuperar, mantener y mejorar las condiciones ecológicas del medio.

La presencia de plagas y enfermedades, contrariamente a lo que se plantea en la agricultura convencional, no es el problema principal, sino son efectos de un mal manejo de los sistemas productivos como tales e indicador del estado nutricional de las plantas. Los pilares del manejo ecológico de plagas y enfermedades son el estímulo, la defensa y el potenciamiento de la acción de los controladores naturales, la reducción de la población de los insecto-plagas y las enfermedades con prácticas de cultivos apropiados (asociaciones, rotación de cultivos, elección de variedades resistentes, buena preparación del suelo, aplicación de preparados de plantas y purines, coberturas) y un estado de nutrición equilibrado de las plantas a través de prácticas de abonamiento y conservación de suelos.

6.4. Rendimiento y productividad de cafetales ecológicos

La época y duración de la cosecha depende de varios factores, tales como ubicación geográfica, factores climáticos y variedad de café. Mientras que las variedades de porte alto inician su producción a los 3 ó 4 años, las variedades de

porte bajo son más precoces permitiendo una primera cosecha entre 1,5 y 2 años después de establecidos. En el trópico se logran dos cosechas por año (cosecha principal y mitaca), mientras que en el subtrópico sólo una.

Los rendimientos de un cafetal ecológico están sujetos a variaciones y dependen principalmente de la oferta ambiental de la región, las condiciones climáticas anuales, las variedades establecidas y su adaptabilidad a las condiciones locales, la edad y composición del cafetal, su densidad de siembra y las prácticas culturales establecidas (abonamiento, sombrío, renovación de cafetal, control preventivo de plagas y enfermedades).

Dentro de la caficultura existen varios ejemplos de producción ecológica que parten de diferentes arreglos culturales (sistema de asocio con café) y que han establecido un sistema de manejo ecológico de acuerdo a sus posibilidades ambientales, económicas, técnicas y culturales, aprovechando al máximo el uso de los recursos locales disponibles.

Productores minifundistas cuentan con un modelo de cafetal agroforestal con densidades de siembra de 3.900 cafetos/ha de las variedades Caturra y San Bernardo asociado con un sombrío permanente de 100 árboles de nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y 150 plantas de plátano (*Musa sp.*). El abonamiento del cafetal se realiza por medio de una aplicación anual de 1 a 2 kg de lombricompost por árbol y la producción de abono verde en el mismo lote de café. Para ello se cuenta con 600 estacas de cámbulo (*Erythrina poeppigiana*) por hectárea cuya poda se realiza 2 ó 3 veces principalmente antes de iniciar el período de lluvias.

La producción de biomasa a través de la poda de follaje y tallos asciende a 30 - 36 toneladas por año con un aporte de 160 - 180 kilos de nitrógeno por año. Los rendimientos alcanzados en el tercer y cuarto año de establecido el cafetal son del orden de 1.500 a 2.000 kg de café pergamino seco.

En otra experiencia sistematizada de un productor minifundista se registran rendimientos de 250 @ equivalentes a 3.125 kg de café pergamino seco en el cuarto y quinto año de producción. Por hectárea se cuentan 5.000 cafetos

Variedad Colombia y plátano mateado (*Musa sp.*) como sombrío transitorio. Este cafetal se estableció sobre un potrero degradado con problemas de acidez.

Se inició un plan de abonamiento aplicando durante los primeros tres años 5 kg de lombricompost de estiércol por cafeto y año. A partir de esta fecha se redujo la aplicación a 2 kg por árbol y año. Este productor aprovecha su cercanía al casco urbano y recicla la ruminaza del matadero del pueblo.

5.5. Cosecha y Beneficiado del café

De la buena recolección depende la calidad del grano y la abundancia de futuras cosechas. Dependiendo de la variedad sembrada, el café entra en su fase productiva a los 2 (café de porte bajo) ó 3 (café de porte alto) años después de su trasplante al sitio definitivo. La producción continúa en aumento a medida que la zona productora del árbol se incrementa, estabilizándose en el 5 año. La sostenibilidad de la producción en el tiempo depende en gran medida de las prácticas culturales que se establezcan dentro del cultivo.

Dependiendo de las condiciones climáticas de cada zona cafetera en particular, la maduración del fruto se presenta alrededor de los ocho meses (32 semanas) después de la floración. En zonas cálidas este proceso se reduce en cerca de 15 días, mientras que en zonas más templadas (frías) la maduración se prolonga por más o menos 15 días.

El beneficio de café arábigo por la vía húmeda es actualmente el más solicitado por los compradores de café orgánico, no descartándose que en el futuro puedan crearse mercados para cafés arábigos no lavados así como para cafés robustas.

Dentro del beneficio por la vía húmeda se distinguen actualmente dos modalidades:

- El beneficio húmedo tradicional que comprende 5 operaciones, a saber: recolección, despulpado, fermentación, lavado y secado.
- El benéfico ecológico o con desmucilaginado mecánico que se caracteriza por los pasos de recolección, despulpado, remoción mecánica del mucílago y secado.

VI. APORTE TEÓRICO

6.1. Características de los suelos de la región

Los suelos de Pando son pobres en nutrientes debido a la naturaleza de la litología subyacente, la meteorización química fuerte (causada por altas temperaturas y elevada humedad) y un lavado de nutrientes por la alta precipitación durante gran parte del año. En estas condiciones naturales, la fertilidad del suelo está ligada al ciclo orgánico. Por la abundante cobertura vegetal del bosque tropical existe un aporte constante de materia orgánica, mayormente en forma de hojarasca que posteriormente es transformada en humus.

Debido a las condiciones climáticas y a la acción de los micro-organismos, la descomposición de la materia orgánica es tan rápida que sólo deja una delgada capa de humus relativamente rica en nutrientes. Se observa que la mayoría de las raíces de las plantas se encuentra en esta capa superficial para absorber estos nutrientes. En las planicies altas, generalmente los suelos son bien drenados. Sólo en las unidades poco disectadas, los suelos son pobre a moderadamente bien drenados. Los suelos de las planicies altas tienen una fertilidad baja y pueden desarrollar niveles tóxicos de aluminio para la planta.

Los suelos de las planicies bajas varían de pobre a moderadamente bien drenados, dependiendo del grado de disección. Tienen una fertilidad baja a muy baja y la saturación de aluminio es alta. Los suelos de las planicies bajas en el extremo oriental del departamento (sobre el Escudo Precámbrico) se caracterizan por su drenaje pobre a imperfecto y la presencia de agua estancada en las partes bajas en gran parte del año. Generalmente la fertilidad de estos suelos es muy baja y el nivel de aluminio es alto.

Los suelos en las planicies altas y bajas se clasifican como Ferralsoles. La mayor parte (55%) de las unidades de terreno mapeadas se caracterizan por estos suelos.

En las colinas muy fuertemente disectadas de la parte central Norte y en menor proporción en las terrazas altas del río Madre de Dios (al Sur del departamento),

los suelos presentan una textura franca en la capa superficial y una acumulación de arcilla en el subsuelo, siendo consecuentemente muy susceptibles a la erosión. Esta degradación se ve agravada por las deforestaciones, sobre todo en las áreas más disectadas. Los suelos son moderadamente bien drenados, tienen una fertilidad baja y normalmente la saturación con aluminio es alta. Representan aproximadamente 3% de las unidades de terreno y se clasifican como Lixisoles.

6.2. Prácticas ecológicas para mejorar la fertilidad del suelo

6.2.1. Uso del Mulch

Entre las prácticas de conservación de suelos se destaca por su importancia el mulch también llamado cobertura vegetal muerta. El mulch mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo así como el microclima de la capa superior del suelo, incidiendo de esta forma favorablemente sobre la productividad de los cultivos establecidos.

Los principales beneficios del mulch son múltiples y se resumen de la siguiente manera:

- Conservación de suelos. El mulch amortigua el golpe de las aguas lluvias, reduce la escorrentía de aguas superficiales y el arrastre de materia orgánica. Además favorece la estructura del suelo.
- Mantiene la humedad del suelo. El mulch favorece la infiltración de las aguas lluvias, reduce la evaporación y conserva, incluso en épocas de sequía, la humedad del suelo.
- Regula la temperatura del suelo, evitando en épocas de calor el calentamiento excesivo del suelo. La temperatura del suelo tiene efectos directos e indirectos (enraizamiento, humedad del suelo, vida microbiológica, absorción de nutrientes) sobre el crecimiento de las plantas.
- En caso que la temperatura del suelo ascienda por encima de 30°C, las raíces superficiales del café se secan.
- Incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo ya que a partir de temperaturas inferiores a 25°C se acumula materia orgánica en el suelo,

mientras que a temperaturas mayores el humus se descompone (proceso de mineralización).

- Evita la pérdida de nutrientes debido a que regula el proceso de mineralización de las sustancias húmicas en el suelo (materia orgánica) que están sujetas al arrastre por las aguas lluvias o la lixiviación. Además evita la volatilización de nitrógeno o azufre causada por altas temperaturas y radiación solar.
- Mejora el enraizamiento de las plantas.

La aplicación de mulch en climas tropicales tiene un efecto positivo sobre el crecimiento de las raíces Mejora la disponibilidad de nutrientes en época de sequía. Así como se reduce en época de sequía la humedad en los suelos, se disminuye la disponibilidad de nutrientes (no se encuentran en estado soluble), generando el estancamiento del crecimiento de la planta.

En suelos sin coberturas se registra en esta época una deficiencia de nitrógeno, mientras que en suelos con mulch se conserva un alto nivel de nitrógeno disponible. Por consiguiente, en cafetales con cobertura de mulch y sombrío el suelo, a pesar de la época de sequía, se mantiene húmedo, los cafetos presentan abundantes raíces superficiales vivas y la coloración de las hojas permanece verde.

6.2.2. Uso del abono tipo Bokashi

Un abono orgánico que viene teniendo cada vez más popularidad entre los productores son los abonos orgánicos fermentados tipo “Bokashi”. Una de las grandes ventajas de este abono es su fácil y rápida preparación permitiendo obtener un abono maduro (compostado) en el lapso de 15 días. A nivel de unidades productivas que aún no cuentan con la producción pecuaria, pero que consiguen a nivel comercial gallinaza esta técnica permite procesar este producto convirtiéndolo en un abono valioso sin temer efectos colaterales negativos (incremento de nematodos, sobreoferta de nitrógeno en las plantas, etc.). Por ser un abono producido a partir de una gran variedad de ingredientes cuenta con un buen contenido de nutrientes mayores y menores.

Elaboración de abono tipo “bokashi”

La preparación de este abono se debe realizar en un sitio protegido de la radiación solar, las lluvias y el viento, ya que inciden negativamente en el proceso de fermentación y pueden generar además la pérdida significativa de nutrientes. El piso debe ser a nivel y en lo posible de cemento o tierra firme.

Para la producción de una tonelada de abono fermentado tipo “Bokashi”, se requieren 300 kg de cascarilla de arroz o café, 300 kg de tierra común, 300 kg de gallinaza, 150 kg de carbón partido, 30 libras de mogolla, 30 libras de cal dolomítica, 1 galón de melaza y 300 gr de levadura. Además se puede adicionar 30 libras de mantillo de bosque o Bokashi. Se aplica agua hasta humedecer toda la mezcla. Esta receta básica se puede variar según los insumos disponibles en la región.

La preparación inicial no tiene un procedimiento predefinido; lo importante es que al final del ejercicio se haya logrado homogeneizar los ingredientes en la mezcla. Un método es formar capas de los diferentes ingredientes, iniciando por la cascarilla de arroz, la tierra y la gallinaza que forman la mayor parte de la mezcla. Se sigue con la capa de carbón, pulidura de arroz o café y cal agrícola. La melaza y la levadura es recomendable disolverla en agua. Para lograr homogeneizar la mezcla de todos los ingredientes, se procede a palear en forma sistemática el montón varias veces de un lado a otro y viceversa, procurando humedecerla con la solución de melaza y levadura. Una vez terminada la etapa de la mezcla y controlada la uniformidad de la humedad, la masa se extiende en el piso de tal forma que el montón tenga entre 1,20 y 1,50 de ancho y máximo 50 cm de alto. El largo lo define la cantidad de mezcla elaborada. Es importante lograr el punto de saturación de la mezcla. Éste se reconoce cuando al apretar una cantidad de mezcla en el puño no escurre agua y al abrirlo forma un terrón quebradizo. Es importante tener en cuenta que durante el resto del proceso la mezcla no debe humedecerse nuevamente.

Para acelerar el calentamiento de la mezcla se puede tapar ésta con sacos de fibra, sin embargo, no es recomendable que la temperatura sobrepase los 50°C,

aspecto en el que este proceso se diferencia del compostaje tradicional. En los siguientes 10 días a la elaboración de la mezcla, se debe controlar la temperatura.

Esto se realiza por medio del volteo de toda la mezcla. En los primeros 3 a 5 días se requieren 2 volteos diarios (mañana y tarde) y posteriormente es suficiente una volteada al día. Es importante que al final de cada volteo se extienda en la forma anteriormente descrita, pues la clave del éxito está en este manejo.

Entre los días 12 y 15 el abono orgánico fermentado ha concluido su proceso de fermentación y su temperatura es igual a la temperatura ambiente. El abono es seco, tiene un color gris claro y su consistencia es arenosa y suelta.

Además quedan visibles el cisco y el carbón, que no llegan a concluir su fase de descomposición. En estas condiciones se puede guardar o almacenar en un sitio fresco y ventilado por algunos meses, tiempo que permite una mayor maduración del producto, elevándose el contenido de humus.

Dosis de aplicación en el café

El Bokashi, debido a su alto contenido de gallinaza, es un abono que recién procesado debe manejarse con cuidado, siendo medido en las dosis de aplicación. En especial requiere cuidado y observación su uso en el embolsado de café así como en el abonamiento al hoyo para la siembra de café nuevo. De ninguna manera se debe usar puro para el embolsado de café o en el llenado del hoyo de siembra por su alto contenido de calcio lo que afecta negativamente el desarrollo de las plántulas. Para el embolsado de café es más conveniente usar el abono envejecido (curtido), debido a que tiene mayor contenido de humus.

A nivel de abonamiento de cafetales establecidos (más de dos años) se pueden manejar dosis de hasta 6 kg por aplicación/ año. La aplicación de bokashi elaborado con gallinaza debe estar sujeto a un monitoreo permanente del cafetal, ya que su alto contenido de calcio puede generar problemas de fijación de elementos menores en el suelo y, por consiguiente, presentar deficiencias de nutrientes a nivel de las plantas.

6.3. Uso de barreras vivas

Las barreras vivas son surcos de plantas permanentes y de crecimiento tupido sembradas a través de la pendiente. Permiten disminuir la velocidad del agua que corre sobre el terreno y atrapar parte del suelo arrastrado, favoreciendo una formación de terracedo lento del terreno. Además, al desyerbar se colocan las malezas sobre la barrera lo que contribuye a la formación de terrazas o bancales.

La distancia entre las barreras vivas varía según el diseño del cafetal (sombrio, coberturas, distancia de siembra, etc.) y la pendiente del terreno. A mayor pendiente, menor es la distancia entre barreras. Al momento de trazar la plantación se ubican las barreras en las calles del café. Es conveniente ampliar las calles donde irán sembradas las barreras para que éstas no queden demasiado cerca de los cafetos. Al introducir barreras en cafetales ya establecidos es importante que queden en curvas a nivel, aunque éstas no correspondan al trazo de la plantación. El establecimiento de barreras vivas en cafetales sembrados en curvas a nivel es muy sencillo, pues basta localizarlas en las calles de acuerdo con las distancias antes indicadas.

Las plantas más aconsejables para formar barreras vivas son el vetiver (*Vetiveria zizanoides*), el limoncillo (*Cymbopogon citratus*) y la citronella o hierba luisa (*Cymbopogon winterianus*). También se puede establecer pasto imperial (*Axonopus scoparius*) o caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sin embargo, estas plantas son exigentes en potasio y requieren bastante luz para prosperar. Otras plantas aptas para el establecimiento de barreras son la piña (*Annanas comunis*), la tephrosia (*Thephrosia sp.*), el guandúl (*Cajanus cajan*), el nacedero (*Trichantera gigantea*) e incluso el plátano (*Musa sp.*).

Establecimiento de barreras vivas: Para establecer una barrera viva se identifica la parte más inclinada del terreno y se procede a determinar su pendiente con ayuda del caballete o agronivel. El desnivel de un terreno se calcula de la siguiente manera: Por cada metro que se avanza en forma horizontal hacia la pendiente se mide cuantos centímetros baja el terreno en forma vertical. Si al avanzar un metro hacia adelante el terreno baja 20 cm de nivel estamos hablando

de una pendiente del 20%. Conociendo la pendiente se busca la distancia correspondiente. Para ubicar las diferentes barreras sobre el terreno, se coloca una estaca en la parte más alta del lote y se mide hacia abajo la distancia entre barreras recomendada. La ubicación de cada barrera se marca con una estaca. Seguidamente, a partir de cada estaca se traza la respectiva curva a nivel con el agronivel. Posteriormente, se pica una faja de terreno de 30 cm sobre la curva que se trazó y se siembra en esta faja las plantas aptas para la formación de barreras vivas. Se recomienda realizar su siembra en forma de triángulo a 20 cm de distancia entre planta y planta.

6.4. Preparados orgánicos para el control de plagas y enfermedades

6.4.1. Fungicidas

En la caficultura orgánica se permite el uso de productos cúpricos y sulfúricos para el control de hongos. Estos, sin embargo, solamente deben usarse en casos extremos, pues también afectan a los organismos benéficos y por ello su uso está sujeto a la autorización de la certificadora.

Caldo bordelés: Es un fungicida eficaz para el manejo de enfermedades causadas por hongos como el ojo de gallo (*Mycena citricolor*), la arañera (*Pellicularia koleroga*) y la roya (*Hemileia vastatrix*). Se caracteriza por su gran adherencia y persistencia así como por la posibilidad de aplicarlo bien sea en invierno (mayor dosis) o en verano (menor dosis). Las dosis varían entre 0,3; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0%. Usar el caldo a más tardar a los tres días de haber sido preparado. No hacer aplicaciones en plantas pequeñas recién germinadas o en floración. Evitar el contacto de la piel y de los ojos con esta solución y lavarse bien después de aplicarla.

Caldo visosa: El Caldo Visosa es excelente para proteger el café contra los ataques de roya (*Hemileia vastatrix*). Sin embargo, se debe consultar con la entidad certificadora para que autorice su aplicación. Disolver en un recipiente (50 litros) el sulfato de cobre, el zinc, el magnesio y el ácido bórico en 50 litros de agua. En otro recipiente (100 litros) diluir la cal en 50 litros de agua y revolver con

un palo. Verter la primera solución a la solución de cal (nunca al revés) y revolver constantemente. Aplicar inmediatamente.

6.4.2. Preparados de plantas protectoras de cultivos

Los preparados o purines de plantas con propiedades insecticidas, nematocidas y fungicidas sirven para proteger los cultivos de ataques indeseados de insectos, hongos, nematodos, ácaros, etc. En el caso de los insecticidas naturales éstos actúan por contacto o por ingestión. Los purines se pueden elaborar de una forma fácil con recursos de la zona. Manejándolos con la precaución necesaria no presentan mayor peligro para la salud humana.

Purines de plantas insecticidas: Macerar o picar finamente las plantas. Poner el macerado a fermentar en un balde plástico (ni rojo ni amarillo porque el colorante contiene plomo y cromo venenoso) y adicionar agua. La relación entre planta verde y agua es de 3:7. Dinamizar el purín por unos 20 minutos y dejarlo fermentar bajo un árbol, tapando el tarro con un lienzo que lo proteja contra la lluvia dejándolo fermentar por 3 a 5 días. Posteriormente se cuele el purín, se diluye en agua en proporción de 1 parte de purín en 10 partes de agua (1:10) y se aplica con fumigadora.

Aplicar los preparados preferiblemente en horas de la mañana o al atardecer y el mismo día o al día siguiente de su preparación. Para su preparación se utilizan únicamente plantas procedentes de cultivos sin uso de agroquímicos para no tener residuos de esta naturaleza.

Hongo beauveria bassiana: La preparación consiste en

- Procurar que las botellas estén bien lavadas; Preparar una solución de 10 litros de agua, 100 c.c. de jugo de limón y 1 c.c. de ácido láctico. Poner 210 gr de arroz y agregar 200 c.c. de esta solución a cada botella. Dejar reposar durante 15 minutos y luego botar la solución restante, utilizando un cedazo.
- Si no se tiene los ingredientes para esta solución desinfectante, puede agregarse por porción de arroz el doble de agua. Las botellas con el arroz y el agua se esterilizan al momento de cocinar el arroz al “baño maría”.

- Tapar las botellas con un tapón de algodón o con papel aluminio.
- Acomodar las botellas en una olla y ponerlas a cocinar al “baño maría” y dejarlas hervir por 20 minutos. Luego de reposar el arroz es necesario golpear suavemente las botellas para aflojarlo.
- Utilizar mecheros o hipoclorito para desinfectar las pinzas. Limpiar las pinzas con un algodón humedecido con alcohol.
- Pasar el cuello de la botella, en la cual se va a hacer la siembra del hongo, por el mechero encendido.
- En la botella que tiene el arroz con el hongo introducir la pinza desinfectada y sacar un trozo de arroz con hongo.
- Tapar inmediatamente la botella con el tapón de algodón e introducir rápidamente el pedazo de arroz con hongo a la otra botella.
- Una vez sembrado el hongo, tapar bien las botellas y almacenarlas en estantes en un sitio aseado donde no les llegue directamente la luz solar. Allí pueden permanecer durante un mes. El hongo se puede usar a los 20 días. Si aún no se va a aplicar el hongo en el cafetal, es necesario almacenar las botellas en la parte inferior de la nevera, puesto que a la temperatura de 4°C el hongo puede guardarse por 6 meses más.

Método de aplicación:

- Cuando el arroz está invadido totalmente por el hongo puede aplicarse al cafetal. Para ello se agrega con una jeringa 10 c.c. de aceite agrícola o aceite vegetal y un poco de agua y se agita la botella.
- Pasar el contenido de la botella por un colador para sacar el hongo con el arroz para desecharlo. Recoger la solución con el hongo en un balde y pasarla a la bomba fumigadora. Completar con agua a 20 litros.
- Una botella de 500 c.c. alcanza para tres bombas con capacidad de 20 litros, o sea, para fumigar 1200 cafetos.

VII. CONCLUSIONES

La recopilación, sistematización y análisis de la bibliografía especializada y los resultados de investigación de campo, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a los requerimientos del suelo para el cultivo de café, comparado con los existentes en la región, es posible concluir que las condiciones edáficas son favorables para el cultivo de cacao, mientras que el suelo presenta limitaciones para el cultivo intensivo de esta especie, por lo que se justifica que el café debe ser cultivado como parte de sistemas agroforestales.
- En unidades productivas convencionales que han sido manejadas con agroquímicos se experimenta, por lo general, una depresión de la producción en los primeros años de transición, la cual puede ser más o menos dramática, dependiendo de la capacidad del productor de implementar las nuevas prácticas, principalmente el abonamiento orgánico, respondiendo éste a los requerimientos del suelo y de las plantas. A mediano plazo, una vez recuperado los suelos y activado el reciclaje de nutrientes, se logra una producción estable a niveles económicamente rentables.
- La producción ecológica de café es posible tanto a nivel de pequeñas unidades productivas como a nivel de grandes explotaciones, siempre y cuando se entienda que la unidad productiva demanda la integración agropecuaria y un manejo integral.
- La caficultura ecológica presenta una alternativa para los pequeños y medianos caficultores, que lograrán una producción sostenible gracias al trabajo familiar y al aprovechamiento de los recursos propios de su propiedad en un sistema agroforestal cafetero, que además del café provee un sinnúmero de otras frutas, madera y ganadería.

VIII. RECOMENDACIONES

A partir de la información recopilada y analizada, nos permiten efectuar las siguientes recomendaciones.

- La crisis ecológica a nivel mundial por la que atravesamos, hace años ha llevado a racionalizar el uso de recursos y eliminar de manera generalizada el uso de agroquímicos. Esto hace pensar que la conservación del medio ambiente, la promoción de la agroecología en general y particularmente de la caficultura ecológica será algo necesario a corto plazo. A largo plazo, los cultivos de café ecológico estarán en condiciones de sobrellevar cualquier crisis ambiental y además serán las más rentables bajo iguales condiciones de mercado.
- A nivel de grandes plantaciones el éxito o fracaso de la conversión a la producción orgánica dependerá en gran medida de la disponibilidad de materia orgánica para preparar abonos orgánicos y del costo de aplicación. En nuestro medio, los organismos de responsables de promover la agricultura ecológica pueden ofrecer un servicio profesional altamente calificado y contribuir a reducir enormemente los costos de inspección y certificación. Así se logrará que el productor se beneficie más del sobreprecio. Para fortalecer el sistema de certificación nacional es indispensable que los gobiernos locales y departamentales creen el marco normativo para la agricultura ecológica y logren su reconocimiento internacional.
- Frente a los precios que se puedan obtener para café orgánico certificado el futuro es incierto; dependerá en gran medida si se logra una base productiva lo suficientemente sólida que brinde una calidad confiable para conquistar nuevos mercados y poder ofrecer un producto de alta calidad a precios razona.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Arcila J; y Farfán F. 2007. Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en los sistemas de producción de café. Sistema de producción de café en Colombia. Bogotá.
- Barrientos R. 2011. Diagnóstico de la situación cafetalera del municipio de Caranavi. Viceministerio de Coca y Desarrollo Integral – VCDI Programa de Apoyo a la Política Sectorial – PAPS. La Paz, Bolivia.
- Bidweil, R.G.S. 1979. Plant physiology. MacMillan Publishing Co, Inc. New York, N.Y. USA.
- Calle Aznar S. 2011. Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. Tesis de Ing. Tec. Industrial especialidad Química. Barcelona, España, Universidad Politécnica de Catalunya. 155 p.
- Carvajal F. (2004). Cafeto: cultivo y fertilización. Segunda Edición. Instituto Internacional de la Potasa. Berna, Suiza. 253 p.
- Cardona B., D.J. 1988. Fertilización edáfica y foliar en Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) tipo mercado. Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Montecillo, Méx.
- Castañeda E., 1997. Manual Técnico Cafetalero. Proyecto ADEX- USAID. Lima. Perú. 162 pp.
- Figueroa R. 1990 La Caficultura en el Perú. Lima: Editorial Fiessa.
- Fischersworing H.B. y Robkamp R.R. 2001. Guía para la caficultura orgánica. Bogotá Colombia. GTZ.
- Fregoni, M. 1986. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. pp. 205-211. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- García H., E. y Peña V. 1995. La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. UACH. Primera Edición. México, D.F.

- Leal, Sostenes Eduardo 2011. Evaluación de fungicidas químicos y biológicos para el manejo de ojo de gallo ocasionada por *Mycena citricolor* en café (*Coffea arabica*) en finca La Soledad Acatenango, Chimaltenango, Guatemala, C.A.
- Manual Técnico Buenas Prácticas en el Cultivo de Café Orgánico (Para agricultores). 2000. Costa Rica.
- Méndez, Gloria y Molina, Eloy. 2002. Fertilización foliar: principios y Aplicaciones. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de Suelos y Foliare.
- Pérez Camargo L. E. y Suárez Campos L.A. 2011. Evaluación del efecto sombra en la producción de café *Coffea arabica* dentro de un sistema agroforestal tradicional con árboles en Las Minas, El Paraíso, Honduras.
- Puerta Morales, I. M. 2009. Evaluación del efecto de tres dosis de fertilizante foliar en los primeros tres meses de crecimiento del asaí (*Euterpe precatoria*) en la comunidad Bajo Virtudes – Pando. Tesis de Grado para optar al grado de Ingeniero Agroforestal. Área de Ciencias Biológicas y Naturales. Universidad Amazónica de Pando.
- Romero A., Jiménez F., Muschler R., 2000. Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. *Agroforestería de las Américas* 26, 37- 39.
- Salazar, Wilme, 2001. Optimización de la mezcla estiércol seco de bovino, Aserrín fermentado y arena lavada, usadas como Sustratos, en la capacidad de germinación de semillas de Café. UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, Venezuela
- Salazar N. y Mestre A., 1990. Utilización de la gallinaza como abono en almácigos de café. En: *Avances Técnicos de Cenicafé* No. 114-184. Tomo II. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp: 113-114.

Solano Divas, EE. 1999 Evaluación de proporciones de pulpa de café y suelo y niveles de nitrógeno en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) en almácigo, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 47 p.

Tislade, S.W., W.L. Nelson y J.D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. MacMillan Publishing Co. New York, NY. USA.