



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

TEMA

EVALUACIÓN MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora*) EN DOS SISTEMAS AGROFORESTALES Y TRES TIPOS DE ABONO FOLIAR EN EL RECINTO PURUHUAY, 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:

SARA LEONOR VISCARRA GALARZA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. AGR. KLEBER ESPINOZA MORA. Mg.

GUARANDA – ECUADOR

2012

EVALUACIÓN MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE CAFÉ ROBUSTA  
(*Coffea canephora*) EN DOS SISTEMAS AGROFORESTALES Y TRES TIPOS  
DE ABONO FOLIAR EN EL RECINTO PURUHUAY, CANTÓN  
ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO POR:

.....  
ING. AGR. KLEBER ESPINOZA MORA. Mg.  
DIRECTOR DE TESIS

.....  
ING. MILTÓN BARRAGAN CAMACHO. M.Sc.  
BIOMETRISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN  
DE TESIS

.....  
ING. AGR. SONIA FIERRO BORJA. Mg.  
ÁREA TÉCNICA

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

## **DEDICATORIA**

Agradezco infinitamente a Dios por darme paciencia y llenar mi alma de fortaleza en los momentos más difíciles de mi existencia y así poder hacer realidad este gran sueño.

Quiero dedicarle este trabajo a toda mi familia, a mis hijos quienes me han dado fortaleza para terminar este proyecto de investigación, de manera especial a mi esposo por estar ahí cuando más le necesité quien con su ayuda constante y cooperación que supo brindarme en los momentos más difíciles.

A las personas quienes de una u otra manera fueron parte importante en mi vida.  
“Cuando nuestros sueños se han cumplido, es cuando comprendemos la riqueza de nuestra imaginación y la pobreza de la realidad”

Sara Viscarra Galarza

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a mi Dios por darme la vida, salud y fuerza para alcanzar con éxito mis metas propuestas. A mi esposo e hijos razón de mi vida que con su amor comprensión y sacrificio han hecho posible cada uno de mis logros hasta hoy alcanzados.

Quiero dejar constancia y un sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Forestal, por darme la oportunidad de estudiar y llegar a ser profesional.

A mi director de tesis, Ing. Kleber Espinoza Mora. Mg. y al Ing. Milton Barragán Camacho en el Área de Biometría, que con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación han logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También agradezco a los miembros del Tribunal de calificación de Tesis como es la Ing. Sonia Fierro Borja. Mg. en el Área Técnica e Ing. Nelson Monar Gavilánez. M.Sc. en el Área de Redacción Técnica, ya que todos han aportado con un granito de arena a mi formación durante toda mi carrera profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁG.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Origen del café.....	3
2.2. Clasificación taxonómica .....	4
2.3. Morfología.....	4
2.3.1. La semilla .....	4
2.3.2. El fruto.....	5
2.3.3. Inflorescencia.....	5
2.3.3.1. Flor del cafeto .....	6
2.3.4. Las hojas .....	6
2.3.5. El tallo .....	7
2.3.6. La raíz.....	7
2.4. Características botánicas .....	8
2.5. Especies y variedades.....	9
2.5.1. <u>Coffea Canephora</u> .....	10
2.5.2. <u>Coffea liberica</u> .....	11
2.5.3. <u>Coffea excelsa</u> .....	12
2.6. Usos del café.....	13
2.7. Agroecología.....	13
2.8. Propagación y vivero.....	14
2.8.1. Factores que influyen en la germinación.....	16
2.8.2. Germinación.....	17
2.9. Nutrición mineral y fertilización.....	17
2.9.2. Los elementos minerales necesarios para las plantas.....	18
2.9.3. Influencia de la nutrición en la calidad del café .....	19
2.9.4. Plantación definitiva.....	19
2.10. Malas hierbas .....	20

2.11. Principales enemigos naturales del café.....	20
2.12. Recolección.....	21
2.13. Industrialización.....	21
2.14. Abonos orgánicos.....	22
2.14.1. Biol.....	24
2.14.2. Bokashí.....	25
2.14.3. Caldo microbiológico.....	26
2.15. Sistemas agroforestales.....	27
2.15.1. Regulación de sombra.....	28
2.15.2. Ventajas de los sistemas agroforestales.....	29
2.15.3. Desventajas.....	30
2.16. Clasificación de los sistemas agroforestales.....	30
2.16.1. Según el componente que los conforman.....	31
2.16.2. De acuerdo al tiempo y el espacio.....	31
2.17. Guabo.....	36
2.17.1. Clasificación taxonómica.....	36
2.17.2. Descripción botánica del Guabo.....	37
2.18. Fernán Sánchez.....	37
2.18.1. Clasificación taxonómica.....	38
2.18.2. Características.....	38
2.18.3. Distribución y ubicación.....	38
2.18.4. Factores para su desarrollo.....	39
2.18.5. Usos de la madera.....	39
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
3.1. MATERIALES.....	40
3.1.1. Ubicación del experimento.....	40
3.1.2. Situación geográfica y climática.....	40
3.1.3. Zona de vida.....	40
3.1.4. Material experimental.....	41
3.1.5. Materiales de campo.....	41
3.1.6. Materiales de oficina.....	41

3.2. Métodos .....	42
3.2.1. Factores en estudio: .....	42
3.2.2. Tratamientos .....	43
3.2.3. Procedimientos.....	43
3.3. Tipos de análisis.....	44
3.3.1. Análisis de varianza (ADEVA) .....	44
3.3.2. Análisis de efecto principal para factor A .....	44
3.3.3. Prueba Tukey al 5% para comparar promedio del factor B e interacciones AxB .....	44
3.3.4. Análisis de correlación y regresión lineal simple .....	44
3.4. Métodos de evaluación y datos tomados .....	44
3.4.1. Altura de ejes principales (AEP).....	44
3.4.2. Número de ejes principales (NEP).....	45
3.4.3. Diámetro de ejes principales (DEP).....	45
3.4.3. Número de ramas plagiotrópicas (NRP).....	45
3.4.5. Largo del limbo (LL).....	45
3.4.6. Ancho del limbo (AL) .....	45
3.4.7. Porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades (% IPE) .....	46
3.4.8. Porcentaje de sobrevivencia. (PS).....	46
3.4.9. Diámetro de copa (DC) .....	46
3.4.10. Incremento del crecimiento (IC) .....	46
3.5. Manejo del experimento .....	47
3.5.1. Análisis del suelo .....	47
3.5.2. Trazado de las unidades de investigación.....	47
3.5.3. Riegos .....	47
3.5.4. Control de malezas .....	47
3.5.5. Control de plagas y enfermedades .....	47
3.5.6. Aplicación de abonos orgánicos .....	48
3.5.7. Deschuponamiento .....	48
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
4.1. Altura del eje principal (AEP) .....	49

4.2. Número de ejes principales (NEP).....	57
4.3. Diámetro del eje principal (DEP) .....	65
4.4. Número de ramas plagiotrópicas (NRP) .....	73
4.5. Largo del limbo (LL).....	81
4.6. Ancho del limbo (AL) .....	89
4.7. Diámetro de la copa (DC).....	97
4.8. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de café (PSC).....	105
4.9. Incidencia y severidad de ataque de hormiga arriera ( <i>Atta cephalotesa</i> ) ...	111
4.10. Coeficiente de variación (CV) .....	112
4.11. Análisis de correlación y regresión lineal .....	113
4.12. Análisis químico del suelo antes y después del ensayo.....	115
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>118</b>
5.1. Conclusiones.....	118
5.2. Recomendaciones.....	120
<b>VI. RESUMEN Y SUMMARY.....</b>	<b>121</b>
6.1. Resumen .....	121
6.2. Summary.....	122
<b>VII BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>123</b>

## ANEXOS



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO No.</b>	<b>PÁG.</b>
1. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	49
2. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	50
3. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	52
4. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	54
5. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días .....	57
6. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días .....	58
7. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días .....	60
8. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días .....	62
9. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	65
10. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en el variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	66

11. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días.....	68
12. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	70
13. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días .....	73
14. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días.....	74
15. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días.....	76
16. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días.....	78
17. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	81
18. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	82
19. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	84
20. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	86
21. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días.....	89

22. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	90
23. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	92
24. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	94
25. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días .....	97
26. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días .....	98
27. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días .....	100
28. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días .....	103
29. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café .....	105
30. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café .....	106
31. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café .....	107
32. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café .....	109

33. Resultados de la incidencia y severidad del ataque de hormiga arriera ( <i>Atta cephalotesa</i> ) .....	111
34. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal .....	113
35. Resultados del análisis químico del suelo antes y después del ensayo .....	115

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO No.</b>	<b>PÁG.</b>
1. Sistemas agroforestales en la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	50
2. Variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	53
3. Tratamientos en la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	55
4. Sistemas agroforestales en la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días .....	58
5. Variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días .....	61
6. Tratamientos en la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días .....	63
7. Sistemas agroforestales en la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	66
8. Variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	69
9. Tratamientos en la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días .....	71
10. Sistemas agroforestales en la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días .....	74
11. Variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días .....	77
12. Tratamientos en la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días .....	79
13. Sistemas agroforestales en la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	82
14. Variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	85
15. Tratamientos en la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	87
16. Sistemas agroforestales en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	90
17. Variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	93
18. Tratamientos en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días .....	95

19. Sistemas agroforestales en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días.....	98
20. Variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días.....	101
21. Tratamientos en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días ....	104
22. Sistemas agroforestales en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café.....	106
23. Variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café.....	108
24. Tratamientos (Ax B) en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café.....	109
25. Tratamientos (Ax B) en la variable incidencia y severidad del ataque de hormiga arriera ( <i>Atta cephalotesa</i> ).....	111

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO No.

1. Mapa de la ubicación del ensayo
2. Análisis del suelo antes de iniciado la investigación
3. Análisis del suelo después de la investigación
4. Base de datos
5. Fotografías del manejo y evaluación de la investigación
  - 5.1. Dosificación de caldo microbiológico a ser aplicado
  - 5.2. Aplicación de caldo microbiológico a los 60 días
  - 5.3. Aplicación de biol a los 60 días
  - 5.4. Eliminación de malezas
  - 5.5. Aplicación de bokashí a los 60 días
  - 5.6. Evaluación del número de ejes a los 60 días
  - 5.7. Aplicación de biol a los 120 días
  - 5.8. Visita del Tribunal de Tesis
  - 5.9. Evaluación del número de ramas plagiotrópicas a los 120 días
  - 5.10. Desarrollo del cultivo de base
  - 5.11. Evaluación del número de hojas a los 180 días
  - 5.12. Evaluación del diámetro del eje principal a los 180 días
6. Glosario de términos técnicos

## I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de café robusta, actualmente producen casi seis millones de toneladas. América del Sur aporta a esa cifra cerca de 2.5 millones mientras que América Central y del Norte producen cada una algo más de 1.1 millones. Los principales países productores del mundo son Brasil con 1.290.000 T; Colombia, con 8.220.000 T; Indonesia con 431.000 T y México con 325.000 T; entre los que les siguen en orden de producción se cuentan en América los países de: Guatemala, Ecuador, Costa Rica.

([http://www/herbaria.plants.com.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulo\\_especies\\_y\\_anejos/cordia-alliadora](http://www/herbaria.plants.com.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulo_especies_y_anejos/cordia-alliadora))

La producción mundial de café por tipo para el período 2009/2010 de los cafés robustas 49,551 millones de sacos. El repunte de precios en el café es perceptible a nivel de bolsa para café robusta a partir del 2007. En el 2010 el precio promedio llegó a 69,8 dólares/quintal, en el mercado de New York para café arábigo y del mercado de Londres para café robusta, entre el 2001 al 2010

En el Ecuador se cultivan 220.000 hectáreas de café: Arábigo 68%, Robusta 32%. El sector cafetalero ecuatoriano tiene tres ejes básicos de acción interrelacionados: elevar la productividad, mejorar la calidad del producto y lograr la competitividad en el mercado internacional.

En el caso de la producción de café arábigo, una participación significativa en el mercado mundial se puede lograr ofertando cafés de alta calidad y los cafés especiales. Existiendo en el Ecuador de 105.000 Unidades de Producción Agropecuaria UPAS de café, tanto de cultivo solo como asociado, de lo que se desprende que alrededor de 105.000 familias se encuentran vinculadas a esta actividad, si tomamos en cuenta que en cada unidad productiva existen al menos 5 miembros por familia, el número de personas vinculadas a esta actividad supera las 500.000 personas, el café, sin duda alguna se ha destacado como un producto



con demanda para la exportación, la zona de Jipijapa en la provincia de Manabí, ha sido uno de los lugares de mayor producción de café. (SICA. 2009)

En la provincia de Bolívar, el COFENAC en alianza con otras instituciones con municipios y organizaciones de segundo grado, ha emprendido un proceso de recuperación de cafetales en las zonas de Caluma y Echeandía principalmente, con una gran aceptación por parte de los productores/as. Manual de Agropecuaria. (COFENAC. 2002)

En Echeandía desde hace 2 años atrás el COFENAC firma un convenio con el gobierno Local y la OSG UNORCIE, para emprender un proyecto de fortalecimiento y renovación de cafetales, para lo cual participaron más de 200 agricultores/as, con un promedio de 1 hectárea por agricultor para la siembra del café. Proceso que del cual ya los agricultores están realizando las primeras cosechas de café. (COFENAC. 2008)

Los sistemas agroforestales contribuyen a incrementar la productividad de los sistemas locales, mejorar la estabilidad económica y biológica, recuperar suelos degradados y beneficiar las propiedades químicas y físicas del suelo, estos sistemas permiten mantener los recursos forestales y se constituyen en depósitos importantes de carbono. Actualmente el consumo de fertilizantes orgánicos está aumentando debido a la demanda de alimentos orgánicos y la concienciación en el cuidado del medio ambiente. La utilización de abonos orgánicos ocupa un lugar importante en la agricultura. (Montagnine, F. 1992)

En este trabajo investigativo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de los sistemas agroforestales en el desarrollo del cultivo de café.
- Determinar cuál de los tres tipos de abonos foliares influye en el desarrollo morfológico del cultivo.
- Socializar los resultados a los sectores de influencia.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ORIGEN DEL CAFÉ

El vocablo café se deriva del árabe “kahwah” (**cauá**), llegando a nosotros a través del vocablo turco “kahweh” (**cavé**), con distintas acepciones, según los idiomas, pero conservando su raíz. (<http://www.sag.gob.html>)

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 no dormir en sus horas de oración nocturna. Productos para Agricultura. Por una vida más saludable (<http://www.agri-nova.com.españa.html>)

El café, la familiar bebida que se hace hirviendo los granos tostados y molidos de café 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 siglo 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 mahometanos fue prohibido por algún tiempo. Aunque 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, que en muchos casos estaban destinados a volverse centros renombrados de actividad social, literaria y política, se establecieron en Inglaterra, Holanda y otros lugares del norte de Europa, hacia 1650 y posteriormente en las colonias americanas. (SICA: Secretaría General del Sistema de la Integración Centroamericana. 2009)

Arabia y las zonas cercanas permanecieron como las únicas fuentes de abastecimiento para el café hasta 1.658, cuando los holandeses introdujeron la C. arabica a Ceilán y, en 1.699, a Java. Unos veinte años después de establecerse en Java, los embarques de C. arabica, vía París, a la Martinica y otros países, proporcionaron el núcleo para una gran cantidad del café arábigo, incluyendo casi todas las plantaciones del Nuevo Mundo.

([http://www.es.wikipedia.org/wiki/coffee\\_arabica.html](http://www.es.wikipedia.org/wiki/coffee_arabica.html))

## 2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino : Vegetal  
División : Magnoliophyta  
Clase : Dicotiledónea  
Subclase : Asteridae  
Orden : Rubiales  
Familia : Rubiaceae  
Género : Coffea  
Especie : Robusta

Nombre científico: *Coffea canephora*

Nombre Común: Café, cafeto.

([http://www.es.wikipedia.org/wiki/coffee\\_arabica.html](http://www.es.wikipedia.org/wiki/coffee_arabica.html))

## 2.3. MORFOLOGÍA

El cafeto, es una planta gimnosperma, leñosa, perennifolia, de producción bianual que prefiere crecer bajo sombra. Para describirlo, se partirá del centro de interés que es el fruto y específicamente la semilla. (FUNDEYRAM. 2010)

### 2.3.1. La semilla

Ésta consta de dos núcleos, cada uno de ellos con un grano de café con forma plana-convexa, el grano de café está encerrado en un casco semirrígido

transparente, de aspecto pergaminado que corresponde a la pared del núcleo. Una vez retirado, el grano de café verde se observa rodeado de una piel plateada adherida, que se corresponde con el tegumento de la semilla. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. (Nieto, C. et, al. 2005)

### 2.3.2. El fruto

El fruto de cafeto es una drupa polisperma, es carnosos, de color verde al principio; pero al madurar rojo o púrpura, raramente amarillo, llamado cereza de café, es de forma ovalada o elipsoidal ligeramente aplanada. Se compone de:

- **Embrión** - Localizado en la superficie convexa de la semilla, orientado hacia el extremo en forma puntiaguda y conformada por un hipocotilo y dos cotiledones.
- **Endospermo**: La semilla propiamente constituida.
- **Espermoderma**: (Película plateada), envuelve la semilla (tegumento seminal).
- **Endocarpio**: (Pergamino, cascarilla), cubierta corácea de color crema a marrón que envuelve la semilla.
- **Mesocarpio**: (Mucílago, baba), de consistencia gelatinosa y color cremoso.
- **Epicarpio**: (Cutícula, cáscara, pulpa), de color rojo o amarillo en su madurez, jugoso y envuelve todas las demás partes del fruto. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. (Lozano, B. 2007)

### 2.3.3. Inflorescencia

El cafeto posee una inflorescencia llamada Pacaya. La inflorescencia del café es una cima de eje muy corto que posee flores pequeñas, de color blanco y de olor

fragante en número variado. (En los arábigos es de dos a nueve y en los robustoides de tres a cinco. Como regla general se forman en la madera o tejido producida el año anterior). Los cinco pétalos de la corola se unen formando un tubo, El número de pétalos puede variar de cuatro a nueve dependiendo de la especie y la variedad. El cáliz está dividido en cuatro a cinco sépalos. Las yemas florales nacen en las axilas de las hojas, en las ramas laterales; aparecen a los dos o tres años según la variedad. Estas yemas tienen la capacidad de evolucionar en ramificaciones. La florecida alcanza su plenitud el cuarto o quinto año. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. (Nieto, C. et, al. 2005)

#### **2.3.3.1. Flor del cafeto**

Los granos de polen en la especies canephora y liberica son fácilmente transportados por brisas leves mientras que en la especie arábica no, debido a que son pesados y pegajosos. Las especies canephora y liberica son especies alógamas y los arábigos son autógamos. En las especies donde ocurre la polinización cruzada el elemento polinizador principal es el viento y luego los insectos. En los arábigos el 94% de la polinización es autopolinización y sólo en un 6% puede ocurrir polinización cruzada. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. (<http://www.org/forestry/nfp/43636/es/html>)

#### **2.3.4. Las hojas**

Las hojas aparecen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta, tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior. La lámina es de textura fina, fuerte y ondulada. Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las venas son hundidas y prominentes en la cara inferior. Su tamaño puede variar de tres a seis pulgadas de largo.

La vida de las hojas en la especie arábica es de siete a ocho meses mientras que en la canéphora es de siete a diez meses. La cantidad y distribución de follaje dependerá de la cantidad de sombra que posee el cafetal en el campo. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. (CATIE. 2004)

### **2.3.5. El tallo**

El arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral. En los primeros nueve a 11 nudos de una planta joven sólo brotan hojas; de ahí en adelante ésta comienza a emitir ramas laterales. Estas ramas de crecimiento lateral o plagiotrópico se originan de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente.

La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópico. Usualmente esta yema solo desarrolla si el tallo principal se ha decapitado, podado o agobiado. Si la yema apical muere por causa de enfermedades, ataque de insectos o deficiencias nutricionales puede iniciarse la activación de las yemas accesorias y forman nuevos brotes. Las yemas crecen primero en sentido horizontal, luego se doblan y crecen verticalmente formando una rama ortotrópica que a su vez forma hojas y ramas laterales. En la parte inferior del tronco donde ya no hay hojas se forman yemas. Al podar o doblar el tallo, de esas yemas brotan nuevas estructuras llamadas chupones que sustituyen el tallo podado. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. (Bachmann, P. 2008)

### **2.3.6. La raíz**

El sistema radical consta de un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica. Esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad si

las condiciones del suelo lo permiten. De la raíz pivotante salen dos tipos de raíces, unas fuertes y vigorosas que crecen en sentido lateral y que ayudan en el anclaje del arbusto y otras de carácter secundario y terciario, que salen de las laterales; éstas se conocen como raicillas o pelos absorbentes. El 80% de los pelos absorbentes se halla a unos 30 cm del tronco. El 94 % de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de profundidad en el suelo. Generalmente la longitud de las raíces laterales coincide con el largo de las ramas. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. (FUNDEYRAM. 2010)

## 2.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El género *Coffea*, consta de 25 a 40 especies en Asia y África tropicales; pertenece a la tribu Coffeioideae. Para mayor comprensión se presentan en el siguiente cuadro las características del café arábica y del café robusta.

Características	Arábica	Robusta
Tipo de planta	Arbusto	Árbol
Copa	Piramidal	Irregular
Hojas	Elípticas, oblongas y a veces	Elípticas, oblongas de ápice agudo
Inflorescencias	2 a 3 cimbras por	3 a 5 cimbras por
Frutos	Drupas elipsoidales	Drupas elipsoidales o subglobosas
Fecundación	Autógama	Alógama
Compatibilidad	Autocompatible	Autoincompatible
Estructura genética	Tetraploide	Diploide
Número de Cromosomas	2n = 44	2n = 22
Contenido de cafeína (en % de materia seca)	0.60 – 1.80	1.30 – 5.20

Fuente: [http://www.es.wikipedia.org/wiki/coffee\\_arabica.html](http://www.es.wikipedia.org/wiki/coffee_arabica.html)

El café presenta uno de los pocos casos de xenia, o sea, el efecto inmediato del polen en el endosperma como resultado de una doble fertilización en los géneros dicotiledóneos. El color del endosperma de las almendras de C. arabica es verde – azulado, mientras que los de C. liberica es amarillo; los híbridos de estas dos especies muestran una mezcla de los dos colores, dependiendo de la proporción de cuál es el progenitor masculino. Por otra parte, los cruces, incluyendo C. liberica y C. stenophylla, no exhiben esta característica. (Lozano, B. 2007)

## 2.5. 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. 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 ecotípicas 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. Una complicación posterior es la falta de una exploración concienzuda por los botánicos en gran parte de la región cafetalera, especialmente en África, de donde son nativas las distintas especies. Con el fin de obtener uniformidad, aquí se seguirá el tratamiento de las especies y variedades Coffea sugeridas por A. E. Haarer, quien ha estado trabajando muchos años con el café en África. Hay cuatro



especies principales, que se cultivan ampliamente y constituyen los cafés del comercio: café arábigo (*C. arabica* L.), café robusta (*C. canephora* Pierre ex Froehner), café liberiano (*C. liberica* Mull ex Hiern), y café excelso (*C. excelsa* A. Chev.); además, existe una gran cantidad de otras especies económicas, que se plantan en escala local y normalmente no entran a los canales comerciales. ([http://www.infoagro.com/especies\\_variedades/2.2/2002.html](http://www.infoagro.com/especies_variedades/2.2/2002.html))

### 2.5.1. *Coffea Canephora*

El café Robusta (*C. canephora* Pierre ex Froehner) es nativo de los bosques ecuatoriales de África, desde la costa oeste hasta Uganda y la parte sur del Sudán, lo mismo que de la parte de África occidental, entre las latitudes de 10° norte y 10° sur, en elevaciones desde el nivel del mar hasta más o menos 1000 metros de altura. Haarer da la siguiente descripción de *C. canephora*: Se trata de un árbol o arbusto liso, con hojas anchas que a veces adquieren una apariencia corrugada u ondulante, oblonga-elíptica, cortas, acuminadas, redondeadas o ampliamente acuñadas en su base, de 15-30 cm de largo y 5-15 cm de ancho; la nervadura media es plana por arriba, prominente por debajo, las laterales son de 8-13 pares; el peciolo es fuerte de 8-20 mm de largo; las estípulas interpeciolares son amplias triangulares, largas puntiagudas, connatas en su base, semipersistentes. Tiene flores blancas, algunas veces difusas con rosa, en dos racimos axilares, sésiles, con o sin brácteas con hojas. La corola de 5-7 lóbulos, el tubo sólo un poco más corto que los lóbulos. Las bayas ampliamente elipsoides, más o menos de 8-16 mm, estriadas cuando secas. (<http://www.org/forestry/nfp/43636/es/html>)

El café robusta fue utilizado por los nativos de toda el área de donde proviene, mucho antes que los europeos llegaran al África Ecuatorial. Los primeros colonizadores, al movilizarse por el continente, encontraron árboles de café en parcelas alrededor de las villas, o en las junglas cercanas, que eran cosechados regularmente. Una parte importante del café robusta producido en África, proviene de pequeñas propiedades.

La aparición del brote de roya por hemileia, en 1800 y años posteriores, y varios otros problemas, principalmente la falta de entendimiento en cuanto a las condiciones apropiadas de suelo y clima. Cultivos del café. Apartado 2.2 Especies y variedades ([http://www.infoagro.com/especies\\_variedades/2.2/2002.html](http://www.infoagro.com/especies_variedades/2.2/2002.html))

Se importaron semillas de "Kouilou" y otras razas, de plantaciones en el área de la Cuenca del Río Congo. Los tipos robusta probaron estar mucho mejor adaptados para las tierras bajas, cálidas y húmedas de Indonesia, Ceilán, la India y otras regiones donde había fallado la *C. arábica*. Aunque pronto se descubrió que la calidad del grano robusta es bastante inferior a las variedades arábicas, con la desventaja adicional de ser extremadamente variable de una planta obtenida por semilla a otra, sin embargo, el café robusta y sus híbridos con otras especies manifestaron características decididamente favorables: a) inmunidad o gran resistencia a la roya por hemileia, b) baja cantidad de fruta para la proporción de grano seco (3-5:1 en comparación de 5-6:1 para el café arábigo), c) gran capacidad productora y d) capacidad para retener la fruta en el árbol por algún tiempo después de su plena madurez. El café robusta aún se cultiva en localidades del Lejano Oriente y en aquellas localidades que son demasiado cálidas para que prospere el café arábigo. Esta área y el África proporcionan la mayor parte del café robusta producido en el mundo. (<http://www.infoagro.com/2002.html>)

### **2.5.2. Coffea liberica**

Café liberiano (*C. liberica* Bull ex Hiern) es nativo de los alrededores de Monrovia en Liberia. Según los investigadores, éste ha escapado del cultivo en la mayoría de los países a lo largo de la costa oeste de África. Este es un árbol sumamente ornamental y pronto fue conocido en muchas otras partes del mundo, después de su descubrimiento en 1872. Es un arbusto o árbol liso. Las hojas son más bien grandes, brillantes; la vaina ampliamente acuñada en su base, ampliamente elíptica-ovalada, corta, acuminada, un tanto ondulada, delgada, coriácea, tiene más o menos 20 cm de largo y 10 cm de ancho, las nervaduras laterales de las hojas son de 7-10 pares, con huecos en las axilas de las

nervaduras; el peciolo es de 10-16 mm. de largo, las estipulas ampliamente ovadas, apiculadas, connatas en su base, más cortas que el peciolo, tienen de 3-4 mm de largo. Las flores blancas, en cantidad de 7-6, subsésiles, reunidas varias en racimos, axilares, alcanzan más o menos de 3-5 cm de largo; las bractéolas son connatas, caliculadas, deprimidas, deltoides, subtruncadas, todas más cortas que el cáliz que es subtruncado, algunas veces se produce una bractéola oval arriba de las otras. El limbo del cáliz es anular, muy corto. Los lóbulos de la corola; son de 6-8, lóbulos ovales, obtusos, más o menos, tan largos como el tubo y, extendidos. Las anteras de 6-7, completamente salidas, tienen 1,27 cm de largo; los filamentos, 6.4 mm. El estilo es salido, bífido. La baya, oval, más o menos de 2,5 cm de largo, al principio roja después negra cuando está madura, arrugada cuando está seca. La semilla es de 1,27 cm o un poco más. (<http://www.sag.gob.html>)

### **2.5.3. Coffea excelsa**

El café excelsa, (**C. excelsa A. Chev**), fue descubierto en la región semiárida, del lago Chad en 1905. Se parece al café liberiano en el tamaño del árbol y las hojas, y en la consistencia de cuero de sus frutos, pero difiere de él en que tiene flores, frutos y granos más pequeños, estos últimos de regular calidad. Su descripción botánica es la siguiente:

Se trata de un árbol con hojas grandes, de 6-15 m hasta 20 metros de altura, con la corteza grisácea y rayada longitudinalmente. Las hojas varían en tamaño pero son más o menos ovaladas - lanceoladas, algunas veces ovaladas-espátuladas con la punta angosta y aguda en el ápice. Las vainas son de 18-28 centímetros de largo, de 9-12 centímetros de ancho; las nervaduras laterales en 6-9 pares; las flores son pequeñas, de color blanco o rosado, fragantes, dispuestas de una a cinco en racimos en cada nudo; cada racimo con, 2-4 flores que persisten por bastante tiempo, después de marchitarse. La corona es de 5-6 lóbulos; los tubos, de 8-2 mm de largo mucho más cortos que los lóbulos; los lóbulos, de 10-12 mm de largo por 6 mm de ancho. Los estambres son de color verde y el estilo, bien salido. El cáliz sumamente reducido o ausente, es más corto que el disco; las

bayas son ovoides y un poco comprimidas, de 17-18 mm de largo, de 15 mm de ancho. (<http://www.sag.gob.hn.html>)

En el comercio, el café excelsa constituye, un nombre de grupo aplicado a una gran cantidad de especies estrechamente relacionadas. Este café se ha cultivado en plantaciones de prueba, pequeños lotes comerciales y campos genéticos en varios países, por muchos años debido a su vigor y resistencia a la enfermedad. En el comercio se encuentra muy poco café excelsa verdadero, debido a que los árboles cuando están completamente desarrollados son demasiado altos para poder recolectar la fruta con facilidad. Este café es de baja calidad. (Nieto, C. et, al. 2005)

## **2.6. USOS DEL CAFÉ**

Los granos del café se utilizan para preparar una de las bebidas más exquisitas y populares del mundo, el café. También se le ha dado uso como parte del complemento en la elaboración de algunos alimentos de repostería, la pulpa es aprovechada como abono orgánico, y se han aprovechado sus propiedades medicinales. (<http://www.pasqualinonet.com.html>)

## **2.7. AGROECOLOGÍA**

Las plantas de café para su adecuado crecimiento requieren una temperatura de 30 °C y 23 °C durante el día y la noche, respectivamente. A partir de los dos años, el cafeto requiere temperaturas medias 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. La humedad relativa influye mucho en las condiciones sanitarias de la plantación, si se sobrepasa del 90% se desarrolla enfermedades fúngicas. (Romero C. et, al 2002)

Clima y suelo: El clima de un lugar permanece estable. Las regiones cafeteras están entre 1200 a 1800 metros de altitud, con un rango entre 17 a 23°C todo el año, una precipitación pluvial de 2.00 milímetros anuales repartidos durante todo el año.

**Cosecha y proceso tradicional:** La cosecha se hace manualmente, grano a grano, seleccionando solamente aquellos maduro, firmes y sin daño visible, se lava en estanques especiales con agua corriente natural para retirar los azúcares y algunos ácidos que dan mal sabor. Se seca al sol, se selecciona los granos y es ensacado para su posterior venta en los centros de acopio.

Este café luego es tostado y molido para proceder a la venta al consumidor final. (<http://www.pasqualinonet.com.ar/.html>).

## **2.8. PROPAGACIÓN Y VIVERO**

Vivero es el lugar donde se desarrollan las plántulas de café hasta el momento del establecimiento en el campo.

Las plantitas de café, pueden ser manejadas en el vivero mediante los sistemas: “crianza de plántulas en fundas de polietileno” o “crianza de plántulas en camellones. (Lozano, B. 2007)

- **Identificación de plantas madres:** son aquellas que representan el ideotipo de la variedad mejorada y reúnen excelentes condiciones agronómicas, sanitarias y productivas. Los cafetos pocos productivos, defectuosos, mal formados o “fuera de tipo” deben ser descartados como “plantas madres” Los granos destinados a la siembra deben provenir de frutos sanos y cosechados en plena madurez que se despulparán inmediatamente después de la recolección.
- **Prueba de índice de frutos vanos:** Contar 100 frutos grandes, maduros, sanos y bien formados, colocar los frutos en un recipiente con agua. La mayor parte de los frutos, debido a su mayor peso, se ubican al fondo del recipiente,

mientras que los frutos vanos flotan sobre el agua, la relación entre el número de frutos flotantes y el número de frutos sometidos a la prueba, permiten determinar el índice de frutos vanos, límite máximo aceptado de frutos vanos es el 8%.

- Beneficio del café para semilla, se realiza la cosecha Selectiva, el despulpado a mano o con una despulpadora bien calibrada, posteriormente la fermentación hasta su punto óptimo, el lavado con abundante agua limpia, y por último el secado a la sombra hasta el 14 - 17% de humedad.
- Selección de granos por sus características físicas: Los granos de café pergamino, destinados para semilla, deben ser seleccionados cuidadosamente, descartando todos los granos anormales: “caracoles”, “monstruos” y “triángulos”; así como, los granos pequeños, picados por la despulpadora o con otros defectos. Para semilla únicamente deben seleccionarse los granos “**normales**”, de puntas redondeadas y ranura recta, con un buen tamaño, peso y color.
- Cobertizo: Estar cerca de una fuente segura de agua, preferiblemente plano y nivelado, libre de piedras, terrones y palos, libre de malezas, plagas y patógenos, de fácil acceso y cerca de las áreas de plantación definitiva.
- Semillero: Un semillero o germinador es el lugar donde se siembran las semillas de café para inducir la germinación y crecimiento inicial de las plantitas. El establecimiento de un semillero de café debe realizarse al inicio de la época seca o inmediatamente después de la cosecha.
- Se desinfecta el sustrato empleando la técnica denominada “solarización”, que consiste en colocar la arena o suelo sobre un tendal de cemento, cubrir con una lámina plástica transparente y exponer a la luz solar directa durante 5 a 7 días. o desinfectando el sustrato con agua caliente

- Se siembra en hileras cada pepa una tras de otra, cara abajo, se deja crecer tapada las pepas hasta que alcanzan su condición de fosforito, se procede a destapar el semillero y se aplica riego y desinfectantes según la necesidad, estas plantas estarán listas para el trasplante cuando hayan alcanzado 3 o 4 hojas. (COFENAC. 2008)

### **2.8.1. Factores que influyen en la germinación**

Para que se dé el anterior proceso de germinación de la semilla es necesario que se reúna tres condiciones fundamentales: calor, humedad, aire, así falta cualquiera de ellos, o no se encuentra en la debida proporción, la germinación no tiene lugar y se puede llegar al fracaso.

- **Humedad**

Las células de las semillas que germinan no pueden realizar los procesos, vitales de absorción, metabolismo, transporte de alimentación asimilación, respiración y crecimiento sin una abundancia de agua.

Cuando el agua manda, el epispermo está más permeable al oxígeno y al dióxido de carbono de agua que es absorbida, es relativamente grande o puede ser hasta un 70%. El tiempo que necesita, la semilla para la absorción, varía de acuerdo de impermeabilidad, del epispermo y puede variarse según la especie entre dos o tres semanas. (Terranova. 1995)

- **Calor**

Las semillas de muchas especies germinan bajo diversas variaciones de temperaturas, otras necesitan para su germinación completa temperaturas dentro de límites más estrechos, para regular se puede decir que temperatura muy bajas, altas reducen o inhiben la germinación.

Requiere de una temperatura constante en el suelo de 22°C., se recomienda, someter las semillas a tratamientos pregerminativos, sin este paso la germinación es poca, irregular y pueden durar varios meses. (Couvillon, G. 1985)

- **Aire**

Cuando la semilla empieza a germinar requiere de energía considerable para la germinación, esta luego es proveniente de un proceso que se llama la respiración, que sería la oxidación de los azúcares, la respiración es igual para los animales como para las plantas

Las semillas no germinan si tienen un promedio inadecuado de oxígeno como por ejemplo: si el medio de la germinación es demasiado húmedo, o las semillas son sembradas a mayor profundidad de la requerida, esto entre otros factores no le permite una adecuada oxigenación y retrasa su crecimiento. (Gomes Z. J. 2000)

### **2.8.2. Germinación**

Las semillas tienen su máximo poder germinativo, a los 30 días de sembrado en su respectivo sustrato de acuerdo al método pregerminativo que realice.

Las semillas más viejas y guardadas máximo un año tienen mayor poder germinativo, semillas buenas de algunos árboles a menudo fracasan en germinar aun cuando las condiciones de temperatura, humedad, oxígeno, y luz sean adecuadas. (Terranova. 1995)

## **2.9. NUTRICIÓN MINERAL Y FERTILIZACIÓN**

Para valorar la importancia de los nutrientes es necesario conocer el papel específico o funciones de los nutrientes minerales en las plantas. Los nutrientes se encuentran en el suelo en cantidades variables, en exceso, en cantidades adecuadas o en situaciones de déficit. (De Luna, A. y Vázquez, E. 2009)



En la mayoría de los casos, las cantidades de nutrientes no son suficientes para la adecuada nutrición de la planta y es necesario suplementar el requerimiento de los cultivos mediante una buena fertilización. Cuando escasea en el suelo, cualquiera de los nutrientes esenciales, las plantas cultivadas presentan alteraciones morfo fisiológicas y una reducción de su capacidad productivas.

Los síntomas de carencia son característicos para cada nutriente, se pueden observar en los campos de cultivo o en plantas aisladas. Las deficiencias de minerales en las plantas aparecen cuando ya el cultivo ha perdido buena parte de su potencial de rendimiento por mal nutrición. (<http://www.es.wikipedia.org.html>)

El modo que se incrementa el rendimiento de los cultivos con la fertilización resulta a menudo espectacular. Para lo cual existen dos reglas básicas a observar:

- 1- La ley del mínimo, según la productividad se ve condicionada por el nutriente en menor proporción.
- 2- El requerimiento óptimo en nutrientes, es diferente para cada especie y variedad vegetal. (Alvin. P. et, al. 1973)

### **2.9.2. Los elementos minerales necesarios para las plantas**

Las plantas obtienen los elementos esenciales de dos medios muy distintos, en el aire y el suelo; en principio, la disponibilidad de los elementos esenciales presentes en el aire (carbono, hidrógeno, oxígeno).

El término, nutriente vegetal se aplica específicamente a los elementos esenciales que la planta obtiene del suelo. Como se sabe, el vehículo que realiza para la absorción de los nutrientes es el agua del suelo, que los lleva disueltos en forma 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. (COFENAC. 2002)

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 nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). (Arévalo, A. et, al. 2000)

Micronutrientes secundarios.- Son los micros nutrientes por su disponibilidad en el suelo como por su cuantía en la que los absorben las plantas, no presentan por lo general problemas de reposición, los más importantes son: azufre (S), magnesio (Mg) y calcio (Ca). (COFENAC. 2002)

### **2.9.3. Influencia de la nutrición en la calidad del café**

- La deficiencia de Mg, inducida por altas dosis de K, promueve la presencia de un alto porcentaje de granos color marrón y pobres.
- El sabor de la bebida mejora con aplicaciones de Mg.
- La deficiencia de Fe en suelos con un pH alto producen el grano ámbar.
- Concentración muy altas de Ca y K en los granos generan un sabor amargo y áspero.
- No se ha encontrado correlación entre el contenido de P y la calidad física y sensorial del grano.
- La aplicación de cantidades excesivas de micronutrientes (B-Fe-Cu-Zn-Mn), no produce respuesta en producción. (<http://www.es.wikipedia.org.html>)

### **2.9.4. 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 más favorable para realizar estas operaciones se corresponde con el inicio de la temporada de lluvias. En las regiones soleadas, los cafetos Las densidades de plantación se han ido elevado hasta llegar en la actualidad desde 3000 y 5000 plantas/hectárea (Terranova. 1995)

Ha de aplicarse fertilización tanto orgánica como mineral. Se suelen utilizar entre 20 y 30 t/h 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; P<sub>2</sub>=5 5 K<sub>2</sub>O: 15 Ca 0 6 y S=3: 20 similares, en cantidades de entre 500 y 1000 kg/ha al inicio de la maduración del grano. (De Luna, A. y Vázquez, E 2009)

## 2.10. MALAS HIERBAS

El control de las hierbas se puede realizar en forma manual o mecánica, 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)

## 2.11. PRINCIPALES ENEMIGOS NATURALES DEL CAFÉ

PROBLEMA FITOSANITARIO	NOMBRE TÉCNICO	ENEMIGO NATURAL	TIPO DE ACCIÓN
Roya del Cafeto	<i>Hemileia vastatrix</i>	<i>Verticillium lecanii</i> <i>Cladosporium hemileiae</i> <i>Paranectria hemileiae</i>	Hiperparásito
Broca del fruto	<i>Hypothenemus hampei</i>	<i>Prorops nasuta</i> <i>Cephalonomia stephanoderis</i> <i>Phymastichus coffea</i> <i>Heterospilus coffeicola</i> <i>Metarhizium anisopliae</i> <i>Beauveria bassiana</i>	Parasitoide Parasitoide Parasitoide Parasitoide Entomopatógeno Entomopatógeno Entomopatógeno
Taladrador de la ramilla	<i>Xylosandrus morigerus</i>	<i>Beauveria bassiana</i>	Entomopatógeno

Minador de la hoja	<u>Perileucoptera</u>	<u>Viridipyge</u> <u>letifer</u>	Parasitoide
	<u>coffeella</u>	(HYM Braconidae)	Parasitoide
		<u>Cirrospilus</u> sp.	Parasitoide
		(HYM-Eulophidae)	Parasitoide
		<u>Zagrammosoma</u> sp.	Parasitoide
		<u>Pnigalio</u> sp.	Parasitoide
		<u>Horismenus cupreus</u>	Predator
		<u>Catolaccus</u> sp.	Predator
		(HYM-Pteromalidae)	Predator
		<u>Trisopsis</u> sp.	
		(DIP-Cecidomyiidae)	
		<u>Polybia sctutellaris</u>	
		(HYM-Vespidae)	
	<u>Polistes</u> sp.		
	<u>Crysopa</u> sp.		
	(NEU-Chrysopidae)		

Fuente: Programas CATIE-MIP-AF/NORAD y CATIE/FUNDECOOPERACIÓN

## 2.12. RECOLECCIÓN

La cosecha se lo hace luego de unos 8 meses desde la floración cuando el grano toma una coloración roja o amarilla. La floración se produce dos veces al año toma una coloración roja o amarilla. Con material vegetal no seleccionados 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. Con tecnología apropiada y plantas seleccionadas, puede llegarse hasta 1.000 a 1.200 kg/ha en cada recolección. (Manual de Agropecuaria. 2002)

## 2.13. INDUSTRIALIZACIÓN

El café para su venta debe estar despulpado, para secarlos a continuación, este proceso se denomina curación y puede llevarse a cabo empleando dos métodos. Con el método tradicional, los frutos se extienden al sol para que se sequen y

después se extraen la piel y la pulpa seca, o secados industrialmente en máquinas secadoras.

Por medio de una máquina descascarilladora, después del tratamiento los granos solo exigen un acondicionamiento sencillo. Con el método húmedo más reciente se elimina la capa carnosa externa y los frutos se ponen a remojar, 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 importado. (<http://www.abcagro.com.html>)

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 sólido apropiado para después de la cena. Por último quienes gustan del café fuerte prefieren el llamado tueste continental. (Torres, C. 2002)

#### **2.14. ABONOS ORGÁNICOS**

La agricultura orgánica propone alimentar al suelo para que los microorganismos que allí se encuentran presentes, después de atacar a la materia orgánica y mineral que se incorpora, tomen asimilables los nutrientes y de esta manera pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas, para propiciar su desarrollo y fructificación.

Los abonos orgánicos son ricos en micro y macro elementos, necesarios para tener cultivos sanos, ayudar a la planta a resistir el ataque de enfermedades y plagas. Mejora la textura y estructura de los suelos, regulando su temperatura y humedad (IIRR. 1996)

La preparación de abonos orgánicos como compost, caldo microbiológico y Biol es una práctica indispensable en las fincas orgánicas con los objetivos de reciclar

la materia orgánica (residuos de cosechas, subproductos del café y otros cultivos, estiércoles y basuras orgánicas) y usarlos como fertilizantes en los cultivos para estimular el desarrollo sano y vigoroso de las plantas y mejorar los rendimientos.

El compost, caldo microbiológico y biol deben ser preparados en las fincas, tomando en consideración las particulares condiciones de las zonas de cultivo, ajustando las proporciones de materiales orgánicos, tiempos de procesamiento y normas de aplicación en los cultivos.

([http://www.ambiente.gov.ec/paginas\\_español/4ecuador/docs/PlanForestación.pdf](http://www.ambiente.gov.ec/paginas_español/4ecuador/docs/PlanForestación.pdf))

La aplicación de los abonos orgánicos se reforzaba con la asociación e intercalación de cultivos, rotación de cultivos; con prácticas y labranza mínima y siembra en contorno, nivelar la tierra construcción de terrazas.

Existen abonos orgánicos modernos como son:

- Compostas
- Abonos verdes
- Lombricultura
- Biofertilizantes,
- Abonos líquidos

Ventajas:

1. Se aprovechas los materiales orgánicos de la comunidad y la finca
2. No hay que comprar los materiales
3. Participa toda la familia
4. Se puede intercambiar o vender
5. No daña la tierra ni la salud
6. Mantiene y crea la vida de los microbios en la tierra
7. Mejora el crecimiento y producción de las plantas.

(<http://www.infoagro.com.html>)

### **2.14.1. Biol**

El Biol es un fitoestimulante orgánico con contenidos de fitoreguladores, que resulta de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del bioabono. El bioestimulante biol es un efluente líquido que se descarga frecuentemente de un biodigestor y, por medio de filtraciones, se separa la parte líquida de la sólida. Actualmente es de difusión su uso. (<http://www.sica.gov.ec/.html>)

#### Preparación del biol

Los materiales requeridos para elaborar el Biol son las siguientes:

- 60 Kilos de estiércol fresco de ganado vacuno, caballar, porcino u otro (una tercera parte del tanque)
- 1 galón de melaza ó 2 libras de panela
- 1 litro de leche o suero
- 100 gramos de lavadura
- 100 litros de agua

El Biol es una fuente que se obtiene como producto de la descomposición de desechos orgánicos, durante la producción del biogas a partir de la fermentación en los tanques, aparece un residuo líquido sobre nadante que es el Biol. “Denominación aceptada por la Red Latinoamericana de Energías Alternas”.

El Biol se obtiene separando lo líquido de lo sólido, cerniendo. Siendo el Biol una fuente orgánica, promueve actividades fisiológicas, estimula el desarrollo de las plantas, sirve para las siguientes actividades agronómicas, enrizamiento aumenta y fortalece la base radicular, acción sobre el follaje.

El biol es considerado como un fitoestimulante complejo que permite aumentar la cantidad de raíces e incrementa la capacidad fotosintética de la planta mejorando

así la producción y calidad de las cosechas. El biol promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas y cumple las siguientes actividades agronómicas: acción sobre la floración, acción sobre el follaje, mejorador del enraizamiento, activación de semillas. (De Luna, A. y Vázquez, E. 2009)

Se aplica por aspersión manual o por riego por aspersión, a razón de 19 litros de agua por cada litro de biol, si es aplicado puro quemaría las plantas. Este abono incrementa notablemente el volumen del sistema radicular. También el índice del área foliar, la clorofila y la tasa de asimilación neta se incrementa substancialmente en aplicaciones foliares. (Velasquí, R. 2005)

#### **2.14.2. Bokashí**

Abono que resulta de la fermentación de desechos vegetales y animales. Ha sido utilizado milenariamente por los japoneses para fertilizar sus cultivos, para producir bokashí se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Combinar diversos tipos de materiales orgánicos
- Controlar la temperatura y la humedad
- Mantener un olor agradable de la fermentación

Los ingredientes para elaborarlo son:

- Desechos vegetales
- Tierra negra, humus o compost
- Salvado de trigo, cebada, afrechillo o algún elemento que reemplace a materia seca (menos viruta)
- Estiércol de cuyes, conejos, vacas o gallinaza
- Carbón molido
- Roca fosfórica
- Melaza



- Levadura de pan
- Agua de acuerdo a la prueba del puñado

Todos los ingredientes pueden ser mezclados e ir colocando la melaza disuelta en agua y la levadura al mismo tiempo, se puede mezclar primero para luego humedecer con agua mezclada con melaza y la levadura. Durante los primeros días la temperatura del bokashí sube debido a la fermentación pero se la tiene que controlar volteando por lo menos una vez por semana y humedeciéndola. Este abono está listo para ser utilizado a partir de los 15 días. Para su uso tanto las plantas como en el suelo debe disolverse a razón de 1 litro de bokashí líquido por 20 litros de agua, debido a que si es aplicado puro quemaría las plantas.

Al aplicar en el suelo, este debe estar húmedo debido a que las bacterias tienen que ingresar y empezar a alimentarse de la materia orgánica existente. Si no está húmedo puede ocasionar estrés a los cultivos.

El biol puede utilizarse para controlar plagas o enfermedades a los cultivos en sus estados iniciales, así como también ayuda a descomponer los abonos. (<http://www.agropecstar.com/avino%fermentado%20BOCASHI.html>)

### **2.14.3. Caldo microbiológico**

Para elaborar el caldo microbiológico se requiere de las siguientes herramientas: Un tanque plástico con capacidad para 200 litros, un saco de yute, un balde plástico y un metro de tela o lienzo.

Los materiales requeridos para preparar el caldo microbiano son los siguientes:

30 Kilogramos de estiércol fresco de ganado vacuno, caballar o porcino (sexta parte del tanque)

8 libras de tierra de guabo o mulch de bosque

4 libras de compost o humus de lombriz

1 litro de leche o suero  
2 libras de hojas de plantas medicinales o aromáticas, finamente picadas  
16 libras de hojas de leguminosas picadas  
1 galón de melaza ó 2 libras de panela  
100 gramos de levadura  
2 kilos de premezcla mineral (sales minerales que no contengan antibióticos)  
1 litro de vinagre  
100 litros de agua

Preparación.- Se coloca en el tanque plástico todos los materiales indicados y se revuelve hasta obtener una mezcla homogénea, añadir agua hasta aproximadamente 20 centímetros bajo el nivel superior del tanque, cubrir el recipiente con un saco de yute, revolver la mezcla diariamente por 15 minutos, con la finalidad de oxigenar el preparado, durante la fase de fermentación, el proceso de fermentación aeróbico del caldo microbiológico dura entre 20 y 30 días, al terminar el proceso de fermentación no se observará espuma en la superficie de la mezcla, para emplear el caldo microbiológico se debe revolver intensamente el contenido del tanque y luego proceder a cernir usando una tela o lienzo, después de cernido, puede ser almacenado en recipientes herméticamente cerrado como botellas de plástico.

Se recomienda usar en una concentración del 30% (6 litros de caldo + 14 litros de agua). Las aspersiones deben dirigirse al follaje. En una hectárea se pueden usar de 300 a 400 litros del preparado. Se debe realizar su aplicación al inicio de la época lluviosa. (COFENAC. 2008)

## **2.15. SISTEMAS AGROFORESTALES**

Se conoce como sistemas agroforestales, al uso de árboles, arbustos y palmas sembrados a propósito con cultivos agrícolas o animales en el mismo terreno. Estos sistemas se integran de manera armónica y eficiente el manejo de cultivos, animales y árboles, contribuye a la búsqueda de nuevas estrategias de producción.

Mediante el establecimiento de los sistemas agroforestales, se explica el concepto de sostenibilidad (producción más conservación) en el que se realiza un manejo consciente e integral de cada uno de los componentes, tomando en cuenta sus interacciones. (Recalde, M. 2000)

### **2.15.1. Regulación de sombra**

- La regulación de sombra es importante en el desarrollo de los cafetos, su uso adecuado permite el crecimiento adecuado de las plantas y obtener una buena producción.
- La mayor parte de los cafetales arábigos del Ecuador tiene como característica una sombra excesiva que no permite un buen aprovechamiento de la luz solar para la función fotosintética.
- Un cafetal con sombra excesiva, elevada humedad relativa, falta de aireación, abundante follaje tierno, alta población de malezas y podado, crea condiciones micro ambiental predisponen para el ataque de plagas (Broca del fruto) y enfermedades (Mal de hilachas, Roya y Ojo de gallo).
- Una excesiva luminosidad (cafetales a plena exposición solar o con poca sombra) y deficiencia de nitrógeno asimilable en el suelo, crea una condición favorable para el ataque de la Mancha de hierro.
- En la renovación de cafetales se debe promover el cultivo bajo una sombra regulada, con aproximadamente de 60 a 70% de luminosidad interna para asegurar su crecimiento.
- Los cafetales con sombra superior al 40% se tornan poco productivos e inclusive improductivos por la reducida cantidad de energía solar sobre el follaje de los cafetos.

- Por otra parte, en cafetales con una luminosidad superior al 70% pueden observarse ciertos trastornos fisiológicos que causen un envejecimiento prematuro de las plantaciones, sobre todo cuando no existe suficiente agua y nutrientes disponibles en el suelo. (COFENAC. 2002)

### **Importancia**

Las prácticas y sistemas agroforestales son muy variables y flexibles desde el punto de vista biológico como socioeconómica. Hablando biológicamente se puede encontrar numerosas prácticas con utilización de distintas especies en condiciones ambientales diferentes en todo el mundo. (Montagnini, F. 1992)

#### **2.15.2. Ventajas de los sistemas agroforestales**

- Conservación del suelo, lo protege de la erosión, permite el incremento de la micro y meso fauna, mejora su textura y estructura
- Influye en el clima, por cuanto disminuye la velocidad del viento y con ello la mortalidad en animales
- Mantiene la humedad, reduce la evaporación desde el suelo
- Incide en las heladas por la irradiación emanada por la capa arbustiva.
- Protegen la atmósfera por la absorción del CO<sub>2</sub> a través del proceso de fotosíntesis e incrementa el agua al disminuir la evo transpiración
- Preserva la biodiversidad, al convertirse en refugio de las aves, insectos y otros animales benéficos.
- Genera beneficios económicos, con la venta de la cosecha agrícola, forestal y la producción animal. (Velastegui, R. 2005)

### **2.15.3. Desventajas**

- Puede disminuir la producción de los cultivos principalmente cuando se utilizan demasiados árboles (competencia) y/o especies incompatibles.
- Pérdida de nutrientes cuando la madera y otros productos forestales son cosechados y exportados fuera de la parcela.
- Interceptación de parte de la lluvia, lo que reduce la cantidad de agua que llega al suelo.
- Daños mecánicos eventuales a los cultivos asociados cuando se cosechan o se podan los árboles, o por caída de gotas de lluvia desde árboles altos.
- Los árboles pueden obstaculizar la cosecha mecánica de los cultivos.
- El microambiente puede favorecer algunas plagas y enfermedades. (Montagnini, F. 1992)

### **2.16. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES**

Considerando el nivel socioeconómico de sus propietarios, se ha encontrado que la aplicación de las prácticas agroforestales puede ser efectiva desde el nivel del pequeño propietario (como es el caso de los huertos caseros mixtos) hasta las plantaciones forestales o fincas ganaderas pertenecientes a grandes empresas. (Montagnini, F. 1992).

### **2.16.1. Según el componente que los conforman**

De acuerdo a los tipos de combinaciones de los componentes que los conforman se clasifican en tres tipos: 1) sistemas agroforestales o silvoagrícolas, 2) sistemas agrosilvopastoriles y 3) Sistemas silvopastoriles.

**Sistemas agroforestales o silvoagrícolas.-** Dentro de este grupo se tiene árboles de valor asociado a los cultivos, árboles frutales asociados a los cultivos. Pertenecen a este grupo cercas vivas, cortavientos, árboles de sombra en los cultivos y árboles para la conservación y el mejoramiento del suelo, manteniendo bienes y servicios ambientales.

**Sistemas agrosilvopastoriles.-** Estos sistemas son mucho más complejos que los sistemas de dos componentes debido al gran número de combinaciones posibles que pueden presentarse. En sistema los árboles ejercen una función productora y protectora, es la forma en la que se maneja en algunas fincas de la provincia de Sucumbíos, donde se combina café- laurel, grama y ovejas africanas. (Añasco, M. 2000)

**Sistemas silvopastoriles.-** Los sistemas silvopastoriles de producción son: pastoreo en bosque, pastoreo en repoblaciones forestales jóvenes, árboles de valor asociado con los pastizales, árboles frutales asociados con los pastizales y árboles forrajeros.

### **2.16.2. De acuerdo al tiempo y el espacio**

De acuerdo al tiempo y el espacio los sistemas agroforestales se clasifican en: sistemas agroforestales secuenciales, 2) sistemas agroforestales simultáneos y 3) Cercas vivas y cortinas rompe viento.

**Sistemas secuenciales:** Consiste en el uso alternado de la tierra en rotación, bosque-chacra, barbecho forestal chacra-bosque. Después de los cultivos

agrícolas de algunos años se deja regenerar el bosque para recuperar la fertilidad del suelo. (<http://www.peruecologico.com.html>)

Menciona que en estos sistemas existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; esta categoría incluye formas de agricultura migratoria con la intervención o manejo de barbechos y los sistemas Taungya, métodos de establecimiento de plantaciones forestales en los cuales los cultivos anuales se llevan a cabo simultáneamente con las plantaciones de árboles, hasta que el follaje de los árboles se encuentra desarrollado. (Musálem, M. 2001)

En los sistemas secuenciales, las cosechas y los árboles se turnan para ocupar el mismo espacio, los sistemas generalmente empiezan con cosechas agrícolas y terminan con árboles, la secuencia en el tiempo mantiene la competencia a un mínimo, los árboles en un sistema secuencial deben crecer rápidamente cuando los cultivos no lo están haciendo, deben reciclar minerales de las capas de suelo más profundas, fijar nitrógeno y tener una copa grande para ayudar a suprimir plantas indeseables. (Ramírez, C. 2005)

**Agricultura migratoria.-** Comprende sistemas de subsistencia orientadas a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación. Solo ocasionalmente considera la fuente de ingresos por medio de la venta de los excedentes de los productos. (López, M. et, al. 2003)

Es un sistema en el cual el bosque se corta y se quema para cultivar la tierra por un periodo de 2 a 5 años; luego del periodo de cultivo continúa la fase de descanso o barbecho, que dura generalmente de 5 a 20 años (Palomeque, E. 2009)

El periodo del barbecho es necesario porque, inicialmente la productividad del cultivo es elevada, pues con la quemas los nutrimentos que se encontraban en la vegetación se incorporan al suelo, baja la acidez y aumenta la fertilidad del suelo, luego de 2 a 3 años de cultivo, se empobrecen los suelos, aumentan los costos de desmalezado y disminuye la productividad de los cultivos, el periodo de barbecho

permite que se restablezca el reciclaje de nutrimentos, al ser colonizada la parcela por la vegetación secundaria. (Musálem, M. 2001)

**Sistemas Taungya.-** Siembra de cultivos durante la fase de establecimiento de plantaciones forestales, de frutales o de cultivos perennes como café y cacao. El beneficio socioeconómico de los sistemas taungya es que se ahorran costos en el establecimiento de las plantaciones, en secuencia, la obtención de madera se logra a un costo más reducido que en las plantaciones forestales convencionales, los agriculturas participantes obtienen ingresos monetarios, aparte de los beneficios recibidos de las cosechas. (Palomeque, E. 2009)

Estos sistemas permiten una mejor utilización del espacio y del suelo, mejor protección del mismo, y reducen el costo de la limpieza de las plantaciones establecida sin agricultura.

Las ventajas que se tienen con este sistema son: ahorrar costos de establecimiento de las plantaciones forestales y obtener de ingresos o beneficios por concepto de cosechas. Dentro de sus desventajas están el no obtener beneficios inmediatos por venta de productos forestales, el uso y manejo de la tierra están determinados por las necesidades de la plantación y no por las necesidades que tienen los productores; el diseño de las plantaciones no siempre es el adecuado y la presencia de árboles impide la utilización de maquinaria para los cultivos. (López, M. et, al. 2003)

**Sistemas simultáneos:** Árboles y cosechas agrícolas o los animales crecen juntos, al en el mismo pedazo de terreno, todos compiten por la luz, agua y minerales Se encuentran aquí: plantaciones en linderos, setos, y cercas vivas, cortinas rompe vientos, setos en callejones, sistemas de arboleda, sistema silvopastoriles, silvoagricultura, cultivos perennes de sombra cuando todos sus componentes se encuentran presentes al mismo tiempo, que es más fácil de identificar. (Palomeque, E. 2009)



En un sistema simultáneo, los árboles y las cosechas agrícolas o los animales crecen juntos, al mismo tiempo en el mismo pedazo de terreno, estos son los sistemas en los cuales los árboles compiten principalmente por luz, agua y minerales, la competencia es minimizada con el espaciamiento y otros medios, los árboles en un sistema simultáneo no deben crecer tan rápido cuando la cosecha está creciendo también rápidamente, para reducir la competencia, los árboles deben tener también raíces que lleguen más profundamente que las de los cultivos, y poseer un dosel pequeño para que no los sombreen demasiado. (Arévalo, M. et, al. 2000)

**Árboles en asociación de cultivos perennes.-** Estos sistemas representan una alternativa cuando el uso de monocultivos no es económicamente factible debido al alto costo de productos agroquímicos, la elección de un sistema con árboles para sombra depende de la necesidad de diversificar la producción. Consiste en la combinación simultánea de árboles con cultivos perennes, tales como café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), té (*Camellia sinensis*) y cardamomo (*Elettaria cardamomum*).

Son sistemas de cultivo intercalado donde el árbol contribuye productos adicionales, mejora el suelo microclima o sirve de tutor para cultivos de enredadera como pimienta (*Piper nigrum*) o vainilla (*Vanilla planifolia*). Los árboles pueden ser maderables como por ejemplo *Cordia alliodora* o *Cedrela odorata*, especies leguminosas de uso múltiple como *Inga spp.*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina spp.*, o frutales como *Citrus spp.*, Persea americana, o *Macadamia spp.* (Musálem, M. 2001)

Entre las especies forestales que mejor se adaptan al sistema están las siguientes: *Inga edulis*; *Cordia alliodora*; *Cedrela odorata*; *Gmelina arborea*; *Psidium guajava*; *Leucaena leucocephala*; *Tabebuia donnell-smithii*; *Schizolobium parahybum*. (Ramírez, C. 2005)

**Árboles en asociación con cultivos anuales.-** Estos sistemas se prestan para especies anuales tolerantes a la sombra. Sin embargo, para esta misma categoría, para el caso particular de los sistemas de cultivos en callejones se puede utilizar especies que no toleren la sombra. Estos sistemas incluyen cultivos como maíz, frijol, guisantes, soya, maní, en asociaciones con árboles fijadores de nitrógeno. (Palomeque, E. 2009)

En plantaciones de cultivos perennes como café y cacao. Incluye maderables, árboles de uso múltiple y árboles de "servicio" (manejados únicamente por el bien del cultivo, para fijación de nitrógeno, manejo de sombra). (Beer, J. 2004)

**Huertos caseros mixtos.-** Se encuentran en los alrededores de las casas de los agricultores, son plantados y mantenidos por los miembros de la familia, y sus productos son dedicados principalmente al consumo familiar. Son mezclas con muchos estratos muy complejos de árboles, arbustos, bejucos, cultivos perennes y anuales, animales (especialmente cerdos y gallinas), para generar una multitud de productos comerciales y de uso familiar. Los alimentos provenientes de los huertos caseros o familiares tienen una función importante al proporcionar un dispositivo de seguridad, un complemento de dichos productos básicos. (FAO. 2003)

Con este sistema se puede crear un ambiente agradable para la casa, incorporando alrededor de ella plantas medicinales, árboles maderables, para leña, plantas forrajeras, frutas diversas, a una distancia irregular, cuidando en dejar un espaciamiento entre plantas de 4 a 6 metros. (Nieto, C. et, al. 2005)

**Sistemas silvopastoriles.-** La actividad silvopastoril se enfoca a optimizar la producción pecuaria, las oportunidades para la finca, a mejorar la calidad del alimento y a la vez, generar un ingreso adicional por la venta de la madera a través de la plantación de especies que permitan rehabilitar suelos degradados, que sean de rápido crecimiento y que aseguren a los ganaderos competir, ventajosamente, en su mercado. (Torres, C. et, al. 2002)

Los sistemas silvopastoriles, son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos. Son practicados a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas - comerciales con inclusiones de ganado o con complemento a la agricultura de subsistencia. (Palomeque, E. 2009)

## **2.15. GUABO**

En sistemas en asocio con café (en solitario o con maderables) se recomienda establecer la sombra de nueve meses a un año antes para crear un ambiente propicio para el café. El marco de población para *edulis* es de 5x5m (El café a 2x1m). Si la pendiente es superior al 20% se recomienda establecer los surcos al contorno, usando el nivel en A.

En sistemas de café, *I. edulis* y un maderable se usa el mismo espaciamiento y se planta a 10x10 metro, el maderable. En sistemas asociados con plátano y *C. megalantha* se planta /edulis y el plátano 5 meses antes de plantar el café y el maderable. El marco de plantación es de 6x6 m para /edulis, 6x4m para el platino 2x1 para el café y 12x12m para *C. megalantha*.

Si se plantan maderables en el sistema, a medida que aumenta la sombra se van eliminando los arboles de edulis. (<http://www.herbaria,plans.com.html>)

### **2.15.1. Clasificación taxonómica:**

Reino : Vegetal

Clase : Angiospermas

Subclase : dycotiledóneas

Orden : Leguminosas

Familia : Mimosaceas

Género : Inga

Especie : Edulisis

Nombre científico: ***Inga edulis***. (Gaibor, R. 2000)

### **2.15.2. Descripción botánica del Guabo**

**Hojas.-** Las hojas son paranipinadas y alternas presentan de tres a cinco pares de folíolos opuestos, los basales reducidos en tamaño. Los folíolos son de forma ovado-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. (Palomeque, E. 2009)

**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. (COFENAC. 2002)

**Utilidad.-** Proporciona buena sombra desde los tres años sus hojas caen durante todo el año aportan bastante materia orgánica al suelo (Gaibor, R. 2002)

### **2.16. FERNÁN SÁNCHEZ**

Este cultivo se ha utilizado como especie arbórea para sombrear los cultivos o como cercas vivas de las propiedades o cortinas rompe vientos o protectores del suelo e incorporadores de nutrientes y proveedores de frutas comestibles además de la madera. (Suquilanda, M. 2002)

Madera medianamente dura, firme liviana. No es durable ni resistente a los insectos ni a la podredumbre. Secado rápido (60 días disminuye la humedad en un 80%. (Valverde, F. 1998)

### 2.16.1. Clasificación taxonómica

Familia : Polygonaceae  
Género : Triplaris  
Especie : Guayaquilensis Weddell  
Nombre científico : *Triplaris guayaquilensis* Weddell

Nombre común: Fernán Sánchez (Muchina en Esmeraldas, Mujín en Manabí)

Lugares: desde Costa Rica a Ecuador. En bosque secos y Húmedos del litoral Ecuatoriano común en bosques secundarios. (Valverde, F.1998)

### 2.16.2. 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. 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. (Valverde, F. 1998)

### 2.16.3. Distribución y ubicación

Esta especie maderable se encuentra distribuida desde México hasta Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. En el Ecuador se distribuye desde la costa de Esmeraldas hasta la Provincia de El Oro y centro, norte y sur oriente del país,

localizándose frecuentemente en bosque explotado en altitudes de 100 a 1,000 m. (Somayoa, J. y Sánchez, V. 2000)

#### **2.16.4. Factores para su desarrollo**

Se desarrolla en bosque húmedo tropical y premontano, hasta seco tropical (bh-T, bh-PM, bs-T). Generalmente crece asociada con especies como Cespedezia sphenoloba, Ochroma pyramidale, Cordia alliodora, Trichospermum mexicanum, Cecropia garciae. La recolección de semillas es de los 6 meses a diciembre en Pedro Carbo Palenque, Palestina y Quevedo. (Bachmann, P. 2008)

#### **2.16.5. Usos de la madera**

Es utilizada para revestimientos, parquet, embalaje, encofrado, mueblería, ornamenta, laminados, aglomerados, construcción pesada, leña carbón.

La madera de Fernán Sánchez se la puede emplear para fabricar chapas, chapas decorativas, muebles, revestimientos, parquet, embalaje, encofrado y construcciones. La madera es suave, pero firme, liviana, de grano recto y textura mediana, fácil de labrar y toma un buen pulimento, pero no es durable ni resistente a la podredumbre. Posee un Factor de Runkel de 0.34 por lo que es muy bueno para la fabricación de papel. (Vásquez, L. 1983)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. Ubicación del experimento

Provincia : Bolívar  
Cantón : Echeandía  
Parroquia : Central  
Sitio : Puruhuay

##### 3.1.2. Situación geográfica y climática

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

Fuente: Gobierno Municipal del cantón Echeandía 2007

##### 3.1.3. Zona de vida

La localidad en estudio de acuerdo a las zonas de vida según L. Holdridgüe, se encuentra dentro del piso, bosque húmedo subtropical (bh-ST).

#### **3.1.4. Material experimental**

- Plantas de Café, Guabo y Fernán Sánchez
- Abonos foliares: Biol, Bokashí y Caldo microbiológico

#### **3.1.5. Materiales de campo**

- Azadón
- Rastrillo
- Bombas
- Cinta métrica
- Regaderas
- Calibrador de vernier
- Tijeras de podar
- Libreta de campo
- Lápiz
- Machete
- Gavetas
- Piola
- Excavadora
- Estaquillas
- Pala
- Mular
- Tanque
- Abonos foliares

#### **3.1.6. Materiales de oficina**

- Computadora
- Papel boom
- CD



- Perforadora
- Engrampadora
- Papelotes
- marcadores
- Impresora
- Cartuchos
- Carpetas

## **3.2. MÉTODOS**

### **3.2.1. Factores en estudio:**

Factor A: **Sistemas agroforestales**

A<sub>1</sub> = Guabo + café

A<sub>2</sub> = Fernán Sánchez + café

Factor B: **Abonos orgánicos**

B<sub>1</sub> = 4 litros de bio/16 litros de agua

B<sub>2</sub> = 1-2 libras de bokashí

B<sub>3</sub> = 6 litros de caldo microbiológico/14 litros de agua

### 3.2.2. Tratamientos

Combinación de factores A x B, por 3 repeticiones, según el siguiente detalle

Trat. No.	Código	Detalle
T <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	Sistema Guabo + Café + 4 lt de biol/16 lt de agua
T <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de bokashí
T <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua
T <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de biol/16 lt de agua
T <sub>5</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de bokashí
T <sub>6</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt caldo microbiológico/14 lt de agua

### 3.2.3. Procedimientos

Tipo de diseño, DBCA en arreglo factorial 2x3x3 repeticiones

- Número de localidades 1
- Número de tratamientos 6
- Número de repeticiones 3
- Número de unidades investigativas 18
- Área total del ensayo 360 m<sup>2</sup>
- Área neta del ensayo 180 m<sup>2</sup>
- Área de unidad investigativa 27 m<sup>2</sup>
- Número de plantas por unidad investigativa 18
- Distancia de sombra 12 x 8
- Número de plantas total 324

### 3.3. Tipos de análisis

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

Fuente de variación	Grados de libertad	CME*
Bloques (r-1)	2	$\sigma^2 + 8\sigma^2_{\text{Bloques}}$
Factor A: Sist. Agroforestales (a-1)	1	$\sigma^2 + 9\theta^2_A$
Factor B: Abonos Orgánicos (b-1)	2	$\sigma^2 + 6\theta^2_B$
AxB (a - 1) (b-1)	2	$\sigma^2 + 3\theta^2_{\text{AxB}}$
Error Exp. (t-1) (r-1)	10	$\sigma^2$
Total (t x r) -1	17	

\* Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por la investigadora.

3.3.2. Análisis de efecto principal para factor A

3.3.3. Prueba Tukey al 5% para comparar promedio del factor B e interacciones AxB

3.3.4. Análisis de correlación y regresión lineal simple

### 3.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

#### 3.4.1. Altura de ejes principales (AEP)

Se midió con un flexómetro en centímetros desde la base del tallo hasta su ápice terminal en 8 plantas tomadas al azar por unidad investigativa; esta variable se registró a los 60, 120, 180 días, luego la aplicación de los abonos foliares.

#### **3.4.2. Número de ejes principales (NEP)**

Dato que fue registrado a los 60, 120, 180 días, luego de la aplicación de los abonos foliares, mediante conteo directo, se contabilizó el número de ejes principales de las 8 plantas tomadas al azar, por unidad investigativa.

#### **3.4.3. Diámetro de ejes principales (DEP)**

Variable que fue evaluada mediante la utilización de un calibrador de Vernier, el mismo que se ubicó en un punto inferior a la inserción, de una primera rama a los 60, 120, 180 días en 8 plantas seleccionadas al azar por cada unidad investigativa.

#### **3.4.3. Número de ramas plagiotrópicas (NRP)**

Variable que se registró contando el número de ramas en forma directa en 8 plantas seleccionadas al azar a los 60, 120, 180 días, luego de cada aplicación de los abonos foliares.

#### **3.4.5. Largo del limbo (LL)**

El largo del limbo se tomó en 8 plantas seleccionadas al azar, con la ayuda de una regla se midió la distancia existente entre la base de la hoja y su ápice, en una hoja basal, intermedia y superior.

#### **3.4.6. Ancho del limbo (AL)**

Dato que fue registrado a los 60, 120 y 180 días, luego de la aplicación de los abonos foliares, en 8 plantas por unidad experimental, midiendo la distancia existente entre los bordes del centro de las hojas basal intermedia y superior.

### **3.4.7. Porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades (%IPE)**

La incidencia de plagas y enfermedades se evaluó mediante la fórmula de James a los 60, 120, 180 días luego de la aplicación de los abonos foliares.

$$\% I = \frac{\text{Número de plantas y órganos afectados}}{\text{Número total de plantas y órganos analizados}} \times 100$$

### **3.4.8. Porcentaje de sobrevivencia. (PS)**

El porcentaje de sobrevivencia fue registrado a los 180 días, luego de la aplicación de los abonos foliares, relacionando el número de plantas establecidas con el número de plantas prendidas al final de la investigación.

### **3.4.9. Diámetro de copa (DC)**

Variable que se evaluó a los 60, 120, 180 días, luego de cada aplicación de los abonos foliares, en 8 plantas de cada unidad experimental, mediante un flexómetro midiendo las distancias más extremas del tercio medio de las plantas.

### **3.4.10. Incremento del crecimiento (IC)**

Dato que se evaluó por diferencia tomando en cuenta la longitud de los ejes principales, diámetro de los ejes principales, número de ramas plagiotrópicas, longitud ramas plagiotrópicas, longitud de hoja, ancho de hoja, y diámetro de copa, por cuanto el ensayo se inició a partir del cultivo establecido a partir de los 60 días, luego de la primera aplicación de los abonos foliares

## **3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.5.1. Análisis del suelo**

Al inicio y final de la investigación se hizo un análisis físico químico en el laboratorio de suelos y aguas del INIAP-Pichilinge, para lo cual en cada sistema agroforestal se cogió muestras al azar mediante el sistema sig sag, se tomó 10 submuestras, luego se mesclo bien todas las submuestra y se tomó 1 kg por sistema y se envió a realizar su respectivo análisis.

### **3.5.2. Trazado de las unidades de investigación**

Se localizó las 8 plantas tomadas al azar las que sirvieron para recolectar los datos en los sistemas agroforestales, las cuales fueron etiquetadas en cada sistema.

### **3.5.3. Riegos**

Se realizó un riego localizado para evitar el déficit hídrico para mantener la humedad del suelo, especialmente en la época seca. Durante el desarrollo del cultivo de base se aplicó 10 riegos por aspersión.

### **3.5.4. Control de malezas**

Se realizó en forma manual con machetes unido a un control químico a base de Ranger 480, (Glifosato) + Atrapac (Aminapac) en dosis 1 l/ha y 1 kg/ha.

### **3.5.5. Control de plagas y enfermedades**

Se realizó controles de plagas, con 30 cm Permazet, por bomba mochila de 20 lts, por aspersión. En enfermedades con Cuprosan en dosis de 1kg por ha.

### **3.5.6. Aplicación de abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos fueron aplicados en las dosis determinadas en los tratamientos mediante la fumigación, cada tres meses al follaje en 8 plantas investigativas cada sistema agroforestal.

### **3.5.7. Deschuponamiento**

Labor que se realizó, con la finalidad de eliminar los brotes laterales plagio trópico.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ALTURA DEL EJE PRINCIPAL (AEP)

Cuadro No. 1. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días

Fuentes de Variación	AEP 60 días			AEP 120 días		AEP 180 días	
	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Sistemas Agroforestales: A	1	63,39	8,12 *	0,80	0,10 NS	631,31	74,47 **
Abonos Orgánicos: B	2	16,73	2,14 NS	258,78	33,86 **	302,38	35,67 **
AxB	2	104,09	13,34 **	285,50	37,35**	465,21	54,88 **
Error Experimental	12	7,80		7,64		8,48	
Total	17						
CV = 3,44%				CV = 2,69%		CV = 2,49%	

NS = No Significativo

\* = Significativo al 5%

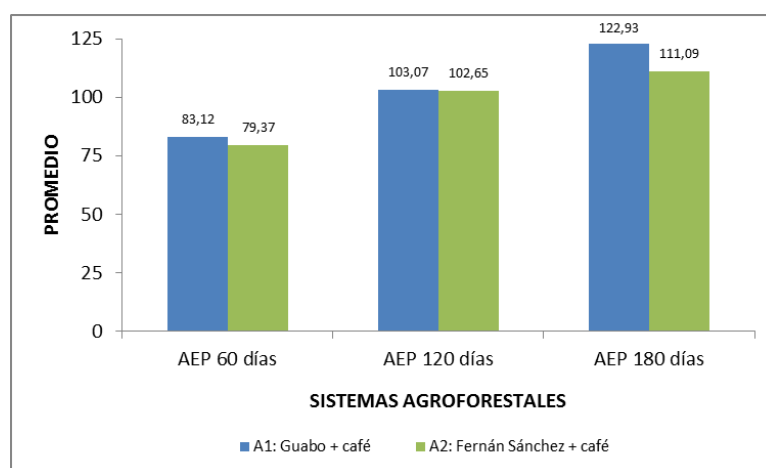
\*\* = Altamente Significativo al 1%



Cuadro No. 2. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días

AEP 60 días (*)		AEP 120 días (NS)	AEP 180 días (**)
Sistemas Agroforestales	Promedio	Promedio	Promedio
A <sub>1</sub> : Guabo + café	83,12	103,07	122,93
A <sub>2</sub> : Fernán Sánchez + café	79,37	102,65	111,09
EFFECTO PRINCIPAL: A <sub>1</sub> – A <sub>2</sub>	3,75 cm	0,42 cm	11,84 cm

Gráfico No. 1. Sistemas agroforestales en la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días



- **Sistemas agroforestales**

Existió un efecto significativo de los sistemas agroforestales sobre la variable altura del eje principal a los 60 días, mientras a los 180 días se determinó un efecto altamente significativo, no así a los 120 días donde la respuesta de los sistemas forestales fue similar (Cuadro No. 1).

Con el análisis de efecto principal en forma consistente a través del tiempo (60, 120 y 180 días) en el sistema Guabo + café se registró los promedios más altos de la altura del eje principal con 83,12 cm a los 60 días; 103,07 cm a los 120 días y 122,93 cm a los 180 días en comparación a Fernán Sánchez + café que registró 79,37 cm; 102,65 cm y 111,09 cm de la altura del eje principal en cada periodo de evaluación (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 1).

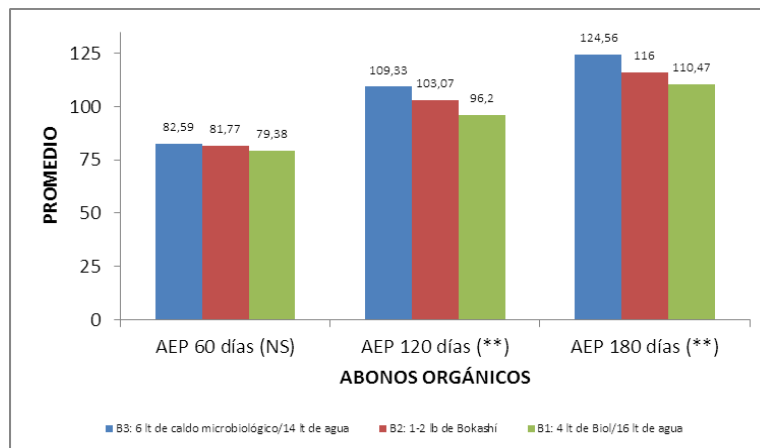
Posiblemente el valor más alto en el Sistema Guabo, se obtuvo porque la especie forestal de este sistema al ser una leguminosa captura nitrógeno atmosférico que es transformado por las bacterias nitrificantes se convierte en nitrógeno amoniacal que intervino en el desarrollo de las plantas de café.

Cuadro No. 3. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días

AEP 60 días (NS)			AEP 120 días (**)			AEP 180 días (**)		
Abonos orgánicos	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango
B <sub>3</sub> : 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	82,59	A	B <sub>3</sub> :	109,33	A	B <sub>3</sub> :	124,56	A
B <sub>2</sub> : 1-2 libras de Bokashi/planta	81,77	A	B <sub>2</sub> :	103,07	B	B <sub>2</sub> :	116,00	B
B <sub>1</sub> : 4 lt de Bio/16 lt de agua	79,38	A	B <sub>1</sub> :	96,20	C	B <sub>1</sub> :	110,47	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 2. Variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días



- **Abonos orgánicos**

La respuesta de los abonos orgánicos foliares en cuanto a la variable altura del eje principal a los 120 y 180 días fueron altamente significativos, mientras que a los 60 días se determinó un efecto similar (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto del altura del eje principal, se registró al aplicar 6lt de caldo microbiológico/14 lt de agua al cultivo de base (B<sub>3</sub>) con 82,59 cm a los 60 días; 109,33 cm a los 120 días y 124,56 cm a los 180 días.

Mientras que el promedio más bajo de esta variable a través del tiempo se evaluó al aplicar 4 lt de Biol/16 lt de agua (B<sub>1</sub>) con 79,38, 96,20 y 110,47 cm respectivamente (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 2).

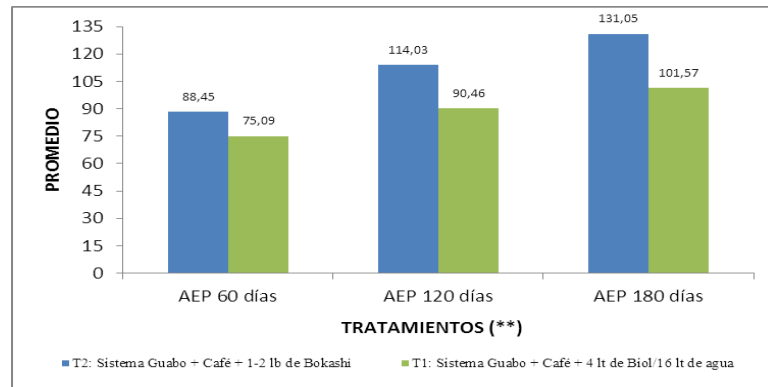
Estos resultados confirman el efecto positivo de los macro y micro elementos que conforman el caldo microbiológico, especialmente el nitrógeno que tiende a ser el elemento en mayor cantidad ya que mayoría de sus componentes son elementos que contienen nitrógeno.

Cuadro No. 4. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días

AEP 60 días (**)			AEP 120 días (**)			AEP 180 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí	88,45	A	T <sub>2</sub> :	114,03	A	T <sub>2</sub> :	131,05	A
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	83,30	AB	T <sub>3</sub> :	106,72	AB	T <sub>3</sub> :	130,43	A
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	81,89	ABC	T <sub>6</sub> :	104,62	B	T <sub>6</sub> :	118,07	B
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	79,72	BC	T <sub>4</sub> :	103,93	B	T <sub>4</sub> :	113,62	BC
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí	79,03	BC	T <sub>5</sub> :	99,41	B	T <sub>5</sub> :	107,32	CD
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	75,09	C	T <sub>1</sub> :	90,46	C	T <sub>1</sub> :	101,57	D
Media General	81,25 cm		103,19 cm			117,01 cm		
Incremento del AEP			21,94 cm			13,82 cm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 3. Tratamientos en la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días



- **Tratamientos (AxB)**

La respuesta de los sistemas agroforestales en cuanto a la variable altura del eje principal a los 60, 120 y 180 días, dependieron de los tipos de abono orgánico foliar (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5%, el valor más alto de la altura del eje principal en forma consistente a los 60, 120 y 160 días se registró en el T<sub>2</sub>: Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashi/planta con 88,45 cm, 114,03 cm y 131,05 cm.

El promedio más bajo de la altura del eje principal a través del tiempo, se evaluó en el T<sub>1</sub>: Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 l de agua con 75,09 cm a los 60 días, 90,46 cm a los 120 días y 101,57 cm a los 180 días (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 3)

En la interacción de factores (Sistemas agroforestales y abonos orgánicos), se evaluó un incremento de la altura del eje principal en magnitud y sentido, lo cual se confirma con el incremento entre los 60 y 120 días que fue de 21,94 cm, mientras que entre los 120 y 180 días el incremento fue 13,82 cm (Cuadro No. 4).

Esta respuesta es lógica, porque el bokashí al ser aplicado al suelo en forma de corona, las bacterias tienen mayor tiempo para ingresar y empezar a alimentarse de la materia orgánica y de esta manera liberar los nutrientes que se encuentran en este abono orgánico, mismos que son absorbidos por las plantas.

Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los reportados por Valdivieso, W. y Apunte, W. 2009, en trabajos de investigación en la zona agroecológica del cantón Echeandía.

La altura del eje principal, es una característica genética, y depende también del ambiente, temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, sanidad y nutrición de las plantas.

## 4.2. NÚMERO DE EJES PRINCIPALES (NEP)

Cuadro No. 5. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días

Fuentes de Variación	NEP 60 días			NEP 120 días		NEP 180 días	
	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Sistemas Agroforestales: A	1	2,72	2,72 NS	18,00	14,09 **	8,00	2,94 NS
Abonos Orgánicos: B	2	0,67	0,67 NS	1,56	1,22 NS	10,89	4,00 *
AxB	2	0,22	0,22 NS	2,67	2,09 **	8,67	3,18 **
Error Experimental	12	1,00		1,28		2,72	
Total	17						
CV = 13,95%			CV = 10,17%		CV = 11,88%		

NS = No Significativo

\* = Significativo al 5%

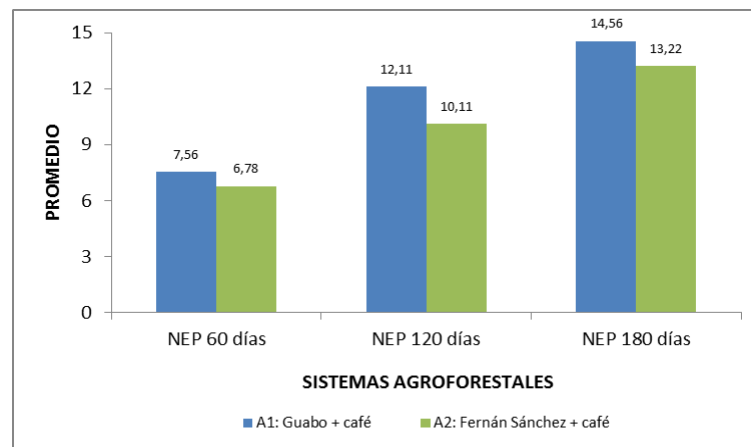
\*\* = Altamente Significativo al 1%



Cuadro No. 6. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días

NEP 60 días (NS)		NEP 120 días (**)	NEP 180 días (NS)
Sistemas Agroforestales	Promedio	Promedio	Promedio
A <sub>1</sub> : Guabo + café	7,56	12,11	14,56
A <sub>2</sub> : Fernán Sánchez + café	6,78	10,11	13,22
EFECTO PRINCIPAL: A <sub>1</sub> – A <sub>2</sub>	0,78 ejes	2 ejes	1,34 ejes

Gráfico No. 4. Sistemas agroforestales en la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días



- **Sistemas agroforestales**

Se determinó diferencias altamente significativas como efecto de los sistemas agroforestales en la variable número de ejes principales únicamente a los 120 días (Cuadro No. 5).

En el cuadro No. 6 y Gráfico No. 4, se reporta los resultados del análisis de efecto principal para el número de ejes principales, en el cual en forma consistente el sistema con el valor más alto es el Guabo + café con 7,56 (8 ejes) a los 60 días, 12,11 (12 ejes) a los 120 días y 14,56 (15 ejes) a los 180 días, en relación al sistema Fernán Sánchez que alcanzo 6,78 (7 ejes) a los 60 días, 10,11 (10 ejes) a los 120 días y 13,22 (13 ejes) a los 180 días.

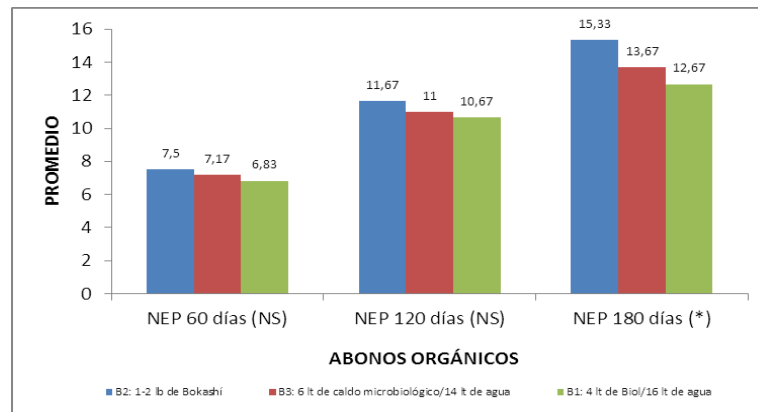
Mediante el establecimiento de los sistemas agroforestales, se explica el concepto de sostenibilidad (producción más conservación), donde se realiza un manejo consciente e integral de cada uno de los componentes, tomando en cuenta sus interacciones (Recalde, M. 2000).

Cuadro No. 7. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días

NEP 60 días (NS)			NEP 120 días (NS)			NEP 180 días (*)		
Abonos orgánicos	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango
B <sub>2</sub> : 1-2 lb de Bokashí	7,50	A	B <sub>2</sub> :	11,67	A	B <sub>2</sub> :	15,33	A
B <sub>3</sub> : 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	7,17	A	B <sub>3</sub> :	11,00	A	B <sub>3</sub> :	13,67	AB
B <sub>1</sub> : 4 lt de Bio/16 lt de agua	6,83	A	B <sub>1</sub> :	10,67	A	B <sub>1</sub> :	12,67	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 5. Variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días



- **Abonos orgánicos**

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, a los 60, 120 y 180 días, fue el mayor número de ejes principales de las plantas de café se evaluó al aplicar 1-2 lb de Bokashí (B<sub>2</sub>) con 7,50 (8), 11,67 (12) y 15,33 (15) ejes por planta.

El menor número de ejes principales se evaluó en el B<sub>1</sub>: 4 lt de Biol/16 lt de agua con 6,83 (7) a los 60 días; 10,67 (11) a los 120 días y 12,67 (13) a los 180 días (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 5).

Esta respuesta diferente pudo darse por una mejor eficiencia del bokashí que fue enriquecido con minerales como la roca fosfórica, salvado de trigo y melaza de caña.

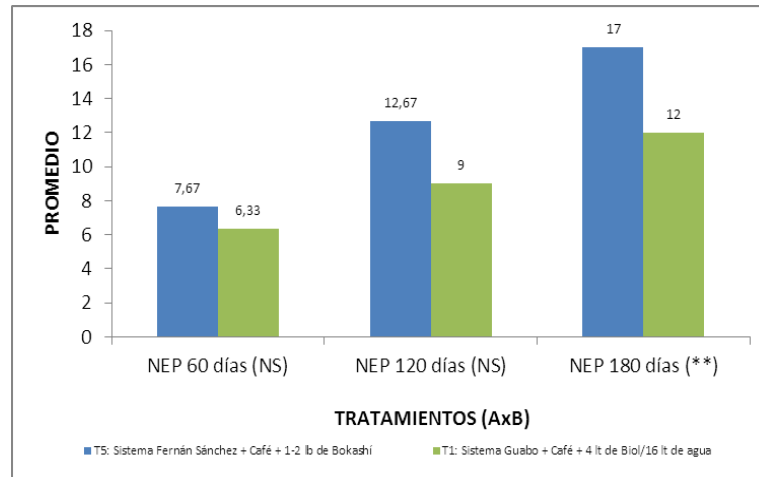
Los abonos orgánicos actúan regulando la movilización de almidones y azúcares en las plantas, importante para mantener el equilibrio nutricional de los vegetales lo que se traduce en un mayor número de ejes principales por planta de café.

Cuadro No. 8. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días

NEP 60 días (NS)			NEP 120 días (**)			NEP 180 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí	7,67	A	T <sub>5</sub> :	12,67	A	T <sub>5</sub> :	17,00	A
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	7,67	A	T <sub>4</sub> :	12,33	A	T <sub>6</sub> :	14,67	AB
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	7,33	A	T <sub>6</sub> :	11,33	AB	T <sub>4</sub> :	13,67	AB
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí	7,33	A	T <sub>2</sub> :	10,67	AB	T <sub>3</sub> :	13,33	AB
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	6,67	A	T <sub>3</sub> :	10,67	AB	T <sub>2</sub> :	12,67	AB
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	6,33	A	T <sub>1</sub> :	9,00	B	T <sub>1</sub> :	12,00	B
Media General	7,17		11,11			13,89		
Incremento del NEP			3,94			2,78		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 6. Tratamientos en la variable número de ejes principales a los 60, 120 y 180 días



- **Tratamientos (AxB)**

La respuesta de los sistemas agroforestales en cuanto a la variable número de ejes principales a los 120 y 180 dependieron de los tipos de abonos orgánicos foliares; es decir fueron factores dependientes con una interacción significativa y altamente significativa en dirección y magnitud (Cuadro No. 5).

La media general para el número de ejes principales del cultivo de base a los 60 días fue de 7,17 (7 ejes) a los 120 días fue 11,11 (11 ejes) y 180 días fue de 13,89 (14 ejes). Determinándose un incremento de 4 ejes principales entre los 60 a los 120 días; mientras que a los 120 y 180 días se tuvo un incremento 3 ejes (Cuadro No. 8).

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 60, 120 y 180 días el mayor número de ejes principales en las plantas de café se alcanzó en el Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí (T<sub>5</sub>) con 7,67 (8); 12,67 (13) y 17 ejes principales por planta (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 6).

El tratamiento con el menor número de ejes principales a través del tiempo, fue el T<sub>1</sub>: Sistema Guabo + Café + 4 lt de Bio/16 lt de agua con 6 ejes a los 60 días; 9,00 ejes a los 120 días y a los 180 días con 12 ejes principales (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 6).

Esta respuesta es lógica, porque el Fernán Sánchez dispone de un tallo con un diámetro no mayor a 50 cm, sus ramas no son muy prolongadas sus hojas son pequeñas, lo cual favorece la entrada de una mayor cantidad de rayos solares al cultivo de base en comparación a la otra especie forestal utilizada en esta investigación.

La agricultura orgánica propone alimentar al suelo para que los microorganismo que allí se encuentran presentes, después de atacar a la materia orgánica y mineral que se incorpora, tornen asimilables los nutrientes y de esta manera pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas, para propiciar su desarrollo.

### 4.3. DIÁMETRO DEL EJE PRINCIPAL (DEP)

Cuadro No. 9. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días

DEP 60 días				DEP 120 días		DEP 180 días	
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Sistemas Agroforestales: A	1	0,025	0,01 NS	0,02	1,24 NS	0,05	8,99 *
Abonos Orgánicos: B	2	0,01	1,96 NS	0,03	1,74 NS	0,03	5,07 *
AxB	2	0,011	0,30 NS	0,01	0,47 NS	0,02	4,04 *
Error Experimental	12	0,036		0,02		0,01	
Total	17						
CV = 7,52%				CV = 5,64%		CV = 9,42%	

NS = No Significativo

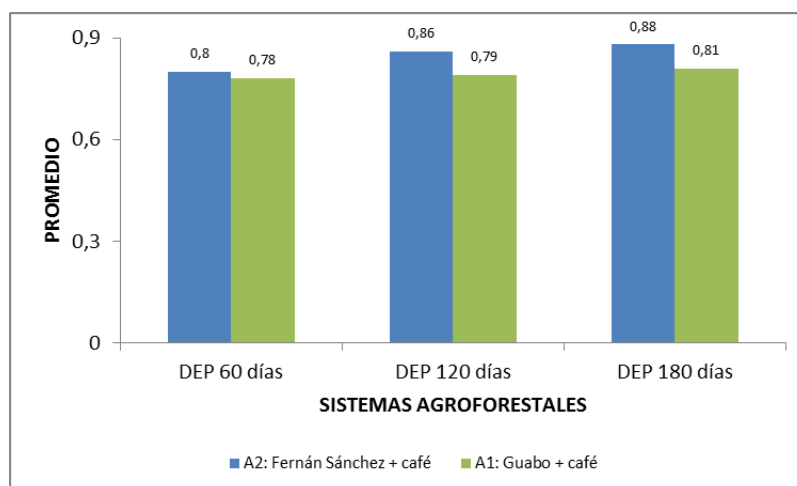
\* = Significativo al 5%



Cuadro No. 10. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en el variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días

DEP 60 días (NS)		DEP 120 días (NS)	DEP 180 días (*)
Sistemas Agroforestales	Promedio	Promedio	Promedio
A <sub>2</sub> : Fernán Sánchez + café	0,80	0,86	0,88
A <sub>1</sub> : Guabo + café	0,78	0,79	0,81
EFEECTO PRINCIPAL: A <sub>2</sub> – A <sub>1</sub>	0,02 cm	0,07 cm	0,07 cm

Gráfico No. 7. Sistemas agroforestales en la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días



- **Sistemas agroforestales**

Existió diferencias significativas (\*) como efecto de los sistemas agroforestales para la variable diámetro del eje principal únicamente a los 180 días (Cuadro No. 9).

Con el análisis de efecto principal para el factor A (Sistemas Agroforestales), en forma consiste a través del tiempo el valor promedio de esta variable, se registró en el sistemas A<sub>2</sub>: Fernán Sánchez + café con 0,80 cm a los 60 días; 0,86 a los 120 días y 0,88 cm a los 180 días, y, los valores promedios más bajos del diámetro del eje principal se evaluó en el sistema A<sub>1</sub>: Guabo + café con 0,78, 0,79 y 0,81 cm en cada período de evaluación (Cuadro No. 10 y Gráfico No. 7).

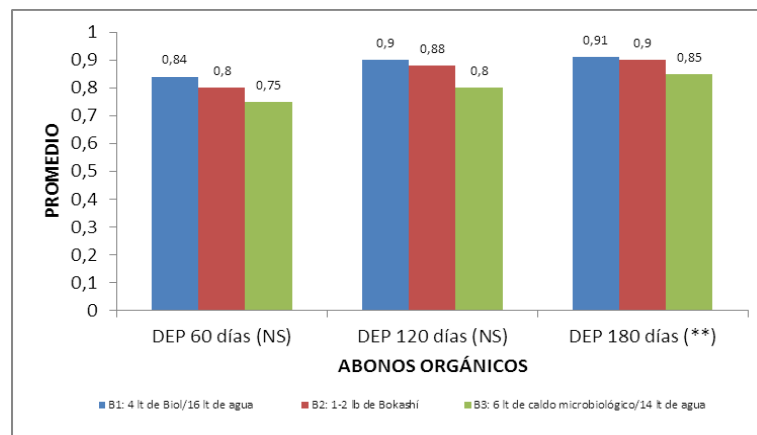
La regulación de sombra es importante en el desarrollo de los cafetos, su uso permite el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas del cultivo de base, lo que podemos obtener una buena producción.

Cuadro No. 11. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días

DEP 60 días (NS)			DEP 120 días (NS)			DEP 180 días (*)		
Abonos orgánicos	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango
B <sub>1</sub> : 4 lt de Bio/16 lt de agua	0,84	A	B <sub>1</sub> :	0,90	A	B <sub>1</sub> :	0,91	A
B <sub>2</sub> : 1-2 lb de Bokashí	0,80	A	B <sub>2</sub> :	0,88	A	B <sub>2</sub> :	0,90	AB
B <sub>3</sub> : 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	0,75	A	B <sub>3</sub> :	0,80	A	B <sub>3</sub> :	0,85	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 8. Variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días



- **Abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos tuvieron un efecto diferente (\*) sobre la variable diámetro del eje principal a los 180 días, no así a los 60 y 120 días donde demostraron un efecto similar (NS) (Cuadro No. 9).

Con la prueba de Tukey al 5%, el valor más alto del diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días se evaluó en el B<sub>1</sub>: 4 lt de Biol/16 lt de agua con 0,84 cm; 0,90 y 0,91 cm; en tanto que el promedio más bajo se dio en el B<sub>3</sub>: 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 0,75 cm de diámetro del eje principal.

A los 60, 120 y 180 días el promedio menor se tuvo en el B<sub>3</sub>: 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua a los 60 días con 0,75 cm; a los 120 días 0,80 cm y a los 180 días con 0,85 cm (Cuadro No. 11 y Gráfico No. 8).

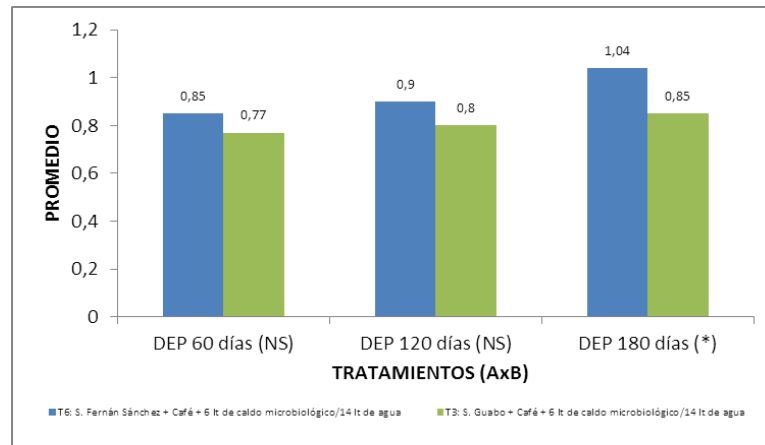
El Biol es un abono orgánico con contenidos de fitoreguladores, que resulta de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, con estos resultados se confirma que incidió positivamente en una mejor absorción y asimilación de los macro y micro nutrientes por las plantas, dando un efecto positivo sobre un mayor diámetro del eje principal de las plantas café.

Cuadro No. 12. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días

DEP 60 días (NS)			DEP 120 días (NS)			DEP 180 días (*)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	0,85	A	T <sub>6</sub> :	0,90	A	T <sub>6</sub> :	1,04	A
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 l de Biol/16 lt de agua	0,82	A	T <sub>5</sub> :	0,90	A	T <sub>4</sub> :	0,90	B
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí	0,81	A	T <sub>2</sub> :	0,85	A	T <sub>5</sub> :	0,90	B
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	0,78	A	T <sub>4</sub> :	0,83	A	T <sub>1</sub> :	0,88	B
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí	0,77	A	T <sub>1</sub> :	0,81	A	T <sub>2</sub> :	0,88	B
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	0,77	A	T <sub>3</sub> :	0,80	A	T <sub>3</sub> :	0,85	B
Media General	0,80		0,85			0,91		
Incremento del DEP			0,05			0,06		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 9. Tratamientos en la variable diámetro del eje principal a los 60, 120 y 180 días



- **Tratamientos (AxB)**

Se determinó una dependencia de factores significativa únicamente a los 180 días, es decir la respuesta de los sistemas agroforestales dependió de los abonos orgánicos (Cuadro No. 9).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, me da a conocer que el promedio más alto se registró al aplicar 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua a las plantas de café dentro del sistema Fernán Sánchez (T<sub>6</sub>) con un diámetro del eje principal de 0,85 cm a los 60 días; 0,90 cm a los 120 días y a los 180 día 1,04 cm (Cuadro No. 12 y Gráfico No. 9).

Al evaluar el diámetro del eje principal de las plantas de café a los 60, 120 y 180 días el tratamiento con el valor más bajo se evaluó T<sub>3</sub>: Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt del de agua con 0,77 cm; 0,80 cm y 0,85 cm respectivamente en cada época de evaluación (Cuadro No. 12 y Gráfico No. 9).

A los 60 días se calculó una media general de 0,80 cm a los 120 días el valor de la media general fue de 0,85 cm y a los 180 días la media fue de 0,91 cm

con estos resultados se pudo determinar un incremento mínimo del diámetro del eje principal entre los 60 y 120 días fue apenas de 0,05 cm; entre los 120 y 180 días el incremento fue de 0,06 cm (Cuadro No. 12).

Con estos resultados se confirma una interacción positiva entre el Fernán Sánchez, especie que se caracteriza por no proporcionar sombra excesiva, lo que nos permite tener un mejor aprovechamiento de la luz solar para función fotosintética y las aplicaciones del caldo microbiológico que en su consistencia se integra premezclas de sales minerales, estiércol fresco, hojas de leguminosas estas proporcionan nitrógeno a la mezcla. Los minerales ayudan a una mayor eficiencia de la tasa de fotosíntesis, lo que se traduce en valores más altos de los componentes agronómicos como el diámetro del eje principal.

Los resultados de diámetro del eje principal reportados en esta investigación, son mayores a los registrados por Valdivieso, W y Apunte, W. 2009, en el establecimiento de tres sistemas agroforestales con base cultivo de café en el cantón Echeandía, donde se tuvo un promedio de 0,84 cm de diámetro del eje.

#### 4.4. NÚMERO DE RAMAS PLAGIOTRÓPICAS (NRP)

Cuadro No. 13. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días

Fuentes de Variación	NRP 60 días			NRP 120 días		NRP 180 días	
	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Sistemas Agroforestales: A	1	0,01	0,01 NS	0,22	0,27 NS	0,06	0,03 NS
Abonos Orgánicos: B	2	0,17	0,60 NS	0,23	0,29 NS	0,39	0,21 NS
AxB	2	0,17	0,60 NS	0,22	0,27 NS	1,72	0,94 NS
Error Experimental	12	0,28				1,83	
Total	17						
CV = 2,59%			CV = 9,11%		CV = 6,14%		

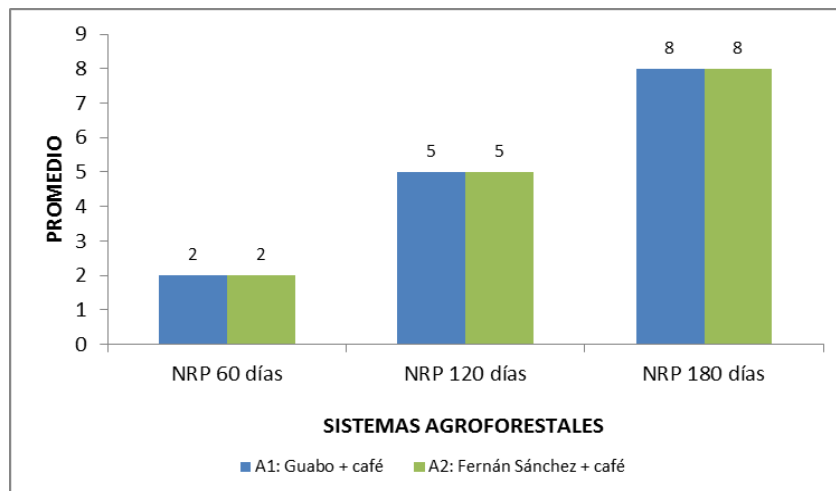
NS = No Significativo



Cuadro No. 14. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días

NRP 60 días (NS)		NRP 120 días (NS)	NRP 180 días (NS)
Sistemas Agroforestales	Promedio	Promedio	Promedio
A <sub>1</sub> : Guabo + café	2,00	5,00	8,00
A <sub>2</sub> : Fernán Sánchez + café	2,00	5,00	8,00
EFFECTO PRINCIPAL: A <sub>1</sub> – A <sub>2</sub>	0,0 ramas	0,0 ramas	0,0 ramas

Gráfico No. 10. Sistemas agroforestales en la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días



- **Sistemas agroforestales**

No se calcularon diferencias estadísticas significativas (NS) como efecto de los sistemas agroforestales sobre la variable número de ramas plagiotrópicas a través del tiempo (Cuadro No. 13).

Con los resultados del análisis de efecto principal para factor A: Sistemas agroforestales, expresados en el Cuadro No. 14 y Gráfico No. 10, observó que las plantas de café dentro de los dos sistemas, a los 60 días presentaron 2 ramas plagiotrópicas; a los 120 días se registró 5 ramas y a los 180 días las plantas de café tuvieron 8 ramas.

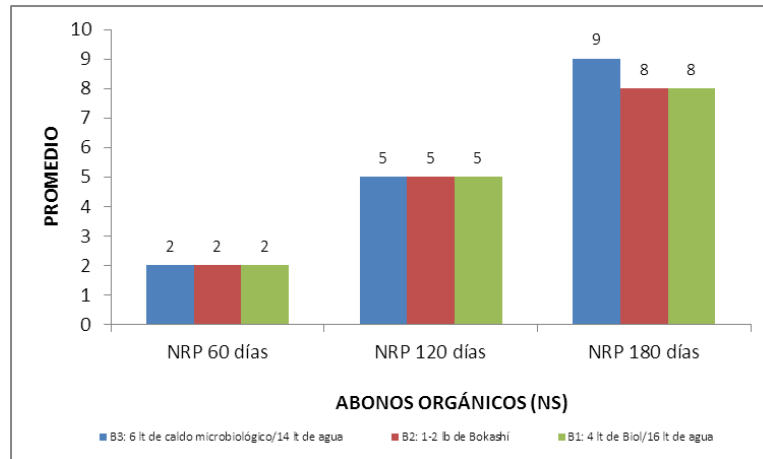
El número de ramas plagiotrópicas, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente.

Cuadro No. 15. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días

NRP 60 días (NS)			NRP 120 días (NS)			NRP 180 días (NS)		
Abonos orgánicos	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango
B <sub>3</sub> : 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	2,00	A	B <sub>3</sub> :	5,00	A	B <sub>3</sub> :	9,00	A
B <sub>2</sub> : 1-2 lb de Bokashí	2,00	A	B <sub>2</sub> :	5,00	A	B <sub>2</sub> :	8,00	A
B <sub>1</sub> : 4 lt de Bio/16 lt de agua	2,00	A	B <sub>1</sub> :	5,00	A	B <sub>1</sub> :	8,00	A

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

Gráfico No. 11. Variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días



- **Abonos orgánicos**

La respuesta de los abonos orgánicos en cuanto a la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días fue no significativa (Cuadro No. 13).

Con la prueba de Tukey al 5%, al aplicar los tres tipos de abono orgánicos sobre las plantas de café, en forma consistente a los 60 días se evaluó 2 ramas/planta, mientras que a los 120 días se tuvo 5 ramas/planta y a los 180 días se registró 8 ramas/planta (Cuadro No. 15 y Gráfico No. 11).

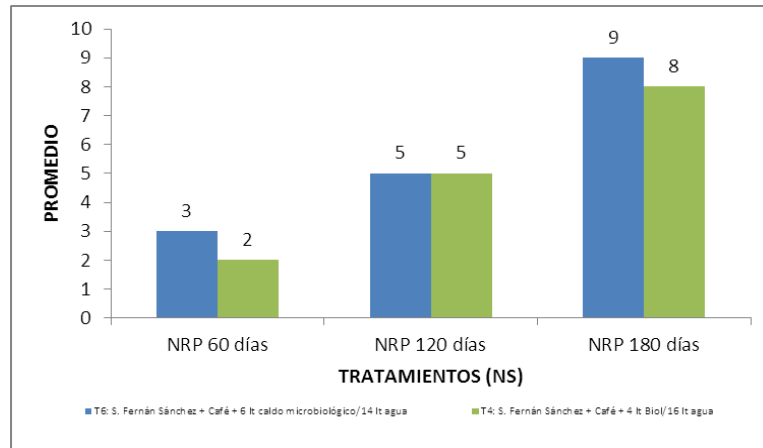
Con la utilización del caldo microbiológico es posible equilibrar el contenido de nutrientes menores en el suelo, especialmente Boro, Cobre, Calcio, Hierro, Magnesio, Manganeso y Zinc. Esto trae como consecuencia mejor funcionamiento microbiano y por tanto, mejores condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo con el resultado de una nutrición más balanceada para los cultivos.

Cuadro No. 16. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días

NRP 60 días (NS)			NRP 120 días (NS)			NRP 180 días (NS)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	3,00	A	T <sub>6</sub> :	5,00	A	T <sub>6</sub> :	9,00	A
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí	2,00	A	T <sub>4</sub> :	5,00	A	T <sub>1</sub> :	9,00	A
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	2,00	A	T <sub>5</sub> :	5,00	A	T <sub>5</sub> :	8,00	A
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	2,00	A	T <sub>1</sub> :	5,00	A	T <sub>3</sub> :	8,00	A
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí	2,00	A	T <sub>2</sub> :	5,00	A	T <sub>2</sub> :	8,00	A
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	2,00	A	T <sub>3</sub> :	5,00	A	T <sub>4</sub> :	8,00	A
Media General	2,16			5,00			8,33	
Incremento del NRP				2,84			3,33	

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

Gráfico No. 12. Tratamientos en la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días



- **Tratamientos (AxB)**

La respuesta de los sistemas agroforestales en cuanto a la variable número de ramas plagiotrópicas a los 60, 120 y 180 días, no dependió de los tipos de abonos orgánicos, es decir fueron factores independientes (Cuadro No. 14).

La media general del número de ramas plagiotrópicas a través del tiempo de evaluación fue de 2,16 (2 ramas) a los 60 días, 5,00 ramas a los 120 días y 8,33 (8 ramas) a los 180 días. En promedio general durante el tiempo que se desarrolló esta investigación (entre los 60 y 180 días), se tuvo un incremento de 3,00 ramas plagiotrópicas por planta del cultivo de base (Cuadro No. 16).

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5%, numéricamente y en forma consistente el tratamiento con el mayor número de ramas plagiotropicas fue el T<sub>6</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 3 ramas a los 60 días; 5 ramas a los 120 días y 9 ramas a los 180 días. El menor número de ramas/planta a los 60 y 180 días se evaluó en el tratamiento T<sub>4</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua con 2 y 8 ramas respectivamente. Mientras que a los 120 en el T<sub>3</sub>: Sistema

Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua se tuvo 5 ramas/planta de café (Cuadro No. 16 y Gráfico No. 12).

Los resultados del número de ramas/planta a los 180 días, son mayores a los registrados por Valdivieso, W y Apunte, W. 2009, quienes reportaron un promedio de 6 ramas/planta al evaluar tres sistemas agroforestales con base cultivo de café en Echeandía.

Los factores que inciden en el número de ramas/planta a más de los varietales, son las características físicas químicas del suelo, humedad, sanidad y nutrición de las plantas, temperatura, cantidad y calidad de la luz solar, fotoperíodo y entre otros.

Como se infirió anteriormente el crecimiento del Fernán Sánchez es poco frondoso, dispone de una copa piramidal, lo que permite un mayor ingreso de los rayos solares al cultivo de base, lo que facilita la apertura de estomas lo que favorece la absorción de los macro y micro nutrientes que contiene el caldo microbiológico que fue aplicado mediante aspersión al follaje de las plantas de café.

#### 4.5. LARGO DEL LIMBO (LL)

Cuadro No. 17. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días

LL 60 días				LL 120 días		LL 180 días	
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Sistemas Agroforestales: A	1	10,34	6,03 NS	1,19	0,55 *	30,13	6,77 *
Abonos Orgánicos: B	2	0,90	0,53 NS	9,78	4,49 *	48,96	11,00 **
AxB	2	3,82	2,23 *	9,30	4,27 *	30,26	6,80 *
Error Experimental	12	1,71		2,18		4,45	
Total	17						
CV = 8,01%				CV = 9,81%		CV = 12,07%	

NS = No Significativo

\* = Significativo al 5%

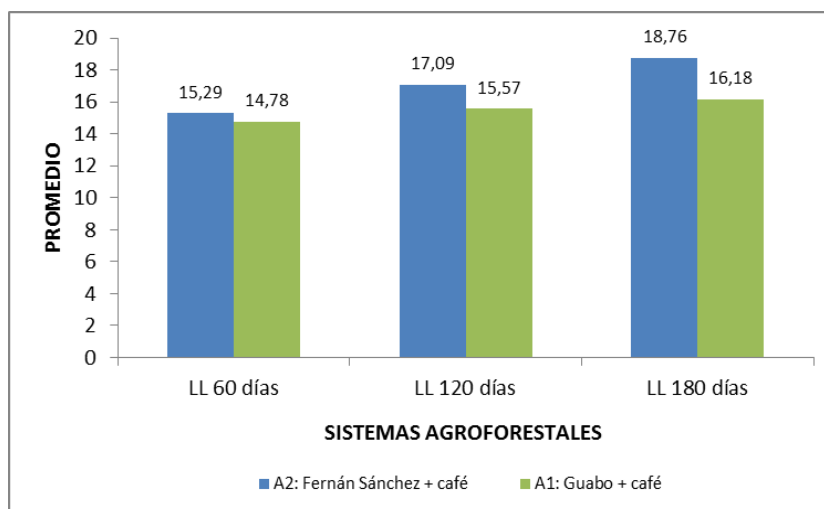
\*\* = Altamente Significativo al 1%



Cuadro No. 18. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días

LL 60 días (NS)		LL 120 días (*)	LL 180 días (*)
Sistemas Agroforestales	Promedio	Promedio	Promedio
A <sub>2</sub> : Fernán Sánchez + café	15,29	17,09	18,76
A <sub>1</sub> : Guabo + café	14,78	15,57	16,18
EFECTO PRINCIPAL: A <sub>2</sub> – A <sub>1</sub>	0,51 cm	1,52 cm	2,58 cm

Gráfico No. 13. Sistemas agroforestales en la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días.



- **Sistemas agroforestales**

Se determinaron diferencias estadísticas significativas como respuesta de los sistemas agroforestales en la variable longitud del limbo de las plantas de café a los 120 y 180 días (Cuadro No. 17).

Con el análisis de efecto principal para los sistemas agroforestales, en forma consistente y a través del tiempo, las plantas de café que conforman el sistema Fernán Sánchez (A<sub>2</sub>), alcanzaron la longitud del limbo mayor con 0,51 cm a los 60 días; 1,52 cm a los 120 días y 2,58 cm del LL a los 180 días más en comparación a las plantas del sistema Guabo que alcanzaron una longitud del limbo de 14,78 cm a los 60 días; 15,57 cm a los 120 días y 16,18 cm a los 180 días (Cuadro No. 18 y Gráfico No. 13).

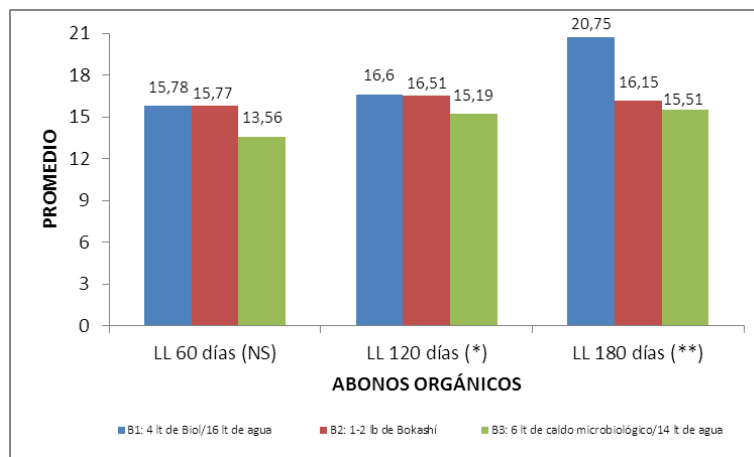
Los cafetos desarrollados bajo sombra forman limbos y hojas grandes, tallos largos y tiernos, con el propósito de aumentar el contenido de clorofila y capturar mayor cantidad de luz, en cuanto los cafetos a pleno sol, disminuyen el volumen y el área de sus hojas para limitar la superficie de evaporación. (Somayoa, J. y Sánchez, V. 2000)

Cuadro No. 19. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días

LL 60 días (NS)			LL 120 días (*)			LL 180 días (**)		
Abonos orgánicos	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango
B <sub>1</sub> : 4 lt de Bio/16 lt de agua	15,78	A	B <sub>1</sub> :	16,60	A	B <sub>1</sub> :	20,75	A
B <sub>2</sub> : 1-2 lb de Bokashí	15,77	A	B <sub>2</sub> :	16,51	A	B <sub>2</sub> :	16,15	B
B <sub>3</sub> : 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	13,56	A	B <sub>3</sub> :	15,19	AB	B <sub>3</sub> :	15,51	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 14. Variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días



- **Abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos tuvieron un efecto significativo y altamente significativo (\*/\*\*) sobre la variable longitud del limbo a los 120 y 180 días; en tanto que a los 60 días se calculó un efecto no significativo (Cuadro No. 17).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente la longitud mayor del limbo a los 60, 120 y 180 días, se registraron al aplicar 4 lt de Biol/16 lt de agua (B<sub>1</sub>) con una longitud del limbo de 15,78 cm; 16,60 cm y 20,75 cm respectivamente. La menor longitud del limbo, se registró en el abono orgánico B<sub>3</sub>: 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 13,56 cm a los 60 días; 15,19 cm a los 120 días y 15,51 cm a los 180 días (Cuadro No. 19 y Gráfico No. 14).

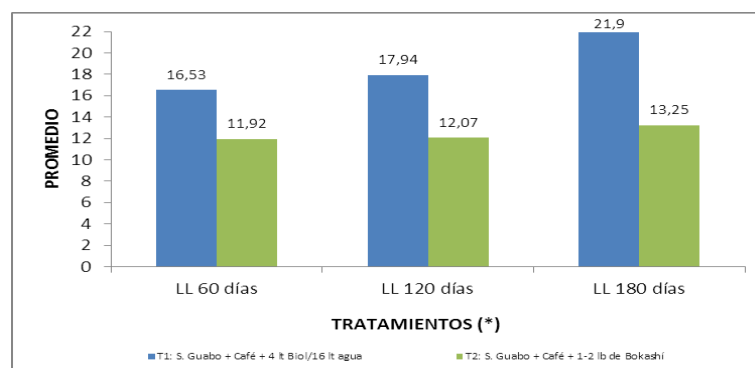
Estos resultados me demuestran que existió un eficiencia del biol ya que promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de plantas, su accionar esta principalmente sobre la raíz el follaje y la floración.

Cuadro No. 20. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días

LL 60 días (*)			LL 120 días (*)			LL 180 días (*)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	16,53	A	T <sub>1</sub> :	17,94	A	T <sub>1</sub> :	21,90	A
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	15,88	AB	T <sub>3</sub> :	17,56	A	T <sub>6</sub> :	19,60	AB
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí	15,67	AB	T <sub>6</sub> :	16,01	AB	T <sub>3</sub> :	18,78	AB
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	15,20	AB	T <sub>5</sub> :	15,77	AB	T <sub>4</sub> :	17,92	ABC
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	15,00	AB	T <sub>4</sub> :	14,65	AB	T <sub>5</sub> :	14,38	BC
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí	11,92	B	T <sub>2</sub> :	12,07	AB	T <sub>2</sub> :	13,25	C
Media General	15,03 cm		15,66 cm			17,63 cm		
Incremento del LL			0,63 cm			1,97 cm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 15. Tratamientos en la variable largo del limbo a los 60, 120 y 180 días



- **Tratamientos (AxB)**

Existió una interacción significativa de los factores (AxB) a los 60, 120 y 180 días, es decir la respuesta de los sistemas agroforestales dependió de los abonos orgánicos en cuanto a la variable longitud del limbo de las plantas de café (Cuadro No. 17).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a través del tiempo el valor promedio más alto se tuvo en el T<sub>1</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> (Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua) con 16,53 cm a los 60 días; 17,94 cm a los 120 días y 21,90 cm de la longitud del limbo de la hoja a los 180 días.

El promedio más bajo a los 60, 120 y 180 días se registró en el T<sub>2</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> (Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí) con 11,92 cm; 12,07 cm y 13,25 cm (Cuadro No. 20 y Gráfico No. 15).

Los resultados de la longitud del limbo alcanzados en esta investigación especialmente a los 180 días son superiores a los obtenidos por Valdivieso, W y Apunte, W. 2009, en el establecimiento del cultivo de café con tres sistemas agroforestales en la zona agroecológica de Echeandía.

Al analizar el incremento del largo del limbo entre 60 y 120 pude observar que no fue significativo apenas fue de 0,63 cm; entre los 120 y 180 días se determinó un incremento de 1,97 cm.

A los 60 días se determinó una media general entre los tratamientos para el largo del limbo de 15,03 cm; 120 días se tuvo 15,66 cm y 180 días la media general era de 17,63 cm (Cuadro No. 20).

Esta respuesta es lógica debido a que el foliar Biol conserva mejor el N-P-K y Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica, lo cual permite que el cultivo de base pueda aprovechar totalmente los nutrientes. Además el guabo convierte el nitrógeno atmosférico en forma amoniacal que es fácilmente asimilable por las plantas de café.

#### 4.6. ANCHO DEL LIMBO (AL)

Cuadro No. 21. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días

Fuentes de Variación	AL 60 días			AL 120 días		AL 180 días	
	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Sistemas Agroforestales: A	1	7,96	1,85 NS	50,27	29,66 **	20,59	8,96 *
Abonos Orgánicos: B	2	10,09	2,35 **	19,09	11,27 **	22,04	9,59 **
AxB	2	1,84	0,43 **	3,94	2,33 **	3,15	1,37 **
Error Experimental	12	4,29		1,69		2,30	
Total	17						
CV = 10,41%				CV = 6,08%		CV = 10,66%	

NS = No Significativo

\* = Significativo al 5%

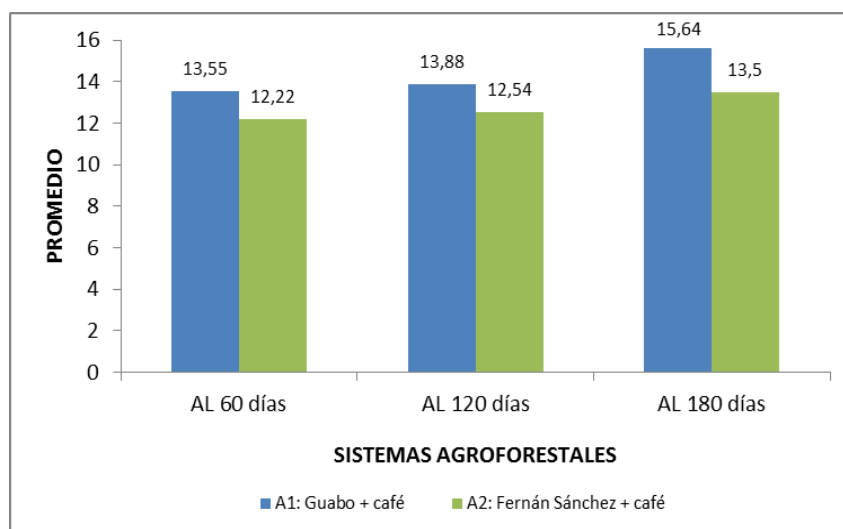
\*\* = Altamente Significativo al 1%



Cuadro No. 22. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días

AL 60 días (NS)		AL 120 días (**)	AL 180 días (*)
Sistemas Agroforestales	Promedio	Promedio	Promedio
A <sub>1</sub> : Guabo + café	13,55	13,88	15,64
A <sub>2</sub> : Fernán Sánchez + café	12,22	12,54	13,50
EFEECTO PRINCIPAL: A <sub>1</sub> – A <sub>2</sub>	1,33 cm	1,34 cm	2,14 cm

Gráfico No. 16. Sistemas agroforestales en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días



- **Sistemas agroforestales**

Se tuvo una respuesta significativa y altamente significativa de los sistemas agroforestales en la variable ancho del limbo a los 120 y 160 días. Mientras que a los 60 días se dio una respuesta no significativa (Cuadro No. 21).

El análisis de efecto principal para sistemas agroforestales, a través del tiempo nos demuestran que el mayor ancho del limbo se evaluó en las plantas de café que conforman el sistema A<sub>1</sub>: Guabo con 1,33 cm; 1,34 cm y 2,14 cm más en comparación al sistema A<sub>2</sub>: Fernán Sánchez + café que registró una LL de 12,22 cm a los 60 días; 12,54 cm a los 120 días y 13,50 cm a los 180 días (Cuadro No. 22 y Gráfico No. 16).

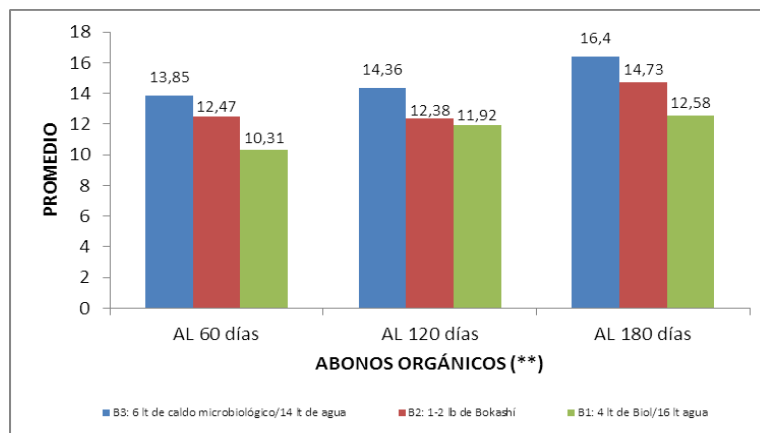
Como inferí anteriormente la especie forestal guabo además de modificar positivamente el microambiente del cultivo de base, mejorar el suelo incrementando la materia orgánica y los nutrientes, mediante la caída de sus hojas.

Cuadro No. 23. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días

AL 60 días (**)			AL 120 días (**)			AL 180 días (**)		
Abonos orgánicos	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango
B <sub>3</sub> : 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	13,85	A	B <sub>3</sub> :	14,36	A	B <sub>3</sub> :	16,40	A
B <sub>2</sub> : 1-2 lb de Bokashí	12,47	A	B <sub>2</sub> :	12,38	B	B <sub>2</sub> :	14,73	AB
B <sub>1</sub> : 4 lt de Bio/16 lt de agua	10,31	B	B <sub>1</sub> :	11,92	BC	B <sub>1</sub> :	12,58	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 17. Variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días



- **Abonos orgánicos**

Existió un efecto altamente significativo (\*\*) de los abonos orgánicos en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días (Cuadro No. 21).

Con los resultados de la prueba de Tukey al 5%, los valores promedios más altos del ancho del limbo de las plantas de café a los 60, 120 y 180 días se obtuvo al aplicar 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua (B<sub>3</sub>) con 13,85 cm; 14,36 cm y 16,40 cm.

Los promedios más bajos de esta variable a través del tiempo se evaluó en la aplicación de 4 lt de Biol/16 lt de agua (B<sub>1</sub>) con 10,31 cm a los 60 días; 12,58 cm a los 120 días y 11,92 cm a los 180 días (Cuadro No. 23 y Gráfico No. 17).

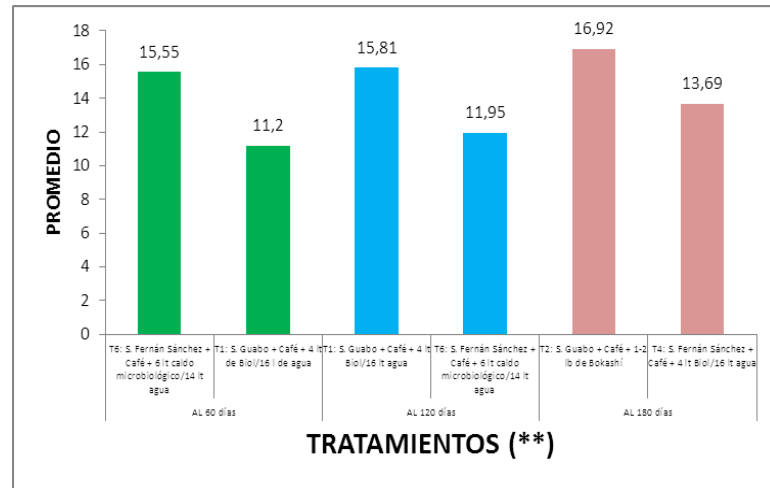
Con estos resultados puedo inferir que los abonos orgánicos líquidos aplicados en forma foliar se usan de manera complementaria para suplir necesidades de elementos menores, con lo que se estimula el crecimiento de las plantas y revitalizar el suelo.

Cuadro No. 24. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días

AL 60 días (**)			AL 120 días (**)			AL 180 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	15,55	A	T <sub>1</sub> :	15,81	A	T <sub>2</sub> :	16,92	A
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	13,17	AB	T <sub>4</sub> :	14,77	AB	T <sub>3</sub> :	15,88	A
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí	12,63	AB	T <sub>3</sub> :	12,88	BC	T <sub>5</sub> :	15,52	A
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	12,47	AB	T <sub>2</sub> :	12,86	C	T <sub>1</sub> :	14,47	AB
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí	12,29	AB	T <sub>5</sub> :	12,18	C	T <sub>6</sub> :	13,93	B
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	11,20	AB	T <sub>6</sub> :	11,95	C	T <sub>4</sub> :	13,69	B
Media General	12,98 cm		13,41 cm			15,07 cm		
Incremento del AL			0,43 cm			1,66 cm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 18. Tratamientos en la variable ancho del limbo a los 60, 120 y 180 días



- **Tratamientos (AxB)**

Se determinó una dependencia altamente significativa de factores, es decir que la respuesta de los sistemas agroforestales en cuanto a la variable ancho del limbo a través del tiempo dependió de los tipos de abonos orgánicos (Cuadro No. 21).

Con la prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto a los 60 días del ancho de limbo de las plantas de café se evaluó en el tratamiento T<sub>6</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 15,55 cm; a los 120 días el promedio mayor se tuvo en el tratamiento T<sub>1</sub>: Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua con 15,81 cm y a los 180 días el tratamiento con el ancho del limbo mayor fue el T<sub>2</sub>: Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí con 16,92 cm (Cuadro No. 24 y Gráfico No. 18).

Los valores más bajos del ancho del limbo a los 60 días se registró en el tratamiento T<sub>1</sub>: Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua con 11,20 cm; a los 120 días la menor longitud del limbo se registró en el T<sub>6</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 11,95

cm y a los 180 días un AL de 13,69 cm se registró en el T<sub>2</sub>: Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí (Cuadro No. 24 y Gráfico No. 18).

En el cuadro No. 24, se expresa el resultado de la media general para el ancho del limbo de las plantas de café a través del tiempo, determinándose un valor de 12,98 cm a los 60 días; 13,41 cm a los 120 días y 15,07 cm a los 180 días. Dándose un incremento muy leve del ancho del limbo que se situó entre los 0,43 cm y 1,66 cm en los periodos de evaluación de esta variable

Estos resultados me permite confirma que los valores registrados en este trabajo investigativo, son muy superiores a los obtenidos por Valdivieso, W y Apunte, W. 2009, quienes reportaron una longitud del limbo promedio de las plantas de café de 6,46 cm.

Los abonos orgánicos tienen su efecto a mediano y largo plazo, sin embargo inicialmente hubo un efecto mínimo del caldo microbiológico en comparación al biol y bokashí.

Quizá con la aplicación del caldo microbiológico a las plantas de café, se mejoró el funcionamiento microbiano y por tanto, se mejore las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que dio como resultado una nutrición más balanceada para el cultivo de base dando como resultados plantas más sanas, mejor desarrolladas, más resistentes a las condiciones ambientales.

#### 4.7. DIÁMETRO DE LA COPA (DC)

Cuadro No. 25. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días

Fuentes de Variación	DC 60 días			DC 120 días		DC 180 días	
	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Sistemas Agroforestales: A	1	10,31	1,96 **	84,59	10,93 **	278,72	61,12 **
Abonos Orgánicos: B	2	48,61	9,26 **	25,07	3,24 **	44,75	9,81 **
AxB	2	26,64	5,08 **	10,51	1,36 **	60,70	13,31 **
Error Experimental	12	5,25		7,74		4,56	
Total	17						
CV = 5,96%				CV = 8,61%		CV = 7,29%	

NS = No Significativo.

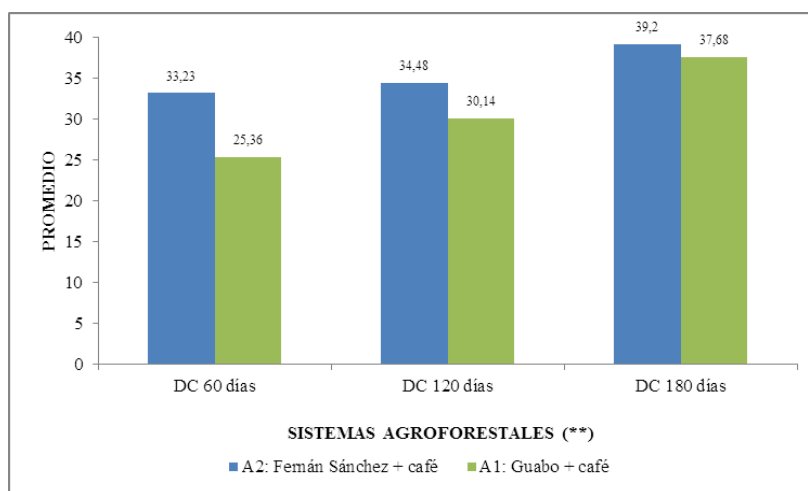
\*\* = Altamente Significativo al 1%.



Cuadro No. 26. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días

DC 60 días (**)		DC 120 días (**)	DC 180 días (**)
Sistemas Agroforestales	Promedio	Promedio	Promedio
A <sub>2</sub> : Fernán Sánchez + café	33,23	34,48	39,20
A <sub>1</sub> : Guabo + café	25,36	30,14	37,68
EFEECTO PRINCIPAL: A <sub>2</sub> – A <sub>1</sub>	7,87 cm	4,34 cm	1,52 cm

Gráfico No. 19. Sistemas agroforestales en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días



- **Sistemas agroforestales**

La respuesta de los sistemas agroforestales en cuanto a la variable diámetro de la copa de plantas de café a través del tiempo (60, 120 y 180 días) fueron muy diferentes (Cuadro No. 25).

En el Cuadro No. 26 y Gráfico No. 19, se encuentran los resultados del análisis de efecto principal para el factor A: Sistemas agroforestales, donde se aprecia que en el sistema Fernán Sánchez + café ( $A_2$ ), se tuvo promedios más altos del diámetro de la copa con 7,87 cm a los 60 días; 4,34 cm a los 120 días y 1,52 cm a los 180 días en comparación al sistema Guabo + café ( $A_1$ ) que a los 60 días alcanzó un diámetro de la copa de 25,36 cm, a los 120 días fue de 30,14 cm y a los 180 días se tuvo un diámetro de la copa de 37,68 cm.

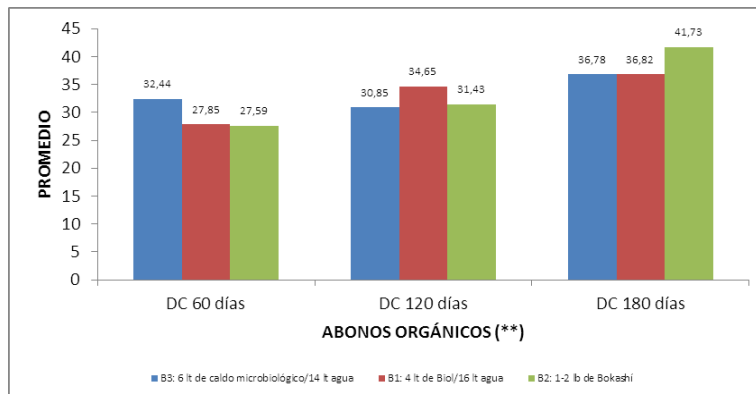
Esta respuesta es lógica, porque como inferí anteriormente el crecimiento, desarrollo y la estructura arquitectónica de la especie forestal Fernán Sánchez, favorece el ingreso de los rayos solares, dándose una mejor reacción fotosintética de las plantas de café, lo que se traduce en un mayor diámetro de la copa.

Cuadro No. 27. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días

DC 60 días (**)			DC 120 días (**)			DC 180 días (**)		
Abonos orgánicos	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango	Abonos org.	Promedio	Rango
B <sub>3</sub> : 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	32,44	A	B <sub>1</sub> :	34,65	A	B <sub>2</sub> :	41,73	A
B <sub>1</sub> : 4 lt de Biol/16 lt de agua	27,85	B	B <sub>2</sub> :	31,43	B	B <sub>1</sub> :	36,82	B
B <sub>2</sub> : 1-2 lb de Bokashí	27,59	B	B <sub>3</sub> :	30,85	BC	B <sub>3</sub> :	36,78	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 20. Variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días



- **Abonos orgánicos**

Con el análisis de (ADEVA), existieron diferencias estadísticas muy diferentes (\*\*) como efecto de los tipos de abono en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días (Cuadro No. 25).

Con la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B en la variable diámetro de la copa; a los 60 días el promedio más alto se registró en B<sub>3</sub>: 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 32,44 cm y el menor en B<sub>2</sub>: 1-2 lb de Bokashí con 27,59 cm.

Mientras que a los 120 días el promedio más alto se tuvo en el B<sub>1</sub>: 4 lt de Bio/16 lt de agua con 34,65 cm y el promedio más bajo se dio en 30,85 cm.

A los 180 días el mayor DC se registró en el B<sub>2</sub>: 1-2 lb de Bokashí con 41,73 cm, evaluándose el promedio menor en el B<sub>3</sub>: 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 36,78 cm (Cuadro No. 27 y Gráfico No. 20).

Con esta investigación, puedo inferir claramente que el efecto de los abonos orgánicos es a mediano y largo plazo, ya que inicialmente se da el proceso del mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

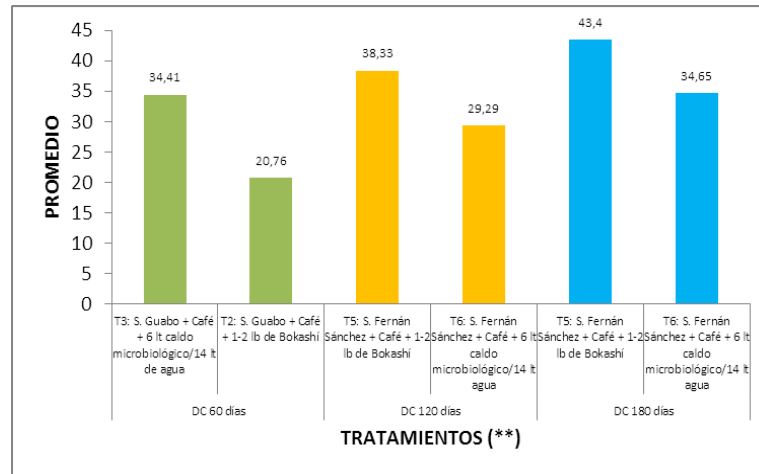
El bokashí al ser incorporado, favorece la aireación y oxigenación del suelo por lo que hay mayor actividad radicular permitiendo a las plantas de café que absorban con mayor facilidad los nutrientes lo que incidió en valores promedios más altos a los 180 días.

Cuadro No. 28. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días

DC 60 días (**)			DC 120 días (**)			DC 180 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango	Trat.	Promedio	Rango
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	34,41	A	T <sub>5</sub> :	38,33	A	T <sub>5</sub> :	43,40	A
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	32,97	A	T <sub>2</sub> :	32,68	AB	T <sub>2</sub> :	40,06	AB
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí	32,30	A	T <sub>1</sub> :	32,42	AB	T <sub>3</sub> :	38,90	AB
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	31,91	A	T <sub>3</sub> :	30,96	AB	T <sub>1</sub> :	38,63	AB
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	23,40	B	T <sub>4</sub> :	30,17	B	T <sub>4</sub> :	35,00	B
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí	20,76	B	T <sub>6</sub> :	29,29	B	T <sub>6</sub> :	34,65	B
Media General	29,29 cm		32,31 cm			38,44 cm		
Incremento del DC			3,02 cm			6,12 cm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 21. Tratamientos en la variable diámetro de la copa a los 60, 120 y 180 días



- **Tratamientos (AxB)**

La respuesta de los sistemas agroforestales en cuanto a la variable DC a los 60, 120 y 180 días; dependieron significativamente de los tipos de abono; es decir fueron factores dependientes (Cuadro No. 25).

Con la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxB), a los 60 días el mayor diámetro de la copa de las plantas de café se dio en el tratamiento T<sub>3</sub>: Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 34,41 cm; a los 120 y 180 días el promedio mayor se dio en el T<sub>5</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí con 38,33 cm y 43,40 cm respectivamente (Cuadro No. 28 y Gráfico No. 21).

Los promedios más bajos del diámetro de la copa a los 60 días se dio en el T<sub>2</sub>: Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí con 20,76 cm; mientras que a los 120 y 180 días el menor diámetro de la copa del cultivo de base se registró en el T<sub>6</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua con 29,29 cm y 34,65 cm (Cuadro No. 28 y Gráfico No. 21).

Estos resultados confirman la eficiencia del Fernán Sánchez que se combinó con la variedad de materias primas que se utilizó para la elaboración del bokashí; especialmente el carbón que ayuda a mejorar las características físicas del suelo con aireación, absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo, funciona con el efecto tipo "esponja sólida", el cual consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo.

#### 4.8. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE PLANTAS DE CAFÉ (PSC)

Cuadro No. 29. Resumen del análisis de varianza (ADEVA) para evaluar la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fisher Calculado
Sistemas Agroforestales: A	1	0,89	1,45 *
Abonos Orgánicos: B	2	0,72	1,18 **
AxB	2	0,06	0,09 **
Error Experimental	12	0,61	
Total	17		
CV = 0,80%			

\* = Significativo al 5%

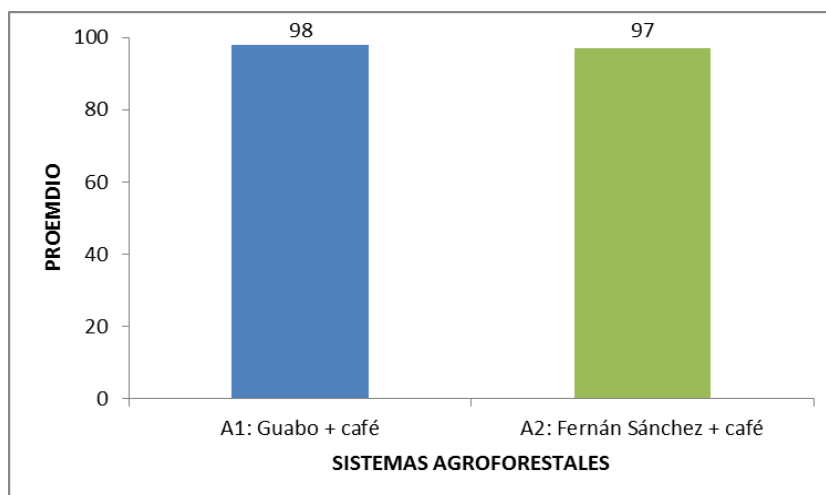
\*\* = Altamente Significativo al 1%



Cuadro No. 30. Resultado del análisis de efecto principal para comparar los promedios de dos sistemas agroforestales en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café

Sistemas Agroforestales (*)	Promedio
A <sub>1</sub> : Guabo + café	99,00
A <sub>2</sub> : Fernán Sánchez + café	97,00
EFFECTO PRINCIPAL: A <sub>1</sub> – A <sub>2</sub>	2,00 %

Gráfico No. 22. Sistemas agroforestales en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café



- **Sistemas agroforestales**

Se determinó diferencias estadísticas significativas como efecto de los sistemas agroforestales sobre la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café a los 180 días (Cuadro No. 29).

Con el análisis de efecto principal para el factor A, el sistema agroforestal con el porcentaje de sobrevivencia de plantas de café fue el A<sub>2</sub> Sistema Guabo + café con el 99% de sobrevivencia; mientras que el sistema Fernán Sánchez +

café, las plantas del cultivo de base alcanzaron el 97 % de sobrevivencia (Cuadro No. 30 y Gráfico No. 22).

Estos resultados me permiten inferir que la regulación de la sombra es importante en el desarrollo de las plantas de café, la selección de la especie forestal, permite el crecimiento y desarrollo de las plantas del cultivo de base y obtener una formación adecuada del sistema agroforestal.

Las diferencias numéricas entre los sistemas agroforestales, pudieron deberse al azar en el muestreo y evaluación. Estos resultados confirman que esta variable es de tipo varietal y dependen de su interacción genotipo ambiente.

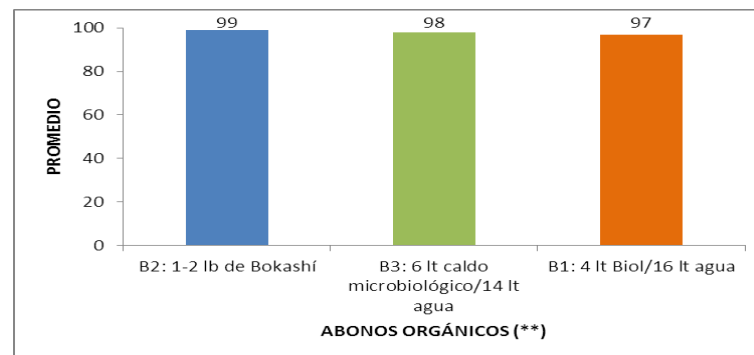
Otros factores que pudieron influir en el porcentaje de sobrevivencia de plantas de café fueron la calidad de plantas, edad, vigor, sistema radicular, temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, sanidad y nutrición de las plantas, manipuleo de las mismas y entre otras.

Cuadro No. 31. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor B: Abonos orgánicos foliares la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café

Abonos orgánicos (**)	Promedio	Rango
B <sub>2</sub> : 1-2 lb de Bokashí	99,00	A
B <sub>3</sub> : 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	98,00	B
B <sub>1</sub> : 4 lt de Biol/16 lt de agua	97,00	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 23. Variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café



- **Abonos orgánicos**

Con el análisis de Varianza (ADEVA), se determinó diferencias estadísticas altamente significativas como efecto de los abonos orgánicos (Factor B) en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café a los 180 días (Cuadro No. 29).

Con la prueba de Tukey al 5%, el abono orgánico que alcanzó el porcentaje de sobrevivencia de plantas de café fue el B<sub>2</sub>: 1-2 lb de Bokashí con el 99% de sobrevivencia; seguido del B<sub>3</sub>: 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua que alcanzó el 98% de sobrevivencia. El valor más bajo se registró en el B<sub>1</sub>: 4 lt de Biol/16 lt de agua con el 97% de sobrevivencia de plantas de café (Cuadro No. 31 y Gráfico No. 23).

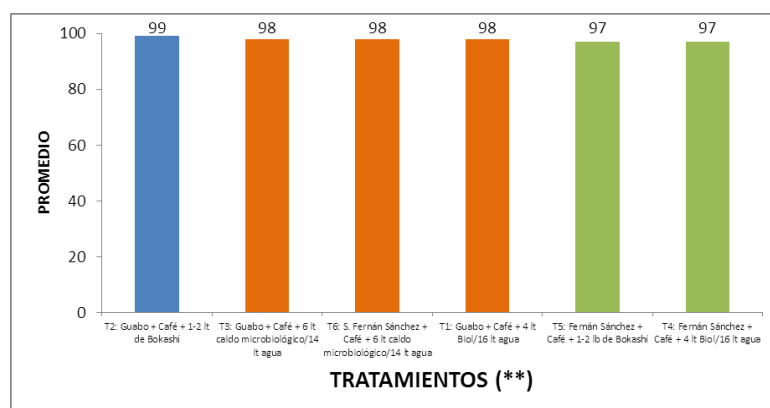
Con esta investigación puedo inferir claramente que el efecto de los abonos orgánicos es a mediano y largo plazo, quizá numéricamente fue un poco mejor el uso del bokashí por sus mejores características físicas y por el contenido de macro y micro nutrientes.

Cuadro No. 32. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores AxB en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café

Tratamiento No. (**)	Promedio	Rango
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí	99,00	A
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	98,00	AB
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt caldo microbiológico/14 lt de agua	98,00	AB
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	98,00	AB
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí	97,00	B
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	97,00	B
Media General	97,83%	

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 24. Tratamientos (AxB) en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café



- **Tratamientos (AxB)**

La respuesta de los sistemas agroforestales en cuanto a la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de café, dependió de los tipos de abonos orgánicos (Cuadro No. 29).

La prueba de Tukey al 5%, nos indica que tratamiento con el porcentaje de sobrevivencia de plantas de café más alto fue el T<sub>2</sub>: Sistema Guabo + Café + 1-

2 lb de Bokashí con el 99%; en los tratamientos T<sub>3</sub>; T<sub>6</sub> y T<sub>1</sub> se calculó un 98% de sobrevivencia de plantas de café. Mientras que el porcentaje de sobrevivencia más bajo se registró en los tratamientos T<sub>5</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí y T<sub>4</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua con el 97%. Se determinó un promedio general de la sobrevivencia de plantas de café del 98,83% (Cuadro No. 32 y Gráfico No. 24).

De acuerdo a estos resultados y funciones de los abonos orgánicos, el uso de bokashí demostró ser más eficiente y efectivo en comparación a al biol y caldo microbiológico.

El mayor porcentaje de sobrevivencia del cultivo de base se dio en la interacción guabo – café – bokashí, con esta especie forestal se creó un ambiente agradable para el desarrollo del café, a lo que se sumó las bondades esenciales del bokashí como es mejorar las características físicas del suelo, incrementa la actividad macro y microbiológica de la tierra al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Es una fuente rica en sílice, lo que favorece a los vegetales para darle una mayor resistencia contra insectos y microorganismos. A largo plazo, se convierte en una constante fuente de humus, aporta principalmente fósforo y potasio, al mismo tiempo que ayuda a corregir la acidez de los suelos.

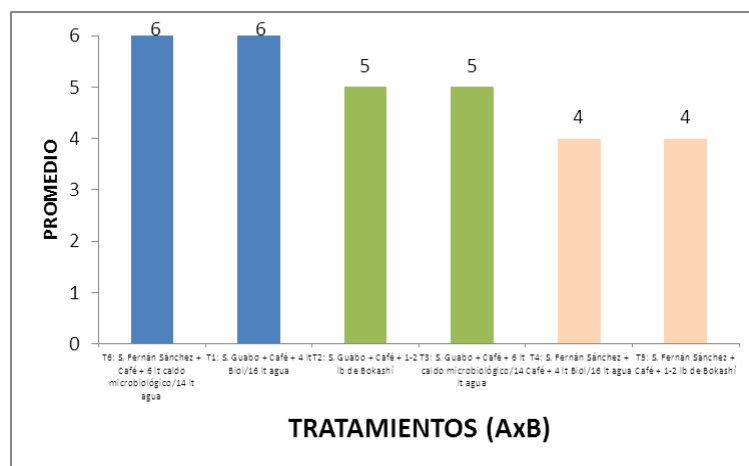
En el porcentaje de sobrevivencia de plantas, influyen directamente las características físicas, químicas y biológicas diferentes del suelo. En las características físicas interviene la porosidad densidad, estructura y granulación. En los químicos influye el pH de acuerdo al análisis del suelo realizado una vez concluida la investigación estuvo entre 6,2 a 6,5.

#### 4.9. Incidencia y severidad de ataque de hormiga arriera (*Atta cephalotesa*)

Cuadro No. 33. Resultados de la incidencia y severidad del ataque de hormiga arriera (*Atta cephalotesa*)

Tratamientos	60 días	120 días	180 días
T <sub>6</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 Lt caldo microbiológico/14 lt de agua	0,00	6,00	0,00
T <sub>1</sub> : Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	0,00	6,00	0,00
T <sub>2</sub> : Sistema Guabo + Café + 1-2 libras de Bokashi en 8 plantas	0,00	5,00	0,00
T <sub>3</sub> : Sistema Guabo + Café + 6 Lt de caldo microbiológico/14 lt de agua	0,00	5,00	0,00
T <sub>4</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua	0,00	4,00	0,00
T <sub>5</sub> : Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 libras de Bokashi/ en 8 plantas	0,00	4,00	0,00
Media General	0,00	5,00	0,00

Gráfico No. 25. Tratamientos (AxB) en la variable incidencia y severidad del ataque de hormiga arriera (*Atta cephalotesa*)



En el cuadro No. 33 y gráfico No. 25, se muestran los resultados de la incidencia de hormiga arriera (*Atta cephalotesa*) a través del tiempo de evaluación (60, 120 y 180 días).

Únicamente a los 120 días se tuvo una incidencia muy baja de esta plaga, determinándose una media general entre los seis tratamientos de 5,00; los

tratamientos con una incidencia de 6,00 fueron el T<sub>6</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 6 lt caldo microbiológico/14 lt de agua y T<sub>1</sub>: Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 l de agua.

Los valores más bajos de la incidencia de hormiga arriera fue de 4,00 y se encontró en los tratamientos T<sub>4</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua y T<sub>5</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí.

Estos resultados son muy inferiores a los reportados por Samayoa y Sánchez 2000, que registraron una incidencia y severidad de hormiga arriera en un cafetal orgánico con sombra entre 30 y 65% de incidencia de esta plaga.

Con estos resultados se confirma la acción positiva entre las especies forestales Guabo y Fernán Sánchez ya que además de modificar positivamente el microambiente del cultivo de base y los abonos orgánicos utilizados en esta investigación, en especial el biol y el bokashí; el biol promueve actividades fisiológicas, estimula el desarrollo de las plantas, en especial aumenta el enrizamiento y fortalece la base radicular, lo que facilita una mejor absorción de los macro y micro nutrientes.

Mientras que la principal característica del bokashí es acumular N-P-K y Ca, elementos que se encuentran disponibles para ser asimilados de acuerdo con las necesidades del cultivo de base; lo que se traduce en crear resistencia en las plantas de café al ataque de hormiga arriera

#### **4.10. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)**

El coeficiente de variación, se expresa en porcentaje y nos indica la variabilidad que existe entre las observaciones evaluadas.

El valor del coeficiente de variación en variables que están bajo el control del investigador, no debe pasar del 20%; sin embargo en variables que se escapan del

control del investigador y dependen fuertemente del medio ambiente como la incidencia del viento, se aceptan valores del CV mayores al 20%. (González, G. 1985)

En esta investigación en las variables que estuvieron bajo el control de la investigadora se calcularon valores inferiores al 20%, considerándose una varianza aceptable dentro del desarrollo de la investigación.

#### 4.11. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL

Cuadro No. 34. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que presentaron significancia estadística positiva con la variable dependiente (Porcentaje de sobrevivencia de plantas de café a los 180 días)

Variables independientes (Xs) (Porcentaje de sobrevivencia)	Coefficiente de Correlación “r”	Coefficiente de Regresión “b”	Coefficiente de Determinación (R <sup>2</sup> )%
Altura del eje principal a los 180 días	0,482 *	316,64 *	23
Largo del Limbo a los 120 días	0,330 *	16,260 *	11

\* = Significativo al 5%

#### COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)

En esta investigación las variables que presentaron una correlación significativa y positiva con el porcentaje de sobrevivencia de plantas de café fueron la altura del eje principal a los 180 días y largo del limbo a los 120 días (Cuadro No. 34).



### **COEFICIENTE DE REGRESIÓN (b).**

Las variables que incrementaron el porcentaje de sobrevivencia de las plantas de café fueron valores promedios más altos de la altura del eje principal a los 180 días y largo del limbo a los 120 días (Cuadro No. 34)

### **COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R<sup>2</sup>).**

En esta investigación el 23% de incremento del porcentaje de sobrevivencia de plantas de café fue debido una mayor altura del eje principal a los 120 días (Cuadro No. 34).

#### 4.12. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ANTES Y DESPUÉS DEL ENSAYO

Cuadro No. 35. Resultados del análisis químico del suelo antes y después del ensayo

Antes del Ensayo	DESPUÉS DEL ENSAYO					
	T <sub>1</sub> : Guabo + Biol	T <sub>2</sub> : Guabo + Bokashí	T <sub>3</sub> : Guabo + microbiológico	T <sub>4</sub> : Fernán Sánchez + Biol	T <sub>5</sub> : Fernán Sánchez + Bokashí	T <sub>6</sub> : Fernán Sánchez + microbiológico
N: 16 ppm B P: 10 ppm B S: 7 ppm B K: 1,36 meq/100ml A Ca: 11 meq/100ml A Mg: 2,3 meq/100ml A Zn: 10,4 ppm A Cu: 11 ppm A Fe: 547 ppm A Mn: 15,3 ppm A B: 0,18 ppm B pH: 5,70 Lig. Acd. MO: 1,8% Bajo Ca ----- = 4,8 Mg  Mg ----- = 1,7 K  Ca + Mg ----- = 9,8 K  meq/100ml ----- = 14,7 ∑ Bases	N: 323 ppm A P: 14 ppm M S: 8 ppm B K: 0,97 meq/100ml A Ca: 11 meq/100ml A Mg: 1,7 meq/100ml M Zn: 6,8 ppm M Cu: 13,6 ppm A Fe: 262 ppm A Mn: 57,7 ppm A B: 0,22 ppm B pH: 6,6 PN. MO: 4,6% Medio Ca ----- = 6,4 Mg  Mg ----- = 1,75 K  Ca + Mg ----- = 13,09 K  meq/100ml ----- = 13,67 ∑ Bases	N: 334 ppm A P: 16 ppm M S: 9 ppm B K: 0,90 meq/100ml A Ca: 9 meq/100ml A Mg: 1,3 meq/100ml M Zn: 6,8 ppm M Cu: 14,1 ppm A Fe: 264 ppm A Mn: 46,8 ppm A B: 0,21 ppm B pH: 6,3 Lig. Acd MO: 4,3% Medio Ca ----- = 6,9 Mg  Mg ----- = 1,44 K  Ca + Mg ----- = 11,44 K  meq/100ml ----- = 11,20 ∑ Bases	N: 260 ppm A P: 15 ppm M S: 5 ppm B K: 1,17 meq/100ml A Ca: 9 meq/100ml A Mg: 1,3 meq/100ml M Zn: 7,3 ppm A Cu: 14,0 ppm A Fe: 263 ppm A Mn: 37,8 ppm A B: 0,14 ppm B pH: 6,2 Lig. Acd MO: 3,7% Medio Ca ----- = 6,9 Mg  Mg ----- = 1,11 K  Ca + Mg ----- = 8,80 K  meq/100ml ----- = 11,47 ∑ Bases	N: 364 ppm A P: 18 ppm M S: 4 ppm B K: 1,0 meq/100ml A Ca: 11 meq/100ml A Mg: 1,6 meq/100ml M Zn: 8,8 ppm A Cu: 13,5 ppm A Fe: 272 ppm A Mn: 38,6 ppm A B: 0,19 ppm B pH: 6,3 Lig. Acd MO: 3,2% Medio Ca ----- = 6,8 Mg  Mg ----- = 1,60 K  Ca + Mg ----- = 12,60 K  meq/100ml ----- = 13,60 ∑ Bases	N: 306 ppm A P: 18 ppm M S: 2 ppm B K: 1,04 meq/100ml A Ca: 11 meq/100ml A Mg: 1,7 meq/100ml M Zn: 9,7 ppm A Cu: 13,0 ppm A Fe: 258 ppm A Mn: 30,3 ppm A B: 0,20 ppm B pH: 6,5 Lig. Acd MO: 3,5% Medio Ca ----- = 6,4 Mg  Mg ----- = 1,63 K  Ca + Mg ----- = 12,21 K  meq/100ml ----- = 13,74 ∑ Bases	N: 259 ppm A P: 19 ppm M S: 7 ppm B K: 0,96 meq/100ml A Ca: 10 meq/100ml A Mg: 1,4 meq/100ml M Zn: 11,4 ppm A Cu: 13,1 ppm A Fe: 254 ppm A Mn: 42,7 ppm A B: 0,16 ppm B pH: 6,4 Lig. Acd MO: 3,1% Medio Ca ----- = 7,1 Mg  Mg ----- = 1,46 K  Ca + Mg ----- = 11,88 K  meq/100ml ----- = 12,36 ∑ Bases

Fuente: INIAP, Pichilingue 2011-2012. Significancia: B = Bajo A = Alto M = Medio. MO = Materia Orgánica  
pH: Lig. Acd = Ligeramente ácido PN = Prácticamente Neutro

Los resultados de los análisis químicos del suelo realizados después de instalado los sistemas agroforestales nos reportaron cambios muy importantes en los contenidos de macro y micronutrientes, pH, contenido de materia orgánica y en la relación de bases Ca/Mg; Mg/K; Ca+Mg/K y meq/100ml/Σ bases en relación al análisis antes de realizar la investigación (Cuadro No. 35).

El Nitrógeno antes de instalar el ensayo tuvo un contenido Bajo 16 ppm. Al final de la investigación en todos los tratamientos se reporta un contenido Alto (de 259 a 364 ppm); un mayor contenido de N se tuvo en los tratamientos T<sub>4</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua con 364 ppm y T<sub>2</sub>: Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí con 323 ppm en el en comparación a los demás tratamientos (Cuadro No. 35).

Al inicio de la investigación se tuvo un contenido Bajo para P con 10 ppm, después de la investigación en todos los tratamientos, reportaron un contenido Medio de entre 14 y 19 ppm (Cuadro No. 35).

Antes de establecer los sistemas agroforestales el contenido de S fue 7 ppm (Bajo) concluida la investigación en todos los tratamientos se reportó un contenido Bajo de este elemento, inclusive en el tratamiento T<sub>5</sub>: Sistema Fernán Sánchez + Café + 1-2 lb de Bokashí se reportó un valor de 2 ppm (Cuadro No. 35). Quizá esto se debe a que el bokashí una vez incorporado al suelo favorece la absorción de algunos minerales entre ellos el azufre

Con los resultados del análisis del suelo realizado antes y después de la investigación se puede apreciar que los abonos orgánicos contribuyeron en la absorción de algunos minerales como del Mn que de un contenido Alto (2,3 meq/100ml) paso a Medio con valores de 1,3 a 1,7 meq/100ml (Cuadro No. 35).

De igual manera ocurrió con el K, Ca, Cu, Fe y Mn, a pesar de estar disponible y ser aprovechados por el cultivo de base se mantuvo contenidos Altos de estos elementos antes y después de la investigación (Cuadro No. 35).

El valor del pH del suelo antes de establecer los sistemas agroforestales y aplicar los abonos orgánicos fue ligeramente ácido con un valor 5,70. Sabemos que la acidez del suelo, restringe la asimilación de los nutrientes por las plantas, por su baja capacidad de intercambio catiónico, siendo retenido principalmente el P y el S.

Con la aplicación de los abonos orgánicos se mejoró el pH del suelo, así podemos ver que con el tratamiento T<sub>1</sub>: Sistema Guabo + Café + 4 lt de Biol/16 lt de agua el pH del suelo fue prácticamente neutro con un valor de 6,6. Con los demás tratamientos se mejoró notablemente el valor del pH con valores de entre 6,2 a 6,5 (Cuadro No. 35).

Se incrementó el contenido de materia orgánica en el suelo después de realizada la investigación, al inicio del ensayo se registró un 1,8% de MO; una vez concluido el trabajo investigativo se reportó un contenido entre 3,1 y 4,6% (Cuadro No. 35).

Con la aplicación de los tres tipos de abonos orgánicos a las plantas de café dentro de los sistemas agroforestales Guabo y Fernán Sánchez, también se mejoró la relación de bases, así tenemos antes de instalar la investigación se tuvo una relación Ca/Mg de 4,8; concluida la investigación los valores de esta relación fueron de 6,4 a 7,1. Algo similar sucede con la relación Ca+Mg/K que registró 13,09 en el sistema Guabo + café + biol (T<sub>1</sub>); 11,44 en el Sistema Guabo + café + bokashí (T<sub>2</sub>); 8,80 para el Sistema guabo + café + caldo microbiológico (T<sub>3</sub>); 12,60 en el Sistema Fernán Sánchez + café + biol (T<sub>4</sub>); 12,21 en el Sistema Fernán Sánchez + café + bokashí (T<sub>5</sub>) y 11,80 para el Sistema Fernán Sánchez + café + caldo microbiológico (T<sub>6</sub>) (Cuadro No. 35).

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Realizados los diferentes análisis agronómicos y estadísticos se llega a las siguientes conclusiones:

- Se determinaron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables evaluadas a los 60, 120 y 180 días en la aplicación de los abonos orgánicos al cultivo de base dentro de los sistemas agroforestales Guabo y Fernán Sánchez.
- El sistema agroforestal con el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas de café a los 180 días, fue el Sistema Guabo ( $A_2$ ) con el 99% de sobrevivencia.
- El abono orgánico que tuvo una mayor efectividad en cuanto a la variable porcentaje de sobrevivencia del cultivo de base a los 180 días fue el  $B_2$ : 1-2 lb de Bokashí con el 99,00% comparado al  $B_1$ : 4 lt de Biol/16 lt de agua que presentó un 97,00% de sobrevivencia.
- La mejor combinación de factores sistemas agroforestales por la aplicación de abonos orgánicos, los tratamientos más efectivos fueron  $T_2$ :  $A_1B_2$  (Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de Bokashí) con el 99% de sobrevivencia de plantas; en los tratamientos  $T_3$ :  $A_1B_3$ ;  $T_6$ :  $A_2B_3$  y  $T_1$ :  $A_1B_1$  se tuvo un 98% de sobrevivencia de plantas de café.
- Las variables que incrementaron el porcentaje de sobrevivencia de plantas de café a los 180 días fueron el diámetro del eje principal a los 120 días; longitud de la hoja a los 120 días; altura de plantas a los 60 días y diámetro de la copa a los 60 días.

- De acuerdo con los resultados del análisis químico del suelo antes y después de realizado el ensayo, con la aplicación de los diferentes abonos orgánicos (biol, bokashí y caldo microbiológico), se cuantificaron indicadores de un proceso inicial de mejoramiento de las características físico-químicas del suelo.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Una vez sistematizado las conclusiones se recomienda:

- Para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivo de base, se recomienda utilizar la especie forestal Guabo, por su mayor efectividad en la sobrevivencia de plantas de café.
- Para mejorar la efectividad de las plantas de café en el proceso de enraizamiento, crecimiento y desarrollo aplicar el abono orgánico bokashí en una dosis de 1-2 libras al momento de la plantación; repetir esta aplicación a los 120 y 180 días en forma coronaria.
- Validar la aplicación de estos tres tipos de abono foliar en el cultivo de café robusta tanto en época de invierno y verano y en nuevas variedades de café.
- Continuar con este proceso investigativo, hasta la primera cosecha del café, para determinar la eficiencia del Guabo, Fernán Sánchez y los abonos orgánicos, en la dotación de sombra al cultivo de base y suministro de nutrientes, para hacer un análisis económico y definir la mejor opción tecnológica.

## VI. RESUMEN Y SUMMARY

### 6.1. RESUMEN

Los sistemas agroforestales facilitan actividades productivas alterando al mínimo el ecosistema, contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas de producción. Los abonos orgánicos permiten que los nutrientes de la materia orgánica y mineral se tornen asimilables y puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas.

La investigación, se realizó en el sitio Puruhuay, cantón Echeandía, provincia Bolívar, a 600 msnm, con un suelo franco-limoso. Los objetivos fueron: i) Evaluar el efecto de dos sistemas agroforestales en el desarrollo del cultivo de café ii) Determinar cuál de los tres tipos de abonos influye en el desarrollo morfológico del cultivo. Se utilizó dos sistemas agroforestales: Guabo y Fernán Sánchez con café. Se aplicó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 2x3. El factor A correspondió a dos sistemas agroforestales:  $A_1$ = Guabo + café y  $A_2$ = Fernán Sánchez + café. El factor B fueron tres tipos de abonos orgánicos:  $B_1$ = 4 lt de biol/16 lt de agua;  $B_2$ = 1-2 lb de bokashí y  $B_3$ = 6 lt de caldo microbiológico/14 lt de agua. Se tuvieron seis tratamientos con tres repeticiones. Se realizó análisis de varianza, efecto principal para sistemas agroforestales, prueba de Tukey para factor B: Abonos orgánicos e interacciones AxB. Análisis de correlación. Los resultados más relevantes fueron: El mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas de café se dio en el Sistema Guabo con el 99%. La mayor efectividad de los abonos orgánicos para el porcentaje de sobrevivencia del cultivo de base se tuvo en el  $B_2$ : 1-2 lb de bokashí con el 99,00%. La mejor asociación fue el  $T_2$ :  $A_1B_2$  (Sistema Guabo + Café + 1-2 lb de bokashí) con el 99% de sobrevivencia de plantas. Las variables que incrementaron la sobrevivencia de plantas de café a los 180 días fueron el diámetro del eje principal a los 120 días; longitud de la hoja a los 120 días; altura de plantas a los 60 días y diámetro de la copa a los 60 días. Con la aplicación del biol, bokashí y caldo microbiológico, se mejoró las características físico-químicas del suelo.



## 6.2. SUMMARY

The systems agroforestales facilitate productive activities altering to the minimum the ecosystem, contributes to reach the sostenibility of the production systems. The organic payments allow that the nutrients of the organic matter and mineral you assimilable turned and they can be absorbed by the roots of the plants.

The investigation was carried out in the place Puruhuay, canton Echeandía, province Bolívar, to 600 mls with a franc-oozy floor. The objectives were: i) Evaluate the effect of two systems agroforestals in the development of the cultivation of brown ii) Determine which of the three types of payments it influences in the morphological development of the cultivation. It was used two systems agroforestals: Guabo and Fernán Sánchez with coffee. A design of Complete Blocks was applied at random (DBCA) in factorial arrangement 2x3. The factor A it corresponded to two systems agroforestales:  $A_1 = \text{Guabo} + \text{coffee}$  and  $A_2 = \text{Fernán Sánchez} + \text{coffee}$ . The factor B was three types of organic:  $B_1 = 4 \text{ lt of biol}/16 \text{ lt of water}$ ;  $B_2 = 1-2 \text{ lb of bokashí}/\text{plants}$  and  $B_3 = 6 \text{ lt of broth microbiologic}/14 \text{ lt of water}$ . Six treatments with three repetitions. Was carried out variance analysis, main effect for systems agroforestales, test of Tukey for factor B: Organic payments and interactions  $A \times B$ . Correlation analysis. The most outstanding results were: The biggest percentage of survival of plants of coffee was given in the System Guabo with 99%. The biggest effectiveness in the organic payments for the percentage of survival of the base cultivation one had in the  $B_2$ : 1-2 pounds of bokashí with 99,00%. The best association was the  $T_2$ :  $A_1 B_2$  (System Guabo + Coffee + 1-2 pounds of bokashí) with 99% of survival of plants. The variables that increased the survival of plants of coffee to the 180 days were the diameter from the main axis to the 120 days; longitude of the leaf to the 120 days; height of plants to the 60 days and diameter of the glass to the 60 days. With the application of the biol, bokashí and broth microbiologic, improved the physical-chemical characteristics of the floor.

## VII BIBLIOGRAFÍA

1. ALVIM, P. 1973. Factors affecting flowering of coffee. In "Genes, Enzymes and Population" (A. M. Srb, ed). VI. 2. P. 193.
2. AÑASCO, M. 2000. Introducción al manejo de los recursos naturales y la agroforestería. Sistema de capacitación para el manejo de los recursos naturales renovables. Red Agroforestal Ecuatoriana. Quito. P. 110.
3. ARÉVALO, M. et, al. 2000. Sistemas combinado de plantas forestales con cultivos. Proyecto SUBIR. CARE, JATUN SACHA Y ECOCIENCIA USAID. P. 113.
4. BACHMANN, P. 2008. Reforestación con Moral fino. Conservando el tesoro de la Naturaleza. Cumbayá- Ecuador. P. 67.
5. BEER, J. 2004. Servicios Ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas. P. 128.
6. CATIE (2004). Manual de Árboles de Centroamérica, descripciones de especies: *Sapindus saponaria* L; *Tabebuia pentaphylla* L. P. 922.
7. COFENAC. 2008. Caficultura orgánica: Alternativa de Desarrollo sostenible. P. 21.
8. COFENAC 2011, Diagnóstico el sector cafetalero. P. 64.
9. DE LUNA, A. y VÁZQUEZ, E. 2009. Elaboración de Abonos Orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México. P. 112.
10. FUENTE NACIONAL UNIDAS FAOT, STAT 2000. Producción Mundial Nacional del Café, elaboración IICA. P. 121.
11. FUNDEYRAM 2010. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. San Salvador. P. 142.
12. GAIBOR, R. 2000. Clasificación Taxonómica del guabo. Módulo de botánica sistemática. U.E.B. Segunda edición Guaranda-Ecuador. P. 73.
13. GONZÁLEZ, G. 1985. Métodos estadísticos y principios de diseño experimental. 2<sup>da</sup> ed. Editorial Universitaria. UCE, Quito, Ecuador. P. 371.

14. IIRR, 1996. Instituto Internacional de Construcción Rural, Manual de Prácticas Agro ecológicas de los Andes Ecuatorianos 1 era Edición. Quito Ecuador. P. 183.
15. LÓPEZ, M., KONING, F. PAREDES, H. Y BENITEZ, P. 2003. Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidente del Ecuador. Proyecto CO2-GTZ, University of Gottingen. P. 164.
16. LOZANO, B. 2007. Fenología de 10 especies forestales en parcelas permanentes de la UTEQ, finca Experimental “La Represa”, Quevedo. Tesis de grado. UTEQ. Quevedo-Ecuador. P. 187.
17. MANUAL AGROPECUARIO. 2002. Biblioteca del Campo. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá Colombia. Tomo II. P. 728.
18. MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas Agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. San José – Costa Rica. Organización para estudios tropicales. P. 140.
19. MUSÁLEM, M. 2001. Árboles en cafetales. Turrialba, CR, CATIE/GTZ. P. 134.
20. NIETO, C. RAMOS, R y GALARZA, J. 2005. Sistemas agroforestales aplicable en el Ecuador, Resultados de una década de experiencias de campo. INIAP-PROMSA. Boletín Técnico No. 122. Quito Ecuador. P. 147.
21. PALOMEQUE, E. 2009. Sistemas agroforestales (En línea). Consultado 1 abril. 2010. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/sistemasagroforestales/sistemas-agroforestales.pdf>.
22. RAMÍREZ, C. 2005. Caracterización de los sistemas agroforestales con café en el área de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera La Amistad, Pejibaye de Jiménez, CR. In. Agroforestería en Las Américas. P. 321.
23. ROMERO, C. et, al. 2002. Producción agroecológica. Camaren. Quito - Ecuador. P. 75.

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. P. 128.
25. SOMAYOA, J. y SÁNCHEZ, V. 2000. Importancia de la sombra en la incidencia de enfermedades en café orgánico y convencional en Paraíso, Costa Rica. P. 236.
26. SICA. 2009. Secretaría General del Sistema de la Integración Centroamericana. [www.sica.gov.ec/agronegocios/](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/) España
27. SUQUILANDA, M. 2003. Abonos verdes: alternativa ecológica. Cultivos Controlados. Revista Agropecuaria Internacional. (Ecuador) Ed. Flor y Flor. P. 137.
28. TERRANOVA. 1995. Enciclopedia agropecuaria. Producción Agrícola Bogotá-Colombia. P. 395.
29. TORRES, C. et al. 2002. Manual Agropecuario. Biblioteca de Campo. Bogotá-Colombia. P. 124.
30. VADEMECUM AGRÍCOLA. 2008. Quito-Ecuador. P. 356.
31. VALDIVIESO, W Y APUNTE, W. 2009. Establecimiento y evaluación agronómica de tres sistemas agroforestales con base en cultivo de café (*Coffea arabica*) en el cantón Echeandía, provincia Bolívar. Tesis de Ing. Agroforestal. Guaranda-Ecuador. P. 145.
32. VALVERDE, F. 1998. Plantas Útiles del Litoral Ecuatoriano, Ministerio de Medio Ambiente /ECORAE/Eco Ciencia. Guayaquil-Ecuador. P. 116.
33. VELASTEGUI, R. 2005 Alternativas de Ecológico para el manejo integrado fitosanitario en los cultivos. P. 122.
34. VASQUEZ, L. 1983. Apreciación sobre las posibilidades de manejo de los bosques húmedos tropicales del Ecuador. Quito, Imprenta Conocoto. P. 83.
35. [http://www/herbaria.plants.com.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulo\\_especies\\_y\\_anexos/cordia-alliadora](http://www/herbaria.plants.com.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulo_especies_y_anexos/cordia-alliadora)
36. <http://www.sag.gob.html>
37. [http://es.wikipedia.org/wiki/coffee\\_arabica.html](http://es.wikipedia.org/wiki/coffee_arabica.html)


38. [http://www.infoagro.com/especies\\_variedades/2.2/2002.html](http://www.infoagro.com/especies_variedades/2.2/2002.html)
39. <http://www.infoagro.com/2002.html>
40. <http://www.pasqualinonet.com.html>
41. <http://www.pasqualinonet.com.ar/.html>
42. <http://www.abcagro.com.html>
43. <http://www.sica.gov.ec/.html>
44. <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/.html>
45. <http://www.herbaria.plans.com.html>
46. <http://www.agropecstar.com/avino%fermentado%BOCASHI.html>
47. [http://www.ambiente.gov.ec/paginas\\_espa%ol/4ecuador/docs/PlanForestaci%on.Pdf](http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espa%ol/4ecuador/docs/PlanForestaci%on.Pdf)
48. <http://www.org/forestry/nfp/43636/es/html>

# ANEXOS

**Anexo No. 1. Mapa de la ubicación del ensayo**

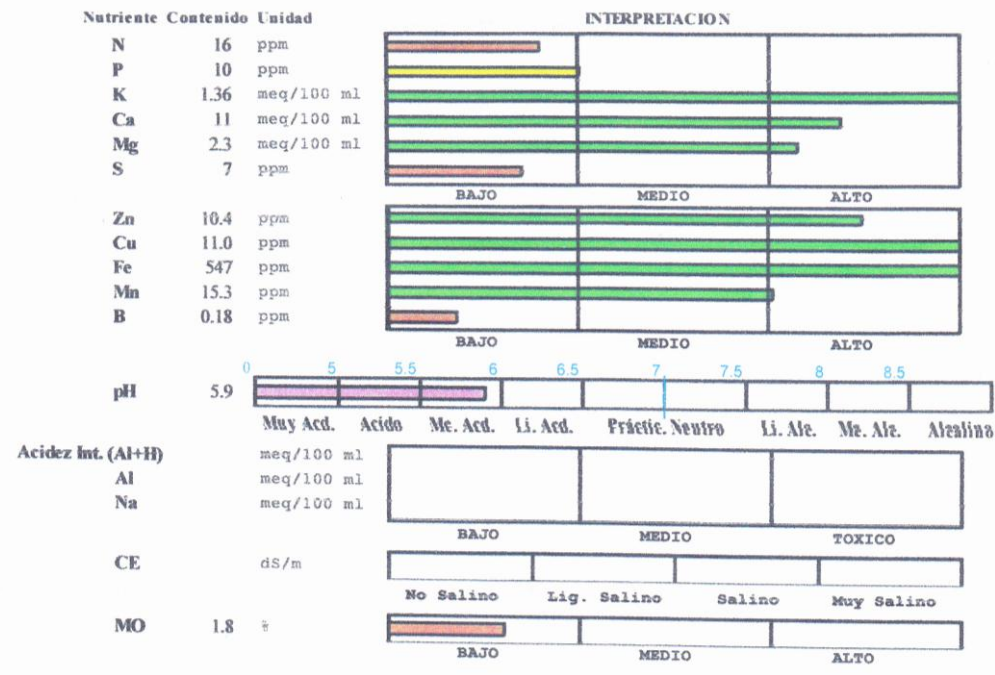


## Anexo No. 2. Análisis del suelo antes de iniciado la investigación

 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018
---	--

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : COFENAC Dirección : Calle Ramos Iduarte y Primera Transversal Ciudad : Portoviejo Teléfono : 634530 Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Cofenac Provincia : Bolívar Cantón : Echeandia Parroquia : Ubicación :
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : Café Cultivo Anterior : Cacao Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Muestra 1 Ruperto Ibarra Sr. ✓	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 00862 N° Muestra Lab. : 56932 Fecha de Muestreo : 28/12/2010 Fecha de Ingreso : 28/12/2010 Fecha de Salida : 03/03/2011



Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4,8	1,7	9,8	14,7			38	48	14	Franco


 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS




 RESPONSABLE LABORATORIO



### Anexo No. 3. Análisis del suelo después de la investigación


**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Viscarra Sara Sra. Dirección : Ciudad : Echeandia Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Alegria Provincia : Bolívar Cantón : Echeandia Parroquia : Ubicación : Sitio Piragua km 6	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : N° Reporte : 002448 Fecha de Muestreo : 22/07/2012 Fecha de Ingreso : 23/07/2012 Fecha de Salida : 27/07/2012
---	--	---

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm															
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B											
63297	Muestra Biol Guabo		6,6	PN	323	14	M	0,97	A	11	A	1,7	M	8	B	6,8	M	13,6	A	262	A	57,7	A	0,22	B
63298	Muestra Bocachi Guabo		6,3	LAc	334	16	M	0,90	A	9	A	1,3	M	9	B	6,8	M	14,1	A	264	A	46,8	A	0,21	B
63299	Caldito Microbiológico Guabo		6,2	LAc	260	15	M	1,17	A	9	A	1,3	M	5	B	7,3	A	14,0	A	263	A	37,8	A	0,14	B
63300	Muestra Biol Fernansanchez		6,3	LAc	364	18	M	1,00	A	11	A	1,6	M	4	B	8,8	A	13,5	A	272	A	38,6	A	0,19	B
63301	Muestra Bocachi Fernansanchez		6,5	LAc	306	18	M	1,04	A	11	A	1,7	M	2	B	9,7	A	13,0	A	258	A	30,3	A	0,20	B
63302	Microbiológico Fernansanchez		6,4	LAc	259	19	M	0,96	A	10	A	1,4	M	7	B	11,4	A	13,1	A	254	A	42,7	A	0,16	B



<b>INTERPRETACION</b> pH MAc = Muy Acido    LAc = Liger. Acido    LAI = Lige. Alcalino Ac = Acido        PN = Prac. Neutro    MeAl = Media. Alcalino MeAc = Media. Acido    N = Neutro        Al = Alcalino RC = Requiere Cal    B = Bajo    M = Medio    A = Alto	<b>METODOLOGIA USADA</b> pH = Suelo: agua (1:2,5) N,P,B = Colorimetría S = Turbidimetría K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica <b>EXTRACTANTES</b> Olsen Modificado N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn Fosfato de Calcio Monobásico BS
---	--

  
**LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS**

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
 reclamos en los resultados

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**


**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Viscarra Sara Sra. Dirección : Ciudad : Echeandia Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Alegria Provincia : Bolívar Cantón : Echeandia Parroquia : Ubicación : Sitio Piragua km 6	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : N° de Reporte : 002448 Fecha de Muestreo : 22/07/2012 Fecha de Ingreso : 23/07/2012 Fecha de Salida : 27/07/2012
---	--	--

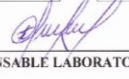
N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.							Mg	K	Σ Bases	
63297					4,6	M	6,4	1,75	13,09	13,67					
63298					4,3	M	6,9	1,44	11,44	11,20					
63299					3,7	M	6,9	1,11	8,80	11,47					
63300					3,2	M	6,8	1,60	12,60	13,60					
63301					3,5	M	6,4	1,63	12,21	13,74					
63302					3,1	M	7,1	1,46	11,88	12,36					



<b>INTERPRETACION</b> Al+H, Al y Na    C.E.    M.O. y Cl B = Bajo    NS = No Salino    S = Salino    R = Bajo M = Medio    LS = Liger. Salino    MS = Muy Salino    M = Medio T = Tóxico    A = Alto	<b>ABREVIATURAS</b> C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adserción de Sodio	<b>METODOLOGIA USADA</b> C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Welkey Black Al+H = Titulación con NaOH
--	--	---

  
**LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS**

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
 reclamos en los resultados

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

## Anexo No. 4. Base de datos

- |                                      |                               |                                 |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. Tratamientos                      | 10. Número de ejes 120 días   | 19. Largo del limbo 120 días    |
| 2. Repeticiones                      | 11. Número de ejes 180 días   | 20. Largo del limbo 180 días    |
| 3. Factor A: Sistemas Agroforestales | 12. Diámetro de ejes 60 días  | 21. Ancho del limbo 60 días     |
| 4. Factor B: Abonos Orgánicos        | 13. Diámetro de ejes 120 días | 22. Ancho del limbo 120 días    |
| 5. Interacción AxB                   | 14. Diámetro de ejes 180 días | 23. Ancho del limbo 180 días    |
| 6. Altura de ejes 60d                | 15. Número de ramas 60 días   | 24. Diámetro de copa 60 días    |
| 7. Altura de ejes 120 d              | 16. Número de ramas 120 días  | 25. Diámetro de copa 120 días   |
| 8. Altura de ejes 180 d              | 17. Número de ramas 180 días  | 26. Diámetro de copa 180 días   |
| 9. Número de ejes 60 días            | Largo del limbo 60 días       | 27. Porcentaje de Supervivencia |

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
T1	R1	A1	B1	A1B1	78,5	91,88	106,89	7	10	12	0,73	0,71	0,64	2	4	10	15,91	15,5	20,06	9,88	13,56	9,83	29,51	40,86	34	98
T2	R1	A1	B2	A1B2	88,75	104,89	127,63	7	10	13	0,71	0,76	0,7	2	5	8	13,44	16,25	13,31	13,88	15,55	13,45	35,13	38,33	37,34	97
T3	R1	A1	B3	A1B3	83,34	111,87	128,75	6	11	15	0,73	0,73	0,71	2	6	10	14,56	15,38	16,38	12,88	11,56	14,56	32,38	30,13	41,13	99
T4	R1	A2	B1	A2B1	80,75	100,38	113,75	8	11	14	0,78	0,75	0,75	2	4	6	17,19	15,13	17,19	8,89	14,25	14,06	21,38	30,19	40,25	98
T5	R1	A2	B2	A2B2	77,34	97,26	97,00	7	12	12	0,79	0,75	0,7	3	5	9	13,75	13,75	15,56	10,94	10,94	14,56	30,38	30,38	39,5	97
T6	R1	A2	B3	A2B3	81,13	104,63	114,25	7	12	15	0,73	0,91	0,76	2	5	9	15,5	15,63	17,69	9,17	10,38	14,88	22,13	27,25	40,37	99
T1	R2	A1	B1	A1B1	81,7	87,54	110,14	6	8	15	0,87	0,79	0,75	3	6	10	16,45	17,63	23,47	12,64	17,61	10,45	32,14	36,19	37	98
T2	R2	A1	B2	A1B2	85,48	108,14	131,54	7	10	14	0,84	0,71	0,9	3	4	8	10,94	18,34	10,87	16,24	9,48	15,47	30,57	27,65	32,48	99
T3	R2	A1	B3	A1B3	79,68	115,87	132,56	5	10	14	0,81	0,79	0,84	2	4	8	15,87	16,24	13,87	15,41	10,67	15,84	35,12	32,84	43,87	99
T4	R2	A2	B1	A2B1	75,68	105,23	115,34	9	14	16	0,85	0,85	0,91	2	4	7	15,13	17,23	21,47	9,64	12,68	16,48	25,14	32,41	38,67	98
T5	R2	A2	B2	A2B2	71,64	102,34	102,34	8	14	10	0,85	0,87	1,1	2	5	9	15,49	16,24	22,14	12,03	11,67	17,35	31,31	28,67	35,47	97
T6	R2	A2	B3	A2B3	86,14	108,23	118,65	8	12	17	0,81	1,2	0,87	3	6	9	17,23	16,34	19,84	11,3	12,54	17,62	18,64	29,34	37,61	98
T1	R3	A1	B1	A1B1	76,9	85,97	104,92	7	9	11	0,94	0,84	0,68	2	4	7	17,24	19,54	22,17	10,67	15,47	11,78	35,24	37,94	34	98
T2	R3	A1	B2	A1B2	91,12	107,14	132,12	8	12	13	0,79	0,79	1,1	2	5	8	11,37	19,24	12,57	17,31	12,37	12,87	33,21	32,05	34,14	99
T3	R3	A1	B3	A1B3	82,64	114,35	131,84	8	11	12	0,76	0,82	0,81	3	4	7	17,21	15,68	12,89	16,01	15,67	17,24	35,74	34,29	45,19	98
T4	R3	A2	B1	A2B1	82,74	106,17	111,78	6	12	14	0,84	0,81	0,84	2	6	10	12,68	14,58	20,13	10,13	12,57	12,87	23,67	30,28	36,97	97
T5	R3	A2	B2	A2B2	76,28	98,62	105,37	8	12	14	0,79	0,79	0,9	2	4	7	16,37	15,21	18,63	12,68	14,27	14,65	34,05	31,47	41,74	99

T6	R3	A2	B3	A2B3	82,63	101	121,31	7	10	19	0,76	1	0,91	3	5	9	14,28	16,05	16,23	10,06	10,67	18,27	21,51	31,27	42,19	98
----	----	----	----	------	-------	-----	--------	---	----	----	------	---	------	---	---	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----

## Anexo No. 5. Fotografías del manejo y evaluación de la investigación

5.1. Dosificación de caldo microbiológico a ser aplicado



5.2. Aplicación de caldo microbiológico a los 60 días



5.3. Aplicación de biol a los 60 días



5.4. Eliminación de malezas



5.5. Aplicación de bokashi a los 60 días



5.6. Evaluación del número de ejes a los 60 días





5.7. Aplicación de biol a los 120 días



5.8. Visita del Tribunal de Tesis



5.9. Evaluación del número de ramas plagiotrópicas a los 120 días



5.10. Desarrollo del cultivo de base



5.11. Evaluación del número de hojas a los 180 días



5.12. Evaluación del diámetro del eje principal a los 180 días



## **Anexo No. 6. Glosario de términos técnicos**

**Abono Orgánico.-** Es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, que tiene la capacidad de fertilizar y estructura de suelo, la capacidad de retención de la humedad, activar su capacidad biológica y por ende mejorar la productividad y producción de los cultivos

**Agricultura Orgánica.-** Conocida también como ecológica o biológica, se define como un conjunto de técnicas que pretenden obtener una producción abundante sin utilizar elementos o procedimientos que puedan perjudicar la fertilidad de la tierra a corto o largo plazo, o producir contaminación para el medio. Esta agricultura propone la sustitución de los abonos artificiales por orgánicos como restos de cosechas, abonos verdes, o residuos de la propia granja y externos. Es una forma por la que el hombre puede practicar la agricultura acercándose en lo posible a los procesos que se desencadenan de manera espontánea en la naturaleza. Este acercamiento presupone el uso adecuada de los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, sin alterar su armonía

**Agricultura Sostenible.-** Es la agricultura basada en sistemas de producción con capacidad de ser útiles a la sociedad de manera indefinida

**Agricultura migratoria.-** Comprende sistemas de subsistencia orientadas a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación. Solo ocasionalmente considera la fuente de ingresos por medio de la venta de los excedentes de los productos

**Agroforestería.-** Se puede calificar como la manera práctica o de volver operativos los conceptos que alrededor del manejo sostenibles de los recursos

**Acidez.-** Exceso de iones de hidrogeno en una disolución acuosa con relación con lo que existe en el agua

**Biol.-** Es un fitoestimulante orgánico con contenidos de fitoreguladores, que resulta de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del bioabono. El bioestimulante biol es un efluente líquido que se descarga frecuentemente de un biodigestor y, por medio de filtraciones, se separa la parte líquida de la sólida. Actualmente es de difusión su uso

**Bokashí.-** Abono que resulta de la fermentación de desechos vegetales y animales. Ha sido utilizado milenariamente por los japoneses para fertilizar sus cultivos

**Canales de comercialización.-** Lugares o sitios donde pasan los productos desde el productor hasta el consumidor, e involucran los distintos tipos de intermediarios entre uno u otros

**Clima.-** Son condiciones naturales que existen en una región o zona, como es la lluvia, humedad, temperatura y viento

**Cortinas rompevientos.-** Tres surcos o más de árboles que se siembran en la parte donde pega el viento para proteger un cultivo

**Cultivos anuales.-** Para los productores y productoras de El Castillo, son aquellos que producen al año como: quequisque, plátano, piña, yuca, malanga, ñame, caña y otros

**Cultivos perennes.-** Son cultivos que se establecen una vez y producen por más de 10 años de manera constante

**Cultivos temporeros.-** Son cultivos que producen en poco tiempo y pueden cultivarse más de una vez en el año como el frijol, el maíz, y el arroz

**Defoliador.-** Insecto que corta las hojas de las plantas como la hormiga

**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

**Epicarpio.-** (Cutícula, cáscara, pulpa), de color rojo o amarillo en su madurez, jugoso y envuelve todas las demás partes del fruto. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico

**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

**Epispermo.-** Es una cubierta seminal; en algunas semillas está constituido por dos partes: la testa o cubierta seminal externa, que puede ser considerada pétreo, coriáceas, membranosa o carnosa. En la testa se puede reconocer: el hilo o cicatriz que señala el punto de intersección de la semilla al funículo, a través de él el agua penetra con facilidad; el micrópilo u orificio por el cual penetra el tubo polínico al rudimento seminal; el rafe, sutura que se origina del contacto estrecho del rudimento seminal anátropo con el funículo

**Eliofanía.-** Cantidad de luz que reciben las plantas durante todo el año

**Fertilizantes.-** Material inorgánico u orgánico de origen natural o sintético que añadido al suelo suple una o más deficiencias de nutrientes que contribuyen al crecimiento de las plantas



**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

**Folíolo.-** Cada una de las hojas que forman una hoja compuesta

**Fitosanitario.-** Procesos de control de plagas y enfermedades

**Germinación.-** Es un proceso que ocurre en la semilla, desde que el embrión inicia su desarrollo, hasta que llega a formarse la planta recién nacida

**Hongo.-** Seres vivos muy pequeños que causan enfermedad en las plantas del cacao, algunos de ellos pueden provocar la monilia, mazorca negra y mal del machete.

**Homogéneas.-** Perteneciente o relativo a un mismo género, poseedor de iguales Caracteres, dicho de una sustancia o de una mezcla de varias.

**Manejo Integral de Plagas.-** Son todas las decisiones que toma la familia para controlar las plagas que afectan un cultivo, respetando el medio ambiente.

**Materia Orgánica.-** Son todas las sustancias orgánicas vivas o muertas, frescas o descompuestas, simples o complejas existentes en el suelo; esto incluye raíces de plantas, residuos de todas las plantas y animales en todos los estados de descomposición, humus, microbios y compuestos orgánicos.

**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 nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K)

**Micronutrientes secundarios.-** Son los micros nutrientes por su disponibilidad en el suelo como por su cuantía en la que los absorben las plantas, no presentan por lo general problemas de reposición, los más importantes son: azufre (S), magnesio (Mg) y calcio (Ca)

**Nutrientes.-** Elementos disponibles en el suelo para ser tomado por las plantas para su normal funcionamiento.

**Sinergismo.-** Es toda acción cuya potencia es mayor que la suma de sus partes. Ejemplo: Dos insecticidas determinados que al mezclarse tienen un poder superior a la suma de sus partes

**Sistemas agroforestales.-** Es el conjunto de arreglos, normas y técnicas que están orientadas a obtener una mejor producción mediante la asociación de especies vegetales (árboles con cultivos agrícolas), tratando que la productividad sea permanente y sostenible a través del tiempo de todos los recursos que conforman un sistema

**Sistema Agroforestal Simultáneo.-** Los árboles compiten principalmente por luz, agua y minerales. La competencia es minimizada con el espaciamiento y otros medios

**Sistemas silvoagrícolas.-** Es una comunidad de plantas que se asemeja a un bosque natural en que es generalmente de múltiples estratos y contiene árboles maduros grandes y plantas bajo el dosel tolerantes a la sombra

**Sostenibilidad.-** Enfoque diverso que implica la producción, o sea económicamente viable, culturalmente apropiada y ecológicamente estable

**Sombra permanente.-** Árboles que dan sombra al cacao por más de 20 años como cedro real, guapinol, laurel, caoba y otros

**Sombra Temporal.-** Sombra que dura poco periodo, hasta tres años, dentro del cacaotal, como el gandul y chagüite

**Sustentabilidad.-** Proceso productivo tiene que estar basado en cambios y comportamientos estables a diferentes niveles cultural, ambiental, económico, social, tecnología. Debe haber insumos para cumplir este proceso, la sustentabilidad conlleva a la sostenibilidad

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

**Xilema.-** También conocido como leño o hadroma, es un tejido vegetal leñoso de conducción que transporta líquidos de una parte a otra de las plantas vasculares. Junto con el floema, forma una red continua que se extiende a lo largo de todo el organismo de la planta