



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea arábica*) BAJO TRES SISTEMAS AGROFORESTALES MÁS LA
APLICACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO, EN EL
CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR.

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL
OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR A TRAVÉS DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE, ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL.

AUTORA:

LEIDI JAJAIRA ORTEGA HINOJOSA

DIRECTORA DE TESIS:

ING. SONIA FIERRO BORJA. Mg.

GUARANDA - ECUADOR

2012

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea arábica*) BAJO TRES SISTEMAS AGROFORESTALES MÁS LA
APLICACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO, EN EL
CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO POR:

.....
ING. SONIA FIERRO BORJA. Mg.
DIRECTORA DE TESIS

.....
ING. AGR. KLEBER ESPINOZA MORA. Mg.
BIOMETRISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN
DE TESIS

.....
ING. AGR. OLMEDO ZAPATA ILLANEZ M.Sc.
ÁREA TÉCNICA

.....
ING. AGR. NELSON MONAR GAVILÁNEZ M.Sc.
ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

Desde lo más profundo de mi corazón y con el afecto sincero que nace desde el fondo de mi ser, dedico esta investigación a mis seres queridos, a mi querida madre Laura y mi padre Alejandrino quienes me brindaron su apoyo eterno e incondicional, con su esfuerzo y sacrificio en todos estos años de formación profesional de mi carrera.

Al ser más querido e inseparable de mi vida y a mis hermanos/as por su valioso aporte moral en todo este camino duro de la vida, para llegar al sendero de la superación y ser una persona de bien y servir a la sociedad.

LEIDI

AGRADECIMIENTO

De manera especial quiero dejar constancia de mi agradecimiento integral como seres humanos y en tal virtud a la Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente Escuela de Ingeniería Forestal.

A nuestros docentes, porque gracias a su amistad, guía y apoyo he llegado a culminar uno de los anhelos más grandes de mi vida, producto del inmenso apoyo, afecto y confianza que deposité y con los cuales he logrado terminar mi carrera de estudios constituyendo el regalo más grande que pudiera recibir por lo cual estaré eternamente agradecida.

De manera especial quiero dejar constancia de mi agradecimiento leal y profundo a la Ingeniera Sonia Fierro Borja. Mg, Directora de Tesis, quien me brindó su apoyo en la planificación, desarrollo y culminación de esta tesis de grado.

De igual manera un sincero agradecimiento al Ingeniero Kleber Espinoza Mora. Mg. en el Área de Biometría por el apoyo desde el inicio hasta la culminación de este trabajo de investigación.

Un agradecimiento muy especial a los miembros del tribunal de calificación de tesis, Ingeniero Olmedo Zapata I. M.Sc, en el Área Técnica e Ingeniero Nelson Monar G. M.Sc, en el Área de Redacción Técnica por todo el apoyo brindado durante el proceso de este trabajo investigativo.

Finalmente quiero agradecer de manera muy especial al Ing. Edwin Silva por sus consejos y apoyo brindado durante toda mi etapa de estudio para alcanzar las sendas de superación hacia mi meta anhelada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. SISTEMAS AGROFORESTALES	3
2.1.1. Sistema agroforestales más importantes.....	4
2.1.2. Ejemplos prácticos de sistemas agroforestales.	6
2.2. EL CAFÉ	7
2.2.1. Clasificación Taxonómica	7
2.3. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	7
2.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	8
2.4.1. Diversidad genética.....	11
2.5. AGROECOLOGÍA.....	12
2.6. ESPECIES Y VARIEDADES.....	13
2.7. PROPAGACIÓN Y VIVERO.....	14
2.8. PLANTACIÓN DEFINITIVA.....	15
2.9. TÉCNICAS CULTURALES.....	15
2.10. PLAGAS Y ENFERMEDADES	16
2.10.1. Plagas.....	16
2.10.2. Enfermedades.....	19
2.11. MALAS HIERBAS.....	20
2.12. RECOLECCIÓN.....	20
2.13. INDUSTRIALIZACIÓN.....	21
2.14. LA FERTILIZACIÓN.....	21
2.14.1. Nutrición mineral y fertilización.....	22
2.14.2. Los elementos minerales necesarios para las plantas.....	23
2.14.3. Importancia de los macro nutrientes primarios; el nitrógeno	25
- El Nitrógeno	25
- El Fósforo	26

- El Potasio	26
2.15. FERTILIZANTES ORGÁNICOS	27
2.15.1. Estiércoles y purines.....	27
2.15.2. Rastrojos enterrados	27
2.15.3. Importancia de la fertilización	28
2.16. ABONOS ORGÁNICOS	30
2.16.1. Importancia de los abonos orgánicos	30
2.16.2. Propiedades de los abonos orgánicos	31
2.17. FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO SEAMINO	32
2.17.1. Funciones principales de Seamino	33
2.18.1. Clasificación taxonómica	33
2.18.2. Aspectos dendrológicos.....	34
2.18.3. Características de la madera	35
2.18.4. Datos silviculturales	36
2.19. EL GUABO	38
2.19.1. Clasificación taxonómica	38
2.19.2. Descripción botánica del guabo	38
- Hojas	39
- Flores	39
- El fruto	39
- Utilidad.....	39
2.20. FERNÁN SÁNCHEZ.....	40
2.20.1. Clasificación taxonómica	40
2.20.2. Características:	40
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
3.1. MATERIALES	43
3.1.1. Ubicación del experimento	43
3.1.2. Situación geográfica y climática	43
3.1.3. Zona de vida.....	43
3.1.4. Material experimental.....	44
3.1.6. Material de oficina	44
3.2. MÉTODOS.....	45

3.2.1. Factores en estudio:.....	45
3.2.2. Tratamientos	45
3.2.3. Procedimiento:.....	45
3.3 TIPO DE ANÁLISIS	46
3.3.1. Análisis de varianza (ADEVA)	46
3.3.2. Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos.	46
3.3.3. Análisis de correlación y regresión simple.....	46
3.3.4. Análisis económico relación beneficio-costo B/C.....	46
3.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS	46
3.4.1 Altura de la planta (AP).....	46
3.4.2 Diámetro del tallo (DT).....	46
3.4.3 Número de ramas (NR)	47
3.4.4 Longitud de la Hoja (LH).....	47
3.4.5 Ancho de la hoja (AH)	47
3.4.6. Peso de cerezas por tratamiento (PCT)	47
3.4.7. Rendimiento de cerezas en Kg./ha (RH).....	47
3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO	48
3.5.1. Análisis de suelo	48
3.5.2. Trazado de las unidades de investigación.....	48
3.5.3. Riegos	48
3.5.4. Aplicación de fertilizante foliar	48
3.5.5. Control de malezas	48
3.5.6. Control de plagas	49
3.5.7. Control de enfermedades.....	49
3.5.8. Deschuponamiento	49
3.5.9. Poda de sombra perenne.....	49
3.5.10. Poda de café	49
3.5.11. Cosecha.....	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CEREZAS DE CAFÉ	
AL INICIO	51

4.2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CEREZAS DE CAFÉ	
A LA COSECHA.....	54
4.3. RENDIMIENTO DE CEREZAS DE CAFÉ EN KG./HA.....	I
4.4. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)	61
4.5. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL	61
4.5. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RELACIÓN BENEFICIO – COSTO	62
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
5.1. CONCLUSIONES	65
5.2. RECOMENDACIONES	66
VI. RESUMEN Y SUMMARY.....	67
6.1. RESUMEN	67
6.2. SUMMARY.....	68
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	69

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PÁG.
1. Resultados de la Prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de tratamientos (Sistemas Agroforestales más 500 cc/ha de Seamino) en los componentes del rendimiento de café.....	51
2. Resultados de la Prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de tratamientos (Sistemas Agroforestales más 500 cc/ha de Seamino) en los componentes del rendimiento de cerezas de café.	54
3. Resultados de la prueba de Tukey el 5% para comparar promedio de tratamientos en la variable rendimiento de cerezas de café.	58
4. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal	61
5. Análisis económico en la producción de cerezas de café en tres sistemas agroforestales mediante de aplicación de 500 cc/ha de Seamino. Cantón Echeandía, Provincia Bolívar	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No.	PÁG.
1. Componentes del rendimiento de cerezas de café al inicio de la investigación.....	52
2. Componentes del rendimiento en la cosecha de cerezas de café.....	55
3. Rendimiento de cerezas en kg/Trat y kg/ha.	59

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No.

1. Ubicación de la Investigación
2. Resultados del análisis de suelo
3. Base de Datos
4. Fotografías del manejo y evaluación del ensayo
 - 4.1. Toma de muestras de suelo para su análisis
 - 4.2. Identificación y etiquetado de los sistemas agroforestales
 - 4.3. Etiquetado de plantas de café para la toma de datos
 - 4.4. Aplicación del fertilizante foliar Seamino al inicio de la investigación
 - 4.5. Control manual de malezas
 - 4.6. Evaluación de longitud y ancho de la hoja
 - 4.7. Aplicación del fertilizante foliar Seamino a los tres meses
 - 4.8. Cosechas de cerezas verdes de café
 - 4.9. Visita de campo por parte de los miembros del tribunal de tesis
5. Glosario de términos técnicos

I. INTRODUCCIÓN

El café fue introducido por inmigrantes franceses en América Central a principios del siglo XVIII, pero luego los holandeses extendieron su cultivo hacia América del Sur. El cultivo de café permitió una ampliación de la frontera agrícola en varios países americanos y fue un factor determinante para el crecimiento de la población en terrenos que antes tenían escaso valor. (Mijail, R. 2008)

Los cafés arábigos colombianos son producidos en Colombia, Kenia y Tanzania. Los otros suaves son producidos en Bolivia, Burundi, Costa Rica, Cuba, Ecuador, etc. Los Arábigos Brasileños y otros naturales son producidos en Brasil, Etiopia y Paraguay. Los cafés robustos son producidos en Benín, Camerún, Cogón Filipinas, Gabón, China, Tailandia, Togo, Trinidad y Ecuador. (Gomes, Z. 2000)

En el Ecuador se produce café arábigo desde 1830 y robusta desde la década de 1950, y sea constituida en un producto de gran importancia social, económica y ambiental, en las Provincia de Sucumbíos, Orellana y Napo, donde prevalece un clima tropical húmedo. En estas tres Provincias se estima que se cultivan 51.000 ha de cafetales básicamente de robusta, distribuidas en unas 17.350 unidades de producción. Las otras Provincias productoras de café arábica, son: Pastaza 400 ha, Esmeraldas 5.500, Guayas 900, los Ríos 6000, Pichincha 7500, Cotopaxi 3300, Bolívar 2150 ha. (INIAP. 2003)

La importancia de los cultivos asociados como son el café, cacao, laurel, guabo, guineo y pachaco, 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. (Mijail, R. 2008)

En el Sub trópico de la Provincia Bolívar la mayoría de los productores poseen en sus fincas, sistemas agroforestales que sirven como la principal fuente de ingreso, los cuales están asociados con café, guineo, laurel, Fernán Sánchez, caucho, pachaco, guaba, aguacate entre otros. Además árboles pastos-animales llamados

sistemas silvopastoriles, las mismas que presentan una baja producción debido a la edad avanzada y el manejo inadecuado. (Baker, R.1999)

Los sistemas agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción. (www.infor.cl/webinfor/pwsistemagestion/pt/agroforesteria/modelos%)

La utilización de abono líquido foliar orgánico permite abordar 2 problemas importantes de la producción orgánica: las deficiencias de micronutrientes en suelos desgastados, y el ataque de plagas y enfermedades de los cultivos. Este abono, rico en micronutrientes, alimenta a la planta de forma orgánica con los elementos necesarios para su crecimiento vigoroso. Al ser sana la planta, es menos atacada por plagas y enfermedades, evitando la necesidad de utilizar agrotóxico. (<http://www.sagpya.gov.ar.....htm>)

El manejo del cultivo de café de forma tradicional hace que este cultivo no sea tan rentable para los productores y genere a la vez un alto costo para el control de plagas enfermedades y fertilización del suelo.

Los objetivos planteados en este trabajo investigativo fueron:

- Evaluar agrónomica y productivamente el cultivo de café bajo tres sistemas agroforestales más la aplicación de un fertilizante foliar orgánico.
- Determinar las características morfológicas que desarrolla el cultivo de café en cada uno de los sistemas agroforestales.
- Realizar un análisis económico relación beneficio–costo B/C.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. SISTEMAS AGROFORESTALES

Un sistema agroforestal es la adecuación sistemática que realiza el hombre, de las especies vegetales y animales en espacios definidos, copia los principios y procesos de los ecosistemas naturales y originales, tomando sus principales componentes para su propio beneficio y su medio ambiente.

(<http://www.peruecologico.....htm>)

Un sistema agroforestal, depende mucho de la acción de otros factores, tales como las condiciones climáticas, el suelo y los impactos positivos o negativos generados por la intervención del hombre. (<http://www.geocities.com/.....htm>)

Desde el punto de vista biológico, la presencia de especies forestales en los sistemas agrícolas tiene efectos muy beneficiosos que, a grandes rasgos, podrían resumirse en cinco puntos:

- Mantenimiento del contenido de nutrientes en el suelo.
- Mejorar aprovechamiento de los nutrientes y la luz, al cultivar de forma simultánea especies con desarrollo radicular porte y requerimientos lumínicos distintos.
- Mayor protección física de los suelos frente a los efectos del sol, el viento y las lluvias fuertes.
- Posibilidad de aprovechamiento de la interacción entre los árboles, los cultivos y los animales del sistema que debe traducirse en una mayor productividad de todos ellos, lo que, a su vez, favorece la conservación de los recursos.
- Beneficios sociales, económicos y culturales; entre ellos, la disminución de riesgos económicos para el campesino, como consecuencia de la diversificación de la producción; el empleo de mano de obra familiar, con una mejor integración de los miembros de la familia en el proceso

productivo, y el mantenimiento, en ciertos casos de costumbre o prácticas de uso de la tierra. (Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. 2002)

2.1.1. Sistema agroforestales más importantes

Existen muchos sistemas agroforestales que se practican en nuestro país y que se pueden considerar como exitosos por la productividad sostenible y efecto sobre el mantenimiento de los suelos. (<http://www.peruecologico.....htm>)

- Los sistemas de larga rotación:

Las comunidades nativas e indígenas practican la regeneración de la vegetación después de la agricultura, lo que permite el descanso de los suelos. (Manual de Agropecuaria. 2002)

- Los sistemas de cultivos permanentes agroforestales:

Consisten en combinar cultivos permanentes (frutales, industriales, etc.) con árboles beneficiosos, especialmente leguminosas, que nitrogenan el suelo y producen materia orgánica para el suelo.

Se practican de muchas formas: cultivo intensivo de café bajo sombra de guaba o cacao (*Inga* spp.), café con árboles maderables; cítricos con árboles, frutales con árboles, frutales asociados con cultivos anuales. (Montagnini, F. 1992)

- Los sistemas de cultivos anuales.- Consiste especialmente en:

- **Cultivos en callejones.** Donde se combinan fajas de leguminosas con cultivos anuales (arroz, yuca, maíz, etc.). Las leguminosas tienen muchos efectos positivos sobre los cultivos como la producción de sombra rala; soportan la poda para producir materia orgánica; muchas son buenas forrajeras; aportan mucha materia orgánica y nutrientes al suelo (N, P, K, Ca, Mg); ayudan al

control de malezas, por la materia muerta acumulada sobre el suelo; incrementan la producción del cultivo asociado por aporte de nutrientes; y controlan la erosión. Las especies más utilizadas son la Leucaena, la Gliricidia y la guaba o paca (*Inga* spp.). (<http://www.peruecologico.....htm>)

- **Uso de leguminosas arbustivas y rastreras.** Se asocian tanto a cultivos anuales como a cultivos perennes. Esta asociación tiene múltiples ventajas como el control de la erosión del suelo; aumenta la cobertura del suelo; mejora el suelo por aireación y fijación de nitrógeno; produce mucha materia orgánica para la incorporación y reciclaje de nutrientes, etc. (Chamorro, L. 1994)

- **Las fajas anti erosivas:**

En las laderas alternando fajas de plantas (gramíneas, arbustos, frutales, árboles maderables, barreras de bosque, etc.) con cultivos o pastos para controlar la erosión.

- **Los sistemas secuenciales:**

Consisten en el uso alternado de la tierra en rotación bosque - chacra - barbecho forestal - chacra - bosque.

Después de los cultivos agrícolas de unos años se deja regenerar el bosque para recuperar la fertilidad del suelo. (<http://www.peruecologico.....htm>)

- **Los sistemas silvopastoriles:**

Consisten en combinar pastos con árboles para tener efectos múltiples, como control de la erosión, sombra para el ganado, reciclaje de nutrientes, etc. (Manual de Agropecuaria. 2002)

- **Los sistemas de los policultivos o multiestratos:**

Consisten en intercalar varios cultivos anuales o cultivos perennes, o se asocian anuales con permanentes, para obtener una producción múltiple y controlar la erosión.

- **Las fincas o chacras integrales:**

Son aquellas donde el proceso de producción se basa en un sistema complementario de agricultura, ganadería, apicultura, huerto, frutales y especies forestales para una producción múltiple. (<http://www.peruecologico...htm>)

2.1.2. Ejemplos prácticos de sistemas agroforestales

Para instalar un sistema agroforestal en torno al cultivo de cacao, el procedimiento es igual al que se ha descrito anteriormente. Se siembra maíz como si fuera un monocultivo junto con frijol. De acuerdo a las condiciones del lugar y las prioridades del agricultor se siembra yuca, frijol de palo (Cajanús cajan), papaya, banano (preferiblemente diferentes variedades), diferentes palmeras, aguacate o palto (Persea americana), y otras especies secundarias disponibles junto con árboles de ciclo de vida larga como Ceiba (pentandra), goma (Hevea brasiliensis), y otros, dependiendo las especies del ecosistema del lugar y de la disponibilidad de material. (Recalde, M. 2000)

Se siembra todo al mismo tiempo y con densidades muy altas. En la medida que va avanzando el sistema se elimina los cultivos pioneros (maíz, frijol, frijol de palo), seguidos por la papaya y las especies secundarias de ciclo de vida corta. Así el sistema se va abriendo cada vez un poco más y el suelo mejora continuamente con la materia orgánica incorporada. (<http://www.Ecotop Consult.De/Spain...htm>)

2.2. EL CAFÉ

2.2.1. Clasificación Taxonómica

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Asteridae

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

Especie: Arábica

Nombre Científico: *Coffea arábica*

Nombre Común: Café, cafeto. (http://es.wikipedia.org/wiki/Coffea_arabica.htm)

2.3. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Se trata de un arbusto siempre verde originario de Etiopía. Es sin duda hoy uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero. Una versión dice que el cafeto o café fue descubierto casualmente por un pastor al ver que sus cabras, que habían comido el fruto de esta planta, se ponían nerviosas e intranquilas. Otra versión, en cambio, afirma que el café lo descubrieron unos monjes que lo utilizaban para proporcionarse insomnio en sus horas de oración nocturna. Sea como fuere, el caso es que se conocen como unas 30 especies de café. (Mijael, R. 2008)

El café, la familiar bebida que se hace hirviendo los granos tostados y molidos de *coffea arábica* L. y otras especies de coffea, ha sido por mucho tiempo una de las bebidas más importantes en el mundo, siendo rivalizado sólo por el té, la cocoa y el mate. Durante el ciclo XVII, el café se producía en áreas localizadas en Arabia y los países vecinos. Para el consumo en toda la región musulmana. La popularidad de la bebida fue tal que su uso por los mahoetanos fue prohibido por algún tiempo. Aunquw fue introducido a los mercados europeos del sur por los

comerciantes árabes, a fines de la Edad Media, el café no fue ampliamente conocido en Europa sino hasta que las rutas marítimas hacia el Oriente fueron abiertas por los navegantes holandeses e ingleses en el siglo XVII. Gran cantidad de cafés, los cuales en muchos casos estaban destinados a volverse centros renombrados de actividad social, literaria y política, se establecieron en Inglaterra, Holanda y otros lugares de norte de Europa, más o menos hacia 1650 y posteriormente en las colonias americanas. (Manual de Agropecuaria. 2002)

Arabia y las zonas cercanas permanecieron como las únicas fuentes de abastecimiento para el café hasta 1658, cuando los holandeses introdujeron la *Coffea arábica* a Ceilán y, en 1699, a Java. Unos veinte años después de establecerse en Java, los embarques de *Coffea arábica*, vía París, a la Martinica y otros países, proporcionaron el núcleo para una gran cantidad de café arábigo ahora bajo cultivo, incluyendo casi todas las plantaciones del Nuevo Mundo. (http://es.wikipedia.org/wiki/Coffea_arabica.htm)

2.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

- Raíz

El sistema radical del cafeto está conformado básicamente de un eje central, una raíz pivotante, que alcanza profundidades hasta mayores de los 60 cm. De este eje, surgen dos tipos de raíces primarias, unas denominadas de anclaje o axiales que en número de 3 a 8, profundizan más de 1.00 m.; otras que a cierta profundidad se extienden horizontalmente, paralelas a la superficie del suelo, son las raíces laterales. De estas raíces laterales emergen las raíces secundarias, terciarias y raicillas, estas últimas también llamadas raíces absorbentes. Estas raíces absorbentes se desarrollan en su mayor volumen en los primeros 90 cm de profundidad. Así en los primeros 10 cm de suelo se sitúan el 50% de estas raíces, que se extienden lateralmente entre los 2.0 a 2.5 m a cada lado del eje de la planta, especialmente en cafetos de varios años de edad. Este conocimiento acerca de la morfología de las raíces del cafeto, su distribución espacial en el suelo, y la zona

de mayor concentración de las raíces absorbentes resulta de utilidad para superar en otros problemas:

- Espaciamiento de los cafetos en la plantación.
- Competencia del sistema radical de los cafetos con las raíces de los árboles de sombra.
- Posibilidades de asociar con otras especies para la diversificación de cultivos.
- Prácticas de irrigación
- Control de erosión
- Aplicación de fertilizante
- Prácticas de laboreo de los suelos. (Mijael, R. 2008)

- **Tallo**

El cafeto normalmente forma un solo eje o tallo central, con nudos y entrenudos formados por el crecimiento del ápice vegetativo. El tallo del cafeto en sus primeros 9 a 11 nudos presenta sólo hojas, dispuestas en filotaxia 2/5. A partir del doceavo nudo aparecen las ramas primarias, dispuestas en inserción opuestas entre sí, formando pares, los mismos que llevan orientación alternativa, dando a la parte aérea de la planta una formación cónica. (Mijael, R. 2008)

- **Hojas**

El cafeto según su edad, muestra diferentes características en sus hojas. Al germinar la semilla, las dos primeras hojas que se forman se denominan cotidlonares, son de forma circular y de superficie corrugada. Las 9 a 11 hojas que se forman a continuación son elípticas y lanceoladas y de superficie ondulada.

Las hojas que se forman en las ramas primarias, secundarias o terciarias, aparecen en un mismo plano y en pares opuestos, cada una con dos estípulas agudas. Las dimensiones de estas hojas están entre 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 m de ancho.

La forma de estas está entre elípticas a lanceoladas. Las hojas presentan un color verde oscuro, brillante; la cara inferior verde más claro, con las nervaduras sobresalientes de la lámina foliar. (Snoeck, J. 1999)

- **Inflorescencia y flores**

Las inflorescencias del cafeto aparecen en la axila de las hojas de ramas laterales primarias, secundarias y terciarias. Estas inflorescencias constante de 1 a 3 ejes florales que se dividen en 2 a 6 ramificaciones cortas. Estas ramificaciones, que miden de 2 a 4 mm de largo, terminan en flores. Esto da lugar a la formación de 2 a 12 flores por axila. Las flores son fragantes con un olor característico que dura alrededor de un día.

La flor presenta un cáliz de 1 a 2 mm de largo, de color verde y con un borde que forma 5 dientes irregulares. La corola mide de 6 a 12 mm de largo que se abren en 5 pétalos; estos pétalos a la apertura o anthesis floral, aparecen de color blanco. Los estambres en número de 5 están adheridos al interior del tubo de la corola. En gineceo está constituido por el ovario súpero, con 2 cavidades, con un óvulo en cada una, el estilo es delgado y largo, que terminan en un estigma con 2 ramificaciones. (Snoeck, J. 1999)

- **Fruto y semilla**

El fruto del café es una drupa que contiene dos semillas, las que se encuentran separadas por el tabique interno del ovario. El color verde del fruto, según su evolución hacia la maduración, cambia a verde amarillento y posteriormente a rojo vinoso o amarillo típico de los cultivares de cafetos.

La semilla está cubierta por una película planteada o espermoderma, formada por varias capas de células fibrosas, translúcidas, de paredes finas. En la semilla se distingue el endospermo y en parte basal el embrión. Las células del endospermo contienen entre otras sustancias, almidón, aceites, azúcares y alcaloides como

cafeína. El embrión ubicado en la parte basal de la semilla, mide de 2 a 5 mm de largo y consta de un hipocótilo cilíndrico y 2 cotiledones superpuestos. (Mijael, R. 2008)

2.4.1. Diversidad genética

El cafeto se clasifica como una especie autoalógama, es decir, que presenta plantas autógamias, en las que se produce la autofecundación, y otras alógamas, que favorecen que se produzca la fecundación cruzada. La diversidad en las poblaciones cultivadas se debe a mutaciones que afectan tanto a sus características externas (fenotípicas) como a otros factores; entre ellos, algunos de los que regulan la calidad o el contenido en cafeína del grano. (Manual de Agropecuaria. 2002)

La mayoría de las plantas de cafeto más cultivadas corresponden a la especie *Coffea arábica L.*, que produce un café aromático y de gran sabor, considerado por los expertos como el de mejor calidad. Existe otra especie importante, la denominada café robusto (*Coffea canephora*), cuyos granos tienen alto contenido en cafeína y un sabor más áspero y menos delicado que los de la *C. arábica*. Se emplea para realizar mezclas baratas. (Torres, C. 2002)

Entre las principales variedades cultivadas se cuentan la Typica, la Maragogype y la Bourbon. Gran parte de las plantaciones brasileñas se compone de líneas seleccionadas de la variedad Bourbon. Esta, por cruzamiento natural con otra variedad de *C. arábica*, llevada a Brasil a finales del siglo XIX, dio origen al cultivar Mundo Novo, que presenta unas cualidades extraordinarias, sobre todo en lo que se refiere a productividad. Recientemente, el cruzamiento de la variedad Caturra con el cultivar Mundo Novo ha producido la variedad Caturra, muy productiva. (Montagnini, F. 1992)

Las últimas investigaciones se centran en conseguir variedades resistentes a la roya: hace poco tiempo se ha obtenido la variedad Geisha, que ya se está plantando comercialmente. (<http://www.herbarias.plants....htm>)

2.5. AGROECOLOGÍA

Para que las plantas jóvenes adquieran un desarrollo adecuado, se necesitan temperaturas medias de 30 °C y 23 °C durante el día y la noche, respectivamente. A partir de los dos años, el cafeto requiere temperaturas diurnas de 23 °C, y nocturnas de 17 °C. Los valores óptimos en lluvias varían entre 1600 y 1800 milímetros al año, distribuidos de manera que exista un período seco de cuatro o cinco meses. (Romero, C. et., al. 2002)

La humedad relativa influye mucho en las condiciones sanitarias de la plantación, ya que si se sobrepasa el noventa por ciento se favorece el desarrollo de las enfermedades fúngicas.

La planta del cafeto se considera de día corto, es decir, que su floración se produce cuando las noches empiezan a alargarse. Por lo general, necesita entre once y trece horas luz al día, entre doscientas y doscientas ochenta por mes en la estación seca, y entre cien y ciento cincuenta durante la estación lluviosa.

Requiere suelos aluviales, arcillosos, silicios o de origen volcánico, que sean profundos, friables y de buena textura. El pH idóneo se encuentra entre 4,5 y 6,5. (Terranova. 1995)

Clima y suelo: El clima de un lugar permanece estable. Las regiones cafeteras están entre 1.200 a 1.800 metros de altitud, con un rango entre 17 a 23 ° C todo el año, una precipitación pluvial de 2.000 milímetros anuales repartidos durante todo el año. (<http://www.pasqualinonet.com.ar/El%20café.htm>)

Variedad: Solamente sembrando variedades de café arábigo se puede mantener la calidad del café. Las variedades de café arábigo que se siembran en Colombia son: Típica, Borbón, Maragogipe, Tabí, Caturra y Variedad Colombia (autóctona, resistente a la roya). (<http://www.abccagro.com/herbaceos/industriales/cafe.asp>)

Cosecha y proceso: La cosecha se hace manualmente, grano a grano, seleccionando solamente aquellos maduros, firmes y sin daño visible, a diferencia de la recolección con máquina en la que hace de todo, incluso hojas y ramas, bichos, etc. Luego, se retira la "cereza" (parte externa, de un lindo color rojo), y se lava en estanques especiales con agua corriente natural, para retirar azúcares y algunos ácidos que dan mal sabor.

El grano se seca al sol (hace poco tiempo, para grandes cafetales implementaron secadores industriales de aire caliente) y luego, antes de empacarlo en sacos de fique, se vuelve a seleccionar retirando aquel grano que no cumple requisitos de calidad), dando como resultado el denominado "café pergamino".

En condiciones normales, el café en sacos se le vende a la Federación, y es sometido a un análisis de expertos antes de ser adquirido para clasificarlo. Finalmente, según la clasificación del grano seco, se hace la tostación, y se catan las bebidas resultantes para definir finalmente como se expenderá. Las diferentes variedades de café 100% colombiano se venden en las tiendas con la figura de un emblemático personaje de la publicidad que ha recorrido el mundo entero. (Vidal, J. 1974)

2.6. ESPECIES Y VARIEDADES

Las especies y variedades de café que caracterizan al género *Coffea* están mal definidas, no bien entendidas y sumamente confusas desde el punto de vistas hortícola. Quizá no hay dos botánicos que estén de acuerdo en cuantas especies válidas existen. Gran parte de la dificultad surge del hecho de que los cafés, como

los cítricos y algunos otros cultivos frutales, son sumamente polimórficos. (Manual de Agropecuaria. 2002)

Numerosas formas, tipos y variedades son nativos del África y Asia tropicales, mientras que muchos otros existen en plantaciones cultivadas. Las mutaciones son frecuentes, tal como son las adaptaciones ectópicas inducidas por las variaciones en las condiciones del medio ambiente. Muchas, si no todas, de las especies hibridan fácilmente, ya sea en forma silvestre o bajo cultivo.

Los frutos maduros tienen una cubierta dulce mucilaginosa alrededor de las semillas, la cual gusta a los pájaros y animales pequeños, por lo que uno puede encontrar plantas de café que se han vuelto silvestres y que provienen de semillas diseminadas por agentes naturales a distancias apreciables de las áreas cultivadas. (<http://www.abcagro.com/herbaceos.....htm>)

2.7. PROPAGACIÓN Y VIVERO

Los granos destinados a la siembra deben provenir frutos sanos y cosechados en plena madurez que se despulparán inmediatamente después de la recolección.

Normalmente, la siembra se realiza en germinadores: se trata de eras en las que se colocan los granos separados entre sí 2 o 3 cm en todos los sentidos y a 1 o 2 centímetros de profundidad, bajo una cama de paja. Se necesitan entre 1,75 y 2 m² de germinador por hectárea de cultivo definitivo; en esta superficie se emplean unos mil granos. La germinación se produce al cabo de un mes, aproximadamente. El trasplante almácigo se lleva a cabo cuando los cotiledones se encuentran plenamente desarrollados, después de una rigurosa selección de las plantas.

En los almácigos se forman eras sombreadas entre 1,20 y 1,50 m de ancho, con el suelo bien mullido y abonado. Las plántulas se repican a estas eras dejando

entre ejemplares 20 cm; conviene que la humedad del suelo no baje mucho. (Manual de Agropecuaria. 2002)

2.8. PLANTACIÓN DEFINITIVA

Las plantas definitivas se sacan del almácigo, después de aplicar un riego copioso, y se llevan de inmediato al terreno de cultivo. La época favorable para realizar estas operaciones se corresponde con el inicio de la temporada de lluvias.

En las regiones soleadas, los cafetos nuevos deben sombrearse durante dos o tres semanas, para reducir su transpiración y facilitar el crecimiento vegetativo. Las densidades de plantación se han ido elevando hasta llegar en la actualidad a valores de entre 3 000 y 5 000 plantas/ha. (Recalde, M. 2000)

Ha de aplicarse fertilización tanto orgánica como mineral. Se suelen utilizar entre 20 y 30 t/ha de estiércol cada dos años. A falta de estiércol, pueden emplearse los desechos del procesamiento del café. Para aportar nitrógeno y potasio, los elementos más importantes en la nutrición del cafeto, se emplean fórmulas de tipo N: 18; P₂O₅: 5; K₂O: 15; Ca O: 6, y S O₃: 2 0 similares, en cantidades de entre 500 y 1 000 kg/ha, al inicio de la maduración del grano. (Terranova. 1995)

2.9. TÉCNICAS CULTURALES

Las principales operaciones en el cultivo del cafeto son la poda, el control de la luz y del exceso de viento, la siembra de cultivos intercalares y las resiembras. Se aplican distintos sistemas de poda que, a grandes rasgos, consisten en dejar un único tallo o crear plantas con múltiples tallos principales. En cualquier caso, el fundamento de todos ellos es conseguir un árbol con una estructura adecuada, que no crezca demasiado y que permitan renovar la madera para obtener brotes nuevos más productivos. (Manual de Agropecuaria. 2002)

En la actualidad, el sombreado se usa cada vez menos, al ir en aumento las densidades de siembra. En las plantaciones donde se sigue practicando, se usan árboles de sombra (géneros *Inga*, *Erythrina* o *Syzygium*) el año de la instalación del cafeto, o el siguiente. (Mijael, R. 2008)

En las zonas afectadas por fuertes vientos durante algunas épocas del año, se forman barreras cortavientos plantando especies como: ***Eugenia spp***, o el ***Colpachi neveux***. (Recalde, M. 2000)

El espacio entre líneas puede estar ocupado por otros cultivos durante la época anterior al fructificación del cafeto. No se debe continuar con esta práctica una vez transcurridos los tres primeros años de la plantación del cultivo principal, ya que iría en detrimento de su productividad. (Suquilanda, M. 2003)

Una práctica frecuente consiste en reemplazar el viejo cafetal con arbustos nuevos. Para ello pueden arrancarse los árboles viejos y sembrar nuevos cafetos, después de haber trazado otras hileras entre las líneas. Otro sistema es plantar los nuevos cafetos entre las filas de los viejos, eliminando estos últimos poco a poco, o bien, suprimir una de cada dos hileras de los cafetos viejos, reemplazándolos por plantas nuevas; el resto de los viejos se elimina a medida que los jóvenes alcanzan un desarrollo suficiente. (Manual de Agropecuario. 2002)

2.10. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.10.1. Plagas

- La broca del café

La “broca” barrenador de los granos *Hypothenemus FERR* (Sin. *Stephanoderes hampei FERR*), un gorgojo coleóptero de la familia *Ipidae*, es la plaga que causa los mayores estragos a los cafetales que representan el 90% de nuestra extensión cultivada. (Mijael, R. 2008)

- **Daños**

En los frutos de café, esta plaga hace perforaciones alrededor del ápice. Con puntos que bordean el disco que resulta de la cicatriz dejada por la corola. Casi no se observa perforaciones a los costados del fruto. Estas perforaciones se profundizan hacia el centro de las semillas, donde se forman galerías a modo de cámaras de ovoposición. (Mijael, R. 2008)

- **Control**

Dentro de las medidas de control, en primer término se tiene a las labores culturales de limpieza y exposición del cafetal. Se sabe que la sombra del cafetal juega un rol importante, así los cafetales muy sombreados favorecen la proliferación de la “broca”, en cambio los cafetales cuanto más expuestos al sol presentan menos daños de ésta plaga. Como tal el raleo de la sombra, la poda de los árboles de sombra y poda de los cafetos para poder evitar el excesivo sombreadamiento son labores adecuadas y dan ocupación. (Mijael, R. 2008)

- **El minador de la hoja del café (Leucoptera coffeella).**

El “minador de la hoja”, Leucoptera coffeella, es un mini lepidóptero de la familia Lyonetiidae, cuyas larvas afectan a las hojas del cafeto, causando lesiones que en muchos casos provocan fuertes defoliaciones tanto en cafetales expuestos como sombreados, con mayor intensidad en la época seca. Esta es una plaga ampliamente difundida en nuestros cafetales. (Seymour, J. 2000)

- **Daños**

Este pequeño lepidóptero, durante el día permanece casi siempre inmóvil en la cara inferior de las hojas del cafeto y de otras plantas adyacentes, iniciando sus vuelos recién durante la segunda mitad de la tarde. En horas de la noche efectúa sus posturas en la cara superior de las hojas del cafeto. Las pequeñas larvitas que

emergen de los huevos, rápidamente se introducen al parénquima de la hoja del café, donde forman galerías que derivan en ampollas al comienzo de color blanquecino y luego marrón oscuro. El estado larval, que es la base perjudicial de esta pequeña mariposa dura de 2 a 3 semanas. (Seymour, J. 2000)

- **Control**

En caso de una fuerte infestación de esta plaga, se hace necesario el uso de insecticidas, que penetren hasta las galerías practicadas por las larvas. Entre los compuestos que han dado buenos resultados están el Roxión, Dimetoato a concentraciones de medio a uno por mil, o sea 50 cc a 100 cc del producto comercial activo en 100 litros de agua. (Seymour, J. 2000)

- **La araña roja de las hojas**

La “araña roja de las hojas” es una plaga cuya actividad chupadora, destruye tejidos de las hojas y otros órganos del café. La denominación de “araña roja” comprende a diversas especies de ácaros de las familias tetranychidae y Matatetranychidae, que provocan descoloraciones bronceadas de las hojas del café. Este da lugar a un fuerte debilitamiento de la planta a causa de la defoliación especialmente en la época seca, que origina esta plaga, de amplia diseminación en nuestros cafetales. (Suquilanda, M. 2003)

- **Daños**

Observaciones cuidadosas, especialmente en la cara inferior de la hoja, permite distinguir una arañas pequeñas de color rojo o amarillo rojizo que se mueven rápidamente. Estos parásitos poseen piezas bucales a modo de estiletos que lo utilizan para picar y chupar los jugos de las hojas. En su organismo, tiene de uno a dos pares de glándulas de hilar con el que producen cubiertas a modo de telas blanquecinas que cubren parte del follaje del café. (Suquilanda, M. 2003)

- **Control**

Entre las medidas de control contra esta plaga se tiene la limpieza y deshierbo oportuno de los cafetales debido a que muchas especies de malezas son hospederas que favorecen la proliferación de la araña roja. (Suquilanda, M. 2003)

2.10.2. Enfermedades

- **Roya del cafeto**

La enfermedad de la “roya del cafeto”, también conocida como “herrumbre del cafeto”, es la más dañina y la que más dificultades causa a la caficultura en el mundo. Al igual que otros parásitos obligados, la “roya” sólo prolifera en tejidos vivos de la planta de café. Existen más de 32 razas fisiológicas de “roya”, siendo la más difundida la raza N° 2. El estudio de esta raza ha relevado diferencias en su grado de virulencia frente a los diferentes cultivares del café arábico. (Mijael, R. 2008)

- **Ojos de gallo**

La enfermedad “ojo de gallo” a la que a su vez, se le conoce con los nombres de “gotera” y “viruela”, es causada por el hongo *Mycena citricolor* Bertk, y Curt (*Ompahalia flavida* Maubl. Y Rangel). Esta enfermedad afecta a la caficultura de los países del hemisferio occidental. (Mijael, R. 2008)

- **Pie negro**

La enfermedad del “pie negro”, también conocido como “podredumbre negra” causada por el hongo *Rosellinia bunodis* (B. Y BR.)SACC, afecta a los cafetos en áreas localizadas, con muerte de plantas en términos de pocas semanas. El foco del mal con frecuencia se origina en plantas que han sufrido heridas a la altura del

cuello, resultando de un trabajo descuidado de deshierbo a machetes u otras herramientas cortantes que lesionan a los cafetos. (Edifar. 1996)

- **Cercospora**

La enfermedad conocida por “cercospora”, chasparria o mancha de hierro es causada por el hongo cercospora coffeicola Berk. Y Cooke, está en casi todos los cafetales, afectando hojas y frutos. La severidad de sus daños se acrecienta con la mayor exposición del cafetal al suelo. (Mijael, R. 2008)

2.11. MALAS HIERBAS

En los cafetales de extensión reducida el control de las malas hierbas puede realizarse de forma mecánica o manual, o por medio de cultivos de cobertura, pero en las grandes extensiones cada vez se usa más el control químico, en especial en las zonas llanas. Los herbicidas más empleados son el 2-4 D y el gramoxone. (Suquilanda, M. 2003)

2.12. RECOLECCIÓN

La cosecha se realiza transcurrida unos ocho meses desde la floración, cuando el grano toma una coloración roja o amarilla. La floración se produce dos veces al año, pero una de ellas produce un tercio de los rendimientos que se obtienen en la otra. Con material vegetal no seleccionado los rendimientos varían entre 200 y 300 Kg. /ha en la primera cosecha de la plantación, y de 600 a 800 kg/ha en las siguientes. Si se emplean tecnología apropiada y plantas seleccionadas, puede llegarse hasta 1000 o 1200 Kg. /ha en cada recolección. (Manual de Agropecuaria. 2002)

2.13. INDUSTRIALIZACIÓN

Para obtener café oro o comercial hay que separar los granos de la piel, y la pulpa del fruto, para secarlos a continuación. Este proceso se denomina curación y puede llevarse a cabo empleando dos métodos. Con el método seco tradicional, los frutos se extienden al sol para que se sequen, y después se extraen la piel y la pulpa seca. (<http://www.abcagro.com/herbaceos/industriales/cafe.asp>)

Por medio de una máquina descascarilladora, después del tratamiento, los granos sólo exigen un acondicionamiento sencillo. Con el método húmedo, más reciente, se elimina la capa carnosa externa y los frutos se ponen a remojar y fermentar. La piel se extrae con ayuda de una máquina.

Una vez pelados, los granos verdes se clasifican y se embalan, para ser tostados y, en su caso, molidos en el país importador.

El tueste determina la delicadeza o la robustez del café. Un tueste ligero resulta adecuado para tomar la infusión con leche. El mediano, con sabor y aroma más penetrantes produce cafés para después de las comidas. El oscuro es sólo apropiado para después de la cena. Por último, quienes gustan del café prefieren el llamado tueste continental. (Torres, C. 2002)

La intensidad de la molienda se relaciona con el método de preparación de la infusión, puesto que determina la superficie de café que entrará en contacto con el agua. Así, puede realizarse una molienda gruesa, mediana, fina o en polvo; la primera, por ejemplo, resultaría adecuada para el llamado café de puchero, que ha de colarse, y la fina, para los cafés expés. (Manual de Agropecuaria, 2002)

2.14. LA FERTILIZACION

El suelo es el medio fundamental para el crecimiento de las plantas. El suelo provee a las plantas, a través de sus raíces de: anclaje, agua, oxígeno y nutrientes.

Una de las funciones evidentes del suelo, es la de proveer anclaje o soporte mecánico para las plantas. Además el suelo debe ser suelto, suave y friable para permitir la germinación de las semillas y el desarrollo de la raíz.

El volumen del suelo puede explorar las raíces en busca de agua y nutrientes y a la vez anclar la planta, está en función de la profundidad efectiva. (Mijael, R. 2008)

La capacidad del suelo para almacenar y proveer agua aprovechable, es de importancia decisiva para el normal crecimiento de las plantas.

La fertilidad total del suelo es el resultado de la fertilidad física y la fertilidad química.

La fertilidad física: es la capacidad que tiene el suelo de proporcionar soporte mecánico, agua y aire a las raíces de las plantas.

La fertilidad química: se define como la calidad que define al suelo proveer de los nutrientes esenciales, en la cantidad adecuada y bajo un correcto balance para el crecimiento de un cultivo específico, cuando los demás factores son variables. (Calispa, F. et. al. 2000)

2.14.1. Nutrición mineral y fertilización

Desde los albores de la agricultura se sabe que la productividad de la planta está relacionada con las características del suelo en que se cultivan y que ciertas prácticas, como añadir al suelo estiércol de animales o residuos vegetales, redundan en un mayor rendimiento agrícola.

La inquietud por llegar a conocer la composición de las plantas es también muy antigua, ya que se remonta a la época de Aristóteles; sin embargo a partir del siglo XIX es cuando se establecieron las bases para el conocimiento acerca de la nutrición de las plantas y la fertilización. (Jacob, A. y H.V. 2002)

El modo en que se incrementa el rendimiento de los cultivos con la fertilización resulta a menudo espectacular. Ahora bien, la experimentación ha demostrado que existen dos reglas básicas que hay que observar:

- La ley del mínimo, según la cual la productividad se ve condicionada por el nutriente que este en menor proporción, aunque de los demás haya cantidades apropiadas.
- El requerimiento óptimo en nutrientes, que es diferente para cada especie y variedad vegetal, una vez que este requerimiento se cumple, el exceso de fertilización no se traduce en incremento de la productividad. (Alvin, P. et., al. 1973)

Con frecuencia se usan indistintamente dos términos para expresar la aportación externa de nutrientes al suelo: fertilización y abonado. Desde un punto de vista estricto fertilización es el aporte mineral realizado con fertilizantes químicos, cuyo efecto consiste en mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, y abonado es el aporte de productos orgánicos (como estiércol y otros) que, además de aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejora así mismo importantes características de fertilidad, como la estructura, la textura y el contenido en materia orgánica del suelo. Aunque el abonado también se llama fertilización orgánica o enmienda orgánica, el termino enmienda debe reservarse para la corrección de una característica del suelo que provoca que este no tenga un comportamiento correcto; es decir, la idea de enmienda se dirige más a la corrección del suelo que a la consecución directa de un determinado nivel de nutrientes. (Manual de Agropecuaria. 2002)

2.14.2. Los elementos minerales necesarios para las plantas

Las plantas obtienen los elementos esenciales de dos medios muy distintos: el aire y el suelo; en principio, la disponibilidad de los elementos esenciales presentes en el aire (carbono, hidrogeno, oxigeno) es total; por ello, el término nutriente

vegetal se aplica específicamente a los elementos esenciales que la planta obtiene del suelo. Como se sabe, el vehículo que utiliza para la absorción de los nutrientes es el agua del suelo, que los lleva disueltos en formas asimilables por las plantas. Así pues, existe también una relación directa entre la disponibilidad hídrica y la disponibilidad en nutrientes que deberá tenerse en cuenta para la fertilización. (Suquilanda, M. 2003)

Los nutrientes vegetales se agrupan en dos categorías siguiendo el criterio de cantidad requerida:

Macro nutrientes.- Son los nutrientes que se absorben en grandes cantidades (en ensayos de laboratorio, de varios gramos por litro de solución nutritiva absorbida). A su vez en este grupo se distinguen:

Macro nutrientes primarios.- Son los que se extraen en mayor cuantía y que, por diversas razones, hay que reponer habitualmente si no se quiere mermar la fertilidad del suelo. La fertilidad mineral ordinaria tiene por objeto la reposición de estos macro nutrientes primarios, a saber, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio. (Arévalo, A. et., al. 2000)

Micronutrientes secundarios.- Son los macro nutrientes que, tanto por su disponibilidad en el suelo como por la cuantía en la que los absorben las plantas, no presentan por lo general problemas de reposición; por ello, habitualmente no es preciso considerar su aporte sistemático al suelo. Los micronutrientes secundarios más importantes son: azufre (S), magnesio (Mg) y calcio (Ca). (Arévalo, A. et., al. 2000)

Micronutrientes u oligoelementos.- Son los que se absorben en cantidades menores (miligramos o microgramos por litro de solución nutritiva); lo esencial del papel que desempeñase debe fundamentalmente a que su presencia resulta necesaria para que tengan lugar determinadas reacciones bioquímicas. Los

micronutrientes vegetales más importantes son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el cobre (Cu), el zinc (Zn), el boro (B) y el molibdeno (Mo). (García, C. 1980)

2.14.3. Importancia de los macro nutrientes primarios; el nitrógeno

Por su definición, todos los macro y micronutrientes esenciales de las plantas son imprescindibles para su correcto desarrollo, pero si tuviera que elegirse uno de ellos como de vital importancia para la productividad vegetal, habría que escoger el nitrógeno (N). (García, C. 1980)

- El Nitrógeno

La fotosíntesis es el más importante de los procesos fisiológicos que gobiernan la vida de las plantas; si se sabe que el nitrógeno forma parte indispensable de la molécula de la clorofila, donde tiene lugar importante reacciones fotosintéticas, nos podemos hacer idea de interés vital de este elemento como nutriente vegetal. El nitrógeno en las plantas, además de constituye de la clorofila, lo es también de proteínas, ácido nucleico y muchos otros compuestos.

(www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/nitrogeno.htm)

Con relación a los demás nutrientes, el nitrógeno ocupa un lugar muy especial para las plantas por las siguientes razones:

- Se requiere de altas cantidades.
- Se halla casi por completo ausente del material original de los suelos.
- Su presencia en ellos se debe fundamentalmente a la actividad biológica de los microorganismos del suelo; otras fuentes suministradoras de nitrógeno son la fertilización natural (por efecto de las descargas eléctricas en la atmósfera) y la fertilización artificial agrícola (fertilización orgánica y mineral).
- Las formas de nitrógeno asimilable por las plantas, el ión amonio (NH_4^+) y el ión nitrato (NO_3^-), no son muy persistentes en el suelo, por lo que fácilmente se pierden. El ión nitrato se lava con facilidad a través del perfil,

por lo que es muy soluble en agua y no queda retenido por el complejo absorbente (humos + arcilla) del suelo. El ión amonio. Aunque se absorbe, puede transformarse en ión nitrato por la acción de los microorganismos y perderse por lixiviación.

- Su disponibilidad limita más que la de ningún otro elemento la productividad vegetal. (Vega, L.1982)

- **El fósforo**

El fósforo es, como el nitrógeno, un importante elemento de las plantas, pues forma parte estructural de compuestos fundamentales para su fisiología y además desempeña una función única y exclusiva en el metabolismo energético de la planta. Sin su intervención no sería posible la fotosíntesis, porque la fijación de la energía luminosa en energía química se realiza mediante compuestos que llevan fósforo.

En el suelo, el fósforo puede aparecer en forma orgánica (como elemento constituyente de diversos materiales orgánicos: restos vegetales o animales, humos, etc.) o inorgánica. Las formas inorgánicas incluye a su vez dos fracciones: 1) el fósforo que es constituyente estructural de partículas minerales del suelo y 2) el fósforo que está en forma amónicas (las que tienen carga eléctrica negativa), que es el único importante para las plantas. Las formas amónicas de fósforo se localizan en la solución del suelo (fósforo solubilizado) o en complejo absorbente del suelo gracias a la intervención del calcio (fósforo absorbido).

(www.profesorenlinea.cl/Quimica/Fosforo.htm)

- **El Potasio**

En términos cuantitativos, el potasio es uno de los nutrientes que en mayor cantidad requiere las plantas, que incluso puede llegar a consumir en exceso sin que se traduzca en mayor rendimiento; es lo que se llama, respecto al potasio, consumo de lujo. Cualitativamente, tiene un gran interés en muchas de las reacciones metabólicas vegetales, ya que, aunque no realiza una intervención

estructural, su presencia es fundamental en procesos fundamentales como la respiración y el metabolismo de los azúcares, que prácticamente quedarían interrumpidos sin él. Por todo ello los fisiólogos vegetales sitúan al potasio en un destacado lugar como nutriente vegetal. Se considera cultivos muy exigentes en potasio aquellos que acumulan hidratos de carbono en órganos de reserva, como los de papa, remolacha, zanahoria y caña de azúcar. (Terranova. 1995)

2.15. FERTILIZANTES ORGÁNICOS

Los principales fertilizantes orgánicos son: estiércoles y purines, rastrojos enterrados, residuos de cosechas, y cultivos enterrados en verde.

2.15.1. Estiércoles y purines

Los estiércoles y los purines son residuos orgánicos de origen animal en los que antiguamente, cuando no existían los fertilizantes minerales de síntesis, se basaba toda la fertilización. Hoy en día las aportaciones de estiércol, purines y estiércoles semilíquidos son bastantes reducidas y por lo general, solo se usan en cultivos hortícolas cuya producción compensara esta aportación. (Manual de Agropecuaria. 2002)

2.15.2. Rastrojos enterrados

La labor de enterramiento de rastrojos de cereales es una práctica agrícola dirigida a la fertilización orgánica del suelo. Como estos rastrojos consisten fundamentalmente en paja rica en carbono pero pobre en nitrógeno, es conveniente, a la vez que se efectúa el enterramiento, aportar cierta cantidad de nitrógeno mineral (entre 6 a 12 kg de N por tonelada de paja) que facilite la incorporación de este residuo orgánico a la materia orgánica del suelo. (Suquilanda, M. 2003)

- **Residuos de cosecha**

Las aportaciones que suponen los residuos de cosecha a la materia orgánica del suelo constituyen una fertilización nada despreciable, sobre todo en ciertos cultivos de gran desarrollo en biomasa. Estos residuos pueden ser hojas caídas, raíces, frutos, etc., que para muchos suelos son la única fuente de materia orgánica. (Recalde, M. 2000)

- **Cultivo enterrado en verde (abono sideral)**

Para aportar materia orgánica al suelo, a veces interesa cultivar ciertas especies vegetales de rápido desarrollo que en un momento dado se entierran. Entre ellas merecen especial mención las leguminosas que, por su capacidad de asociarse con los *Rhizobium* del suelo, enriquecen el terreno en nitrógeno. Es clásico en zonas templadas el cultivo de veza con avena para enterrar en verde. Los beneficios son patentes: todas las extracciones de nutrientes que consuma el cultivo se reciclarán al enterrarse, con lo que ninguna fertilización mineral que se efectuó al comienzo será en balde, además se incorpora la materia orgánica producida por la planta gracias a la fotosíntesis y, en el caso de las leguminosas, todo el nitrógeno procedente de la atmósfera que se haya fijado. En definitiva este tipo de cultivos para enterrar en verde puede constituir una importante alternativa, digna de ser tomada en consideración en la práctica agrícola. (Terranova. 1995)

2.15.3. Importancia de la fertilización

La aplicación foliar es un procedimiento muy importante y utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las

raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema. (Mijael, R. 2008)

- **Ventajas**

Entre las ventajas más frecuentemente mencionadas se destaca:

La fertilización foliar de micronutrientes ha demostrado ser positiva cuando las condiciones de absorción desde el suelo son adversas; por Ej. Sequía, encharcamientos o temperaturas extremas del suelo. Por la menor capacidad de absorción de las hojas en relación a las raíces, las dosis son mucho menores que las utilizadas en aplicaciones vía suelo. Es mucho más fácil obtener una distribución uniforme, a diferencia de la aplicación de granulados o en mezclas físicas. La respuesta al nutriente aplicado es casi inmediata y consecuentemente las deficiencias pueden corregirse durante el ciclo de crecimiento. Así, las sospechas de deficiencias son diagnosticadas más fácilmente. En particular, la aplicación foliar es más eficiente en las etapas más tardías de crecimiento, cuando hay una asimilación preferencial para la producción de semillas o frutas y la aplicación por vía radicular es limitada en tiempo y forma. (Melgar, R. 2005)

- **Desventajas**

Entre las desventajas que se mencionan, la fertilización foliar tiene escaso efecto residual en los cultivos anuales, en particular afecta a los micronutrientes no móviles (Boro) que precisan de más de una aplicación. En cambio, aplicaciones frecuentes en cultivos perennes conducen a una acumulación en el suelo, lo que debiera disminuir su necesidad de aplicación anual. Además, concentraciones excesivas o productos mal formulados pueden resultar en quemaduras de hojas y/ o brotes. Finalmente, las aplicaciones deben manejarse coordinadamente en función de la necesidad de otras pulverizaciones para no incurrir en mayores costos. (Melgar, R. 2005)

2.16. ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos tienen su origen en residuos vegetales y animales, los que en su forma más simple pueden ser residuos de cosecha que quedan en los campos y se incorporan de forma espontánea o con las labores de cultivo y residuos de animales que quedan en el campo al permanecer los animales en pastizales. (Espinoza, K. 2005)

2.16.1. Importancia de los abonos orgánicos

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligado a la búsqueda de alternativas viables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abono, y cada vez más se están utilizando en cultivos intensivos.

No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. (Brizuela, C. 1987)

Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos.

Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales.

Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollaron en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas. (Brizuela, C. 1987)

2.16.2. Propiedades de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

- Propiedades físicas

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se puede absorber con mayor facilidad los nutrientes.

El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste. Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.

Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano. (Melgar, R. 2005)

- Propiedades químicas

Los abonos orgánicos aumentan el poder del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.

Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad. (<http://www.infoocéano.com.html>)

- **Propiedades biológicas**

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

(<http://www.infoocéano.com.html>)

2.17. FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO SEAMINO

Es un producto basado en el potencial bioestimulante que poseen los aminoácidos. Los aminoácidos son las unidades básicas de las proteínas, sintetizadas por la planta, lo que supone un consumo energético extra por parte de la misma. De este modo en condiciones adversas (tras épocas de sequía, heladas, granizo, estrés hídrico, etc.), un aporte extra de aminoácidos evita el gasto energético que supone la síntesis de aminoácidos en la producción de proteínas, permitiendo a la planta una mejor recuperación.

En su composición se encuentran perfectamente equilibrados los aminoácidos libres y los péptidos de cadena corta (oligopéptidos). Además, el producto está enriquecido con fósforo y potasio. (<http://www.aminoacidos.org.com>)

Fertilizante orgánico complejo líquido para aplicación foliar.

Composición	%	gr/lt
Aminoácidos libres	0.7	7
Extracto de algas	18.0	180
Nitrógeno total	5.0	50
Nitrógeno orgánico	5.0	50
Anhídrido fosfórico (P ₂ O ₅)	5.0	50

Oxido de potasio (K ₂ O)	2.3	23
Materia orgánica total	35.0	350
Densidad	1.27	12.70
pH	6-7	

Fuente: (<http://www.daviagro.com.html>)

Cultivo	Dosis
Pera, mango, manzanas, durazno	250 - 500 cc
Tomate, pimiento, hortalizas de hojas	250 cc
Cítricos, cacao	250 - 500 cc
Ornamentales, rosas, claveles	1 cc/litro
Banano	1 - 2 litros/ha
Maracuyá	250 - 500 cc

2.17.1. Funciones principales de Seamino

- Estimula el crecimiento y productividad en la planta.
- Ayuda a las plantas a soportar el estrés y el gasto de energía ocasionada por las condiciones adversas del medio ambiente tales como: heladas, altas temperaturas, sequías, ataques de patógenos, etc.
- Aumenta la concentración de clorofila por tanto ayuda a la fotosíntesis.
- Mejora la absorción de macro y micronutrientes y favorece la germinación y emergencia de plántulas.

2.18. EL PACHACO

2.18.1. Clasificación taxonómica

División:	Fanerógamas
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Fabales

Familia: Leguminosae
Género: Schizolobium
Especie: Parahybum
Nombre Científico: *Schizolobium parahybum*.
Nombre Común: Pachaco. (Borja, C. 1990)

El pachaco (*Schizolobium parahybum*), es el árbol muy vistoso, fuste recto, sin ramas y de bonita forma, con un tronco alto que en la superficie tiene grandes racimos, largos como hojas.

A la distancia se lo observa como un árbol gigantesco, parecido a un helecho, alcanzando una altura de más o menos 30 metros y hasta 100 centímetros de DAP (diámetro a la altura de pecho).

El medio ambiente común en el que lo encuentra a esta especie forestal en las costas subtropicales del Sur Este del Brasil, desde río de Janeiro Grande sur.

Se lo encuentra en zonas muy extensas de los trópicos de América Central, hasta la parte sur de México en Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador.

Su rango climático de adaptación es muy grande, desde el bosque muy húmedo tropical (bmh-T) hasta las sabanas secas, desde lugares planos hasta colinas escarpadas y desde lugares fértiles hasta lugares pobres, por lo tanto, es obvio indicar es un planta muy adaptable. (Tipán, G. 1982)

2.18.2. Aspectos dendrológicos

El pachaco (*Schizolobium parahybum*) posee hojas compuestas vipinadas, caducas, las flores son aquellas dorados, rectos en forma de ramilletes de 30 centímetros de alto y de apariencia ornamental. El fruto es una vaina de 6 centímetros de longitud aproximadamente.

Que florece durante los meses de julio a los 6 meses, la recolección de semillas se la realiza entre los meses de enero a los 12 meses, comenzando en ocasiones desde diciembre, extendiéndose inclusive hasta el de al inicio de la investigación. (Borja, C. 1990)

Que los árboles son visibles a distancias en su época de floración. La producción de semillas comienza desde los 10 a 11 años. Un kilogramo tiene un total de 110 unidades. El 50% de las semillas germinan en forma uniforme y el resto en forma escalonada. (Montenegro, F. 1978)

Se considera que para cubrir un metro cuadrado de platabanda con plántulas de pachaco, se necesitan dos libras de semillas. La viabilidad de las semillas es de uno a dos años. Se adaptan fácilmente desde 5 a 1000 msnm. (Borja, C. 1990)

2.18.3. Características de la madera

Que los árboles jóvenes tienen madera suave, liviana, algunas veces muy duras, resistente y fibrosa fácil de trabajar, es de color blanco amarillento con transición gradual a duramen de color marrón muy pálido, pálido sin color, con sabor astringente, con brillo mediano a brillante.

La durabilidad en el pachaco puede ser definida como:

- Poco durable en contacto con el suelo.
- Relativamente durante en el caso de uso externo
- Muy durable en el uso interno.
- Susceptible al ataque de hongos e insectos si no es preservada. (Borja, C. 1990)

2.18.4. Datos silviculturales

El pachaco, de acuerdo se lo encuentra distribuido en amplias zonas del litoral y del Oriente, desde hábitats que van desde el bosque muy húmedo- tropical al bosque seco tropical y en lugares con una altitud de 5 hasta 1000 msnm. (Recalde, M. 2000)

Se ha ensayado el establecimiento de plantaciones de enriquecimiento con el pachaco, obteniéndose resultados halagadores.

Las plantaciones iniciales se realizaron en la estación del INIAP de “Pichelingue” en la zona de Quevedo, en la década de los 50 con carácter de experimental.

Posteriormente durante los años 70, distintos propietarios de la zona realizaron plantaciones pequeñas y en los 80 de tanaa flo Industrial “n” 1 trópico húmedo occidental y oriental, principalmente por la empresa de plywood Endesa. (Tipán, G. 1982)

“Apreciación sobre las posibilidades de manejo de los bosque tropicales húmedos del Ecuador” da una lista de especies prometedoras para los ensayos de comprobación y fase piloto, y entre ellas, ubica al (*Schizolobium paranybum*) en primer lugar.

En el Oriente el PNF en cooperación con el INIAP, da la importancia que tiene esta especie al realizar tres ensayos con el pachaco y otras especies, aplicado el sistema silvopastoril. (Vega, L. 1982)

El porcentaje de germinación de las semillas de especies forestales es un poco bajo; en los viveros forestales el objetivo es producir el mayor número da arbolitos en el mejor tiempo posible.

Con diversos tratamientos se puede aumentar el porcentaje de germinación y la vez acorta el tiempo de germinación.

Que la semilla existente en el vivero debe ser almacenado en lugares frescos y ventilados antes de proceder a la siembra; ya que no ser así los resultados no podrían ser halagadores por muchos cuidados que no tuviese en la realización de las labores de cultivo. (García, C. 1980)

Las condiciones principales que debe reunir una semilla son las siguientes:

- Debe estar completamente madura, lo que se reconoce por su coloración.

La madurez de la semilla es una condición intrínseca y se logra cuando su embrión está totalmente desarrollado, encontrándose las sustancias de los cotiledones aptas para ser asimiladas. Este es el momento más propicio para sembrarlas y obtener como consecuencia una germinación y plantas de óptima calidad.

- Debe tener tamaño y peso máximo dentro de las dimensiones de la especie a tratar.

Las semillas gruesas y pesadas darán siempre origen a una planta más resistente y de crecimiento más vigoroso, ya que al ser mayor su almendra contiene mayor cantidad de sustancias alimenticias, por otra parte, por el peso se puede distinguir la semilla vana, impropia para la germinación.

- No debe desprender olor picante, y su color deben ser los normales en su especie.
- La edad de la semilla es muy importante ya que está íntimamente relacionada con su poder germinativo.

Se ha comprobado, mediante pruebas de germinación, que a mayor edad, la capacidad germinativa disminuye considerablemente hasta llegar a su madurez, cuando el embrión muere.

- La semilla debe proceder de árbol padre que no sea ni demasiado joven ni demasiado viejo, porque estos árboles en condiciones extremas producen semillas estériles. (Borja, C. 1990)

2.19. EL GUABO

2.19.1. Clasificación taxonómica

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermas
Subclase:	Dicotyledóneas
Orden:	Leguminosas
Familia:	Minosaceas.
Género	Inga
Especie	Edulisis
Nombre científico:	<i><u>Inga edulisis</u></i> . (Borja, C. 1990)

2.19.2. Descripción botánica del guabo

El género Inga cuenta con muchas en su mayoría de origen Americano las especies más comunes son ***Inga edulisis*** por lo general son altas o pequeñas de acuerdo a la edad.

Es un árbol que alcanza de 10 a 25 metros de altura sus troncos sinuosos y robustos tienen hojas verdes oscuras gruesas de nervaduras sobre salidas y brillantes y son paripinnadas y alternas presentas de 3 a 5 pares de folíolos opuestos, los basales reducidos en tamaños.

Las estipulas son lanceoladas pubescentes y caducas persistentes en los extremos terminales de las ramas, tanto como si conservaran constantemente en su superficie el brillo del sol. (Enciclopedia Práctica de Agricultura y Ganadería. 2002)

- **Hojas**

Las hojas son parapinnadas y alternas presentan de tres a cinco pares de folíolos opuestos, los basales reducidos en tamaño. Los folíolos son de forma obado-elípticas, con ápice acuminado, bordes enteros y bases redondeadas ligeramente desiguales. (Terranova. 1995)

- **Flores**

Las flores son blancas o cremosas con braceas en la base y estambres numerosas visitadas por abejas y otros insectos florece entre noviembre y enero. (Terranova. 1995)

- **El fruto**

El fruto es una legumbre aplanada o grande y ligeramente torcido de color marrón rojizo, y presenta muchos pelos de color marrón castaño sobre la superficie. Usualmente contiene varias semillas de color negro, cubiertas por un arilo blanco. (Manual de Agropecuaria. 2002)

- **Utilidad**

Proporciona buena sombra desde los tres años sus hojas caen durante todo el año aportan bastante materia orgánica al suelo. (Borja, C. 1990)

2.20. FERNÁN SÁNCHEZ

2.20.1. Clasificación taxonómica

Familia:	Polygonaceae
Género:	Triplaris
Especie:	Guayaquilensis Weddell.
Nombre Científico:	<i>Triplaris guayaquilensis</i>
Nombre Común:	Fernán Sánchez.

Otros nombres comunes de Fernán Sánchez, Muchina en Esmeraldas, Mujín en Manabí, Tangarana en el Oro.

Lugares: Desde Costa Rica a Ecuador. En bosque secos y húmedos del litoral ecuatoriano, común en bosques secundarios. (Borja, C. 1990)

2.20.2. Características:

Tamaño y diámetro del tronco es de 20 – 30 metros de alto, 50 centímetros de diámetro, la forma y disposición de las hojas son oblongas, grandes, con tres o cuatro líneas en ambos lados, paralelas con el nervio principal. Son alternas, inflorescencia, flores amarillentas de menos de un centímetro, en espigas largas colgantes, los frutos son rosados y vistosos, se agrupan en masas. Cada fruto tiene 5 – 6 centímetros. (Guerrero, T. 1990)

Las ramitas son huecas, con anillos en los nudos. La corteza es de color gris claro y escamosa, su propagación por semilla.

En región costa, es común en el bosque húmedo tropical, bosque seco tropical y bosque húmedo montano bajo; en llanuras a una altitud de 100 – 1000 msnm.

Las semillas: germinan en un 70%; deben permanecer en el semillero por 5 – 7 meses, se cosecha a los 20 – 25 años. Crece bien en bosques muy intervenidos.

Madera medianamente dura (0,54 gr/cm³), firme, liviana (0,54). No es durable ni resistente a los insectos ni a la podredumbre. Secado rápido (en sesenta días disminuye la humedad en un 80%).

Usos: Revestimientos, parquet, embalaje, encofrado, mueblería, ornamental, laminados, aglomerados, construcción pesada, leña, carbón.

La recolección de semillas es de a los 6 meses a diciembre en Pedro Carbo, Palenque, Palestina y Quevedo. (Gaibor, R. 2000)

En la región Litoral o Costa, se ha practicado la asociación de los cultivos tradicionales de exportación, (*Coffea arabica*) café y (*Theobroma cacao*) cacao, con especies arbóreas como (*Albizzia guachapele*) guachapelí, (*Annona muricata*) guanábana, (*Citrus spp*) cítricos, (*Inga spp*). Guaba, (*Mangifera indica*) mango, (*Persea americana*) aguacate, (*Triplaris guayaquilensis*) Fernán Sánchez. Estas especies arbóreas han sido utilizadas para sombrear los cultivos o como cercas vivas de las propiedades, o cortinas rompevientos, o protectores del suelo e incorporadores de nutrientes, y proveedores de frutas comestibles además de la madera. (Suquilanda, M. 2002)

Los maderables *T. guayaquilensis* y *C. donnel smithii*, tuvieron la mayor producción de madera, con 61,37 y 46,49 m³ ha, el porcentaje de sombra de *C.arborescens* (Mill.) Sarg fue 60 %, *C.macrantha* Chadat 54,62 %, *C. donnell smithii* Rose 44,38 % y *T. guayaquilensis* Weed 29,11 %; la sombra proyectada por *T. guayaquilensis* Weed se ubicó en el rango de 25 a 30 % propuesto para el cacao. (Suquilanda, M. 2002)

2.20.3. Importancia

Entre los recursos del planeta, el suelo es incuestionablemente el más importante, puesto que incluye una inmensa variedad de elementos y seres vivos. Por ello se puede afirmar que si bien todos los subsistemas propuestos son importantes para el manejo sustentable del predio, en la planificación del agrosistema resaltan principalmente dos de ellos: el suelo y el agroforestal, ya que ambos son parte estructural del predio. (Memoria del Tercer Congreso Agroforestal 2002)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Ubicación del experimento

Esta investigación se desarrolló en la granja de la Universidad Estatal de Bolívar.

Provincia	Bolívar
Cantón	Echeandía
Parroquia	Central
Sitio	Granja Echeandía

3.1.2. Situación geográfica y climática

Parámetros	
Altitud	600 msnm
Latitud	01° 25' 58''
Longitud	78°, 16' 30''W
Temperatura máxima	30°C
Temperatura mínima	16°C
Temperatura media anual	23°C
Precipitación media anual	2300 mm
Humedad relativa (%)	90%

Fuente: PDL (Plan de desarrollo local del cantón Echeandía 2009)

3.1.3. Zona de vida

La zona de vida donde se realizó la presente investigación corresponde al piso bosque húmedo subtropical (bh-ST). (Holdridguez, L. 1979)

3.1.4. Material experimental

- Tres sistemas agroforestales
- Fertilizante foliar orgánico Seamino

3.1.5. Material de campo

- Cámara fotográfica
- Flexómetro
- Machete
- Herbicidas
- Insecticidas
- Fertilizante orgánico Seamino
- Libreta de campo
- Lápiz
- Calibrador de vernier
- Bomba de mochila
- Tijera de podar
- Manguera
- Medida o balanza en kilogramos

3.1.6. Material de oficina

- Lápiz
- Borrador
- Papel boom
- Libreta de campo
- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- CD
- Flash memory

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Factores en estudio:

Café + Fertilizante foliar orgánico Seamino

3.2.2. Tratamientos

N. trat.	DETALLE
T ₁	Sistemas café + Guabo + 500 cc/ha de Seamino
T ₂	Sistemas café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino
T ₃	Sistemas café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino

3.2.3. Procedimiento:

Tipo de diseño:	DBCA:
- Localidad	1
- Tratamientos	3
- Repeticiones	5
- Número de unidades investigativas	15
- Área total del ensayo	2719 m ²
- Área total por sistema	826.8 m ²
- Total plantas café	960 plantas
- # de plantas de café por sistema	320
- Distancia de plantación de café	2.25 x 1.25
- Total plantas guabo	9 plantas
- Distancia de plantación de guabo	12 m x 8 m
- Total plantas pachaco	9 plantas
- Distancia de plantación de pachaco	12 m x 8 m
- Total plantas Fernán Sánchez	9 plantas
- Distancia de plantación de Fernán Sánchez	12 m x 8 m

3.3 TIPO DE ANÁLISIS

3.3.1. Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CME*
Total	14	
Repetición	4	$\lambda^2 C + 9 \lambda^2$ bloques
Tratamientos	2	$\lambda^2 C + 3\theta^2 T$
Error	8	λ^2

3.3.2. Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos.

3.3.3. Análisis de correlación y regresión simple.

3.3.4. Análisis económico relación beneficio-costo B/C.

3.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

3.4.1. Altura de la planta (AP)

Dato que se registró al inicio de la investigación y al momento de la cosecha, en 4 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento, se midió desde la base del suelo hasta el ápice terminal, para esto se utilizó un flexómetro y se expresó en cm.

3.4.2. Diámetro del tallo (DT)

Variable que se evaluó en 4 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento al inicio de la investigación y al momento de la cosecha, mismo que se lo midió en centímetros, en la parte media de la longitud del tallo para lo cual se utilizó un calibrador de Vernier.

3.4.3. Número de ramas (NR)

Se lo registró al inicio de la investigación y al momento de la cosecha, mediante un conteo directo de las ramas existentes en 4 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento.

3.4.4. Longitud de la Hoja (LH)

Dato que se registró con la ayuda de una regla, la longitud se midió desde el pecíolo hasta el ápice terminal de la hoja, se tomó de una hoja baja, intermedia y tercio superior de la planta y se expresó en cm, al inicio de la investigación y al momento de la cosecha en 4 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento.

3.4.5. Ancho de la hoja (AH)

Variable que se efectuó con la ayuda de una regla al inicio de la investigación y al momento de la cosecha de las 4 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento, se midió en la parte ecuatorial de la lámina foliar y se expresó en cm, se tomó de una hoja baja, intermedia y del tercio superior de la planta.

3.4.6. Peso de cerezas por tratamiento (PCT)

Variable que se lo efectuó con la utilización de una balanza. En la que fue pesado en gramos, todas las cerezas verdes cosechadas.

3.4.7. Rendimiento de cerezas en Kg/ha (RH)

Luego de obtener el peso por tratamiento y conociendo el número de plantas por superficie, este peso se lo transformó en Ha y se expresó en Kg.

3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.5.1. Análisis de suelo

Al inicio de la investigación y al final se realizó un análisis físico químico de cada sistema agroforestal.

3.5.2. Trazado de las unidades de investigación

Se realizó el trazado de las unidades experimentales, en los cuales se localizó las 4 plantas tomadas al azar, las que sirvió para recolectar los datos en los tres sistemas agroforestales, mismas que fueron etiquetadas en cada sistema.

3.5.3. Riegos

Para evitar el déficit hídrico se realizó riegos tres veces por semana, esta labor se llevo a cabo mediante riegos por aspersión foliar, especialmente en la época de verano donde predomina la sequía.

3.5.4. Aplicación de fertilizante foliar

El fertilizante líquido foliar, se aplicó al follaje con bomba de mochila a cada planta por aspersión, al inicio de la investigación y a los 3 meses en una dosis de 500 cc de acuerdo a los tratamientos, se aplicó 22.5 cc por sistema.

3.5.5. Control de malezas

Actividad que se realizó en forma manual con machetes, complementando con un control químico a base de Ranger 480, (Glifosato) + Atrapac (Aminapac), en dosis de 1 lt/ha y 1 kg/ha.

3.5.6. Control de plagas

Para evitar los daños causados por insectos defoliadores, perforadores de ramilla y broca, se utilizó productos a base de Cipermetrinas con una dosis de 20 cm, por bomba mochila de 20 lts y se aplicó por aspersión durante 10 veces.

3.5.7. Control de enfermedades

Para controlar enfermedades como antracnosis, roya, mal de hilachas, se utilizó Cuprosan en dosis de 1 Kg por ha, biobactherhong en dosis de 30 cm, por bomba mochila de 20 lts y se aplicó por aspersión durante 12 veces especialmente en la época de verano.

3.5.8. Deschuponamiento

Labor que se efectuó durante tres veces, con la finalidad de eliminar los brotes laterales plagio trópico, mediante la utilización de una tijera de podar.

3.5.9. Poda de sombra perenne

Actividad que se lo hizo con la finalidad de eliminar exceso de sombra que estaba en continuo contacto con las plantas de café, fueron podados los árboles de Guabo, Pachaco y Fernán Sánchez, mediante una sola vez.

3.5.10. Poda de café

La poda se lo realizó mediante deschuponamiento eliminando los brotes laterales mediante la utilización de una tijera de podar, siempre manteniendo que la planta sea unicaule (un solo tallo).

3.5.11. Cosecha

Labor que se hizo mediante el sistema manual, mismo que consistió en cosechar las cerezas verdes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CEREZAS DE CAFÉ AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

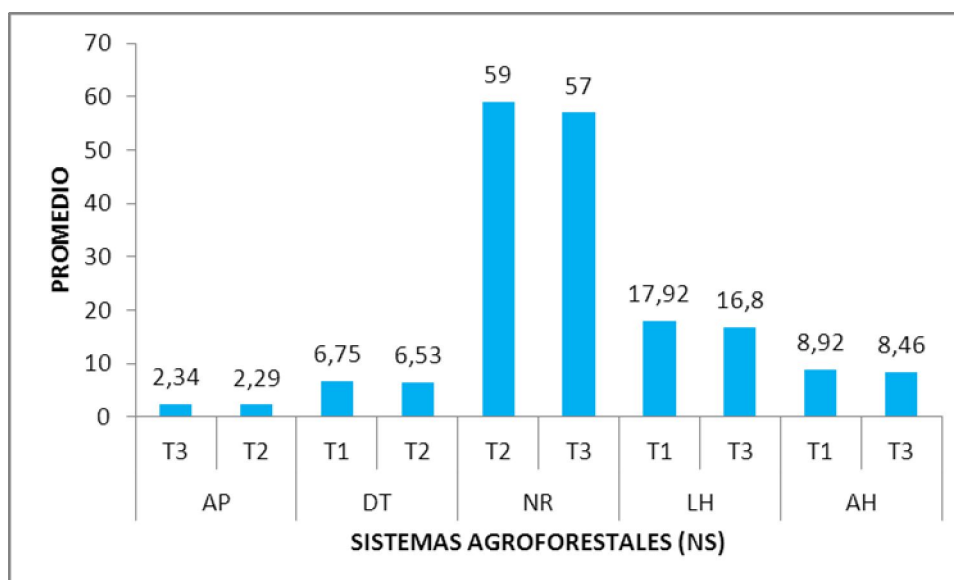
Cuadro No. 1. Resultados de la Prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de tratamientos (Sistemas Agroforestales más 500 cc/ha de Seamino) en los componentes del rendimiento de café.

Componentes del Rendimiento Al inicio de la investigación	Tratamientos			Media General	CV %
	T ₃	T ₁	T ₂		
Altura de plantas en m (NS)	T ₃	T ₁	T ₂	2,32	4,08
	2,34 A	2,34 A	2,29 A		
Diámetro del tallo en cm (NS)	T ₁	T ₃	T ₂	6,65	1,92
	6,75 A	6,67 A	6,53 A		
Número de ramas/planta (NS)	T ₂	T ₁	T ₃	58,33	7,73
	59,00 A	59,00 A	57,00 A		
Longitud de la hoja en cm (NS)	T ₁	T ₂	T ₃	17,37	3,13
	17,92 A	17,40 A	16,80 A		
Ancho de la hoja en cm (NS)	T ₁	T ₂	T ₃	8,67	6,80
	8,92 A	8,62 A	8,46 A		

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5%.

NS = No Significativo

Gráfico No. 1. Componentes del rendimiento de cerezas de café al inicio de la investigación.



- Tratamientos (Sistemas Agroforestales + 500 cc/ha de Seamino).

Los sistemas agroforestales (Guabo, Pachaco y Fernán Sánchez con cultivo de base café), presentaron una respuesta estadística no significativa en relación a los principales componentes del rendimiento como altura de plantas, diámetro del tallo, número de ramas/planta, longitud y ancho de la hoja de café al inicio de la investigación (Cuadro No. 1).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de tratamientos al inicio de la investigación, para altura de plantas se reportó un promedio general de 2,32 m; el tratamiento con la mayor altura de plantas fue el T₃ (Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino) con 2,34 m, la altura más baja se dio en el T₂ (Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino) con 2,29 m (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1)

En relación a la variable diámetro del tallo al inicio de la investigación el promedio más alto se registró en el T₁ (Sistema café + Guabo + 500 cc/ha de

Seamino) con 6,75 cm, el promedio menor se evaluó en el T₂ (Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino) con 2,29 m con 6,53 cm, registrándose una media general de 6,65 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1).

Estadísticamente el mayor número de ramas/planta se tuvo en el tratamiento T₂ (Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino) con 59 ramas, mientras que el menor se dio en el T₃ (Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino) con 57 ramas/planta de café (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1).

En forma consistente el promedio más alto de la longitud y ancho de la hoja se evaluó en el T₁ (Sistema café + Guabo + 500 cc/ha de Seamino) con 17,92 y 8,92 cm respectivamente. El promedio más bajo de estas variables se reportó en el Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino (T₃) con 16,80 cm de LH y 8,46 cm de AH (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1).

Esta respuesta es lógica, porque al inicio de la investigación aún no se aplicó el fertilizante foliar orgánico Seamino, y por ende estas variables no fueron influenciadas por el material experimental, más bien estos resultados son de tipo varietal y mantienen una fuerte interacción genotipo ambiente, y, dependen en gran medida de la época de evaluación, condiciones climáticas de la zona agroecológica, edáficas, sanidad y nutrición de las plantas de café y el desarrollo de las especies forestales dentro de cada sistema.

Estas variables pueden estar influenciadas por el contenido de macro y micro nutrientes disponibles en forma natural en el suelo antes de desarrollar este trabajo investigativo.

4.2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CEREZAS DE CAFÉ A LA COSECHA

Cuadro No. 2. Resultados de la Prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de tratamientos (Sistemas Agroforestales más 500 cc/ha de Seamino) en los componentes del rendimiento de cerezas de café.

Componentes del Rendimiento a la cosecha	Tratamientos			MG	CV%
	T ₃	T ₁	T ₂		
Altura de plantas en m (NS)	T ₃	T ₁	T ₂	2,44	3,67
	2,49 A	2,44 A	2,40 A		
Diámetro de tallo en cm (NS)	T ₃	T ₁	T ₂	9,43	4,93
	9,78 A	9,47 A	9,05 A		
Número de ramas/planta (*)	T ₂	T ₁	T ₃	72,67	7,01
	74,00 A	73,00 A	71,00 B		
Longitud de la hoja en cm (*)	T ₁	T ₂	T ₃	20,60	3,14
	21,79 A	20,28 AB	19,74 AB		
Ancho de la hoja en cm (*)	T ₁	T ₂	T ₃	9,95	3,38
	10,74 A	9,64 AB	9,48 AB		

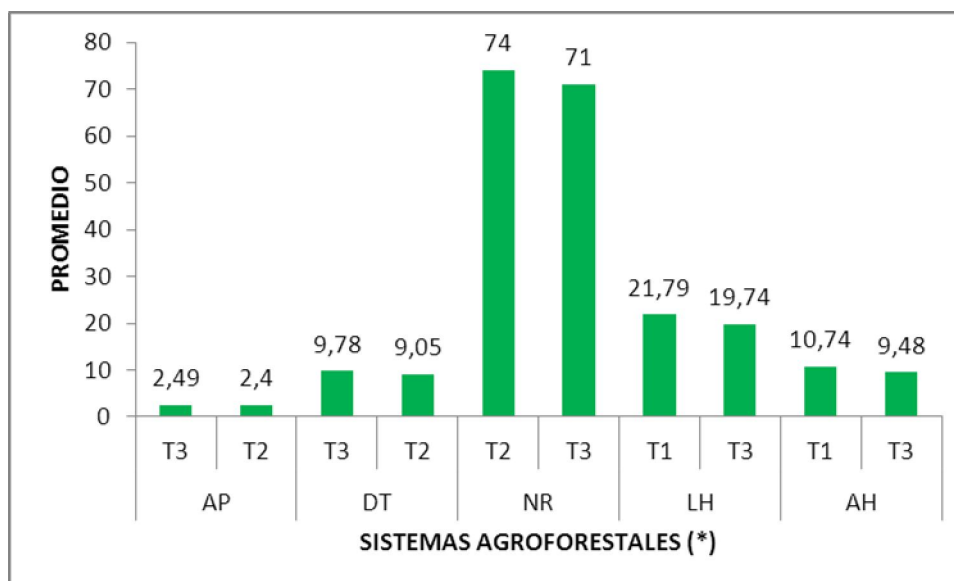
NS = No Significativo

* = Significativo al 5%.

MG = Media General

CV% = Coeficiente de Variación

Gráfico No. 2. Componentes del rendimiento en la cosecha de cerezas de café.



- Tratamientos (Sistemas Agroforestales + 500 cc/ha de Seamino).

Se determinaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Sistemas Agroforestales + 500 cc/ha de Seamino) evaluados al momento de la cosecha de cerezas de café en relación a las variables número de ramas/planta, longitud y ancho de la hoja. Sin embargo en las variables altura de plantas y diámetro del tallo del cultivo de base se evaluó un efecto no significativo entre los tratamientos (Cuadro No. 2).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de tratamientos (Sistemas Agroforestales + 500 cc/ha de Seamino) en los principales del rendimiento del cultivo de base evaluados en la cosecha de café, reportan los siguientes resultados:

Plantas de café más altas y con tallos más gruesos, en forma consistente se registró al aplicar 500 cc/ha de Seamino al cultivo de base en el sistema con la especie forestal Fernán Sánchez (T₃) con 2,49 m de AP y 9,78 cm de DT; mientras que los promedios más bajos de estas variables, se evaluó en el

Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino (T₂) con 2,40 m de AP y 9,05 cm de DT al momento de la cosecha de las cerezas de café (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 2).

En los tres sistemas agroforestales se evaluó una media general de altura de plantas del cultivo de base de 2,44 m y del DT de 9,05 cm (Cuadro No. 2)

Las variables altura de plantas y diámetro del tallo son características varietales y dependen fuertemente de su interacción genotipo - ambiente entre los principales factores bioclimáticos esta la temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, humedad relativa, vientos, rango de temperatura, cantidad y distribución de la precipitación durante el ciclo de cultivo de base.

La diferencia de la AP en el cultivo principal, quizá fue influenciada también por el contenido de macro y micro nutrientes del suelo, que de acuerdo al análisis del mismo al inicio el sistema Fernán Sánchez reportó un contenido muy bajo para N y M.O con 3,081%; aceptable para P, K, Ca, Fe, Mg y Mn (Anexo No. 2).

Otro componente importante en el rendimiento de cerezas de café es el número de ramas/planta, en esta investigación el promedio más alto se tuvo en el tratamiento T₂: Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino con 74,00 ramas/planta; el promedio más bajo se dio en el T₃: Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino con 71 ramas. Se determinó una media general de 72,67 (73 ramas) (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 2).

Estos resultados confirman que el foliar orgánico Seamino, tuvo un efecto notorio en el número de ramas/planta de café, ya que estimula el crecimiento de las plantas ayudándole a soportar el estrés ocasionado por las condiciones adversas del medio ambiente como altas temperaturas y sequías; mejora la

absorción de macro y micro nutrientes que dispone el suelo (Vademécum Agrícola 2008).

El número de ramas/planta es una característica propia de cada especie, misma que esta influencia directamente por factores climáticos, edáficos, desarrollo, crecimiento y cantidad de sombra que proporciona cada especie forestal al cultivo de base.

Esta respuesta es lógica, porque el crecimiento del Pachaco es piramidal sin ramas, lo que facilita la entrada de rayos solares al cultivo de base, lo que se traduce en una mayor actividad fotosintética.

El tratamiento en que se registró el valor promedio más alto de la longitud y ancho de las hojas del cultivo de base al momento de la cosecha, en forma consistente fue el T₁: Sistema café + Guabo + 500 cc/ha de Seamino con 21,79 cm y 10,74 cm respectivamente. Los promedios menores se registró al aplicar 500 cc/ha de Seamino al cultivo de base en sistema forestal Fernán Sánchez (T₃) con 19,74 cm de LH y 9,48 cm de AH (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 2).

Estos resultados permiten inferir que existió una relación directa entre los componentes del foliar orgánico, especialmente el extracto de algas y los aminoácidos, que estimulan el crecimiento y desarrollo de los órganos vegetales, incrementando la biomasa del café, que se conjugo con las características de la especie forestal Guabo, misma que proporciona sombra al cultivo de base, lo que ayuda a reducir el estrés de sequía.

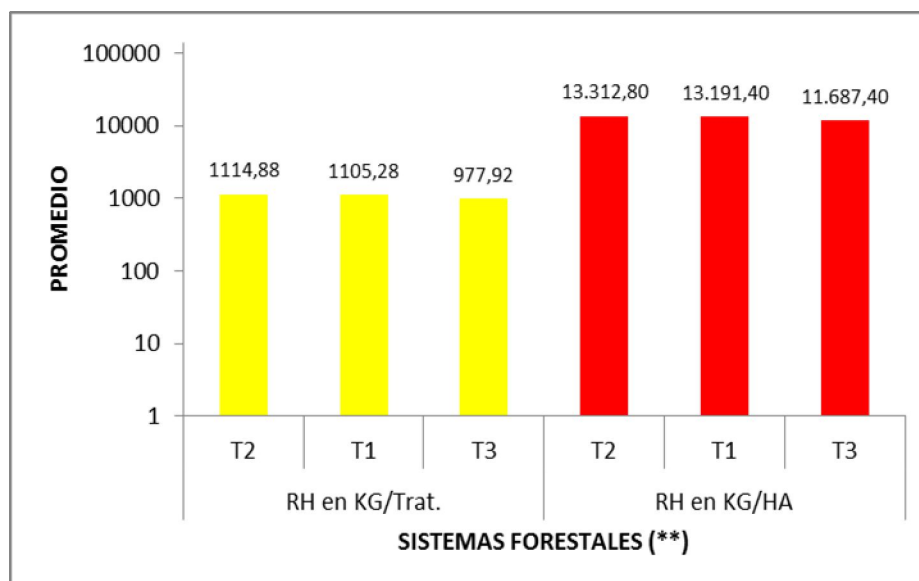
Esta especie al ser una leguminosa tiene propiedad de fijar nitrógeno del aire mediante procesos simbióticos con bacterias específicas y por lo consiguiente son capaces de extraer el nitrógeno del aire y transformarlo en materia orgánica mediante la actividad de bacterias que viven en sus raíces. (Nair, P. 1980)

4.3. RENDIMIENTO DE CEREZAS DE CAFÉ POR TRATAMIENTO (RH/T) Y RENDIMIENTO DE CEREZAS POR HECTÁREA EN KG./HA. (RH EN KG/HA).

Cuadro No. 3. Resultados de la prueba de Tukey el 5% para comparar promedio de tratamientos en la variable rendimiento de cerezas de café.

Rendimiento Kg/Tratamiento			Rendimiento en Kg/ha		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T ₂ : Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino	1.114,88	A	T ₂ :	13.312,80	A
T ₁ : Sistema café + Guabo + 500 cc/ha de Seamino	1.105,28	A	T ₁ :	13.191,40	A
T ₃ : Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino	977,92	B	T ₃ :	11.687,40	B
Media General: 1.063,06 Kg./tratamiento			Media General: 12.730,50 Kg./ha		
CV: 5,53%			CV: 3,13%		

Gráfico No. 3. Rendimiento de cerezas en Kg/tratamiento y kg/ha.



- Tratamientos (Sistemas Agroforestales + 500 cc/ha de Seamino).

La respuesta de los sistemas agroforestales más la aplicación de 500 cc./ha del foliar orgánico Seamino, en relación a las variables rendimiento de cerezas de café por tratamiento y rendimiento final evaluado en Kg./ha, fue significativo (Cuadro No. 3).

Con la prueba de Tukey al 5%, para la asociación de café Guabo-Pachaco-Fernán Sánchez, se determinó una media general de 12.730,50 Kg./ha y 1.063,06 Kg/tratamiento.

En forma consistente el mayor rendimiento de cerezas de café evaluado en kg/tratamiento y en Kg/ha se registró en el Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino (T₂) con 1.114,88 kg/tratamiento y 13.312,80 Kg./ha; seguido del T₁: Sistema café + Guabo + 500 cc/ha de Seamino con 1.105,28 Kg/tratamiento y 13.191,40 Kg./ha, el menor rendimiento promedio se registró en el T₃: Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino con 977,92 Kg/tratamiento y 11.687,40 Kg./ha (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 3).

Los rendimientos obtenidos en esta investigación, son superiores a los reportados por Lluitaxi, J y Chango, M. 2011, en trabajos de investigación aplicando Ecoabonaza y Abono foliar Leili 2000, que registran un rendimiento promedio de 5.452 Kg./ha en esta investigación se realizó una recolección.

Con estos resultados podemos inferir que existió un efecto del foliar orgánico Seamino que es un bioactivador fisiológico natural que en su composición dispone de un alto contenido de aminoácidos (10%); extractos de algas (18%) que estimulan la actividad fisiológica de las plantas utilizando las reservas bioquímicas de las mismas traduciéndose en una mayor producción en este caso de cerezas de café. También dispone de macro nutrientes como nitrógeno 3%; fósforo 4% y potasio 8%, este último contribuye a una mayor floración amarre, cuaje y engrose de frutos.

(<http://www.aminoacidos.org.com.html>)

El mayor rendimiento de cerezas, quizá también estuvo influenciado por el desarrollo de la especie forestal Pachaco que dispone de un crecimiento recto con una copa piramidal, que no proyecta mucha sombra al cultivo de café.

La variable rendimiento de cerezas de café, es una característica varietal que depende de su interacción genotipo – ambiente.

Los factores que inciden en la variable rendimiento de café, a más de los varietales son la humedad, cantidad y calidad de luz proporcionada por cada especie forestal utilizada en cada sistema, la temperatura, el hábito de crecimiento, la densidad poblacional, el ciclo del cultivo, la nutrición y sanidad de las plantas, la textura física, química y biológica del suelo, los componentes del rendimiento como altura de plantas, número de ramas/planta, ancho y longitud de la hoja, etc.

4.4. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)

En esta investigación al realizar los diferentes análisis de varianza, se calcularon valores del CV inferiores al 20%, lo cual es un indicador de validez de los resultados, por lo tanto las inferencias conclusiones y recomendaciones son válidas para esta zona agro ecológica.

4.5. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL

Cuadro No. 4. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes.

Variables independientes (Xs) (Componentes del rendimiento)	Coefficiente de Correlación “r”	Coefficiente de Regresión “b”	Coefficiente de Determinación (R ²)%
Número de ramas a la cosecha	0,850 **	252,54 **	61

** = Altamente Significativo al 1%.

- COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r).

En el análisis del comportamiento productivo del rendimiento de cerezas de café; se presentó una tendencia significativa positiva o directamente proporcional entre el número de ramas a la cosecha y el rendimiento, como se puede apreciar en el cuadro 4.

- COEFICIENTE DE REGRESIÓN (b).

En la investigación se evaluó los cambios o asociaciones significativas positivas en la variable dependiente (Y) por cada cambio individual de la variable independiente (X rendimiento).

Como se aprecia en el cuadro No. 4, el rendimiento tuvo un incremento significativo por cada unidad del número de ramas por planta a la cosecha; es decir valores más altos de esta variable, contribuyeron a incrementar el rendimiento de cerezas evaluado en Kg./ha.

- **COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R^2).**

El 61,00% del incremento del rendimiento de cerezas de café se debió a un mayor número de ramas/planta a la cosecha (Cuadro 4).

4.6. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RELACIÓN BENEFICIO – COSTO

Cuadro No. 5. Análisis económico en la producción de cerezas de café en tres sistemas agroforestales mediante de aplicación de 500 cc/ha de Seamino.

VARIABLES	TRATAMIENTOS		
	T ₁	T ₂	T ₃
Rendimiento Promedio Kg./ha	13.191,40	13.312,80	11.687,40
Rendimiento Ajustado 10% Kg./ha	11.872,26	11.981,72	10.518,66
Ingreso Bruto \$/ha	5.223,79	5.271,95	4628,21
Costos por tratamiento:			
Foliar Seamino \$./ha	45,00	45,00	45,00
Aplicación de Seamino \$./ha	20,00	20,00	20,00
Mano de obra cosecha de cerezas	840,00	850,00	826,67
Costo envases	118,80	120,15	105,30
Total costos \$/ha	1.023,80	1.035,15	996,97
Total beneficios netos \$/ha	4.199,99	4.236,80	3.631,24
Relación Beneficio Costo RB/C	5,10	5,10	4,64
Relación Ingreso Costo RI/C	4,10	4,10	3,64

El precio promedio de venta de 1 Kg. de café verde nivel de finca fue de \$. 0,44.

- Relación Beneficio/Costo (RB/C) y relación Ingreso/Costo (RI/C)

Para realizar la relación B/C, se tomó en cuenta los siguientes Costo: envases capacidad 45 kg. \$. 0,45; Foliar Orgánico Seamino \$. 45,00 y un jornal/día \$. 10 dólares.

Los indicadores de la RB/C e I/C, tomando en cuenta solo lo económico, el mejor beneficio neto se registró en los tratamientos T₂: Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino con \$. 4.236,80/ha; seguido muy de cerca del T₁: Sistema café + Guabo + 500 cc/ha de Seamino con \$. 4.199,99/ha, se

calculó una RB/C de 5,10; y una RI/C de 4,10 esto quiere decir que el caficultor por cada dólar invertido tiene una ganancia de \$. 4,10 (Cuadro No. 4).

El tratamiento con el beneficio neto más bajo fue el T₃: Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino con 3.631,24 con una relación B/C e I/C menor \$. 4,64 y 3,64 respectivamente (Cuadro No. 4).

Estos resultados permiten inferir que la relación beneficio-costo la aplicación de 500 cc/ha de Seamino en el cultivo de base, bajo tres sistemas agroforestales, es superior a la unidad. Valor que indica que existe una mejor utilización y recuperación del capital invertido y además no existe efectos negativos de contaminación sobre el medio ambiente.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado los análisis estadísticos, agronómicos y económicos, se sintetizan las siguientes conclusiones:

- La mayor producción de café verde, se encontró en el sistema café - Pachaco más 500 cc/ha de Seamino con 13.312,80 kg./ha (T₂) y en el sistema café - Guabo más 500 cc/ha de Seamino con 13.191,40 kg./ha (T₁).
- La variable independiente que incrementó el rendimiento de cerezas de café fue el mayor número de ramas/planta en el momento de la cosecha de café.
- Económicamente la relación B/C e I/C fue mayor en los tratamientos T₂ (Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino) y T₁ (Sistema café + Guabo + 500 cc/ha de Seamino) con 5,10 y 4,10 respectivamente, sin tener efectos negativos sobre el suelo, agua, pérdida de la biodiversidad y la contaminación del ambiente.
- Los sistemas agroforestales más dos aplicaciones de 500 cc/ha de foliar Seamino evaluados en esta zona agroecológica, fueron significativos para las variables número de ramas/planta, longitud y ancho de la hoja al momento de la cosecha de las cerezas de café.
- Con esta investigación, se evaluó los sistemas agroforestales Pachaco, Guabo y Fernán Sánchez con café más dos aplicaciones del foliar orgánico Seamino.

5.2. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados reportados en esta investigación, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Para esta zona agroecológica y su área de influencia, producir café bajo sistemas con las especies forestales Pachaco y Guabo más la aplicación de foliar orgánico Seamino en dosis de 500cc/ha, fraccionado en dos aspersiones, por sus buenos rendimientos registrados en esta investigación.
- Validar el uso de este foliar orgánico en café bajo el sistema de unicultivo y con otras especies forestales en invierno y verano.
- Evaluar la población insectil en los tres sistemas agroforestales, para poder determinar la presencia de insectos benéficos y perjudiciales al cultivo de base.
- Validar nuevos temas de investigación basados en la tecnología y determinación adecuada de la biomasa en los tres sistemas agroforestales.
- Difundir los resultados obtenidos en esta investigación especialmente a productores/as locales y provinciales.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

Los árboles forestales juegan papel importante en el campo; su ausencia puede ser la causa directa o indirecta de problemas; las interacciones entre especies y el cultivo de base, son reguladas por el ambiente mediante el principio de “respuesta y efecto”, el cual establece que la planta y su ambiente se modifique uno al otro.

Esta investigación se realizó en el cantón Echeandía, provincia Bolívar, los objetivos fueron: a) Evaluar agrónomica y productivamente el cultivo de café bajo tres sistemas agroforestales más la aplicación de un fertilizante foliar orgánico; b) Determinar las características morfológicas que desarrolla el cultivo de café en cada uno de los sistemas agroforestales; c) Realizar un análisis económico relación beneficio–costo B/C. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar con 3 tratamiento y 5 repeticiones, los tratamientos fueron T₁: Sistema café + Guabo + 500 cc/ha de Seamino; T₂: Sistema café + Pachaco + 500 cc/ha de Seamino y T₃: Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino. Se realizó análisis de Varianza, prueba de Tukey al 5%; correlación y regresión lineal; análisis económico de beneficio costo. Los resultados más importantes sintetizados en esta investigación fueron: No se encontró diferencias significativas en los componentes del rendimiento de café al inicio de la investigación. Se determinaron diferencias estadísticas significativas solo en las variables número de ramas/planta, longitud y ancho de la hoja en la cosecha. El sistema de café Pachaco+ 500 cc/ha de Seamino (T₂), alcanzó el mayor rendimiento de cerezas con 13.312,80 Kg./ha; el menor rendimiento se dio en el T₃ (Sistema café + Fernán Sánchez + 500 cc/ha de Seamino) con 11.687,40 Kg. /ha. El incrementó el rendimiento de café fue a un mayor número de ramas/planta a la cosecha. El mejor beneficio neto se registró en el T₂ con \$. 4.236,80/ha y una RB/C de 5,10; y una RI/C de 4,10. La relación B/C e I/C menor se dio el T₃ con 4,64 y 3,64 respectivamente.

6.2. SUMMARY

The forest trees play important paper in the field; their absence can be the direct cause or insinuation of problems; the interactions between species and the base cultivation, they are regulated by the atmosphere by means of the principle of “answer and effect”, which settles down that the plant and its atmosphere modifies one another.

This investigation was carried out in the canton Echeandía, county Bolívar, the objectives were: a) Evaluate agronomic and productively the cultivation of coffee low three systems more agroforestales the application of a fertilizer to foliate organic; b) Determine the morphological characteristics that it develops the cultivation of coffee in each one of the systems agroforestales; c) Carry out an economic analysis relationship benefit-cost B/C. a design of Complete Blocks was used at random with 3 treatment and 5 repetitions, the treatments were T₁: Brown System + Guabo + 500 cc/ha of Seamino; T₂: Brown System + Pachaco + 500 cc/ha of Seamino and T₃: Brown System + Fernán Sánchez + 500 cc/ha of Seamino. Was carried out analysis of Variance, test of Tukey to 5%; correlation and lineal regression; economic analysis of benefit cost. The most important results synthesized in this investigation were: Was not significant differences in the components from the yield of coffee to the beginning of the investigation. Alone significant statistical differences were determined in the variable rams/plant number, longitude and wide of the leaf in the crop. The association of brown Pachaco+ 500 cc/ha of Seamino (T₂), it reached the biggest yield of cherries with 13.312,80 Kg. /ha; the smallest yield was given in the T₃ (brown System + Fernán Sánchez + 500 cc/ha of Seamino) with 11.687,40 Kg. /ha. The increased the yield of coffee went to a bigger rams/plant number to the crop. The best net profit registered in the T₂ with \$. 4.236,80/ha and a RB/C 5,32; and a RI/C 4,32. The relationship B/C and smaller I/C the T₃ was given respectively with 4,85 and 3,85.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVIM, P de T. 1973 Factors affecting flowering of coffee. In "Genes, Enzymes and Population" (A. M. Srb, ed). VI. 2. Pp. 193-202.
2. Arévalo, A. et. al. 2000. Cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonia Peruana – Instituto de cultivos tropicales – ICT. P. 37
3. BAKER R.M.1999. Seasonal deficiency of phosphorus in Arabia. Bogotá-Colombia. Pp. 395 - 402.
4. BORJA, C. 1990. Plantas nativas para la reforestación en el Ecuador. Fundación Natura - AID – Edunac III Quito – Ecuador.
5. BRIZUELA, C.1987. Manual de botánica ecuatoriana.
6. CALISPA, F. et, al.2000. Caracterización de los suelos ecosistemas y las cuencas hidrográficas. Camaren. Quito - Ecuador. P. 187.
7. CHAMORRO, L. 1994. Condiciones de producción. INIAP. Quito, Ecuador.
8. ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA. 2002. Océano. Barcelona España. P. 730.
9. ESPINOZA, K. 2005. Abonos orgánicos. Módulo Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
10. GARCÍA, C. 1980. Cafeteros de Colombia. Segunda Edición. Litografía Cafetera Ltda. Manizales.
11. GONZÁLEZ, G. 1985. Métodos estadísticos y principios de diseño experimental. 2^{da}. ed. Editorial Universitaria. UCE. Quito - Ecuador. P. 371.
12. GOMES, Z. 2000. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía Peruana.
13. GUERRERO, T. 1990. La agricultura orgánica biológica.
14. HOLDRIDGE, L, 1979. Clasificación de los bosques de acuerdo al piso altitudinal. P. 60.
15. INIAP. 2003. Manual del cultivo de café. Quito
16. JACOB, A. y H, V. 2002. Vexhul. Fertilización. Edición Revolucionaria. La Habana.
17. MANUAL DE AGROPECUARIA. 2002. Impreso en Colombia. P. 37

18. MELGAR, R. 2005. Fertilización orgánica de cultivos tropicales.
19. Memoria Del III Congreso Agroforestal Ecuatoriana. 2002. Red Agroforestal Ecuatoriana – Rafe. Guayaquil – Ecuador. P. 17.
20. MIJAEL, R. 2008. Cultivo del café. Biblioteca Nacional del Perú. P. 82.
21. MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas Agroforestales: Principios y aplicación en los trópicos. San José. C. R. Organización para estudios tropicales, P. 24
22. MONTENEGRO, F. 1978. Plantaciones forestales producidas en los trópicos del Ecuador con pachaco *Schizolobium parahybum*. Análisis económico de inversiones de plantaciones en el Ecuador, P. 6.
23. Plan de desarrollo local (PDL). 2009. Cantón Echeandía.
24. RECALDE, M. 2000. Desarrollo de un sistema agroforestal con base de los cultivos de cacao y café en las zonas de Quevedo (Prov. Los Ríos) y Caluma (Prov. Bolívar). Tesis de Ing. Forestal. Quevedo-Ecuador. Pp. 3- 4.
25. ROMERO, J. et, al.1982. Producción agroecológica. Camaren. Quito - Ecuador.
26. SEYMOUR, J. 2000. Horticultor. Editorial Montemelo. Murcia, España. P. 114
27. SNOECK, J. 1999. El cultivo y la cosecha del café robusta
28. SUQUILANDA, M. 2003. Abonos verdes: alternativa ecológica. Cultivos Controlados. Revista Agropecuaria Internacional (Ecuador) Edición. Flor y Flor. P. 37.
29. TERRANOVA. 1995. Enciclopedia agropecuaria. Producción agrícola
30. TIPAN, G. 1982. El pachaco. Quito, Centro Forestal de Conocoto. P. 18.
31. TORRES, C. 2002. Manual agropecuario. Biblioteca del Campo. Bogotá-Colombia. Pp. 44-47.
32. VADEMÉCUM AGRÍCOLA 2009. Quito – Ecuador.
33. VEGA, L. 1982. Manual del cultivo de café. Quevedo – Ecuador. P. 25.
34. VELASTEGUI R. 2005 Alternativas de ecológico para el manejo integrado fitosanitario en los cultivos. P. 122.

35. <http://www.infoocéano.com.html>
36. <http://www.herbaria.plants.com.html>
37. <http://www.peruecologico.com.html>
38. <http://www.infor.cl/webinfor/pwsistemagestion/pt./agroforesteria/modelos%>
39. http://www.Ecotop-Consult.De/Spain/B_Ejemplos.html
40. <http://www.daviagro.com.html>
41. http://geocities.com/aaecologica/aae_agroforesteria.html
42. <http://www.pdfactory.com.html>
43. <http://www.aminoacidos.org.com.html>
44. <http://www.pasqualinonet.com.ar/El%20cafe.html>
45. http://www.wikipedia.org/wiki/Coffea_arabica.html
46. <http://www.abcgro.com/herbaceos/industriales/cafe.asp.html>
47. http://www.es.wikipedia.org/wiki/Coffea_arabica.html
48. <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/museovirtual/nitrogeno.html>
49. <http://www.profesorenlinea.cl/Quimica/Fosforo.html>

ANEXOS

Anexo No. 2. Resultados del análisis de suelo

RESULTADOS	ANTES			DESPUÉS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
pH	6.8	6.9	6,7	5,7 Moderadamente ácido	5.7 Moderadamente ácido	5,8 Moderadamente ácido
Densidad	1	1.02	0.968	0,932	0.848	0.94
% de Humedad	26.44	18.23	21.71	20.2247	23.0357	21.3023
Materia Orgánica	2.279	2.8893	3.081	3.2423 bajo	3.531 bajo	3.6594 bajo
Nitrógeno Amoniacal	5 ppm	5 ppm	5 ppm	5 ppm muy bajo	5 ppm muy bajo	5 ppm muy bajo
Nitrógeno Nitratos	10 ppm	5 ppm	50 ppm	75 ppm muy alto	50 ppm muy alto	50 ppm muy alto
Fósforo	75 ppm	75 ppm	100 ppm	38 ppm bajo	50 ppm medio	38 ppm medio
Potasio	150 ppm	50 ppm	200 ppm	60 ppm bajo	75 ppm bajo	60 ppm bajo
Calcio	1000 ppm	1000 ppm	1400 ppm	1400 ppm alto	2800 ppm muy alto	1400 ppm alto
Nitrógeno Nitritos	1 ppm	XXX	XXXX	XXX	XXX	XXX
Aluminio	10 ppm	5 ppm	5 ppm	5 ppm muy bajo	5 ppm muy bajo	5 ppm muy bajo
Hierro férrico	XXX	XXX	2.5 ppm	XXX	XXX	XXX
Sulfatos	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Manganeso	XXX	XXX	5 ppm	XXX	XXX	XXX
Magnesio	25 ppm	25 ppm	80 ppm	5 ppm muy bajo	150 ppm muy alto	80 ppm alto

OBSERVACIÓN: terreno moderadamente ácido y muy pobre en materia orgánica y demás nutrientes

Dra. Edith Yanez Ch
TEC. LABORATORISTA

fmc



Anexo No. 3. Base de Datos

1. Repeticiones
2. Tratamientos
3. Altura de plantas al inicio
4. Diámetro del tallo al inicio
5. Número de ramas/planta al inicio
6. Longitud de la hoja al inicio
7. Ancho de la hoja al inicio
8. Altura de plantas a la cosecha
9. Diámetro del tallo a la cosecha
10. Número de ramas/planta a la cosecha
11. Longitud de la hoja a la cosecha
12. Ancho de la hoja a la cosecha
13. Rendimiento de cerezas en kg/trat
14. Rendimiento de cerezas en kg/ha

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	R1	2,3	2,98	69	17,9	8,5	2,46	3,02	71	18,8	9,7	1232	13714
T2	R1	2,31	2,87	67	17,7	8,4	2,36	2,97	73	19,9	9,4	1360	15158
T3	R1	2,26	2,89	76	17,2	8,1	2,6	3,14	81	20,1	9,6	940,8	10466
T1	R2	2,33	2,97	71	18,5	9,1	2,39	3,21	74	19,68	8,9	1005	11188
T2	R2	2,28	2,84	66	17	9,7	2,34	3,2	72	20,2	9,9	777,6	8662
T3	R2	2,52	2,74	62	17,2	8,4	2,61	3,02	68	20,14	9,7	905,6	10105
T1	R3	2,53	2,97	67	17,8	9	2,54	3,24	72	30,24	9,1	1395	15519
T2	R3	2,23	2,78	75	17,7	8,9	2,33	3,17	80	20,51	9,9	1395	15519
T3	R3	2,29	2,87	67	16,8	8,4	2,39	3,19	70	19,94	9,2	1133	12632
T1	R4	2,2	2,92	64	18,1	8,9	2,35	3,02	69	21,4	9,9	1101	12271
T2	R4	2,32	2,78	65	16,5	7,4	2,41	3,14	68	19,67	9,8	1168	12992
T3	R4	2,29	2,9	57	15,9	8,1	2,4	2,9	65	18,97	9,8	1037	11549
T1	R5	2,35	2,92	74	17,3	9,4	2,44	2,87	81	20,34	9,8	793,6	8842
T2	R5	2,33	2,89	72	18,1	8,7	2,54	2,78	76	21,14	9,7	873,6	9744
T3	R5	2,36	2,94	65	16,9	9,3	2,46	3,15	71	19,54	9,9	873,6	9744

Anexo No. 4. Fotografías del manejo y evaluación del ensayo

4.1. Toma de muestras de suelo para su análisis para su análisis



4.2. Identificación y etiquetado de los sistemas agroforestales



4.3. Etiquetado de plantas de café para la toma de datos



4.4. Aplicación del fertilizante foliar Seamino al inicio de la investigación



4.5. Control manual de malezas



4.6. Evaluación de longitud y ancho de la hoja



4.7. Aplicación del fertilizante foliar
Seamino a los tres meses



4.8. Cosecha de cerezas verdes
de café



4.9. Visita de campo por parte de los
Miembros del Tribunal de Tesis



Anexo No. 5. Glosario de Términos Técnicos

Sistemas agroforestales.- Los sistemas agroforestales constituyen asociaciones diversas de árboles, arbustos, cultivos agrícolas, pastos y animales

Abonos Orgánicos.- Sustancia o mezcla de productos en descomposición, de origen natural (estiércol), que se incorpora en al suelo para aumentar la fertilidad de este y contribuir al restablecimiento de su estructura.

Análisis de suelo.- Es una serie de pruebas que se realiza sobre una muestra representativa de un lote, a fin de determinar el contenido de nutrientes y recomendar formulaciones en caso de deficiencia o exceso de cualquiera de estos.

Enfermedades.- Las enfermedades de las plantas son las respuestas de las células y tejidos vegetales a los microorganismos patogénicos o a factores ambientales que determinan un cambio adverso en la forma, función o integridad de la planta y puedan conducir a una incapacidad parcial o total.

Fertilidad.- Capacidad de los suelos para producir abundantes cosechas y frutos y que ayudan a incrementar la producción.

Fertilización.- Tipo de sustancia o mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

Microelementos.- Estos son en general constituyentes enzimáticos y se caracterizan por presentarse en bajas concentraciones en las plantas.: F, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Cl.

Fitosanitario.- Procesos de control de plagas y enfermedades, que se realiza en cultivos o plantas.

Agroforestería.- La agroforestería es un método de uso de la tierra que permite que crezcan los árboles en áreas agropecuarias y de cultivos.

Erosión.- Es la incorporación y el transporte de material por un agente dinámico, como el agua, el viento o el hielo y puede afectar a la roca o al suelo, e implica movimiento, es decir transporte de granos y no a la disgregación de las rocas, fenómeno conocido como meteorización.

Nutrientes.- Elemento disponible en el suelo para ser tomado por las plantas para su normal funcionamiento.

Macro nutrientes.- Estos son en general constituyentes de biomoléculas estructurales (proteínas, lípidos, carbohidratos) y se encuentran en mayor concentración en las plantas; en este grupo se incluyen: N P K.

Forestal.- Actualmente el término se refiere a terrenos no cultivados, poblados por especies arbóreas, matorral o herbáceas.

Propagación.- La propagación de plantas es la manera como ellas se conservan a través de los tiempos, es como se perpetúan como especie, es decir cómo se reproducen.

Homogéneas.- Que está formado por elementos con una serie de características comunes referidas a su clase o naturaleza que permiten establecer entre ellos una relación de semejanza.

Azar.- Cuando se dan casos de incertidumbre cuando un experimento o problema carece de certeza pero se puede predecir o explicar dentro de ciertos márgenes determinados por ecuaciones probabilísticas.

Variable.- Que varía o puede cambiar. La variable dependiente puede tomar diferentes valores en función del cambio de valor de una magnitud denominada variable.

Orgánico.- Es la descomposición de los desechos que se descomponen fácilmente.

Lixiviación.- Proceso de empobrecimiento que sufre el suelo por efecto de la excesiva infiltración y percolación de aguas lluvias o de riego, perdiendo con esto parte de sus nutrientes.

Unicaule.- Plantas que tienen un solo tallo.

Acidez.- La acidez constituye el conjunto de propiedades características de dos importantes grupos de sustancias químicas: los ácidos y las bases. Las ideas actuales sobre tales conceptos químicos consideran los ácidos como dadores de protones y las bases como aceptoras.