


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red dress and white headscarf, holding a staff. Above her is a golden crown with a cross. To the left is a golden castle tower, and to the right is a golden lion rampant. The background is a blue sky with white clouds. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin motto "CETERAS URBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" in white capital letters.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR  
(ORGANO-MINERAL) Y APOYO EN LA PRODUCCION DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) A  
PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA ALDEA NEGRO NORTE, MUNICIPIO DE  
MORALES DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C. A.**

**César Adrián Díaz Picón**

**GUATEMALA, JULIO 2013**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR  
(ORGANO-MINERAL) Y APOYO EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) A  
PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA ALDEA NEGRO NORTE, MUNICIPIO DE  
MORALES DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C. A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**César Adrián Díaz Picón**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, JULIO 2013**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Br. Ana Isabel Fion Ruiz
VOCAL V	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, JULIO 2013

Guatemala, julio 2013

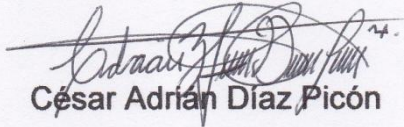
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad por las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación **EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR (ORGANO-MINERAL) Y APOYO EN LA PRODUCCION DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA ALDEA NEGRO NORTE, MUNICIPIO DE MORALES DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C. A.** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, es grato suscribirme.

Atentamente,



César Adrián Díaz Picón

## **ACTO QUE DEDICO A:**

Dios, por ser Él quien ha sostenido mi mano y me ha levantado de los tropiezos y obstáculos en la vida, por darme las fuerzas y bendiciones necesarias para seguir adelante en mi camino.

Mi madre Sandra Picón por ser el pilar mas importante en mi vida, por su incondicional apoyo y amor demostrado durante cada día de mi existencia y a mi padre Jorge Díaz por su apoyo y ejemplo en la formación de mi persona.

Mis hermanos, Andoni y Catherine son la mejor compañía que Dios mandó a mi vida.

Mis abuelitas Mama Olivia y Mama Cata Q.E.P.D que son mis ángeles guiándome desde el cielo, se que nos volveremos a ver.

Mis tíos, Huber y Elsa, quienes me acogieron en su hogar haciéndome sentir como un hijo más, por apoyarme incondicionalmente en todo sentido durante mi etapa universitaria, al igual que mis tíos, Fernando y Rosa, quienes me brindaron su apoyo y consejos para motivarme a seguir adelante. Los quiero.

A mi prima Astrid Mayen por su enorme y valioso apoyo para lograr alcanzar esta meta, te estoy muy agradecido.

Mis primos y demás familia luchan por sus propósitos, con Dios en nuestras vidas cualquier cosa puede obtenerse todo es cuestión de fe y perseverancia.

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO A:**

Dios y la Virgen María por ser la principal fortaleza en los propósitos de mi vida.

Mi mamá, quien es mi mayor ejemplo a seguir, y me ha enseñado que para conseguir cualquier cosa en esta vida es a base de esfuerzo y sacrificio, pero sobre todo Fe en Dios.

Mi papá quien con sus enseñanzas me ha demostrado que ningún camino en el bien es fácil de recorrer pero muy gratificante trasladarse por su sendero.

Mis hermanos, quienes me han ofrecido su amor y apoyo durante todos y cada uno de los momentos vividos a su lado, son mi inspiración, LOS AMO.

Mi tía Elsa, por formar parte de mi vida y por brindarme el cariño y amor que una madre daría a su hijo, así como lo hizo también mi tío Huber.

Mi familia Picón y Pacheco, por ser parte de mi vida y de muchas maneras brindarme su apoyo y cariño, son lo más importante FAMILIA.

Mis compañeros del Instituto Adolfo V. Hall de Oriente Ext. de Agronomía, por brindarme su amistad y apoyo durante mi estadía en esa casa de estudios.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala por permitirme adquirir valiosos conocimientos que me servirán para crecer de forma integral como persona profesional de esta humilde y sagrada carrera de la agronomía.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

Mi madre, por darme el amor que necesito durante cada momento de mi existir, y por brindarme apoyo incondicional para alcanzar este humilde logro que hoy le hago entrega. Muchas gracias Madre, TE AMO.

Mi padre, por su amor brindado y por darme tantas lecciones que me enseñan a ser un hombre de bien, y a nunca olvidarme de donde provengo.

Mis amigos, Ana, Antonio, Wolfgang, Jorge, Betsua, Brisley, Daniel, David, Raúl, Kelvin, Luis, Manuel, Oscar, Ricardo, Rodolfo, Ruben, Sara y Otto, que compartimos momentos de pena, angustia y felicidad durante estos años, sé que puedo confiar en ellos pues son mis hermanos de causa.

FUNDAECO capítulo “Sierra Caral”, y su personal por permitirme ser parte de la institución durante mi ejercicio profesional supervisado y por todas las experiencias compartidas.

Comunitarios de aldea Negro Norte por su apoyo durante mi estadía en ese lugar, especialmente a la familia López Pacheco por abrirme las puertas de su hogar.

Mis catedráticos universitarios quienes con su dedicación me brindaron conocimientos para formarme como profesional aprendiendo de sus valiosas y categóricas enseñanzas.

Mi supervisor Ing. Edwin Cano, por ofrecerme su amistad acompañada de valiosas e innumerables enseñanzas en mi formación y en la elaboración de este documento.

A mi asesor Dr. Marco Aceituno muy especialmente, por su ayuda y absoluto apoyo durante la elaboración de mi investigación.

Al Dr. Dimitri Santos por su valioso aporte y gran ayuda en la realización de mi investigación.



## ÍNDICE GENERAL

### PÁGINA

### CAPÍTULO I

#### DIAGNÓSTICO DEL MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA* L.) EN LA ALDEA NEGRO NORTE, MUNICIPIO DE MORALES

<b>DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA C. A.</b> .....		1
1.1	PRESENTACIÓN .....	2
1.2	PLANTEAMIENTO O DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA .....	3
1.3	OBJETIVOS .....	4
1.3.1	General .....	4
1.3.2	Específicos.....	4
1.4	RESULTADOS .....	4
1.4.1	Marco referencial .....	4
1.4.1.1	Localización y extensión territorial del área de estudio. ....	4
1.4.1.2	Vía de acceso.....	6
1.4.1.3	Colindancias.....	7
1.4.1.4	Características biofísicas del área.....	7
1.4.2	Manejo agronómico del cultivo de café ( <i>Coffea arabica</i> L.). ....	10
1.4.3	Características generales y manejo agronómico del café ( <i>Coffea arabica</i> L.) en campo definitivo. ....	13
1.4.3.1	Características de las áreas de producción.....	13
1.4.3.2	Prácticas agronómicas realizadas.....	13
1.4.3.3	Manejo post-cosecha. ....	16
1.4.3.4	Manejo de subproductos del café.....	16
1.4.3.5	Rendimiento. ....	17
1.4.3.6	Comercialización. ....	17
1.4.4	Análisis de la problemática .....	17
1.4.5	Propuesta de soluciones para la problemática encontrada. ....	18
1.5	CONCLUSIONES.....	20
1.6	BIBLIOGRAFÍA.....	21

### CAPÍTULO II

#### EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR (ÓRGANO-MINERAL) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA* L.), ALDEA NEGRO NORTE, MORALES IZABAL, GUATEMALA, C. A.

<b>DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA C. A.</b> .....		22
2.1	PRESENTACIÓN .....	23
2.2	MARCO TEÓRICO .....	25
2.2.1	El Cultivo de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) .....	25

**PÁGINA**

2.2.1.1	Clasificación Taxonómica .....	25
2.2.1.2	Morfología del cafeto.....	26
2.2.1.3	Fisiología del cafeto .....	29
2.2.2	Descripción de variedades de café.....	33
2.2.2.1	Variedad Catimor .....	33
2.2.2.2	Variedad Caturra.....	34
2.2.3	Manejo de tejido o poda del café.....	35
2.2.3.1	Objetivos de la poda: .....	35
2.2.3.2	Factores a considerar antes de podar.....	36
2.2.3.3	Instrumentos necesarios para podar.....	37
2.2.3.4	Manera y cuidados al efectuar los cortes.....	37
2.2.3.5	Disposición del material cortado. ....	38
2.2.4	Tipos de Poda. ....	38
2.2.4.1	Poda esquelética.....	39
2.2.4.2	Selección de brotes y deschuponado. ....	39
2.2.5	Generalidades sobre fertilización. ....	40
2.2.5.1	El suelo .....	40
2.2.5.2	Fertilidad .....	41
2.2.5.3	Nutrientes esenciales y su movimiento en el suelo.....	41
2.2.6	Fertilización del cafeto.....	44
2.2.6.1	Funciones de los nutrientes en el cafeto.....	44
2.2.6.2	Síntomas de Deficiencias de los Nutrientes en el Cafeto.....	47
2.2.6.3	Niveles de nutrientes en las hojas de café.....	51
2.2.7	Fertilización foliar.....	52
2.2.7.1	Mecanismos de absorción foliar.....	54
2.2.7.2	Velocidad de absorción foliar. ....	56
2.2.8	Fertilizantes órgano-minerales. ....	57
2.2.8.1	Preparación del Fertilizante órgano-mineral. ....	58
2.2.8.2	Nutrientes utilizados en la elaboración del fertilizante órgano-mineral.....	59
2.2.9	Muestreo y análisis foliar .....	63
2.2.9.1	Selección del tejido a muestrear. ....	64
2.2.9.2	Tamaño de la muestra .....	65
2.3	HIPÓTESIS.....	67
2.4	OBJETIVOS.....	67
2.4.1	General.....	67
2.4.2	Específicos .....	67
2.5	METODOLOGÍA .....	68
2.5.1	Información general del experimento.....	68
2.5.1.1	Localización del experimento.....	68

	<b>PÁGINA</b>
2.5.1.2 Diseño experimental.....	68
2.5.2 Modelo estadístico.....	69
2.5.2 Dimensiones del experimento.....	70
2.5.2.1 Tamaño de cada parcela experimental .....	70
2.5.2.2 Tamaño total del área experimental .....	70
2.5.2.3 Unidad experimental.....	70
2.5.2.4 Croquis de campo .....	71
2.5.3 Factores en estudio. ....	71
2.5.4 Tratamientos evaluados.....	71
2.5.4.1 Concentración de los elementos incluidos en el fertilizante órgano-mineral utilizado en las aplicaciones.....	72
2.5.5 Variables de respuesta .....	74
2.5.5.1 Número de yemas seriadas o brotes nuevos por bandola. ....	75
2.5.5.2 Cantidad de flores o frutos en bandolas marcadas. ....	75
2.5.5.3 Presencia y concentración de elementos en el tejido foliar. ....	75
2.5.5.4 Descripción de los costos de los tratamientos.....	75
2.5.6 Recursos y materiales.....	76
2.5.7 Manejo del experimento.....	76
2.5.7.1 Delimitación del área y establecimiento de parcelas .....	76
2.5.7.2 Elaboración del fertilizante órgano-mineral de aplicación foliar.....	77
2.5.7.3 Realización de podas .....	78
2.5.7.4 Aplicación del fertilizante órgano-mineral foliar. ....	79
2.5.8 Recopilación y análisis de información. ....	80
2.5.8.1 Recopilación de información resultante.....	80
2.5.8.2 Muestreo de tejido foliar .....	82
2.5.8.3 Análisis de la información.....	83
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	84
2.6.1 Datos obtenidos en el experimento.....	84
2.6.2 Resultados del análisis estadístico. ....	84
2.6.2.1 Resultados y discusión del andeva y prueba de Duncan para las variables de respuesta en el primer muestreo.....	85
2.6.2.2 Resultados y discusión del andeva y prueba de Duncan para las variables de respuesta en el segundo muestreo. ....	87
2.6.2.3 Resultados y discusión del andeva y prueba de Duncan para las variables de respuesta en el tercer muestreo.....	89
2.6.2.4 Comportamiento de la variable flores o frutos ante el factor poda durante los tres muestreos.....	91
2.6.2.5 Comportamiento de la variable brotes nuevos ante el factor poda durante los tres muestreos.....	92

**PÁGINA**

2.6.2.6	Comportamiento de la variable flores o frutos ante el factor dosis durante los tres muestreos. ....	93
2.6.2.7	Comportamiento de la variable brotes ante el factor dosis, durante los tres muestreos. ....	95
2.6.2.8	Comportamiento de la variable flores o frutos ante el número de aplicaciones, durante los tres muestreos.....	96
2.6.2.9	Comportamiento de la variable brotes ante el número de aplicaciones durante los tres muestreos. ....	97
2.6.3	Resultados del análisis foliar. ....	98
2.6.3.1	Resultados de la concentración de elementos aplicados en el tejido foliar.	98
2.6.4	Resultados del análisis económico.....	99
2.7	CONCLUSIONES .....	101
2.8	RECOMENDACIONES .....	102
2.9	BIBLIOGRAFÍA .....	103
2.10	APÉNDICES .....	105

**CAPÍTULO III****SERVICIOS REALIZADOS EN LAS COMUNIDADES DEL ÁREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL “SIERRA CARAL” MUNICIPIO DE MORALES**

<b>DEPARTAMENTO DE IZABAL.....</b>	<b>119</b>	
3.1	PRESENTACIÓN.....	120
3.2	OBJETIVOS GENERALES .....	121
3.3	SERVICIOS PRESTADOS.....	121
3.3.1	Servicio 1: Apoyo en la realización de inventarios forestales para proyectos de protección PINPEP dentro de sierra Caral Morales, Izabal. ....	121
3.3.1.1	Objetivo Específico .....	121
3.3.1.2	Metodología .....	121
3.3.1.3	Evaluación .....	122
3.3.1.4	Constancia .....	122
3.3.2	Servicio 2: Recopilación de información para elaboración de propuesta para establecimiento de huertos mixtos familiares en tres comunidades de sierra Caral Morales, Izabal. ....	130
3.3.2.1	Objetivo Específico .....	130
3.3.2.2	Metodología .....	130
3.3.2.3	Evaluación .....	130
3.3.2.4	Constancia .....	131

**PÁGINA**

3.3.3 Servicio 3: Elaboración de aboneras a base de pulpa de café y capacitación para el manejo de aguas miel en la aldea Negro Norte, Morales Izabal. ....	133
3.3.3.1 Objetivo Específico.....	133
3.3.3.2 Metodología.....	133
3.3.3.3 Evaluación.....	133
3.3.3.4 Constancia .....	134
3.3.4 Servicio 4: Capacitaciones sobre la realización de poda o manejo de tejido y aplicación de fertilizante órgano-mineral en el cultivo de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) en la aldea Negro Norte, Morales Izabal. ....	135
3.3.4.1 Objetivo Específico.....	135
3.3.4.2 Metodología.....	135
3.3.4.3 Evaluación.....	136
3.3.4.4 Constancia .....	136
3.3.5 Servicio no planificado 1: Realización de un documento de apoyo para uso en la institución con los pobladores de las comunidades de sierra Caral, Morales Izabal. ....	138
3.3.5.1 Objetivo específico .....	138
3.3.5.2 Metodología.....	138
3.3.5.3 Evaluación.....	138
3.3.5.4 Constancia .....	138
3.3.6 Servicio no planificado 2: Resolución de conflicto de tierra entre dos propietarios en aldea Negro Norte, Morales Izabal. ....	140
3.3.6.1 Objetivo Específico.....	140
3.3.6.1 Metodología.....	140
3.3.6.2 Evaluación.....	140
3.3.6.3 Constancia .....	141
3.4 BIBLIOGRAFÍA.....	143

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Problemas identificados en el manejo agronómico del cultivo de café en la comunidad Negro Norte, Morales Izabal. ....	18
Cuadro 2. Acciones propuestas para minimizar la problemática encontrada en la aldea Negro Norte, Morales Izabal.....	19
Cuadro 3. Niveles de nutrimentos en las hojas de café .....	52
Cuadro 4. Velocidad de absorción de nutrimentos. ....	57
Cuadro 5. Guía de muestreo foliar de café. ....	64
Cuadro 6. Tratamientos evaluados.....	72
Cuadro 7. Características de los productos utilizados en el fertilizante órgano-mineral. ....	73
Cuadro 8. Concentración total de elementos en las aplicaciones. ....	74
Cuadro 9. Matriz de resultados de datos totales de tres muestreos.....	84
Cuadro 10. Prueba de Duncan para el número de flores o frutos en el primer muestreo. ....	85
Cuadro 11. Prueba de Duncan para el número de brotes en el primer muestreo. ....	86
Cuadro 12. Prueba de Duncan para el número de Frutos o Flores en el segundo muestreo. ....	87
Cuadro 13. Prueba de Duncan para el número de brotes en el segundo muestreo. ....	88
Cuadro 14. Prueba de Duncan para el número de flores o frutos en el tercer muestreo. ....	89
Cuadro 15. Prueba de Duncan para el número de brotes en el tercer muestreo. ....	90
Cuadro 16. Comportamiento del variable número de flores o frutos con y sin poda durante los tres muestreos.....	91
Cuadro 17. Comportamiento de la variable número de brotes con y sin poda, durante los tres muestreos. ....	92
Cuadro 18. Comportamiento de la variable número de flores o frutos ante las dosis aplicadas durante los tres muestreos. ....	94
Cuadro 19. Comportamiento de la variable número de brotes ante las dosis aplicadas, durante los tres muestreos. ....	95
Cuadro 20. Comportamiento de la variable número de flores o frutos ante el número de aplicaciones, durante los tres muestreos.....	96
Cuadro 21. Comportamiento de la variable número de brotes ante el número de aplicaciones, durante los tres muestreos. ....	97
Cuadro 22. Presencia y concentración de elementos presentes en el tejido foliar de las plantas de los tratamientos evaluados.....	98
Cuadro 23. Costos para la preparación del fertilizante foliar (órgano-mineral).....	99
Cuadro 24. Costos totales/mz. para todos los tratamientos evaluados. ....	100
Cuadro 25A. Ficha de recolección de datos en campo. ....	106
Cuadro 26A. Matriz de resultados de datos totales de tres repeticiones.....	107
Cuadro 27A. Análisis de varianza para el número de flores o frutos en el primer muestreo.....	108
Cuadro 28A. Análisis de varianza para el número de brotes en el primer muestreo. ....	108
Cuadro 29A. Análisis de varianza para el número de flores o frutos en el segundo muestreo. ....	108
Cuadro 30A. Análisis de varianza para el número de brotes en el segundo muestreo.....	109
Cuadro 31A. Análisis de varianza para el número de flores o frutos en el tercer muestreo.....	109

**PÁGINA**

Cuadro 32A. Análisis de varianza para el número de brotes en el tercer muestreo. ....	109
Cuadro 33A. Resultados de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el primer muestreo.....	113
Cuadro 34A. Resultados del comportamiento de las variables evaluadas ante el número de aplicaciones en el primer muestreo. ....	113
Cuadro 35A. Resultados de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el segundo muestreo. ....	114
Cuadro 36A. Resultados del comportamiento de las variables evaluadas ante el número de aplicaciones en el segundo muestreo.....	115
Cuadro 37A. Resultados de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el tercer muestreo. ....	115
Cuadro 38A. Resultados del comportamiento de las variables evaluadas ante el número de aplicaciones en el tercer muestreo. ....	116
Cuadro 39A. Cálculo de Costos totales/Mz. para los tratamientos con poda esquelética.....	117
Cuadro 40A. Cálculo de Costos totales/Mz. para los tratamientos sin poda.....	118
Cuadro 41. Coordenadas bosque 1 comunidad Negro Norte.....	123
Cuadro 42. Coordenadas bosque 2 comunidad Negro Norte.....	123
Cuadro 43. Coordenadas bosque propiedad de Carlos René Morales Henríquez. ....	125
Cuadro 44. Coordenadas bosque propiedad de Consuelo Pacheco Villeda de López.....	125
Cuadro 45. Coordenadas bosque propiedad de Mario René Castañeda Marroquín. ....	125
Cuadro 46. Coordenadas bosque propiedad de Carlos Morales Aldana. ....	126
Cuadro 47. Coordenadas bosque propiedad de Leslie Carolina Sandoval Cordón de Castañeda. ....	126
Cuadro 48. Coordenadas bosque propiedad de Claudia Raquel Morales Henríquez.....	126
Cuadro 49. Resumen de información recabada en las comunidades El Quinto, San José Bonanza y Peñitas.....	131

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Mapa de ubicación de sierra Caral, Morales Izabal. ....	5
Figura 2. Mapa de ubicación de Aldea Negro Norte, Morales Izabal. ....	6
Figura 3. Mapa de zona de vida de aldea Negro Norte, Morales Izabal.....	10
Figura 4. Actividades en el semillero de café. ....	11
Figura 5. Actividades realizadas en el vivero ....	12
Figura 6. Manejo del café en campo definitivo ....	12
Figura 7. Mecanismos de los nutrientes para acercarse a la raíz. ....	42
Figura 8. Deficiencia de calcio.....	48

	<b>PÁGINA</b>
Figura 9. Deficiencia de magnesio.....	48
Figura 10. Deficiencia de manganeso.....	49
Figura 11. Deficiencia de cobre .....	50
Figura 12. Deficiencia de zinc.....	50
Figura 13. Deficiencia de boro .....	51
Figura 14. Rutas de absorción foliar de nutrientes.....	54
Figura 15. Hoja a muestrear en café F4P .....	65
Figura 16. Área experimental.....	68
Figura 17. Bandola identificada dentro de la unidad experimental.....	70
Figura 18. Croquis de distribución del experimento en campo. ....	71
Figura 19. Identificación de parcelas experimentales. ....	77
Figura 20. Sulfatos utilizados para elaborar el fertilizante.....	77
Figura 21. Preparación del fertilizante órgano-mineral .....	78
Figura 22. Poda esquelética. ....	78
Figura 23. Poda de una parcela experimental. ....	79
Figura 24. Primera aplicación. ....	79
Figura 25. Segunda aplicación.....	80
Figura 26. Tercera aplicación.....	80
Figura 27. Primer conteo (frutos y brotes).....	81
Figura 28. Segundo conteo (frutos y brotes).....	81
Figura 29. Tercer conteo (frutos y brotes).....	82
Figura 30. Identificación de muestras foliares para envío a laboratorio. ....	82
Figura 31. Muestreo para análisis foliar. ....	83
Figura 32. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas con y sin poda en el primer muestreo. ....	86
Figura 33. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas con y sin poda en el segundo muestreo. ....	88
Figura 34. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas con y sin poda en el tercer muestreo. ....	90
Figura 35. Comportamiento del número de flores o frutos con el factor poda durante los tres muestreos.....	92
Figura 36. Comportamiento del número de brotes con el factor poda durante los tres muestreos.....	93
Figura 37. Comportamiento del número de frutos o flores ante la dosis en los tres muestreos. ....	94
Figura 38. Número de brotes ante la dosis aplicada durante los tres muestreos.....	95
Figura 39. Número de flores o frutos ante las aplicaciones realizadas en los tres muestreos. ....	96
Figura 40. Número de brotes ante las aplicaciones en los tres muestreos.....	97



**PÁGINA**

Figura 41A. Ficha de información de la muestra foliar. ....	105
Figura 42A. Resultados del análisis foliar de café de los tratamientos evaluados. ....	110
Figura 43A. Resultados del análisis del fertilizante órgano-mineral de aplicación foliar utilizado en las aplicaciones. ....	111
Figura 44A. Vista de una parcela al momento de la poda. ....	112
Figura 45A. Vista de una parcela tres meses luego de la poda. ....	112
Figura 46A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el primer muestreo. ....	113
Figura 47A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según el número de aplicaciones en el primer muestreo. ....	114
Figura 48A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el segundo muestreo. ....	114
Figura 49A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según el número de aplicaciones en el segundo muestreo. ....	115
Figura 50A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el tercer muestreo. ....	116
Figura 51A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según el número de aplicaciones en el tercer muestreo. ....	116
Figura 52. Polígonos de bosques propiedad de la comunidad Negro Norte. ....	124
Figura 53. Polígonos de bosques de diferentes propietarios en comunidad Negro Norte. ....	127
Figura 54. Medición de área boscosa en Negro Norte. ....	128
Figura 55. Localización y toma de coordenada en un vértice. ....	128
Figura 56. Constancia de entrega de planes de manejo a INAB, Morales Izabal. ....	129
Figura 57. Boleta para realización de entrevistas en las comunidades. ....	132
Figura 58. Capacitación sobre elaboración de aboneras. ....	134
Figura 59. Demostración de elaboración de abonera 1. ....	134
Figura 60. Demostración de elaboración de abonera 2. ....	135
Figura 61. Capacitación practica de podas en el cafetal propiedad de Aníbal López. ....	136
Figura 62. Realización de las mezclas para la preparación del fertilizante órgano-mineral. ....	137
Figura 63. Capacitación practica sobre fertilización foliar. ....	137
Figura 64. Constancia de entrega de guía elaborada para uso de la institución con las comunidades. ....	139
Figura 65. Plano otorgado por el RIC al propietario Elder Noé Cabrera Nufio. ....	141
Figura 66. Plano otorgado por el RIC al propietario Marco Tulio López Arellano. ....	142

**EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR  
(ORGANO-MINERAL) Y APOYO EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) A  
PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA ALDEA NEGRO NORTE, MUNICIPIO DE  
MORALES DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C. A.**

**EXPLORATORY ASSESSMENT OF PRUNING SKELETAL AND FERTILIZATION LEAF  
(ORGAN-MINERAL) AND SUPPORT IN THE PRODUCTION OF COFFEE (*Coffea  
arabica* L.), FROM SMALL PRODUCERS IN THE VILLAGE BLACK NORTH, MORALES  
IZABAL, GUATEMALA, C. A.**

**RESUMEN**

El presente documento muestra la integración de las tres fases ejecutadas en el marco del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el período de febrero a noviembre de 2012, siendo la última etapa en la cual el estudiante integra sus conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniero Agrónomo. Los tres informes incluidos son el diagnóstico, investigación de campo y los servicios realizados en la institución Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación –FUNDAECO- Sierra Caral.

La primera fase consistió en la elaboración de un diagnóstico sobre la situación actual del manejo agronómico del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la aldea Negro Norte, se realizaron entrevistas directas y observación de campo en las prácticas agronómicas realizadas, mismas que permitieron identificar las diversas actividades que realizan los productores desde la germinación en semillero hasta el manejo en campo definitivo. A partir de esta información se definió cuales serían los servicios que se llevarían a cabo en la aldea y el tema de investigación a realizar.

La segunda fase, trata de la investigación que lleva por nombre “Evaluación inicial de la poda esquelética y fertilización foliar (órgano-mineral) en el cultivo de café (*Coffea arabica*

L.), aldea Negro Norte, Morales Izabal, Guatemala, C. A.” utilizando doce tratamientos y tres repeticiones en donde las variables de respuesta fueron número de flores o frutos, brotes, concentración de elementos en el tejido foliar y un recuento de los costos a utilizar en cada tratamiento evaluado.

Se logró determinar que la producción de flores o frutos es mucho mayor en donde no se realizó poda, mientras que la producción de brotes es mucho mayor en donde se realizó la poda esquelética. Además, con relación a las dosis aplicadas y el número de aplicaciones no hubo diferencia en cuanto a las variables, de igual manera en la presencia de elementos en el tejido foliar mediante un análisis en laboratorio, todos los tratamientos presentan similitud y el único elemento fuera del rango aceptable es el Boro. Con respecto a los costos de los tratamientos del T1 al T6, en donde se realizó poda esquelética, estos costos aumentan por la realización de esta práctica, mientras que los tratamientos, del T7 al T12 los costos son menores porque en estos no se incluye la poda.

En la última fase se describen los servicios realizados dentro de las comunidades de Sierra Caral, mediante el apoyo de la institución. Dentro de los servicios ejecutados se encuentran: 1) Apoyo en la realización de inventarios forestales para proyectos de protección, Proyecto de Incentivos para Pequeños Poseedores de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal –PINPEP- dentro de Sierra Caral, 2) Recopilación de información para elaboración de propuesta para establecimiento de Huertos Mixtos Familiares en tres comunidades de Sierra Caral, 3) Elaboración de aboneras a base de pulpa de café y capacitación para el manejo de aguas miel en la aldea Negro Norte, 4) Capacitaciones sobre la realización de poda o manejo de tejido y aplicación de fertilizante órgano-mineral en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la aldea Negro Norte.



## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DEL MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN LA ALDEA NEGRO NORTE, MUNICIPIO DE MORALES  
DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA C. A.**

## 1.1 PRESENTACIÓN

La Reserva Hídrica y Forestal Sierra Caral está catalogada como Área de Protección Especial según la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- y la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación –FUNDAECO- capítulo Sierra Caral, es la entidad encargada de velar porque se realice un manejo sostenible de los recursos en dicha área.

La aldea Negro Norte está ubicada en Sierra Caral y la principal actividad agrícola es la producción de café, para su posterior comercialización en la frontera con Honduras, siendo esta la principal fuente de ingresos para la subsistencia de los pobladores, por lo que es necesario realizar un diagnóstico del cultivo del café para caracterizar e identificar los principales inconvenientes para llevar a cabo su producción.

La elaboración del presente diagnóstico fue realizada por medio de visitas de campo tanto a parcelas en producción como en semilleros y viveros, además la realización de entrevistas a productores de café de la aldea, todo esto con el objetivo de encontrar los problemas que provocan una baja producción del cultivo.

Como resultado primordial se identificó las actividades de cada etapa del cultivo de café; siendo estos en semillero, vivero, y campo definitivo. Por consiguiente se realizaron propuestas para minimizar los problemas encontrados, así como alternativas para el uso de los subproductos para generar ingresos y también realizar una investigación para beneficio de los productores.

## 1.2 PLANTEAMIENTO O DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Sierra Caral, es una reserva hídrica y forestal que se encuentra ubicada en el departamento de Izabal, municipio de Morales. Su extensión es de 35,888.77 hectáreas, cuenta con una gran biodiversidad, de flora y fauna, y con una fuente rica de recursos hídricos a través de varias microcuencas y subcuencas de importancia nacional, que abastecen a diversas comunidades y alimentan la cuenca del río Motagua.

Dentro del área de Sierra Caral se encuentran 22 comunidades las cuales hacen uso de los recursos naturales, mediante actividades agrícolas y ganaderas, por lo que FUNDAECO interviene para llevar a cabo actividades para minimizar el impacto ambiental dentro del área de protección especial.

La comunidad Negro Norte se encuentra dentro de Sierra Caral y el principal ingreso económico está dirigido a la producción de café ya que cuenta con altitudes comprendidas entre los 900 a 1200 msnm existiendo condiciones climáticas adecuadas para la producción de dicho cultivo.

Los pequeños productores cafetaleros de la comunidad Negro Norte, tienen como principal limitante la falta de dinero (poca o casi nula accesibilidad a crédito bancario) para invertir en sus cultivos; escasa asistencia técnica. La prohibición de utilizar productos químicos en la agricultura, dificulta aún más la posibilidad de elevar la productividad del cultivo del café.

El cultivo e café en la aldea negro norte necesita de un manejo agronómico adecuado para obtener rendimientos aceptables y así generar ingresos a los productores. Por esto fue necesario enfocar un diagnostico en el manejo del cultivo para poder identificar los problemas en el manejo, así como proponer actividades para minimizar el impacto de los mismos.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

- Elaborar un diagnóstico con el fin de identificar los diferentes problemas que afectan el manejo agronómico del cultivo café (*Coffea arabica* L.) en la comunidad Negro Norte, Morales Izabal.

### 1.3.2 Específicos

- Describir las características del manejo agronómico del cultivo del café en Negro Norte, Morales Izabal.
- Identificar y priorizar los principales problemas en el manejo del cultivo del café en la comunidad Negro Norte, Morales Izabal.
- Proponer alternativas de solución a los problemas encontrados dentro del cultivo del café en Negro Norte, Morales Izabal.

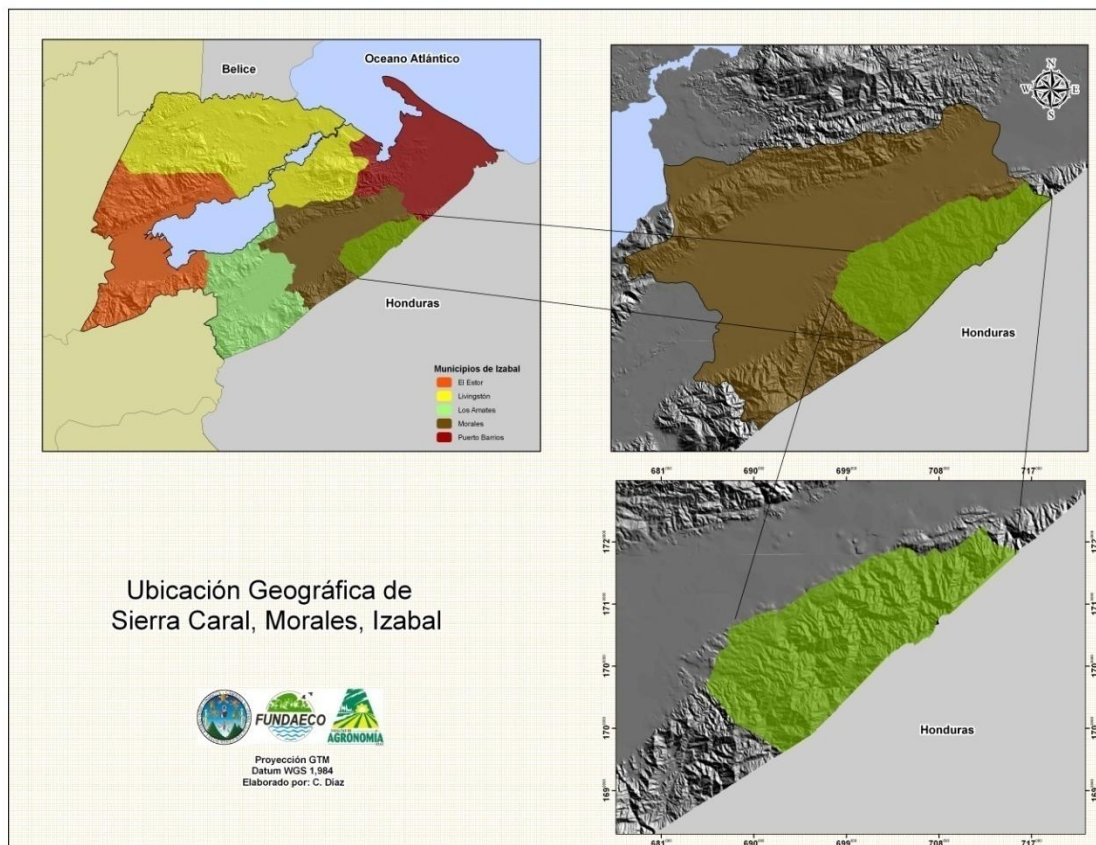
## 1.4 RESULTADOS

### 1.4.1 Marco referencial

#### 1.4.1.1 Localización y extensión territorial del área de estudio.

El área de protección especial Sierra Caral se encuentra ubicada dentro de las coordenadas geográficas: 88° 47' 43" y 88° 25' 21" de latitud Norte y los paralelos 15° 35'04" y 15° 17' 56" de longitud Oeste, como se observa en la Figura 1. (FUNDAECO, 2002).



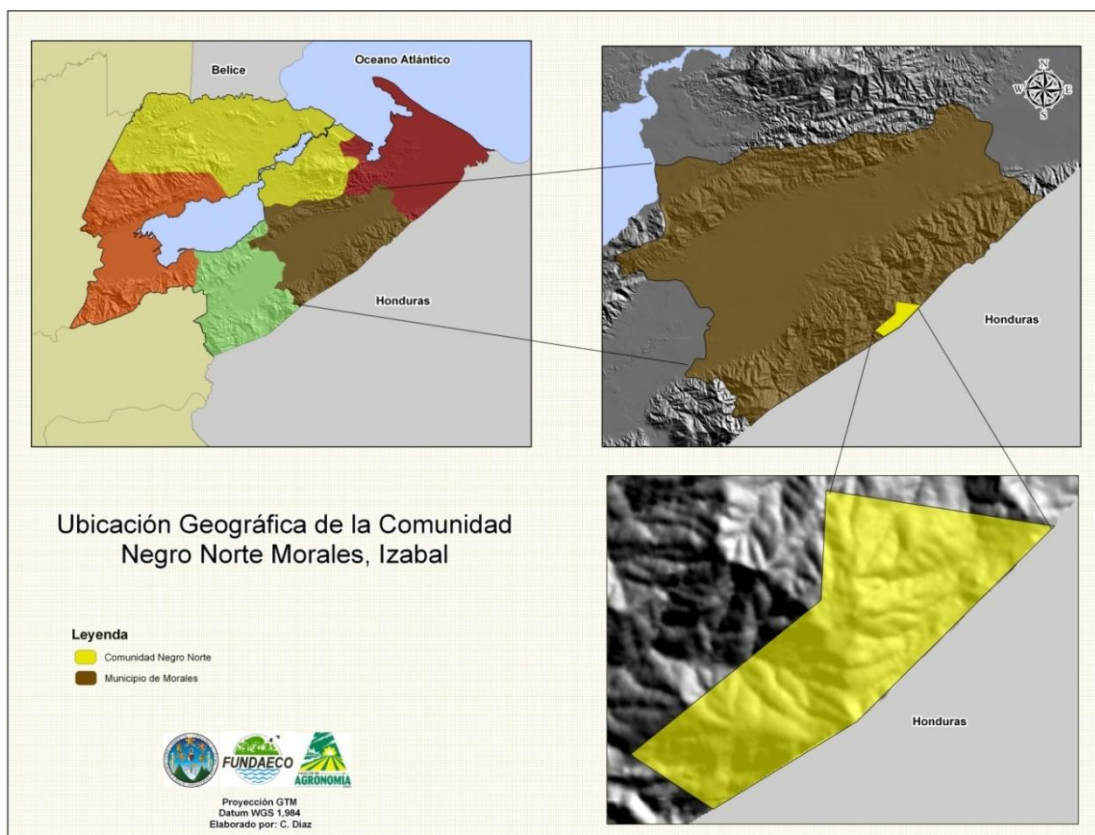


**Fuente:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT. 2005

**Figura 1. Mapa de Ubicación de Sierra Caral, Morales Izabal.**

Dentro del área se encuentra la comunidad de Negro Norte la cual se ubica entre las coordenadas geográficas:  $88^{\circ} 37' 58''$  y  $15^{\circ} 28' 25''$  respectivamente. (FUNDAECO, 2002)

Tal y como se aprecia en la Figura 2, la aldea Negro Norte se encuentra ubicada dentro del área de Protección Especial Sierra Caral, en el municipio de Morales departamento de Izabal, tiene una extensión aproximada de 945 has. (FUNDAECO, 2005).



**Fuente:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT. 2005

**Figura 2. Mapa de Ubicación de Aldea Negro Norte, Morales Izabal.**

#### 1.4.1.2 Vía de acceso

El acceso a la comunidad Negro Norte es por carretera de terracería privada saliendo de Morales, pasando por la finca Quebradas, luego se pasa por terrenos de la finca privada San Silvestre, atravesando el río Bobos pasando por la casa de máquinas y oficinas administrativas hasta llegar al lugar conocido como la Presa Fabrigas (hidroeléctrica río Bobos), todo el recorrido tiene una distancia de 25 km, llegando hasta la parte media de la sierra. Desde este punto se debe caminar a pie hasta el lugar denominado El Playón a una distancia de 5 km, luego seguir hacia la izquierda y cruzando el río denominado con el mismo nombre hasta una distancia de 4 km hasta llegar a la comunidad Negro Norte.

Para realizar el traslado hacia esta comunidad es necesario contar con la autorización previa por parte de los administradores de la finca Quebradas y San Silvestre, si se lleva a

cabo el traslado en vehículo propio. Solamente dos veces a la semana se traslada un bus hacia morales y viceversa a determinadas horas, lo cual es una alternativa para viajar hasta la hidroeléctrica. (FUNDAECO, 2011).

#### **1.4.1.3 Colindancias**

La aldea Negro Norte posee las colindancias siguientes: al norte con las fincas privadas Boston y La Firmeza; al sur-este con la republica de Honduras; al oeste con la finca privada la Firmeza y aldea El Mirasol. (FUNDAECO, 2011)

Todas las aldeas y fincas privadas mencionadas anteriormente pertenecen al departamento de Izabal y jurisdiccionalmente al municipio de Morales. Según el Diccionario Geográfico Nacional. (Castillo Contreras, 2001).

#### **1.4.1.4 Características biofísicas del área.**

##### **A. Geología**

La composición del fabuloso mosaico de paisajes y hábitats que se encuentra en el departamento de Izabal es el resultado de la historia geológica y de la localización geográfica única del área. La geología del área está muy relacionada con la de las cuencas de los ríos Motagua, Dulce y Polochic. Así se menciona que en el Eoceno Superior y casi durante todo el Oligoceno, hubo un levantamiento general de América Central Septentrional (FUNDAECO, 2002).

Este levantamiento fue seguido por un periodo de sumersión marina en las pequeñas áreas de las cuencas de los ríos Dulce y Motagua, que se calcula ocurrió durante el Mioceno. Existe evidencia que además hubo oscilaciones entre sumersiones e inmersiones en las cuencas del Río Dulce y las porciones inferiores del Motagua durante el Pleistoceno (FUNDAECO, 2003).

##### **B. Fisiografía**

La comunidad Negro Norte pertenece a la Provincia Fisiográfica denominada Tierras Altas Cristalinas, en esta zona la provincia está dominada por serpentinitas, gneises y esquistos, ocasionalmente aparecen algunas pequeñas áreas de material Plutónico, principalmente

granito, que forma una región distinta, tanto de los estratos sedimentarios del norte como de las regiones volcánicas del sur. Esta área se ubica entre dos sistemas de fallas que han estado en evolución desde Paleozoico. (FUNDAECO, 2005)

### **C. Suelos**

Son los inceptisoles estos tienen una capa encima de un contacto lítico o paralítico o en una capa entre 40 y 50 cm. De la superficie del suelo mineral condiciones acuícolas por algún tiempo en la mayoría de los años, o con un porcentaje de sodio intercambiable de 15 o más en la mitad más del volumen del suelo dentro de los 50 cm. De la superficie del suelo mineral y una disminución de los valores de PSI con el incremento de la profundidad debajo de los 50 cm.

Se clasifican mayoritariamente dentro de la categoría Serie Gaucho, que se caracterizan aquí por ser profundos, bien drenados, desarrollados sobre esquistos arcillosos en un clima húmedo y cálido. Ocupan relieves escarpados a elevaciones medianas en la mayoría de lugares. La textura superficial varía de franco-limoso a arcillo-limoso, se han desarrollado sobre relieves escarpados y muestran alta susceptibilidad a la erosión y regular capacidad de abastecimiento de humedad. (FUNDAECO, 2003).

### **D. Hidrología**

En la comunidad Negro Norte se encuentra solamente una quebrada que tiene el nombre de Guerrero, pero en la comunidad se conoce con el nombre de quebrada Asunción y es la que abastece del vital líquido a los pobladores.

### **E. Clima**

Los registros más cercanos al área de estudio fue posible obtener corresponden a los de la estación meteorológica Tenedores de la compañía Ferrocarriles de Guatemala (margen Norte del río Motagua, cerca de la desembocadura del río Tenedores; 26 msnm, Latitud norte 15°33'12", Longitud oeste 88°37'46"). Tomando en cuenta que los datos de las condiciones climáticas no tienen una representación total con Sierra Caral, proporcionando una aproximación y no datos precisos del área.

La región, a pesar de parecer muy húmeda, no alcanza precipitaciones tan altas como las hay en otras áreas del departamento, la lluvia promedio anual es de aproximadamente 1,500 mm con 160 días/año de precipitación, los meses más secos son marzo, abril y mayo, y los más lluviosos agosto, septiembre y octubre; a lo largo de los últimos cinco años, suele llover durante horas de tarde y noche, siendo las mañanas únicas con ninguna o muy poca lluvia.

La humedad relativa media es de aproximadamente 80%; a nivel local es importante mencionar que Sierra Caral en la parte correspondiente a Guatemala, presenta condiciones de mayor humedad a la parte correspondiente a Honduras, esto se relaciona con la dirección de los vientos, que viniendo del Noreste, chocan con el lado correspondiente a Guatemala de la cordillera y descargan ahí la mayor parte del agua que transportan.

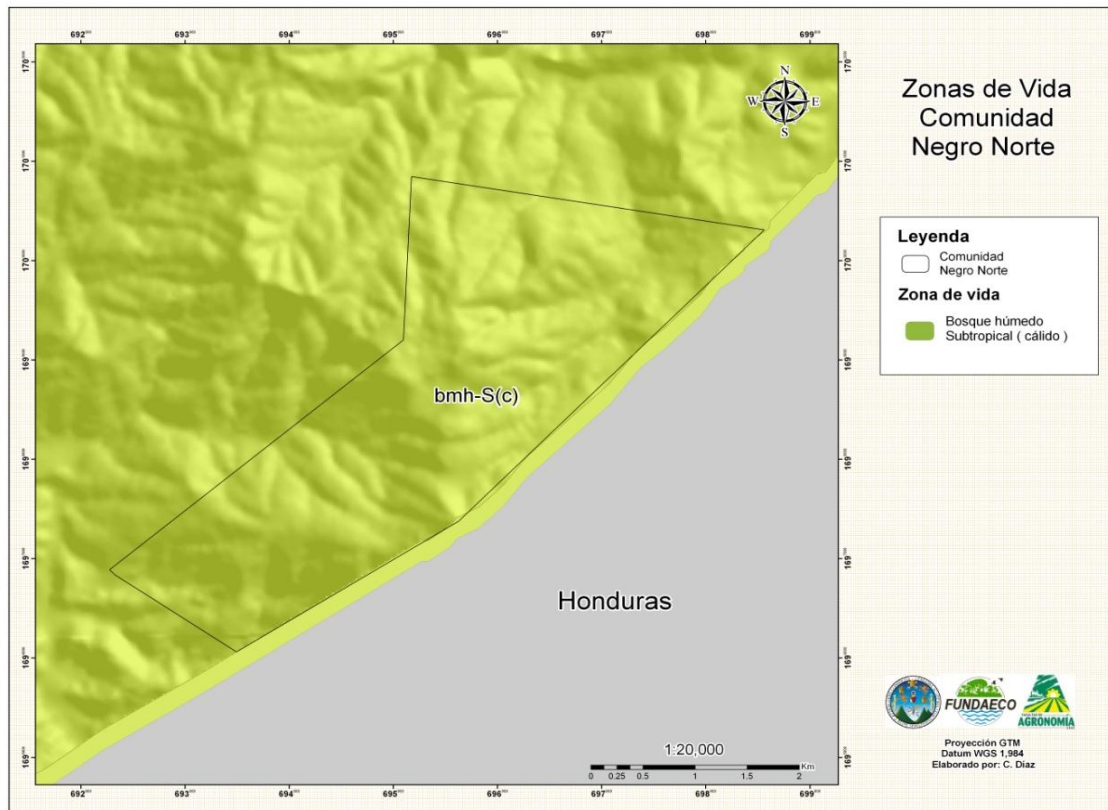
#### **F. Altitud**

La comunidad se encuentra a una altitud máxima de 1200 msnm y una mínima de 900 msnm (MAGA, 2005).

#### **G. Zonas de vida**

La comunidad se encuentra situada en la zona de vida bosque húmedo subtropical (cálido) bmh-s(c), Figura 3. La cual se caracteriza por presentar precipitaciones pluviales de 1587 a 2000mm. La elevación varía entre 900 a 1250 msnm, siendo su topografía de ondulada a accidentada.

La vegetación característica de de esta zona de vida es: ***Orbiginya cohune*, *Terminalia amazonia*, *Brosimun alicastrum*, *Lonchocarpus spp.*, *Virola spp.*, *Cecropia peltata*, *Ceiba pentandra*, *Vochysia guatemalensis*, *Pinus caribaea*, *Inga sp.*** (FUNDAECO, 2011).



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT. 2005

**Figura 3. Mapa de Zona de Vida de Aldea Negro Norte, Morales Izabal.**

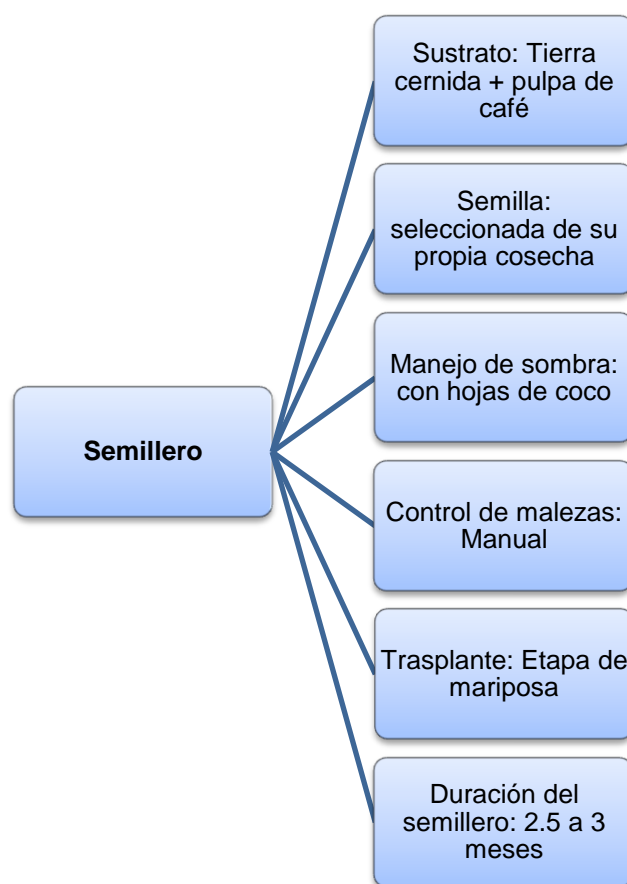
#### 1.4.2 Manejo agronómico del cultivo de café (*Coffea arabica* L.).

En la comunidad Negro Norte existen pequeños productores individuales de café, quienes no se encuentran organizados de tal manera que cada uno de ellos realiza las prácticas agronómicas al cultivo como ellos consideren adecuado, ya que no siguen ningún patrón para la realización de las mismas. Es por ello que el rendimiento que cada productor obtiene en sus cosechas esta de alguna manera limitado al manejo que cada uno le brinde a su plantación.

La forma en que se benefician los pequeños productores de la comunidad es realizando la comercialización de sus cosechas hacia el lado de Honduras, pero quienes adquieren el producto lo pagan a un precio demasiado bajo ya que no existe acceso por carretera del lado de Morales Izabal, agregándole a esto los compradores que adquieren el producto del

lado de Guatemala son provenientes de la Unión Zacapa por lo que se hace mucho más difícil aumentarle el precio para generar mayor beneficio.

Las prácticas agronómicas que llevan a cabo para la producción de café en la comunidad Negro Norte están constituidas por tres etapas las cuales son semillero; inicio del proceso de producción de nuevos árboles de café en camas germinadoras, vivero; etapa en la cual se trasladan las plántulas a bolsas de polietileno y campo definitivo; siembra de los arboles en las áreas destinadas a su cultivo. Se detallan a continuación en las Figuras (4, 5 y 6) respectivamente.



**Figura 4. Actividades en el semillero de café.**

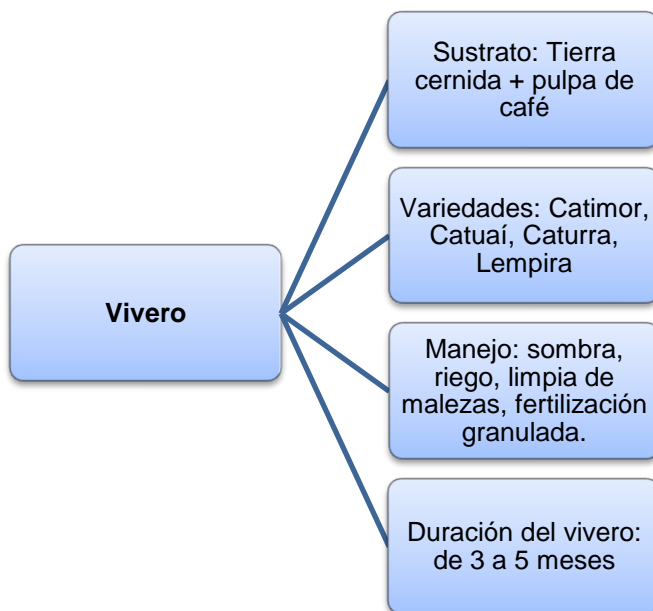


Figura 5. Actividades realizadas en el vivero



Figura 6. Manejo del café en campo definitivo



### **1.4.3 Características generales y manejo agronómico del café (*Coffea arabica* L.) en campo definitivo.**

#### **1.4.3.1 Características de las áreas de producción.**

La extensión con la que cuenta cada agricultor varía entre 0.5 a 2.5 ha. de terreno en producción. Todos los agricultores son poseedores ya que aun no tienen título de propiedad de su área, debido a que aun no han finalizado el pago con el Fondo de Tierras. Las áreas de producción poseen una topografía ondulada y quebrada, con pendientes de 5 %.

##### a) Altitudes de los lugares de producción.

Las altitudes promedio de las aéreas en donde se encuentra establecido el café oscilan entre 900 msnm en las partes más bajas y unos 1,200 msnm en lo más alto, por lo que las variedades y las épocas de cosecha varían según el lugar.

##### b) Variedades Utilizadas.

Entre las variedades de café (*Coffea arabica*) que se utilizan en la comunidad de Negro norte se encuentran las siguientes: Catuaí, Catimor, Caturra, Bourbon, en un 65% y en un 35% variedades como: Lempira y Catimor rojo. Los productores obtienen sus semillas a partir de cultivos ya en producción.

##### c) Sombra dentro del área de producción.

Las especies mayormente utilizadas para brindar sombra permanente o temporal son las siguientes: Guamo (*Inga sp.*) a un distanciamiento de 15 m. entre cada uno, Madre cacao o Madreado (*Gliricidia sepium*) a distancias entre 6 y 8 m. Plátano (*Mussa sapientum*) y Banano (*Mussa paradisiaca*) a distancias entre 4 y 6 m. y en algunas áreas especies frutales como Aguacate (*Persea americana*) a distancias entre 10 y 12 m. Naranja (*Citrus sinensis*) a distancias de 6 a 10 m. entre otras.

#### **1.4.3.2 Prácticas agronómicas realizadas.**

##### a) Preparación y limpia del terreno.

En esta fase los productores eliminan todo tipo de cultivo espontaneo del lugar, realizando una chapea y descombrado de las raíces de arboles o arbustos que puedan interferir con

el desarrollo del cultivo, además realizan una nivelación de las partes más quebradas del terreno.

b) Medición y ahoyado del terreno.

Los agricultores realizan la medición de sus terrenos con la utilización de una vara medida con una cinta métrica para definir sus distanciamientos de siembra y calles dentro de la plantación, con la ayuda de estacas para identificar la posición de los arboles a plantar. Posterior a este proceso se lleva a cabo el ahoyado con la utilización de la herramienta adecuada.

c) Siembra en campo definitivo.

La siembra en campo la realizan a un distanciamiento entre calle a unos 2 a 2.20 m. y entre planta a 1.5 a 2 m. ya que cada productor lo realiza según sea su criterio y tomando en cuenta la pendiente y sombra con la que cuente en el sitio.

d) Fertilización.

La fertilización que realizan los productores de café en la comunidad es una aplicación de una formula química de fertilizante químico (12-24-12) y únicamente en plantaciones recién establecidas, dos aplicaciones durante el primer año después de la siembra. Mientras que en plantaciones más viejas se realizan aplicaciones de pulpa de café en descomposición, una luego de la cosecha y otra antes de la floración.

El método de aplicación del fertilizante químico es al boleado o en media luna sin favorecer la pendiente, aplicando el fertilizante a 15 cm de distancia del tallo del árbol. La dosis utilizada es de 2 onzas por planta lo que equivale a 0.12 lb. /planta, aproximadamente 2 quintales por manzana.

No todos los productores realizan fertilización ya que no cuentan con capital para realizar dicha práctica, además que ninguno realiza análisis de suelos o foliares para determinar los requerimientos del cultivo en el área establecida.

e) Podas.

La llamada poda de recepa es la que mas practican dentro de la comunidad ya que la realizan a los cafetales con más de 8 y 10 años de edad. Esta consiste en eliminar por completo la parte aérea de la planta mediante un corte a una altura de 20 a 35 cm. del suelo, con el objetivo de renovar por completo el tejido productivo.

También realizan la poda selectiva la cual se realiza en época de verano después de terminada la cosecha, esta poda selectiva la hacen eliminando las ramas que produjeron muy poco fruto en la temporada pasada para estimular el crecimiento y desarrollo de yemas seriadas nuevas para el siguiente periodo productivo.

f) Manejo de sombra.

El manejo de sombra que realizan en las áreas de producción son las que ellos consideren necesarias ya que realizan podas de los arboles utilizados para sombra a criterio de cada productor. Entre las especies que más se utilizan están: la naranja (*Citrus sinensis*), aguacate (*Persea americana Miller*) y otras especies como guamo (*Inga sp.*), madre cacao (*Gliricidia sepium*).

Los distanciamientos son definidos a criterio, pero los más utilizados son de árboles frutales entre 10 y 15 m mientras que otros árboles a distanciamientos entre 15 a 20 m según su especie.

La época de regular la sombra es en los meses de abril y mayo para favorecer la entrada de luz solar durante la época lluviosa y así evitar enfermedades por exceso de humedad.

g) Control de malezas.

El control de malezas se realiza de forma manual utilizando machete y azadón para cortar todo tipo de malezas que se encuentren entre los cafetales, lo realizan dos veces por año, una vez luego de la cosecha en el mes de abril y otro control dos meses antes de la misma, en el mes de agosto.

#### h) Cosecha.

La cosecha dentro de la comunidad varía dependiendo de la altitud a la cual se encuentren los cafetales ya que en lugares de menor altitud se empieza a cosechar a mediados del mes de septiembre, finalizando en el mes de marzo, mientras que en los lugares de mayor altitud la cosecha se empieza a realizar a finales del mes de octubre y finalizando a principios del mes de abril.

Las herramientas que se utilizan para esta actividad son cubetas o canastos de plástico, también escaleras pequeñas para alcanzar los frutos de los árboles más altos.

Las personas encargadas de realizar los cortes del café maduro reciben por un día de trabajo una cantidad de Q45.00, siendo mujeres y niños los involucrados en la actividad.

#### **1.4.3.3 Manejo post-cosecha.**

En la comunidad solo pocos productores luego de recolectar el fruto en el campo realizan el proceso de beneficiado en el cual realizan el despulpe del café, luego el retiro del mucílago, posteriormente el secado y retirado de cascarilla.

La mayoría de productores opta por no realizar ningún proceso luego del corte ya que no cuentan con los materiales y el equipo necesario para realizarlo, por motivos económicos y para aprovechar las ganancias generadas por la comercialización de manera más rápida realiza la venta de sus cosechas a compradores que provienen de Honduras, obteniendo un menor beneficio económico pero de forma más rápida.

#### **1.4.3.4 Manejo de subproductos del café.**

Los productores de la comunidad no realizan ningún manejo de los subproductos del café ya que en todos los lugares donde se realiza manejo post cosecha se encuentra la pulpa de café amontonada en grandes cantidades sin darle un uso adecuado.

De igual manera el vaciado de las aguas mieles producto del lavado del café se realiza en el suelo y por gravedad escurre por la superficie de las áreas de producción.

#### **1.4.3.5 Rendimiento.**

El rendimiento promedio obtenido por los productores de café de la comunidad Negro Norte oscila entre 15 a 20 qq en pergamino/manzana, algunos productores, mientras que otros obtienen de 10 a 15 qq en pergamino/manzana. Siendo estos rendimientos demasiado bajos comparados con la producción nacional, que se encuentra en un rango de 40 a 45 qq en pergamino por manzana. (ANACAFÉ 1,991)

#### **1.4.3.6 Comercialización.**

La comercialización del producto se realiza a veces sin darle ningún manejo post cosecha, dependiendo de los requerimientos del comprador y del precio al que se pague el qq en esa fecha.

Los compradores son provenientes de Honduras por el lado de las comunidades colindantes del mismo país vecino, y el traslado del producto se realiza a caballo por veredas hasta llegar a una carretera de terracería del lado del país antes mencionado.

### **1.4.4 Análisis de la problemática**

Tomando en cuenta las principales características del manejo agronómico que se le brinda al cultivo de café en la comunidad su puede deducir que la asistencia técnica es el principal motivo por el cual los rendimientos y practicas realizadas para la producción de café se vea afectado, ya que todas las practicas realizadas son a criterio de cada productor sin un fundamento o conocimiento previo.

Los principales problemas en el manejo agronómico y producción del cultivo del café dentro de la comunidad están asociados directamente situaciones socioeconómicas. Según la información obtenida se dedujo la siguiente problemática en orden de prioridades mostrándose en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Problemas identificados en el manejo agronómico del cultivo de café en la comunidad Negro Norte, Morales Izabal.**

No.	Problemas encontrados
1	Falta de asistencia técnica al cultivo de café
2	Bajo rendimiento en la producción de café.
3	No existe manejo de los subproductos de café
4	Poca o ninguna fertilización al cultivo
5	No realizan podas adecuadas
6	Mal manejo de sombra

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **1.4.5 Propuesta de soluciones para la problemática encontrada.**

Según la problemática encontrada en el manejo del cultivo puede plantearse soluciones para poder disminuir el impacto negativo ocasionado por estos problemas y así generar mayores beneficios a los productores de café de la comunidad Negro Norte, así como el incremento en la producción y rendimiento del cultivo.

A partir de esta información se generaron las actividades que dieron lugar a los servicios planificados en la aldea Negro Norte, haciendo énfasis en los problemas encontrados para proponer acciones para mejorar la producción de los cafetales establecidos por los pequeños productores, de igual manera se realizó la investigación sobre podas y fertilización foliar órgano-mineral partiendo de esta información, todo esto con el objetivo de apoyar y beneficiar a los productores de café de la aldea Negro Norte.

Los principales problemas encontrados dieron lugar a las siguientes acciones propuestas en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Acciones propuestas para minimizar la problemática encontrada en la aldea Negro Norte, Morales Izabal.**

Actividades propuestas	Acciones Necesarias	Beneficiarios
Asistencia Técnica en el cultivo de café	Apoyo de FUNDAECO y EPS FAUSAC para realizar capacitaciones sobre algunas actividades del manejo agronómico que se debe dar al cultivo de café.	Productores de Café de la comunidad Negro Norte.
Elaboración de abono orgánico a base de pulpa de café y capacitación sobre manejo de aguas miel producto del lavado de café.	Apoyo de FUNDAECO y EPS FAUSAC para realizar capacitaciones sobre el manejo de subproductos de café.	Productores de Café de la comunidad Negro Norte.
Realización de una investigación sobre el tema poda esquelética y fertilización foliar (órgano-mineral).	Apoyo de FUNDAECO y EPS FAUSAC para realizar la investigación planteada.	Productores de Café de la comunidad Negro Norte.

Fuente: Elaboración Propia.

La realización de la investigación se detalla en el capítulo dos, y los servicios realizados en el capítulo tres de este documento, todas las actividades realizadas con un objetivo general el cual es apoyar la producción de café a los pequeños productores de la aldea Negro Norte, municipio de Morales departamento de Izabal.

## 1.5 CONCLUSIONES

El manejo agronómico del cultivo en la comunidad Negro norte se ve afectado principalmente por la falta de asistencia técnica, así también por la dificultad de llevar a cabo la comercialización principalmente por la falta de vías de acceso a las áreas de producción.

Las pocas prácticas agronómicas que realizan en el cultivo de café se ven disminuidas por el motivo de falta de conocimiento para llevarlas a cabo con el fin de adquirir mejores beneficios y por consiguiente mayor rentabilidad para su cosecha.

La producción de café está por debajo de una producción adecuada ya que en lugares con manejo agronómico brindado a las plantaciones se obtiene una cantidad de 40 a 45 qq/mz en pergamino, mientras que en la comunidad Negro Norte solo se alcanza producciones de 20 qq/mz lo que es muy poca producción.

La realización de podas y manejo de sombra es inadecuada por lo que se ve afectada la producción de café directamente por ese motivo ya que las plantaciones de café requieren de un manejo de tejido meticuloso para poder obtener mayor producción en las plantaciones.

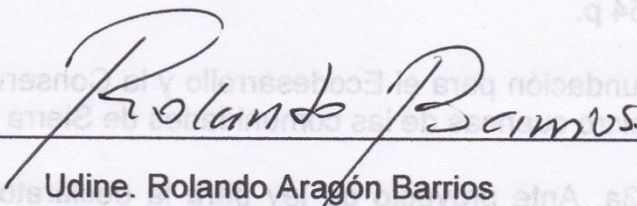
La comercialización del producto es muy difícil ya que la realizan hacia el país vecino Honduras, y debido a que en esta región se maneja un tipo de moneda diferente, al realizar el cambio a la moneda nacional se ven muy reducidas las ganancias.


Los desechos producto del manejo post-cosecha del café son una fuente muy significativa de contaminación ya que los precipitan en la superficie de los terrenos y no reciben tratamiento alguno.



## 1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1991. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 214 p.
2. FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, GT). 2002. Planes de manejo de micro cuencas de las comunidades de Sierra Caral. Guatemala. 55 p.
3. \_\_\_\_\_. 2003a. Ante proyecto de ley para la declaratoria legal de Sierra Caral. Guatemala. 15 p.
4. \_\_\_\_\_. 2003b. Estudio de capacidad de uso de la tierra, comunidad Negro Norte, Morales, Izabal. Guatemala. 15 p.
5. \_\_\_\_\_. 2005. Plan maestro de Sierra Caral, Morales, Izabal. Guatemala. 83 p.
6. \_\_\_\_\_. 2011. Estudio técnico área de protección especial Sierra Caral. Guatemala. 110 p.
7. \_\_\_\_\_. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2005. Mapas temáticos de la republica de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1CD.

Vo.Bo.:   
Udine. Rolando Aragón Barrios



## **CAPÍTULO II**

### **INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR  
(ÓRGANO-MINERAL) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), ALDEA NEGRO  
NORTE, MORALES IZABAL, GUATEMALA, C. A.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

Guatemala produce café que está catalogado como uno de los de mejores en su calidad a nivel mundial, debido a ciertos factores: las variedades y el manejo del cultivo, y la zona ecológica donde se produce.

La caficultura constituye una actividad económica importante en el país, y por ende es sustancial fuente de trabajo. El 25% de la población económicamente activa depende de esta actividad. (ANACAFE 1,991)

Sin embargo, la caficultura nacional enfrenta ciertos problemas derivados de las condiciones ambientales adversas, manejo inadecuado del cultivo, mala aplicación de fertilizantes químicos que ocasionan disminución en el rendimiento y la calidad del fruto, provocando pérdidas económicas. (ANACAFE 1,991)

La reserva hídrica y forestal sierra Caral se ubica en el municipio de Morales departamento de Izabal y cuenta con una extensión de 35,888.77 hectáreas. Cuenta con una gran biodiversidad de flora y fauna y es fuente rica de recursos hídricos a través de varias microcuencas y subcuentas que abastecen a diversas comunidades y alimentan la cuenca del río Motagua.

En esta reserva se encuentran comunidades a altitudes comprendidas entre los 900 a 1,200 msnm por lo que el cultivo del café es apto en dicha área, pero no existe estudio previo del cultivo y los productores realizan sus prácticas agronómicas empíricamente sin asesoría alguna.

La comunidad Negro Norte se encuentra dentro de sierra Caral y el principal ingreso económico está dirigido a la producción de café, existiendo condiciones climáticas adecuadas para la producción de dicho cultivo.

Los pequeños productores cafetaleros de la comunidad Negro Norte, tienen como principal limitante la falta de dinero (poca o casi nula accesibilidad a crédito bancario) para invertir en sus cultivos y ninguna asistencia técnica. Agregado a que dicha comunidad se encuentra dentro del área de protección especial Sierra Caral, por lo que se prohíbe la

utilización de productos químicos en la agricultura, dificultando aún más elevar la productividad del cultivo de café.

Los productores cafetaleros de la comunidad no realizan ningún manejo agronómico al cultivo, lo que provoca que sus rendimientos sean muy bajos, por lo tanto es necesario implementar practicas que conlleven al aumento de la producción con el cuidado de evitar el deterioro y contaminación de los recursos naturales.

La realización de podas y aplicación de fertilizantes órgano-minerales son prácticas que pueden mejorar el rendimiento sin provocar un impacto negativo al ambiente, además de disminuir la dependencia de recursos económicos.

Dentro de las actividades que se contemplan en el manejo agronómico esta la realización de podas o manejo de tejido, siendo esta muy importante en las plantaciones de café, así como la fertilización, pero sin el uso de fertilizantes químicos, por lo mencionado anteriormente, es por eso que se llevó a cabo la presente investigación, en donde se evaluaron practicas agronómicas que no requieren de mucha inversión de capital y a la vez son amigables con el medio ambiente.

Debido a que no existe en la región de Sierra Caral ningún estudio realizado en el cultivo de café y por ser la principal fuente de ingresos económicos de los pobladores de la comunidad, se realizó esta investigación en la que se evaluó el efecto de la poda esquelética y el uso fertilizante foliar (órgano-mineral), para contribuir a mejorar el rendimiento del cultivo.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 El Cultivo de café (*Coffea arabica* L.)

Los cafetos del género ***Coffea*** pertenecen a la familia ***Rubiaceae***, todas de origen africano, actualmente son conocidas más de cien especies de café, de las cuales básicamente dos son las cultivadas, ***Coffea arabica*** L. y ***C. canephora*** Pierre, Aproximadamente el 75%, de la producción mundial corresponde a ***C. arabica*** (Carvajal, JF 1984).

Este cultivo fue introducido y cultivado en Arabia y Yemen en el siglo XIV, por los persas y árabes, y los nativos de África a Mozambique y Madagascar; de aquí los Holandeses y Portugueses entre los años 1600 y 1700 lo trasladaron a Ceylán, luego a Indonesia en la isla Jaba y la India, así como a otras regiones de Asia y África. (Zamora, L. 1998).

En la misma época fue introducido a la isla Reunión, que antiguamente se llamaba Bourbon de la cual esta variedad tomó su nombre, luego a mediados del siglo XIX fue llevado a Brasil, a partir de entonces se extendió en América, a Guatemala llegó en el año de 1760, desde entonces se cultiva básicamente variedades comerciales de ***C. arabica*** las cuales son líneas homocigotas con características bastante definidas a nivel de cada variedad. (Zamora, L. 1998).

La especie ***C. canephora*** como todas las otras especies silvestres de ***Coffea*** es diploide y estrictamente auto incompatibles, por lo tanto las descendencias de ***C. canephora*** provienen de fecundaciones cruzadas y manifiestan un importante polimorfismo (Bornemisza, E; Chávez, F; Chavarri, G. 1967).

#### 2.2.1.1 Clasificación Taxonómica

Reino: ***Vegetal***  
 División: ***Antofita***  
 Subdivisión: ***Angiosperma***  
 Clase: ***Dicotiledonea***  
 Subclase: ***Simpetala***  
 Orden: ***Rubiales***

Familia: ***Rubiaceae***  
Tribu: ***Coffeaceae***  
Subtribu: ***Coffeinae***  
Género: ***Coffea***  
Especie: ***Coffea arabica*, *C. canephora***, etc. (Carvajal, JF. 1984.)

### 2.2.1.2 Morfología del cafeto.

La especie de café más extensamente cultivada en el mundo es el *Coffea arábica* L. Aunque los cafetos de la especie arábica generalmente se clasifican como arbustos en otras especies éstos pueden denominarse árboles. Los arbustos y árboles de café son del tipo perenne, leñoso y de un tallo resistente cubierto de corcho. (Monroig, MF 2011).

#### A. 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. El crecimiento vertical u ortotrópico es originado por una zona de crecimiento activo o plúmula en el ápice de la planta que va alargando a ésta durante toda su vida, formando el tallo central, nudos y entrenudos.

En los primeros 9 a 11 nudos de una planta joven sólo brotan hojas. De ahí en adelante esta 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 ortotrópicos. Usualmente esta yema no se desarrolla a menos que el tallo principal sea decapitado, podado o agobiado.

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. No es hasta que el tejido del tallo principal o sustituto (según sea el caso) se vuelve lo suficiente maduro que se emiten las ramas laterales. En la parte inferior del tronco donde ya no hay

hojas se forman yemas que al podar o doblar el tallo brota de eso nuevos chupones que sustituyen el anterior. En resumen puede concluirse que el café exhibe un dimorfismo único en su crecimiento vegetativo. (Monroig, MF 2011).

### **B. Ramas**

Las ramas laterales primarias se originan de yemas en las axilas de las hojas en el tallo central. Estas ramas se alargan continuamente y son producidas a medida que el eje central se alarga y madura. El crecimiento de éstas y la emisión de nuevas laterales en forma opuesta y decusada van dando lugar a una planta de forma cónica.

Las ramas primarias plagiotrópicas dan origen a otras ramas que se conocen como secundarias y terciarias. En estas ramas se producen hojas, flores y frutos. A excepción de algunas especies, en el tronco o tallo del *C. arábica* normalmente se producen sólo yemas vegetativas, nunca flores ni fruto.

En el caso de la propagación vegetativa, si se enraíza o se injerta una rama ortotrópica se obtiene una planta normal; de lo contrario, si fuere una rama plagiotrópica se obtendría una planta baja y compacta con sólo ramas laterales. Es decir, que una rama plagiotrópica no da origen a una rama ortotrópica. Esta diferencia es de mucha importancia práctica cuando se propaga por injertos o esquejes y cuando se aplican los sistemas de poda. La eliminación del ápice de crecimiento de una rama lateral puede inducir al desarrollo de ramas secundarias y terciarias. (Monroig, MF 2011).

### **C. Raíces**

Al igual que en el tallo en el sistema radical hay 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 que salen de éstas de carácter secundario y terciario. Normalmente estas se conocen como raicillas o pelos absorbentes. El sistema radical del cafeto es uno superficial, ya que se ha constatado que

alrededor del 94% de las raíces se encuentran en el primer pie de profundidad en el suelo. Las raíces laterales pueden extenderse hasta un metro alejadas del tronco. Generalmente la longitud de las raíces coincide con el largo de las ramas. (Monroig, MF 2011).

#### **D. 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 3 a 6 pulgadas de largo. La vida de las hojas en la especie arábica es de 7 a 8 meses mientras que en la canephora es de 7 a 10 meses. (Monroig, MF 2011).

#### **E. Inflorescencia**

Las flores son pequeñas, de color blanco y de olor fragante. Los cinco pétalos de la corola se unen formando un tubo. El número de pétalos puede variar de 4 a 9 dependiendo de la especie y la variedad. El cáliz está dividido en 4 a 5 sépalos.

Las yemas florales aparecen generalmente a los dos o tres años dependiendo de la variedad. Nacen en las axilas de las hojas en las ramas laterales. Estas yemas tienen la capacidad de evolucionar en ramificaciones. La florecida no alcanza su plenitud hasta el cuarto o quinto año.

La inflorescencia del café es una cima de eje muy corto que posee un número variado de flores. En los arábicos es de 2 a 9 y en los robustoides de 3 a 5. Como regla general se forman en la madera o tejido producida el año anterior. En las partes lignificadas del arbusto que posean de uno a tres años aparecen en gran número. Las especies canephora y liberica son especies alógamas y los arábicos 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. (Monroig, MF 2011).

## **F. Fruto**

El fruto del cafeto es una drupa. Es de forma ovalada o elipsoidal ligeramente aplanada. Contiene normalmente dos semillas plano convexas separadas por el tabique (surco) interno del ovario. Pueden presentarse tres semillas o más en casos de ovarios tricelulares o pluricelulares o por falsa poliembrionía (cuando ovarios bicelulares presentan más de un óvulo en cada célula). A causa del aborto de un óvulo se puede originar un fruto de una sola semilla (caracolillo).

El fruto es de color verde al principio, luego se torna amarillo y finalmente rojo aunque algunas variedades maduran color amarillo. (Monroig, MF 2011).

### **2.2.1.3 Fisiología del cafeto**

#### **A. Factores ambientales**

##### **a) Temperatura**

- Tolera temperatura de zonas tropicales y subtropicales, pero no tolera temperaturas de zonas templadas.
- La temperatura alta estimula el crecimiento espontáneo de las yemas accesorias del tallo principal originando plantas de tallos múltiples.
- Temperaturas nocturnas bajas (2-3°C) origina clorosis foliar principalmente después de días de alta intensidad de luz.
- Crecimiento lento a temperaturas bajas.
- La temperatura del suelo incluye en el desarrollo del sistema radical siendo más abundante a temperaturas frescas. (Monroig, MF 2011).

### b) Intensidad luminosa

- Aumenta la intensidad de crecimiento, la altura de la planta, número de ramas laterales, número de hojas, peso seco de la raíz y el diámetro del tallo.
- Aunque el número de hojas es mayor a alta iluminación la superficie total de la planta no experimenta un cambio significativo debido a que las hojas individuales son más pequeñas (más hojas, más pequeñas).
- La relación peso seco parte aérea/raíces aumenta con incremento en la intensidad luminosa. (Monroig, MF 2011).

### c) Lluvia

- Importante en todos los procesos del crecimiento del cafeto.
- Esencial para la fotosíntesis.
- Necesaria para ocurrencia de la floración.
- Necesaria para el desarrollo de frutos.
- Exceso de agua dulce reduce el crecimiento y la producción y rendimiento debido a una aireación pobre del suelo con detrimento del desarrollo de raíces. (agua ocupa lugares del área en el suelo) no hay absorción. (Monroig, MF 2011).

## **B. Fotoperíodo**

- Crecimiento y floración afectados por la duración del día.
- Altura, número total de nudos y longitud de entrenudos en el tallo no varían al variar la longitud del día.
- Días cortos tienen efectos inhibidores en el crecimiento de ramas laterales.
- Días largos - las ramas más largas - aumenta el diámetro total de la planta.
- Días cortos - más cortos (diámetro menor) - se debe tanto a un crecimiento en el número de nudo y longitud de los internodos. (Monroig, MF 2011).

### **C. Comportamiento de Estomas**

Los estomas son estructuras en las hojas por donde ocurre el intercambio de gases entre la hoja y el medio ambiente. Se presentan solamente en la epidermis inferior de las hojas. Su número varía proporcionalmente con la intensidad luminosa de 10-17mil/am<sup>2</sup> para hojas bajo sombra hasta 300-680 mil/hojas al sol.

- Abiertos durante el día y cerrados durante la noche.
- El rocío puede inducir apertura parcial durante la noche.
- Luz intensa (8,000 bujías pie) causa cierre parcial de los estomas en hojas totalmente expuestas.
- En hojas parcialmente sombreadas se mantiene completamente abiertas durante casi todo el día.
- Aumento en temperaturas intensifican la transpiración lo que origina un déficit de humedad y cierre de estomas.
- Se reduce su apertura durante la estación seca. (Monroig, MF 2011).

### **D. Fotosíntesis**

Estudiado por la importancia con problemas relativos a la sombra. El sumidero de fotosintatos más dominante del cafeto es el fruto. Los cafetos al sol producen más por:

- La luz promueve la floración.
- La fotosíntesis es mayor debido a que hay una mayor cantidad de estomas/hoja y la apertura es mayor, lo que la hace más eficiente.
- La fotosíntesis de las frutas contribuyen en una tercera parte de su peso seco.
- Temperaturas altas (>33°C) inhiben la fotosíntesis en las hojas totalmente expuestas a la luz.
- Temperaturas < 20°C inhiben el crecimiento vegetativo y retrasan el desarrollo de frutas (tardan más tiempo en estar listas para la cosecha).
- Durante la florecida y fructificación los fotosintatos son dirigidos con prioridad a las flores y frutos.

- Las plantas bajo sombra producen menos flores y frutos que al sol, pues la iniciación de las yemas florales es dependiendo de la luz (se requiere que haya luz directa sobre las ramas).

En general la actividad fotosintética del cafeto es baja comparada con otras especies vegetales, esto sugiere ser un factor limitante de la capacidad de producción de la planta y la hace más susceptible a disturbios fisiológicos. (Monroig, MF 2011).

### **E. Modo de Crecimiento**

- La producción de auxinas (hormonas en crecimiento) por la yema terminal es probablemente la causa de la inhibición de las yemas accesorias (da lugar a crecimiento ortotrópico).
- Si se decapita o agobia disminuye la concentración de auxinas en el tallo principal a un nivel lo suficientemente bajo como para estimular el crecimiento de estas yemas.
- La cosecha se mueve continuamente hacia el extremo de las ramas y el tallo dejando atrás un número cada vez mayor de nudos improductivos y defoliados.
- El número de nudos productivos tiende a ser progresivamente menor conforme se alonga la rama probablemente debido a una translocación limitada de agua y nutrimentos a lugares distantes.
- Las yemas dan lugar a ramas secundarias y terciarias lo cual compensa en cierto grado el efecto de la edad. (Monroig, MF 2011).

### **F. Floración**

- El cafeto es una planta de día corto (fotoperiódica).
- Cuando la longitud del día es mayor de 13 o menor de 8 horas la planta no florece.
- Temperatura afecta la iniciación de las yemas.
- Frescas temperaturas (combinación 23°C de día y 1C °F de noche, se obtiene la mayor formación de yemas).
- Altas temperaturas dan origen a flores anormales “estrellas” tienen pétalos cortos, no producen frutos y se secan o atrofian.

- Intensidad luminosa afecta la florecida.
- Si la intensidad luminosa es baja no estimula la iniciación de yemas florales.
- Los árboles de sombra pueden afectar la floración al reducir la intensidad luminosa. (Monroig, MF 2011).

## **G. Bienalidad**

En años de alta producción la cantidad de tejido vegetativo que se forma es baja debido a que los fotosintatos van dirigidos al desarrollo del fruto. Esto ocasiona una disminución en la cosecha del próximo año.

En años de baja cosecha se estimula el crecimiento del tejido vegetativo y como consecuencia una buena cosecha el año siguiente. (Monroig, MF 2011).

### **2.2.2 Descripción de variedades de café.**

#### **2.2.2.1 Variedad Catimor**

El término Catimor hace referencia a una gran cantidad de líneas y poblaciones de cafetos, todas descendientes del cruce realizado en el Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro; Centro de Investigación de las Royas de Café (CIFC), Portugal en 1959, entre el Híbrido de Timor # 832-1 (resistente a la roya) y Caturra. Posteriormente y debido a procesos de selección realizados en varios países, se desarrollaron diversos catimores con características particulares en cada grupo.

En general los catimores son muy precoces y productivos, y exigentes en el manejo del cultivo, especialmente en fertilización y manejo de sombra. Evidencian una mayor susceptibilidad a la enfermedad ojo de gallo, y calidad de taza inferior en zonas altas. Se recomendaría su cultivo básicamente en altitudes bajas y medias, donde la roya constituye un problema.

Dentro de los catimores de la serie “86” destaca la línea T-8667, de la cual se han realizado otras selecciones en la región, tales como la variedad Costa Rica 95 y Lempira. Estas descendencias son de porte bajo uniforme, fruto y grano de tamaño grande, hojas

nuevas de color café o bronce. Las poblaciones de la línea T-5175 presentan problemas de grano negro en zonas bajas y medias, y mala calidad de taza en zonas altas. No se recomienda su cultivo.

Existen otras descendencias del híbrido de Timor, originados del cruzamiento de otra planta de híbrido de Timor, con la variedad Villa Sarchí, que derivó varias líneas de Sarchimor mejoradas en diferentes países. (ANACAFE, 1991).

Sus características son: porte bajo, medio y alto; de muy buena ramificación lateral, responde satisfactoriamente a la recepa y al descope. Su longevidad o período de vida depende del Catimor en particular, pues cada uno presenta comportamientos propios a las condiciones de clima y suelo.

Se adapta muy bien a regiones bajas y medias, en rangos de 609.6 msnm (2,000 pies) a 914.40 msnm (3,000 pies), con lluvias superiores a los 3,000 mm anuales. (Gutiérrez, G. 1978)

#### **2.2.2.2 Variedad Caturra**

La variedad Caturra es originada de una mutación de Bourbon en Brasil, a principios del siglo veinte. Fue introducida en la finca Chicolá, Guatemala en la década de los cuarenta, sin embargo su adopción comercial se realizó varios años más tarde.

El arbusto es de porte bajo eje principal grueso, poco ramificado, con ramas secundarias abundantes y entrenudos cortos. Las hojas son grandes, anchas y de textura un poco áspera con bordes ondulados, las hojas nuevas o brotes son de color verde. La forma de caturra es ligeramente angular, compacta y con buen vigor vegetativo.

Es una variedad de alta producción y buena calidad, que requiere buen manejo cultural y adecuada fertilización. Se adapta bien en las diferentes regiones del país, y prácticamente en todos los rangos altitudinales. (ANACAFE, 1991).

Se emplea para sustituir la variedad Typica. Se encuentra bastante difundida y como única variedad en algunas fincas. Por su parecido con las variedades Caturra, Villa Sarchí de Costa Rica y Pacas de El Salvador puede producirse alguna confusión.

Algunos estudios realizados por Anacafé (Asociación Nacional del Café) con ciertas líneas de Catimor indican que en zonas bajas e intermediarias, ubicadas entre 609.6 msnm (2,000 pies) y 914.41 msnm (3,000 pies), no se aprecian diferencias organolépticas. (ANACAFE, 1998).

### **2.2.3 Manejo de tejido o poda del café.**

Para manejar con éxito el tejido productivo del cafeto es indispensable conocer la fisiología de la planta, específicamente sus hábitos de crecimiento. La época adecuada para hacer los cortes es antes de que el cafeto inicie su periodo de crecimiento, lo cual ocurre posterior a la cosecha.

El cafeto requiere de una renovación de tejido que permita volver al equilibrio fisiológico alterado por las cosechas, lo cual únicamente se logra mediante la implementación sistemática del manejo de tejido a través de las podas.

Se han desarrollado y existen un sin número de formas, métodos, tipos o sistemas de manejar el tejido o podar el arbusto de café en el mundo, sin embargo, ninguno ha logrado establecerse o adoptarse como el único o más eficaz. El comportamiento tan variado de la planta de café como ser biológico individual hace imposible que las plantaciones puedan ser manejadas recomendando un solo método de podar. (ANACAFE, 1991).

#### **2.2.3.1 Objetivos de la poda:**

- Renovar el tejido productivo y modificar la estructura de la planta.
- Mantener una adecuada relación follaje/cosecha (área foliar)
- Estimular la producción con entrada de luz en zonas limitadas por efecto del auto sombrío.
- Atenuar la bianualidad productiva para regular el nivel de producción.
- Eliminar el material dañado por enfermedades.

- Reducir condiciones favorables al ataque de enfermedades y plagas.
- Facilitar labores agronómicas y de aplicación que requieren el uso de equipo y/o maquinaria.
- Economía por reducción y/o racionalización de la cantidad de insumos requeridos.
- Corregir daños físicos en la parte aérea de la planta, causados por efectos de condición climática o manejo.
- Facilitar la recolección del grano. (ANACAFE, 1991).

### **2.2.3.2 Factores a considerar antes de podar.**

- Estado fitosanitario de la plantación.
- Edad de los arbustos
- Accesibilidad a la plantación para recolectar la cosecha y realizar prácticas culturales.
- Distancia de siembra y variedad o especie de café.
- Producción y rendimiento por cuerda.
- Actitud y disponibilidad del caficultor para realizar la práctica recomendada.
- Condiciones nutricionales de la plantación y problemas por toxicidad de elementos.
- Altitud sobre el nivel del mar.
- Época del año. (Monroig, MF 2011).

#### a) Prácticas a realizar antes de podar.

- Controle las malezas adecuadamente.
- Abone para que los arbustos estén en una buena condición nutricional y se restablezcan después de la cosecha para evitar fuertes desórdenes fisiológicos. (Monroig, MF 2011).

#### b) Época de poda

La época varía con el tipo de poda que se vaya a realizar. El tiempo más adecuado para cualquier tipo de poda es un poco antes de que comience el crecimiento acelerado de la planta durante el año en época fuera de cosecha. Se ha determinado



mediante experimentación que la época más apropiada son los meses de marzo y abril. En estos meses comienza el flujo de crecimiento de la primavera. (Monroig, MF 2011).

### **2.2.3.3 Instrumentos necesarios para podar**

Los instrumentos que se usarán para realizar la poda pueden variar de acuerdo con la altura y diámetro de los tallos y ramas, la condición económica del caficultor, la disponibilidad en la finca y otros. No obstante, se puede mencionar los siguientes:

- Tijeras de podar.
- Sierra o serrucho de podar manual.
- Sierras motorizadas de cadena.
- Machetes
- Pintura de poda o mezcla de cal y producto a base de cobre.

### **2.2.3.4 Manera y cuidados al efectuar los cortes.**

Al efectuar un corte, debe tenerse en cuenta el que sean de superficie lisa, limpios y ligeramente inclinados. Esto ayudará a que no se acumule agua en exceso sobre los mismos disminuyendo así la incidencia del ataque de enfermedades.

Se recomienda que todo corte de tallos o ramas de una o más pulgadas de diámetro se proteja con una capa de pintura de poda o una mezcla de cal con cobre. Se persigue con esto disminuir los riesgos por el ataque de plagas y enfermedades así como evitar la deshidratación excesiva de la planta. Es importante que los chupones seleccionados queden alrededor del tronco para darle forma al nuevo arbusto.

Los cortes deben hacerse de 12 a 18 pulgadas del nivel del suelo. Se recomienda esta altura por las razones siguientes:

- Se dispone de un área de tronco adecuada para el desarrollo de yemas que formen brotes aumentando poder de selección de los mismos.
- Disminuye el riesgo de contaminación de los cafetos con herbicidas cuando se controlan las malezas químicamente.

- Evita que durante épocas de alta y frecuente precipitación se salpique y contaminen los cortes con partículas de suelo que pueden transmitir enfermedades.
- Se puede volver a podar el mismo tronco cuando se hayan agotado los tallos de la poda anterior.
- Para evitar accidentes en el cafetal.

#### **2.2.3.5 Disposición del material cortado.**

Al efectuar la poda se recomienda que todo material vegetativo como hojas, ramas y tallos finos queden bien distribuidos sobre la superficie del terreno. Estos materiales protegen el terreno contra la erosión, restituyen algunos nutrientes, controlan la temperatura del suelo y reducen la alta incidencia de malezas. Los tallos gruesos deben colocarse como barreras muertas en dirección contraria a la pendiente del terreno para controlar la erosión causada por la escorrentía de las aguas. Posteriormente, el tejido vegetativo producto del deschuponado debe dejarse sobre el terreno con los mismos propósitos. (Monroig, MF 2011).

#### **2.2.4 Tipos de Poda.**

Se definen en función de la altura a que se realiza el corte en el eje ortotrópico y para ello se deberá considerar el grado de agotamiento que manifieste el cafeto.

En el cultivo del cafeto la poda es una práctica que se justifica debido a que la planta produce cosecha en las partes de la rama de crecimiento reciente; es decir, en aquellas áreas donde no ha fructificado. A través de la poda eliminamos la madera vieja e improductiva y obtenemos madera joven y productiva.

A medida que pasan las cosechas las áreas de producción de la planta se van desplazando hacia las puntas de las ramas y hacia la copa. Progresivamente, la zona de producción de la planta se va haciendo menor; como consecuencia el rendimiento del cafetal disminuye y llega el momento en que la producción no cubrirá los gastos de mantenimiento. (ANACAFE, 1991).

#### **2.2.4.1 Poda esquelética.**

En el tratado de Caficultura Practica de Juan Antonio Alvarado (1935), se menciona aunque con otros nombres (poda colombiana, de Irigoyen, científica). Se incluye dentro de las podas en la caficultura moderna ya que paulatinamente va tomando auge en nuestro país.

Este tipo de poda se basa en la ejecución de dos cortes en secuencia: una poda alta o descope, a una altura de entre 0.80 a 1.20 metros y el corte de todas las ramas laterales a una distancia de entre 30 y 40 centímetros del eje ortotrópico.

Con este manejo se induce a la planta a rebrotar en el eje ortotrópico y a la vez en las ramas plagiotrópicas, desarrollando abundante ramificación secundaria de tejido eminentemente productivo. Debido a la cantidad de material que se elimina, se considera que el esqueletamiento es una poda drástica; sin embargo presenta la ventaja sobre la recepa que la planta muestra una vigorosa y rápida recuperación inicial.

Una desventaja son los costos, tanto económicos como prácticos, puesto que requiere de una serie de operaciones no solo en el corte mismo sino en la constante eliminación de brotes sobre el eje principal, así como el despunte sucesivo de las ramas laterales como resultado del manejo realizado. Debido a la intensa inducción en brotación, este tipo de poda se debe realizar de preferencia en cafetos jóvenes (3 a 5 años) y vigorosos, establecidos en suelos fértiles y con un buen programa nutricional.

La actividad fisiológica de cafetos sometidos a podas demanda elementos nutritivos por el acelerado crecimiento vegetativo que presentan las plantas, tal como los estímulos en la brotación de tejidos nuevos que generan una demanda de nutrientes como nitrógeno, cinc y boro. Por lo que es indispensable contemplar en el programa de fertilización de dichos elementos, haciendo de dos a tres aspersiones, inclusive iniciando tan pronto como se realice la poda; por lo que se debe prestar atención a su aplicación. (ANACAFE, 1991).

#### **2.2.4.2 Selección de brotes y deschuponado.**

La selección de chupones es una práctica que no puede obviarse en el manejo posterior a la poda para evitar que la planta pierda reservas en el desarrollo de brotes

innecesariamente. Se requiere que la planta concentre sus fuerzas en los tallos seleccionados para que crezcan fuertes y vigorosos.

El exceso de chupones da lugar a una competencia en la que se pierde potencial en la producción y la vida útil de la poda se acorta ya que los vástagos se agotan en etapas tempranas. La densidad de follaje como consecuencia de la no selección de chupones crea un ambiente favorable al desarrollo de plagas y enfermedades.

Los chupones deben seleccionarse cuando hayan alcanzado una longitud de 18 pulgadas, de manera que se haga más fácil la selección de aquellos más fuertes y vigorosos. Cuando el arbusto podado tiene un solo eje se dejan de uno a tres vástagos por tronco dependiendo la distancia de siembra, la variedad de café y la altura sobre el nivel del mar. En caso de plantas con tallos múltiples, se selecciona uno por eje. Realmente es necesario evaluar cada caso individualmente para ajustar y ofrecer la mejor recomendación. (ANACAFE, 1998).

## **2.2.5 Generalidades sobre fertilización.**

### **2.2.5.1 El suelo**

Es un cuerpo natural, sintetizado en forma de perfil, de una mezcla variable de minerales meteorizados y materia orgánica en descomposición, que cubre la tierra en una capa delgada y proporciona, cuando tiene cantidades adecuadas de aire y agua, soporte mecánico y, en partes, sustento para las plantas. Los cinco factores principales de la formación del suelo son: (Material original o materia parental, topografía, vegetación, clima, tiempo). El suelo, desde su formación a partir del material original está continuamente sujeto a innumerables cambios físicos, químicos y bioquímicos, debido principalmente a factores externos, como la lluvia, los cambios de temperatura, la vegetación y otros. (Tisdale, S; Nelson, W. 1997).

El suelo provee a la planta de: (elementos esenciales a los cuales se les llama nutrientes o nutrimentos, un medio de almacenamiento y aprovisionamiento de agua, oxígeno para la respiración de las raíces, soporte mecánico para su anclaje).

Para que un suelo sea productivo debe tener una capacidad adecuada de retención de agua, buena aireación, buena cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición, la presencia de nutrientes en cantidades apropiadas y alta capacidad de intercambio catiónico. (Tisdale, S; Nelson, W. 1997).

### **2.2.5.2 Fertilidad**

Es la capacidad que tienen los suelos de proporcionar las cantidades adecuadas de nutrientes al cultivo, en tal forma que puedan ser absorbidos fácilmente. Dichos nutrientes deben encontrarse en equilibrio con las propiedades químicas y características físicas de ese sustrato, y aprovechar en un alto porcentaje los elementos nutrientes que le son agregados al suelo al fertilizar. La fertilidad del suelo depende en gran parte del tipo y contenido de arcilla, materia orgánica, textura y estructura. (Tisdale, S; Nelson, W. 1997).

### **2.2.5.3 Nutrimientos esenciales y su movimiento en el suelo**

Existen dieciséis nutrimentos que se consideran esenciales para el desarrollo vegetal: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Fe, Cu, B, Mo, y Cl.

Un nutrimento es esencial para una planta cuando cumple con las siguientes tres condiciones:

- a) Su ausencia reduce drásticamente el crecimiento.
- b) Su ausencia produce síntomas visuales.
- c) Los síntomas son superables con el suministro del nutrimento.

Los nutrimentos que las plantas utilizan en mayor cantidad C, H, O, los obtienen principalmente del aire y del agua, aunque puede tomarlos también del suelo a partir del  $\text{CO}_2$  disuelto en agua, de los OH, o de los carbonatos.

Del suelo la planta absorbe como elementos mayores, o sea en grandes cantidades el N y el K. Aunque el P generalmente se incluye dentro de este grupo de mayores porque se aplica en grandes cantidades, no es en realidad consumido por la planta en gran magnitud, sino que su uso a partir del suelo resulta muy ineficiente. El N además, puede

ser fijado biológicamente a partir de la atmosfera por algunas bacterias que se asocian a las plantas. (Bertsch, F. 1995).

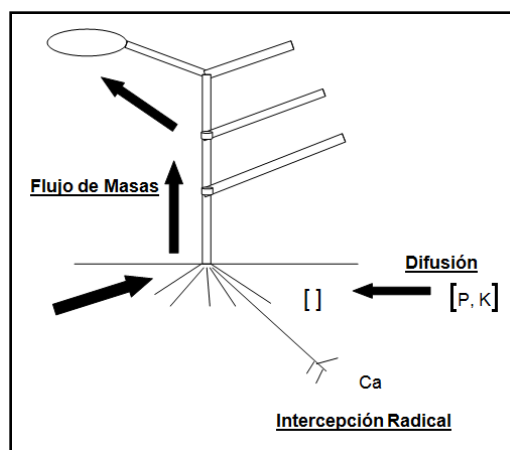
Elementos medios se consideran el Ca, el Mg y el S y como elementos esenciales en pequeñas cantidades, clasificados como oligoelementos o micronutrientes, están: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo y Cl. Recientemente se ha incorporado a esta ultima el Ni.

También la gran mayoría de estos elementos son susceptibles de absorberse foliarmente si le son suministrados a la planta por esa vía.

Cada nutrimento tiene formas químicas particulares de absorción, algunas son catiónicas (N, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, y Fe) y otras aniónicas (N, P, S, B, Mo, y Cl). Es importante favorecer la presencia de dichas formas en el suelo para propiciar una buena absorción. El N es el único elemento que puede absorberse tanto en forma aniónica como catiónica. (Bertsch, F. 1995).

La movilidad o translocación de los nutrimentos dentro de la planta tiene relación con la ubicación de los síntomas visuales que indican su deficiencia. Para que ocurra una buena absorción de nutrimentos, además de los mecanismos fisiológicos de la membrana que intervienen en la introducción de los nutrimentos del suelo a la raíz, son importantes otros procesos relacionados con la forma en que los nutrimentos se acercan de los diferentes puntos del suelo a la raíz.

Existen tres tipos de movimientos de nutrimentos en el suelo los cuales se muestran en la Figura 7.



**Figura 7. Mecanismos de los nutrimentos para acercarse a la raíz.**

El movimiento que más repercusión tiene sobre un mayor número de nutrimentos es el denominado “flujo de masas”, que consiste en el arrastre de los elementos con el agua que se mueve hacia la raíz por efecto de la transpiración de la planta. Al transpirar las hojas de una planta crean un déficit o gradiente de agua a nivel de la raíz que establece una corriente continua de agua de diferentes puntos del suelo hacia la raíz. (Bertsch, F. 1995).

En el tanto en que los nutrimentos se encuentren disueltos en esta solución, son susceptibles de ser arrastrados también. La cantidad de nutrimentos movidos por este método depende de la concentración del elemento en la solución y de la cantidad de agua transpirada por peso del tejido. Cualquier factor que afecte la intensidad de la transpiración, modificará el flujo de masas y por lo tanto la nutrición de esas plantas.

Otro tipo de movimiento es el que ocurre a través de la solución del suelo en respuesta de una gradiente de concentración del nutrimento y se llama “difusión”. En este caso las partículas se mueven de zonas de mayor concentración (solución de suelo, especialmente si ha sido fertilizada) a zonas de menor concentración (zona cercana a la raíz en donde por efecto de la absorción se ha producido un déficit del elemento).

La difusión depende de factores como el coeficiente químico de difusión de cada elemento, la magnitud de la gradiente, la textura, la cantidad de agua presente en el suelo, la superficie de raíz disponible a la absorción, la tortuosidad y la viscosidad del medio.

La tercera alternativa para que las raíces entren en contacto con los nutrimentos, es que estas se extiendan a través del espacio poroso e intercepten los nutrimentos que encuentren a su paso. A este mecanismo se le conoce como “intercepción radical” y se estima que corresponde a un 2% de la concentración de nutrimento disponible en el suelo, pues se asume que más o menos del 50% de espacio poroso de un suelo un 1% corresponde al volumen ocupado por las raíces. (Bertsch, F. 1995).

### **2.2.6 Fertilización del cafeto.**

Es la práctica de aplicar los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos y/o enmiendas, basándose en un programa elaborado en la investigación; para lo cual se hace necesario conocer previamente el estado de fertilidad del suelo y requerimientos nutrimentales del cultivo, en función de su edad potencial de rendimiento y la práctica de manejo que se utilizarán.

El cafeto exige para su desarrollo y poder producir, que le sean suministrados una serie de necesidades nutricionales, lo que implica que los elementos deben de estar disponibles oportunamente, en cantidades suficientes y balanceadas. Estos elementos pueden provenir de las reservas naturales de tipo orgánico y mineral existentes en el suelo, o del uso racional de los fertilizantes químicos aplicados al suelo o al follaje (ANACAFE, 1998).

El cafeto requiere de al menos 16 elementos nutritivos, llamados elementos esenciales; tres de ellos, el Carbono, Hidrógeno y Oxígeno los toma la planta del agua y el aire, mientras que los trece restantes son tomados del suelo a través del sistema radicular, pudiendo ser absorbidos también por vía foliar.

Los elementos, se pueden agrupar de acuerdo a las cantidades en que son requeridos por la planta (ANACAFE, 1998).

#### **2.2.6.1 Funciones de los nutrimentos en el cafeto.**

Todos los elementos, macro y micronutrientes participan en funciones específicas de la vida de las plantas, sin embargo dependiendo del elemento, puede existir en algunos casos un cierto grado de sustitución. (Bertsch, F. 1995).

El conocimiento de la función de cada uno de los nutrientes en la nutrición del café nos permite reconocer la importancia de mantener, ya sea en el suelo y/o a través de tejido foliar, niveles adecuados de estos para contribuir a la obtención de buenas cosechas de alta calidad.

Carvajal, Malavolta, Valencia, Morin y Mortvedt. Coinciden en señalar como funciones principales de los nutrientes las siguientes: (ANACAFE, 1991).



### **A. Funciones del Calcio (Ca).**

El calcio es reconocido como el “segundo precursor”, juega un papel importante como regulador en el crecimiento de las plantas, en su desarrollo y habilidad para adaptarse a las condiciones adversas del ambiente. Aumenta la cantidad de asimilación del amonio y reduce la respiración de la planta, resultando esto en una mayor fotosíntesis neta y en el movimiento de los azúcares hacia los frutos. (ANACAFE, 1991).

Su principal papel es estructural porque constituye como pectatos de Ca en las láminas medias, la parte cementante de las paredes celulares. Participa en la formación de membranas celulares y de estructuras lipídicas. Es necesario en pequeñas cantidades para la mitosis en zonas meristemáticas pues confiere estabilidad al aparato estructural durante la división celular. Actúa como activador de enzimas y se relaciona con la nodulación y la fijación de N. (Bertsch, F. 1995).

- Efectos que causa el calcio en las plantas:
- Proporciona rigidez
- Fomenta el desarrollo de raíces
- Aumenta la resistencia a la penetración de enfermedades y plagas
- Favorece el cuaje de las flores
- Impulsa la producción de semillas
- Desintoxica
- Ayuda a la fijación simbiótica del N

### **B. Funciones del Magnesio (Mg).**

Forma parte de la molécula de la clorofila, participa en la producción de fotosíntesis, además interviene en la formación de carbohidratos y estimula el desarrollo de microorganismos favorables del suelo y facilita la fijación del nitrógeno por las leguminosas. (ANACAFE, 1991).

Participa en gran medida en el balance electrolítico dentro de la planta y como activador enzimático, especialmente en reacciones de fosforilación del ATP en el metabolismo de

los azúcares y en las síntesis de ácidos nucleicos y por lo tanto en la síntesis de proteínas. (Bertsch, F. 1995).

Efectos que causa el Mg en las plantas:

- Produce el color verde
- Ayuda a la absorción de P

### **C. Funciones del Manganeso (Mn).**

Además de actuar en la respiración participa específicamente en el metabolismo del nitrógeno y en la fotosíntesis, ejerce influencia en el transporte y utilización del hierro en la planta. (ANACAFE, 1991).

Actúa como activador enzimático en el metabolismo del nitrógeno activando las reductasas. Es el catión predominante en estos procesos pero puede ser sustituido por Mg, Co, Zn, Fe. También participa en la síntesis proteica y en la formación de ácido ascórbico (vitamina C). Participa solo en la fase oscura de la fotosíntesis y además es capaz de destruir u oxidar el AIA. (Bertsch, F. 1995).

### **D. Funciones del Cobre (Cu).**

Es necesario para la clorofila, es el metal componente de la oxidasa del ácido ascórbico, fenolasas y tirosinasa. La mayor cantidad está en los cloroplastos formando la plastocianina para la transferencia de electrones. (ANACAFE, 1991).

Promueve la formación de vitamina A, además activa varias enzimas y actúa como conductor electrónico en la actividad respiratoria. Está implicado en la biosíntesis de ligninas. (Bertsch, F. 1995).

### **E. Funciones del Zinc (Zn).**

Favorece el crecimiento de los frutos de las plantas, así como la absorción del fósforo y el zinc es responsable de la síntesis de auxinas (hormonas de crecimiento). (ANACAFE, 1991).

Actúa como activador de varias enzimas, dos de ellas muy importantes: la anhidrasa carbónica (que convierte el ácido carbónico en  $\text{CO}_2$  y agua) y la deshidrogenasa alcohólica, así como de enzimas transportadoras de fosfatos. Interviene en la síntesis de la hormona de crecimiento AIA, a nivel de su precursor, el triptófano. También es posible que actúe en la síntesis proteica. (Bertsch, F. 1995).

#### **F. Funciones del Boro (B).**

El Boro es uno de los micronutrientes esenciales para la producción vegetal. Actúa en las plantas en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos. (ANACAFE, 1991).

Aparentemente, el boro también regula el transporte de azúcar, metabolismo de los carbohidratos y proteínas en las plantas, las que necesitan un suministro continuo de este elemento en todos los puntos de crecimiento siendo un factor importante en la germinación del tubo polínico y por lo tanto, en el proceso de fertilización de flores, lo que garantiza un adecuado número de semillas en las vainas, lo que es importante para lograr un alto rendimiento de semillas y contenido de aceite del grano. El boro desempeña un importante papel en la regulación de la permeabilidad de la membrana, síntesis de la pared celular, respiración, hormona del metabolismo y regulación estomática. (Bertsch, F. 1995).

#### **2.2.6.2 Síntomas de Deficiencias de los Nutrientes en el Cafeto.**

##### **A. Deficiencia de Calcio (Ca).**

Perdida del color verde, en forma de una palidez muy leve en los bordes de las hojas nuevas. El calcio es poco móvil en la planta. Debido a la alta inmovilidad de este elemento y a su función de rigidez, el síntoma característico es la malformación de las hojas jóvenes, que toman forma de gancho o de cuchara en las puntas de las hojas. (ANACAFE, 1991).

Las regiones meristemáticas de los tallos, hojas y raíces son afectadas y terminan muriendo. Las raíces jóvenes pueden acortarse y en los bordes de las hojas jóvenes aparece clorosis seguida de necrosis. (Bertsch, F. 1995).



**Figura 8. Deficiencia de Calcio.**

### **B. Deficiencia de Magnesio (Mg).**

Manchas y moteado pardo-amarillento, en los espacios entre las venas de hojas adultas y viejas. El magnesio se moviliza bien en la planta. (ANACAFE, 1991).

Un síntoma bien conocido es la clorosis localizada en forma intervenal que se hace visible en primer lugar en las hojas basales y se propaga a las hojas más jóvenes a medida que la deficiencia se hace más aguda. Esto porque al igual que los anteriores elementos, goza de buena movilidad dentro de la planta. (Bertsch, F. 1995).



**Figura 9. Deficiencia de Magnesio.**

### C. Deficiencia de Manganeso (Mn).

Las hojas nuevas y jóvenes pierden su color, resaltando el color verde de la venas, a veces como franjas verdes difusas a lo largo de estas. Las hojas tienden a ser más grandes. El manganeso se moviliza poco en la planta. (ANACAFE, 1991).

Los síntomas de deficiencias de Mn varían mucho de unas especies a otras, aunque lo más frecuente suele ser una clorosis intervenal, pudiendo aparecer manchas necróticas en las hojas. Generalmente los síntomas suelen aparecer primero en las hojas más jóvenes, aunque también se dan casos de aparición inicial en las hojas viejas. En algunas especies se presentan tamaños anormalmente grandes y clorosis generalizada. (Bertsch, F. 1995).

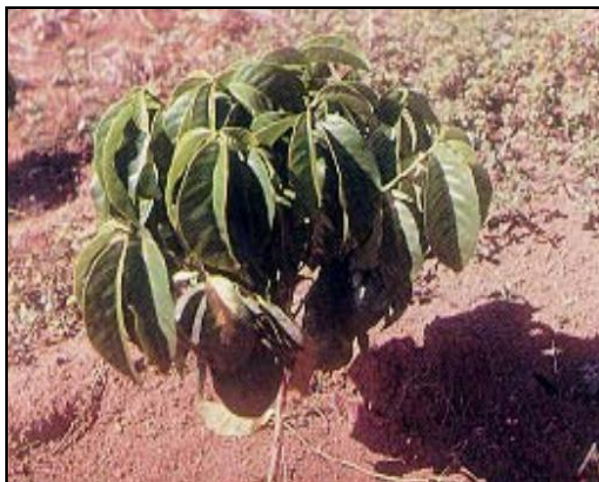


Figura 10. Deficiencia de Manganeso.

### D. Deficiencia de Cobre (Cu).

Las hojas presentan nervaduras salientes (costillas), clorosis leve y manchas pardas asimétricas. Las hojas más jóvenes aparecen distorsionadas, con una forma de S, por falta de crecimiento de los nervios y pierden su color verde. (ANACAFE, 1991).

Esta deficiencia también suele provocar una necrosis en el ápice de las hojas jóvenes, que progresa a lo largo del margen de la hoja, enrollando los bordes. Las hojas pueden presentar clorosis y puede producirse la muerte de los brotes jóvenes. (Bertsch, F. 1995).



**Figura 11. Deficiencia de Cobre**

### **E. Deficiencia de Zinc (Zn).**

Las hojas nuevas y jóvenes se muestran pequeñas y angostas, con pérdida de color y resalta el verde de las venas. Las hojas se agrupan en forma de rosetas por acortamiento de los nudos de la rama. Achaparramiento del cafeto y producción de frutos pequeños. El Zinc se moviliza poco en la planta. (ANACAFE, 1991).

Los síntomas también pueden provocar una clorosis localizada entre las venas de las hojas más viejas que se suele iniciar en los ápices y en los bordes. Se produce un retardo en el crecimiento que se manifiesta en hojas más pequeñas y entrenudos más cortos. El aspecto irregular de las hojas es el síntoma más fácil de reconocer. (Bertsch, F. 1995).



**Figura 12. Deficiencia de Zinc**

## **F. Deficiencia de Boro (B).**

El boro es absorbido en forma de iones borato y al existir condiciones de sequía de puede manifestar una deficiencia de fósforo debido a una reducción del flujo de masa hacia las raíces, ocurriendo lo mismo en suelos arenosos. Cuando hay deficiencia de boro las células pueden continuar dividiéndose incontroladamente, pero los componentes estructurales no adquieren diferenciación, esto quiere decir que la planta puede crecer normalmente, pero el rendimiento de las semillas puede ser reducido drásticamente. (ANACAFE, 1991).

La deficiencia de boro se manifiesta principalmente con hojas cloróticas o bien rojizas y/o manchas de color amarillo intervenal, engrosadas, enrolladas, marchitas, con una inflorescencia compacta e irregular con flores estériles, con polinización insuficiente, engrosamiento del cuello de la raíz y reducción de su elongación, menor ramificación y desaparición de yemas terminales, fisuras longitudinales del tallo en estado de crecimiento activo. (Bertsch, F. 1995).



**Figura 13. Deficiencia de Boro**

### **2.2.6.3 Niveles de nutrimentos en las hojas de café.**

En el siguiente cuadro se observa la concentración de los nutrimentos en las hojas del café según estudios y análisis foliares realizados en Costa Rica. (Bornemisza, E; Chávez, F; Chavarri, G. 1967).

**Cuadro 3. Niveles de nutrimentos en las hojas de café**

Elemento	Bajo	Mediano o adecuado	Alto
Nitrógeno (%)	2.0	2.5	3.0
Fósforo (%)	0.10	0.15	0.18
Potasio (%)	1.5	2.0	2.5
Calcio (%)	0.6	1.0	1.4
Magnesio (%)	0.2	0.4	0.6
Azufre (como sulfato, ppm)	100	200	200
Manganeso (ppm)	100	200	300 (+ de 500 es tóxico)
Hierro (ppm)	70	100	100
Boro (ppm)	30	60	100 (puede ser tóxico)
Cobre (ppm)	5	10	15
Zinc (ppm)	5	10	20
Molibdeno (ppm)	0.1	0.3	0.5

**Fuente:** Bornemisza, E; Chávez, F; Chavarri. Resultados del análisis foliar del cafeto en Costa Rica. (1967).

### 2.2.7 Fertilización foliar

Es una práctica que se utiliza para poder aplicar los fertilizantes químicos al follaje del cultivo de café, con esto se mejora el vigor y desarrollo de las plantas, es un complemento a la fertilización aplicada al suelo (ANACAFE, 1998).

La fertilización foliar consiste en el suministro de nutrimentos a una planta a través del tejido foliar (hojas, tallo), especialmente a través de hojas dado que allí se centra la mayor actividad fisiológica de la planta. (Bertsch, F. 1995)

Se recomienda fórmulas de fertilizantes foliares del tipo 20-20-20, 10-30-10 y otras similares que además tengan elementos menores, principalmente hierro, zinc, boro, las dosis varían de 1 a 2 libras por 50 galones de agua. Si es líquido, de 0.5 a 1 litro en 50 galones de agua. (Valencia, G. 1998).

La fertilización foliar a dado muy buenos resultados, desde cuando está la planta en almácigo, para luego llevarla al campo con buen vigor y desarrollo, plantaciones



establecidas en el campo, plantías y en producción. (Girón, J; López, E; López, H; Jiménez, H. 2003).

Teóricamente sería posible alimentar una planta adulta exclusivamente por vía foliar, sin embargo se considera que esta práctica solo puede ser un complemento nutricional a la fertilización realizada al suelo y no un reemplazo total porque:

- La planta debe alimentarse bien desde que nace, y no solo a partir del momento que tenga suficiente masa foliar.
- Llenar los requisitos de los nutrimentos mayores a través de esta vía implicaría un número muy elevado de aplicaciones, debido a que no pueden usarse concentraciones elevadas. (Bertsch, F. 1995).

Por tales motivos se considera que es efectiva para:

- a) Suplir nutrimentos que estén deficientes en el suelo y que se requieran en cantidades pequeñas, o sea especialmente micronutrimentos.
- b) Superar la falta de habilidad de la planta para absorber nutrimentos del suelo debido a la presencia de condiciones de estrés como pueden ser daños radicales causados por implementos, enfermedades, insectos, nematodos y sequía.
- c) Complementar la nutrición de cultivos que tienen gran área foliar expuesta y producciones muy fuertes.
- d) Economizar productos caros que puedan perderse o fijarse en el suelo y garantizar su aprovechamiento por la planta.
- e) Superar síntomas evidentes de deficiencia de algún nutrimento.

Algunas otras ventajas de la fertilización foliar sobre la fertilización del suelo son:

- Constituye un recurso para superar emergencias.
- Se requieren dosis mucho menores, incluso hasta 10 veces menores para lograr efectos semejantes.
- Se logran respuestas a muy corto plazo.
- Se pueden cubrir áreas grandes con problemas en forma muy rápida.

- Puede contribuir a la recuperación por efectos fitotóxicos de otros productos. (Bertsch, F. 1995).

Mientras que algunas de las limitaciones de los fertilizantes foliares son las siguientes:

- Pueden presentar problemas de penetración, particularmente en cultivos con hojas de cutícula gruesa.
- Puede ocurrir mucha pérdida al ser aplicados sobre superficies hidrofóbicas.
- Puede lavarse fácilmente por la lluvia.
- Algunos productos o nutrimentos pueden presentar muy bajas tasas de retranslocación, por lo tanto solo son útiles en el sitio en que son absorbidos.
- Pueden causar daños en las hojas, quemaduras o necrosis al secarse rápidamente o al usar soluciones concentradas.

En cualquier caso lo importante es pensar en la utilización de la fertilización foliar no como una práctica aislada sino como un complemento a la fertilización al suelo que incluso, propicie una mejor utilización de esta última. (Bertsch, F. 1995).

### 2.2.7.1 Mecanismos de absorción foliar.

Las plantas pueden absorber los nutrientes vía foliar, a través de tres rutas posibles

Figura 14:

- A través de los estomas
- A través de los ectodesmas
- A través de la cutícula

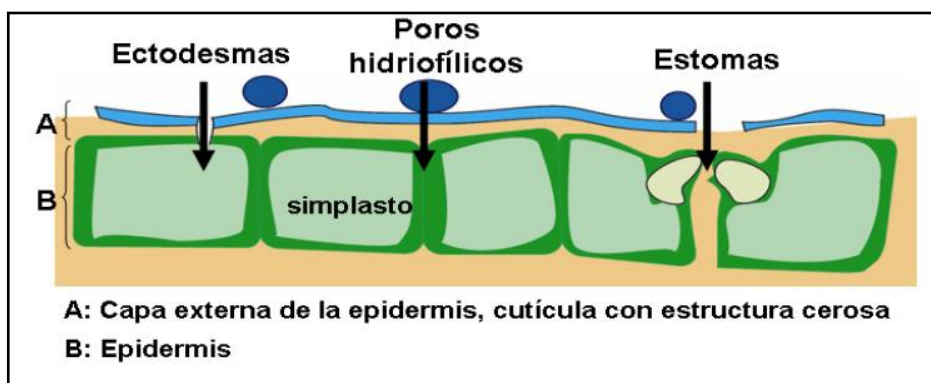


Figura 14. Rutas de absorción foliar de nutrientes.

### **A. A través de los estomas**

Los estomas son aberturas que se encuentran en las hojas, a través de los cuales se produce el intercambio de oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en los procesos de respiración y transpiración. Existen tres a cuatro veces más estomas en la cara inferior de las hojas en comparación con los existentes en la cara superior. Esto es importante tomar en cuenta al efectuar las aspersiones, tratando de mojar completamente el follaje por debajo. Los estomas se encuentran generalmente cerrados en la noche y durante los momentos más calurosos del día. La distribución de los estomas, así como el tamaño y forma, varía ampliamente de una especie a otra.

Para un máximo ingreso por los estomas, las aplicaciones foliares deben ser realizadas cuando los estomas se encuentran abiertos. Desde que los estomas se encuentran cerrados en la noche y durante el mediodía, es recomendable realizar las aplicaciones foliares temprano por la mañana.

Asimismo, existe menos evaporación durante la mañana lográndose así una mejor oportunidad para una máxima absorción por las hojas. Una alta humedad relativa durante el tiempo de aplicación favorecerá también una mayor absorción al minimizarse la evaporación. (Bertsch, F. 1995).

### **B. A través de los ectodesmas**

Los ectodesmas son espacios submicroscópicos en forma de cavernas que se encuentran en la pared celular y en la cutícula, que en parte pueden alcanzar la superficie de la cutícula.

### **C. A través de la cutícula**

La absorción a través de la cutícula se produce porque ésta al absorber agua, se dilata, produciéndose espacios vacíos entre las plaquitas aéreas, las cuales permiten la difusión de las moléculas.

Dado que las hojas jóvenes no tienen una capa cuticular suficientemente desarrollada, las aplicaciones foliares de nutrientes cuando existe la mayor cantidad de follaje joven favorecerá un mayor ingreso cuticular.

El proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar en varias etapas:

- Aspersión de la superficie de la hoja con la solución con fertilizantes foliares
- Penetración a través de la capa externa de la pared celular
- Entrada de los nutrientes en el apoplasto de las hojas
- Absorción de nutrientes en el simplasto de la hojas
- Distribución en las hojas y translocación fuera de ellas

Una vez que ha ocurrido la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando las siguientes vías:

- La corriente de transpiración vía xilema.
- Las paredes celulares.
- El floema y otras células vivas.
- Los espacios intercelulares.

La principal vía de translocación es por el floema, desde la hoja donde se sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares de utilización o almacenamiento. En consecuencia, las soluciones nutritivas aplicadas al follaje, no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta que no se produzca el movimiento de sustancias orgánicas resultantes de la fotosíntesis.

#### **2.2.7.2 Velocidad de absorción foliar.**

En realidad el fenómeno de absorción a través de las hojas ocurre en un tiempo muy corto. No se puede generalizar para los diferentes cultivos, sin embargo algunas velocidades promedio de absorción para sales, se presentan a continuación: (Bertsch, F. 1995).

**Cuadro 4. Velocidad de absorción de nutrimentos.**

Nutrimento	Tiempo para que se absorba el 50% del producto.
N (urea)	0.5 – 2 horas.
P	5 – 10 horas
K	10 – 24 horas.
Ca	1 – 2 días
Mg	2 – 5 horas
S	8 días
Mn	1 – 2 días
Zn	1 – 2 días
Mo	10 – 20 días
Fe	10 – 20 días

**Fuente:** Bertsch, F. año 1995, Costa Rica.

### 2.2.8 Fertilizantes órgano-minerales.

Los fertilizantes órgano-minerales se basan en el principio de que la descomposición de la masa vegetal infestada de micro y meso organismos permite la formación de humus y la liberación de sales minerales que contienen los principales nutrientes para las plantas; el humus que se produce se combina con las sales minerales, lo que genera una asociación que se denomina fertilizante orgánico-mineral, que se puede formar naturalmente en el suelo (Burbano, 2001).

Ante los actuales y enormes retos del desarrollo y la aplicación de biotecnologías para los sistemas agrícolas sin riesgos, la utilización de inoculantes basados en microorganismos benéficos es sin duda una opción con grandes beneficios para la interrelación entre el suelo, la planta y el ambiente. (ANACAFE, 1999).

En la elaboración de estos fertilizantes ocurre una fermentación sin presencia de oxígeno y se llama anaeróbica. Esta se origina a partir de la intensa actividad de los microorganismos que transforman los materiales orgánicos y producen vitaminas, ácidos y

minerales complejos, indispensables para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta.

Las sustancias que se originan a partir de la fermentación son muy ricas en energía libre, que al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos. (ANACAFE, 1999).

#### **2.2.8.1 Preparación del Fertilizante órgano-mineral.**

Según el uso que se le brinde a dicho fertilizante es necesario utilizar diferentes materiales para su realización, en la presente investigación se realizó la evaluación del que se describe a continuación.

- Tonel de 200 litros
- 40 litros de estiércol fresco (ganado lechero)
- 80 litros de agua
- 1 litro de leche
- 1 litro de melaza o 0.5 kg de panela molida

Mezclar todos los ingredientes, dejar fermentar por tres días. Agregar sales diluidas cada cinco días:

- 3 kg de sulfato de cinc
- 1 kg de sulfato de magnesio
- 0.3 kg de sulfato de manganeso
- 0.6 kg de sulfato de cobre
- 2 kg de sulfato de calcio
- 1.5 kg de bórax o 1 kg de ácido bórico.

Completar 180 litros de volumen, se tapa y se deja fermentar por 30 días en época seca y 45 días en días lluviosos. Se debe de adaptar una manguera en la tapadera del tonel y conectar el otro extremo en una caneca con agua, para la liberación de gases.

Al final de la fermentación colar el producto y luego se procede a aplicar sin necesidad de diluirlo.

### **2.2.8.2 Nutrimientos utilizados en la elaboración del fertilizante órgano-mineral.**

#### **A. Sulfato de Zinc (heptahidratado)**

##### a) Descripción.

Fertilizante soluble, muy utilizado en la agricultura. Tiene un rol curativo en los cultivos dañados, debido a las carencias de Zinc. Además previene las deficiencias de este elemento.

##### b) Propiedades.

- Alto grado de pureza, con lo que se evita la existencia de metales pesados.
- Compatible con la mayoría de fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares de uso común en la agricultura.
- Estimula la formación de los reguladores más importantes de crecimiento y desarrollo de tejidos nuevos.
- Favorece la formación de raíces.

##### c) Propiedades Químicas.

Pureza:	98,5 % ± 0,5 %
Zn:	21,5 % ± 0,5 %
S:	11 % ± 0,3 %
H <sub>2</sub> O:	0,082 % ± 0,003 %
Metales pesados:	25 ppm ± 5 ppm
pH en solución al 5 %:	3

##### d) Características físicas.

Fórmula Química:	ZnSO <sub>4</sub> * 7H <sub>2</sub> O
Sinónimo:	Vitriolo blanco, vitriolo de zinc
Estructura:	Finos cristales blancos
Solubilidad:	100% soluble en agua (540 g/l a 20° C)

## B. Sulfato de Magnesio (heptahidratado)

### a) Descripción.

El Sulfato de Magnesio es la fuente de  $Mg^{++}$  soluble más utilizada para corregir deficiencia de magnesio. Al ser muy soluble en agua, permite una eficiente utilización en fertirriego, como también para aplicaciones foliares. Es apto para producción orgánica.

### b) Propiedades:

- Corrige la clorosis, aumenta el Grado Brix.
- Eleva la clorofila intensificando el proceso de fotosíntesis.
- Interviene en el Metabolismo del Fósforo y el Potasio.
- Activa el movimiento de elementos menores disponibles en el suelo.

### c) Características Químicas:

Pureza:	99 %
MgSO <sub>4</sub> :	49 %
MgO:	16,4 %
Mg <sup>+2</sup> :	9,8 %
pH en solución al 1 %:	6 - 7

### d) Características Físicas:

Fórmula Química:	MgSO <sub>4</sub> * 7H <sub>2</sub> O
Sinónimo:	Sal de epton, sal inglesa.
Estructura:	Cristales eflorescentes blancos
Solubilidad:	740 g/l a 20 °C

## C. Sulfato de Manganeso (monohidratado)

### a) Descripción:

Fertilizante formulado como polvo fino. Recomendado para hacer aportes de Manganeso a través del sistema de riego por goteo y riego tecnificado en frutales y hortalizas. El Manganeso es absorbido por la planta como  $Mn^{2+}$ , tanto por la raíz como por las hojas.



Dada su capacidad de cambiar de estado de oxidación, participa en numerosos sistemas enzimáticos de óxido-reducción como el súper óxido dismutasa.

a) Propiedades químicas: (% P/P)

Sulfato de manganeso hidratado:	98 % mínimo.
Manganeso:	31,8% mínimo.
Insolubles:	0,05% máximo.

b) Características Físicas:

Estado físico:	polvo fino
Color:	blanco
Olor:	inodoro
pH de la solución al 10%:	6,0
Densidad (gr/cc):	2,95 a 20°C
Solubilidad:	980 gr/litro a 15°C

#### **D. Sulfato de Calcio**

a) Generalidades:

El Sulfato de Calcio, es un fertilizante natural de uso agrícola, su uso genera que los suelos se renueven gradualmente y no se degraden tan fácilmente con la utilización de los fertilizantes químicos y abuso de los cultivos no rotativos. Se aplica directamente a cualquier terreno permitiendo el mejoramiento de las condiciones de humedad y las propiedades fisicoquímicas del suelo.

El Sulfato de Calcio, desplaza sales y corrige las deficiencias de calcio en los cultivos, no permite que las plantas a través de sus raíces se llenen de hongos y parásitos, teniendo así una planta vigorosa. No permite tener encopamiento de hojas, caída de flores, yemas y frutos, evita el color amarillento en el fruto del café, fortaleciendo así la estructura del tallo en las plantas. Por lo consiguiente mejora el rendimiento y la calidad de sus productos.

b) Composición del Sulfato de Calcio (CaSO<sub>4</sub>):

Nitrógeno (N):	1,6% (Aprox.)
----------------	---------------

Fósforo (P):	14,0% (Aprox.)
Potasio (K):	7,0% (Aprox.)
Azufre (S):	40,0% (Aprox.)
Calcio (Ca):	23,0% (Aprox.)
Otros:	1,8% (Aprox.)

## E. Acido Bórico

### a) Descripción.

Acido Bórico MSR es un producto blanco, cristalino. El ácido bórico como fertilizante, en el lenguaje agrícola, se lo denomina como boro, éste es un micronutriente primordial para favorecer al crecimiento de los vegetales.

Estos fertilizantes que poseen boro y están mezclados con otros agregados o con nitrógeno, fósforo y potasio, se complementan eficazmente para devolverle la falta de boro a los suelos. Además se utiliza como regulador de crecimiento.

Peso Molecular:	61.83
Pureza como elemento B:	17.4 % Min.
Pureza como $H_3 BO_3$ :	99.9 % Min.

### b) El ácido bórico como fertilizante:

El boro fue reconocido como sustancia nutriente especial para el buen desarrollo de las plantas y el suelo en que se encuentra. Este artículo, el ácido bórico o boro al ser un producto químico y ácido, se deben tener ciertas protecciones personales antes de manejarlo. Una recomendación muy importante, con respecto al ácido bórico como fertilizante, sabemos que el boro es un nutriente principal para el buen crecimiento de los cultivos, pero si se lo aplicara en grandes cantidades, es peligroso de ser fitotóxico.

## F. Sulfato de Cobre (pentahidratado).

### a) Descripción:

El sulfato de cobre pentahidratado o sulfato cúprico es un material azul claro del polvo, cristalino o granular. El sulfato de cobre (II) es el producto de la reacción química entre el sulfato de cobre (II) anhidro y agua. Éste se caracteriza por su color calipso y sus rápidos cambios de temperatura al agregarle más agua.

### b) Propiedades:

Clasificación:	Sulfato
Pureza:	98.3%
Tipo:	sulfato de cobre
Forma granular:	20--80mesh
Cu:	el 25%
Capacidad de abastecimiento:	50000MT/Year
Formula:	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

## 2.2.9 Muestreo y análisis foliar

El análisis foliar se realiza principalmente con tres propósitos:

1. Diagnosticar el estado nutrimental del cultivo para corregir deficiencias de algún elemento con oportunidad, antes de que se manifiesten los síntomas de la deficiencia que repercutan en el rendimiento.
2. Confirmar que el programa de fertilización basado en el análisis de suelo fue el correcto, que debe de ser corregido o bien que se debe aplicar algún nutrimento no considerado por el programa original.
3. Identificar o conformar la causa de un síntoma visual, para localizar áreas con problemas nutrimentales o bien para comparar la condición nutrimental de dos poblaciones de plantas con sintomatología distinta. Cuando este es el caso, es necesario tomar la muestra únicamente de la zona donde se muestran los síntomas de interés.

En frutales la mejor forma de diagnosticar su estado nutrimental es a través del análisis foliar, con base en ello recomendar un programa de fertilización, incluso es una herramienta más valiosa que el análisis del suelo.

Para que los resultados de los análisis vegetales sean útiles es necesario utilizar una metodología estándar de muestreo. El Procedimiento de muestreo comprende los siguientes aspectos: a) selección del tejido a muestrear. b) toma de muestras. c) preparación de las muestras para su envío al laboratorio y d) identificación de la muestra. (FERTILAB, 2009).

### 2.2.9.1 Selección del tejido a muestrear.

El tejido a muestrear se selecciona en base a la edad fisiológica o etapa fenológica del cultivo. El criterio general consiste en muestrear la hoja más recientemente madura (HMRM), es decir la que acaba de concluir su crecimiento. Para evaluar el estado nutrimental de un cultivo se debe evitar muestrear hojas con daños por enfermedad, por insectos o daños físicos o por agroquímicos.

Se debe evitar muestrear plantas ubicadas en áreas poco normales, por ejemplo con drenaje diferente al resto del terreno, cercanas a cuerpos de agua o depósitos de fertilizantes o abonos orgánicos. Tampoco es recomendable que se realice el muestreo cuando las plantas estén bajo estrés hídrico o térmico.

En el siguiente cuadro se presenta una guía de muestreo para el cultivo de café, en el cual se indica el tejido a muestrear, la edad, la época adecuada y el tamaño de la muestra. (FERTILAB, 2009).

**Cuadro 5. Guía de muestreo foliar de café.**

Cultivo	Etapas de muestreo	Órgano de muestreo	Tamaño de muestra
Café ( <i>Coffea arabica</i> L.)	General	Hojas en ramas sin frutos.	40-50 hojas
	Inicio de floración en árboles maduros	Hojas en ramas con frutos en la parte superior del árbol.	40-50 hojas

Se recomienda hacer el análisis foliar antes de la cosecha principal. Se deben muestrear unas 40 plantas, elegidas al azar, tomando de dos a cuatro hojas por planta. Se recomienda tomar el cuarto par distal (de la punta de la rama hacia el tallo) F4P de hojas de una planta productiva. Como se muestra en la Figura 15. (FERTILAB, 2009).

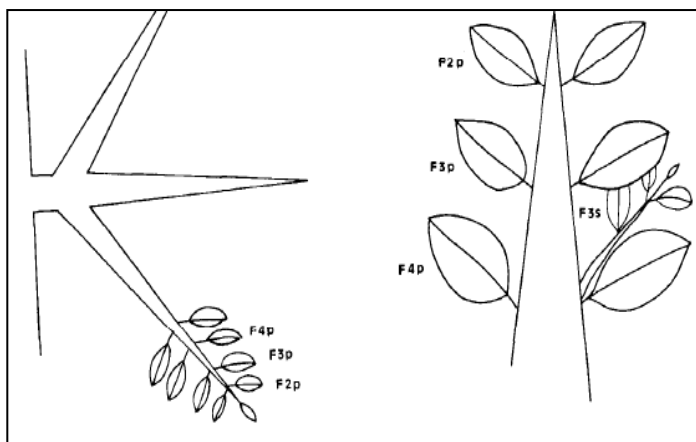


Figura 15. Hoja a muestrear en café F4P

### 2.2.9.2 Tamaño de la muestra

La cantidad final de la muestra requerida para el análisis de laboratorio debe rebasar los 50 g una vez seca y molida, por lo que en planta pequeña el número de plantas a muestrear puede ser mayor al indicado. La muestra debe representar la situación existente en el campo, es decir se debe hacer el muestreo al azar en todo el lote evitando las orillas. (FERTILAB, 2009).

#### A. Toma de muestras y preparación para su envío al laboratorio.

- La muestra debe ser representativa de la población de plantas existentes en el campo.
- Los tejidos muestreados deben de ser de la misma edad, posición y origen, así como del mismo tipo de crecimiento.
- Las muestras físicas deben ser llevadas inmediatamente al laboratorio para ser lavadas antes del proceso de secado.
- Si las muestras se van a enviar al laboratorio por paquetería y tomará varios días el envío-recepción, es recomendable lavar la muestra inmediatamente después de

tomarla, sobre todo si se aplicó algún fertilizante o agroquímico que contenga alguno de los elementos que se van a analizar.

- Se recomienda lavar las muestras con un detergente libre de fosfatos a una concentración de 2% y luego se enjuaga durante 5 o 10 segundos, enseguida se lleva a un recipiente con agua limpia donde se elimina el exceso de detergente por otros 5 segundos. Si la operación se realiza con varias muestras hay que tener un tercer recipiente para dar una segunda enjuagada que no debe durar más de 5 o 10 segundos (preferentemente con agua desionizada). Enseguida se escurre la muestra y se elimina el exceso de agua con papel toalla para evitar pudriciones durante el traslado, es recomendable orear la muestra para eliminar la humedad superficial que pueda tener y colocarla en una bolsa de papel (no de plástico), si las hojas son suculentas y el traslado durará varios días, es recomendable deshidratarlas un poco antes del envío. (FERTILAB, 2009).

## **B. Identificación de la muestra.**

En la bolsa que contiene la muestra se anotan los siguientes datos:

- Nombre y dirección de quien envía la muestra, teléfono y correo electrónico.
- Cultivo, etapa fenológica y edad del cultivo al momento del muestreo.
- Órgano muestreado: hoja completa, peciolo, etc.
- Sector del predio, tabla, rancho o propiedad. Se recomienda identificar cada muestra con un número y anotar a la vez el número total de muestras, ejemplo: muestra número 5 de un total de 12. Es importante conservar la lista de muestras enviadas al laboratorio.
- Puede observarse una ficha de información de la muestra foliar en apéndices en la Figura 41A.

## 2.3 HIPÓTESIS

La poda esquelética producirá mayor número de brotes y flores o frutos, que al no realizar poda en el cultivo del café.

Aplicar tres veces el fertilizante órgano-mineral, permitirá obtener mayor número de brotes y flores o frutos que cuando se aplica dos veces.

Por lo menos una de las dosis de fertilizante órgano-mineral a evaluar permitirá encontrar una mayor concentración de los nutrimentos evaluados en los tratamientos.

No existe interacción entre el tipo de poda a utilizar, el uso de fertilizante órgano-mineral y el número de aplicaciones.

## 2.4 OBJETIVOS

### 2.4.1 General

Evaluar la poda esquelética y el uso de fertilizante órgano-mineral de aplicación foliar en tres dosificaciones en dos y tres aplicaciones, en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la aldea Negro Norte, Morales Izabal.

### 2.4.2 Específicos

- Comparar la producción de brotes y flores o frutos en todos los tratamientos evaluados, con poda esquelética y sin poda.
- Determinar cuántas aplicaciones y que dosis de las evaluadas, produce un mayor número de brotes y flores o frutos en el cultivo de café.
- Identificar cual de los tratamientos evaluados presenta un contenido de nutrimentos adecuado según los requerimientos del cultivo, mediante un análisis foliar.
- Evaluar si existe interacción entre la realización de poda, el uso de fertilizante órgano-mineral y el número de aplicaciones.
- Establecer los costos de utilizar la poda esquelética y fertilizante órgano-mineral en cada uno de los tratamientos evaluados.

## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Información general del experimento

#### 2.5.1.1 Localización del experimento

El experimento se realizó en las áreas de cultivo de café de la aldea Negro Norte, en el terreno de propiedad del señor Aníbal López (pequeño productor) con un área de 7,000 m<sup>2</sup> con árboles de café de las variedades Catimor y Caturra, a un distanciamiento de 2.20 entre calle y 2.0 m entre planta, es una plantación con fines comerciales de una edad de 6 años.

La sombra utilizada dentro del área de producción está constituida por especies frutales como naranja (*Citrus sinensis*), aguacate (*Persea americana* Miller) y otras especies como guamo (*Inga sp.*), madre cacao (*Gliricidia sepium*). Las especies frutales a alturas entre 5 y 10 m, y las otras especies entre alturas de 10 a 15 m.



Figura 16. Área Experimental

El manejo agronómico que se le brinda a las plantaciones de café es mínimo ya que la única práctica que realizan es el control de maleza de manera manual (chapea) durante dos veces en el año, y el manejo de sombra cuando es necesario.

#### 2.5.1.2 Diseño experimental

Para desarrollar la investigación se utilizó el diseño experimental bloques al azar con arreglo combinatorio 2x3x2 con tres repeticiones para cada uno de los doce tratamientos,



haciendo un total de 36 parcelas experimentales de las cuales cada una tuvo una cantidad de 10 plantas. Las parcelas se ubicaron de manera perpendicular a la gradiente.

### 2.5.2 Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \tau_l + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk}$$

$$i = 1, \dots, a$$

$$j = 1, \dots, b$$

$$k = 1, \dots, c$$

$$l = 1, \dots, d$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general del experimento

$\alpha_i$  = efecto de la  $i$ ...ésima poda

$\beta_j$  = efecto de la  $j$ ...ésima dosis de Fertilizante órgano-mineral (FOM)

$\gamma_k$  = efecto del  $k$ ...ésimo número de aplicaciones de FOM

$\tau_l$  = efecto del  $l$ ...ésimo bloque

$\alpha\beta_{ij}$  = efecto de la interacción entre la  $i$ ...ésima poda y la  $j$ ...ésima dosis de FOM

$\alpha\gamma_{ik}$  = efecto de la interacción entre la  $i$ ...ésima poda y el  $k$ ...ésimo número de aplicaciones de FOM

$\beta\gamma_{jk}$  = efecto de la interacción entre la  $j$ ...ésima dosis de BFF y el  $k$ ...ésimo número de aplicaciones de FOM

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$  = efecto de la interacción entre la poda, la dosis de FOM y el número de aplicaciones de FOM.

$\epsilon_{ijkl}$  = error experimental

## 2.5.2 Dimensiones del experimento

El experimento constó de una cantidad de doce tratamientos y tres repeticiones, por lo cual se tuvo un total de treinta y seis parcelas, además tomando en cuenta los bordes entre cada una de las parcelas se tuvieron las siguientes magnitudes.

### 2.5.2.1 Tamaño de cada parcela experimental

Ancho: 5.4 metros

Largo: 10 metros

Área: 54 metros cuadrados

### 2.5.2.2 Tamaño total del área experimental

Ancho: 15.2 metros

Largo: 120 metros

Área: 1,824 metros cuadrados

### 2.5.2.3 Unidad experimental

Cada unidad experimental utilizada fue un total de diez bandolas escogidas al azar dentro de cada parcela, ubicadas, distribuidas e identificadas entre las diez plantas de café de cada parcela experimental.



**Figura 17. Bandola identificada dentro de la unidad experimental.**

### 2.5.2.4 Croquis de campo

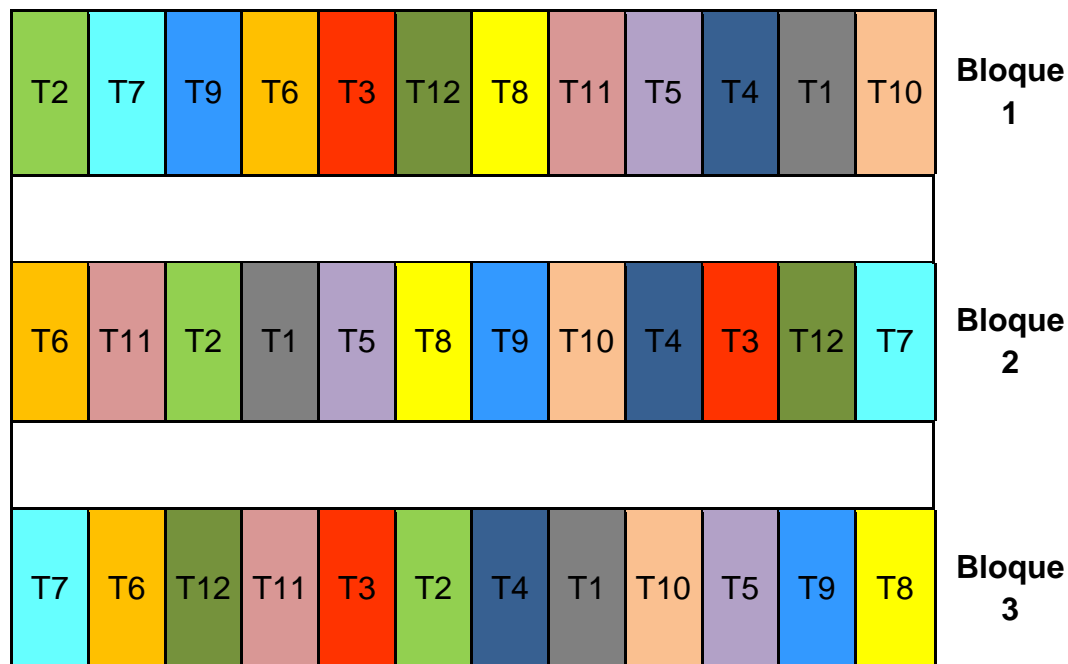


Figura 18. Croquis de Distribución del experimento en campo.

### 2.5.3 Factores en estudio.

- Factor A: Tipo de Poda  
(Esquelética y sin poda)
- Factor B: Dosis de Fertilizante órgano-mineral  
(1000, 2000, 3000 cc)
- Factor C: Número de Aplicaciones  
(2 y 3)

### 2.5.4 Tratamientos evaluados.

Las características de cada tratamiento que fue evaluado según el arreglo combinatorio trifactorial se detalla en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Tratamientos evaluados.**

Tratamiento	Factor A	Factor B	Factor C
	Tipo de Poda	Dosis de FOMF/Mochila 16 lt.	No. de Aplicaciones
1	Esquelética	1 lt.	2
2	Esquelética	2 lt.	3
3	Esquelética	3 lt.	2
4	Esquelética	1 lt.	3
5	Esquelética	2 lt.	2
6	Esquelética	3 lt.	3
7	Sin Poda	1 lt.	2
8	Sin Poda	2 lt.	3
9	Sin Poda	3 lt.	2
10	Sin Poda	1 lt.	3
11	Sin Poda	2 lt.	2
12	Sin Poda	3 lt.	3

**Fuente:** Elaboración propia.

El Fertilizante órgano-mineral es una combinación de estiércol bovino, leche, melaza y sulfatos de elementos menores los cuales se fermentarán de acuerdo a procedimiento descrito en el marco teórico. Los intervalos entre las aplicaciones fueron un mes entre cada una, iniciando en la fecha 22/05/2012.

#### **2.5.4.1 Concentración de los elementos incluidos en el fertilizante órgano-mineral utilizado en las aplicaciones.**

Las características de los productos, así como las cantidades utilizadas en la elaboración del Fertilizante órgano-mineral se detallan a continuación en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Características de los productos utilizados en el fertilizante órgano-mineral.**

Solución Total Obtenida: 180 litros de Fertilizante Órgano-mineral					
No	Cantidad Kg	Producto			
		Nombre	Formula química	Elemento de interés	Pureza %
1	3	Sulfato de Zinc (heptahidratado)	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	Zn	21.5
2	1	Sulfato de Magnesio (heptahidratado)	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Mg	9.8
3	0.3	Sulfato de Manganeso (monohidratado)	$MnSO_4 \cdot H_2O$	Mn	31.8
4	2	Sulfato de Calcio	<b><math>CaSO_4</math></b>	Ca	23.0
5	1	Acido Bórico	$H_3BO_3$	B	17,4
6	0.6	Sulfato de Cobre (pentahidratado)	<b><math>CuSO_4 \cdot 5H_2O</math></b>	Cu	25

**Fuente:** Lafimarq (Droguería y Laboratorio).

Según el grado de pureza que presenta cada uno de los sulfatos de elementos utilizados en la elaboración de dicho fertilizante, se realizó el procedimiento adecuado para conocer la concentración de cada elemento en las dosis utilizadas en cada tratamiento a evaluar.

**Cuadro 8. Concentración total de elementos en las aplicaciones.**

Tratamiento	Dosis de FOMF	No. de Aplicaciones	[ ] total del elemento en la aplicación *					
			%		Ppm			
			Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	B
1	1 lt.	2	0.3194	0.068	3,472.12	4,479.12	662.46	1,208.24
2	2 lt.	3	0.9582	0.204	10,416.36	13,437.36	1,987.38	3,624.72
3	3 lt.	2	0.9582	0.204	10,416.36	13,437.36	1,987.38	3,624.72
4	1 lt.	3	0.4791	0.102	5,208.18	6,718.68	993.69	1,812.36
5	2 lt.	2	0.6388	0.136	6,944.24	8,958.24	1,324.92	2,416.48
6	3 lt.	3	1.4373	0.306	15,624.54	20,156.04	2,981.07	5,437.08
7	1 lt.	2	0.3194	0.068	3,472.12	4,479.12	662.46	1,208.24
8	2 lt.	3	0.9582	0.204	10,416.36	13,437.36	1,987.38	3,624.72
9	3 lt.	2	0.9582	0.204	10,416.36	13,437.36	1,987.38	3,624.72
10	1 lt.	3	0.4791	0.102	5,208.18	6,718.68	993.69	1,812.36
11	2 lt.	2	0.6388	0.136	6,944.24	8,958.24	1,324.92	2,416.48
12	3 lt.	3	1.4373	0.306	15,624.54	20,156.04	2,981.07	5,437.08

Fuente: Elaboración propia año 2,013.

\* El cálculo que se realizó para presentar la concentración de cada elemento, se hizo en base al total de producto que se aplicó a cada tratamiento; por lo que se tomo en cuenta la cantidad que se aplico a cada planta (1 lt. /Aplicación).

### 2.5.5 Variables de respuesta

Es importante tomar en cuenta que en las parcelas en donde se realizó la poda esquelética la cantidad de flores presentes fue mínima ya que las bandolas muestreadas en su mayoría solo presentaron brotes nuevos o yemas seriadas.

Es necesario aclarar que en el primer año de cosecha solo se obtendrá de un 30 a 40% de producción de flores, pero en el segundo año se obtendrá un 100% y el tercer año ya un incremento en 130% de producción floral (Fuente: información de campo).

A continuación se hace mención de cada una de las variables que se tomaron en cuenta.

#### **2.5.5.1 Número de yemas seriadas o brotes nuevos por bandola.**

En cada parcela experimental se eligieron y marcaron 10 bandolas y luego se realizó un conteo de la cantidad de yemas seriadas o brotes nuevos, comenzando un mes después de implementado el experimento y los siguientes conteos se realizaron en intervalos de un mes entre cada uno.

#### **2.5.5.2 Cantidad de flores o frutos en bandolas marcadas.**

Se realizó el conteo del número de flores o frutos presentes en cada una de las bandolas elegidas como unidades muestrales (10 bandolas dentro de cada unidad experimental).

Dependiendo del tratamiento que era, se contó frutos o flores, ya que unas parcelas fueron podadas por lo tanto era muy difícil encontrar frutos. Esto se llevó a cabo iniciando un mes luego de implementado el experimento y luego en intervalos de un mes para los siguientes conteos.

#### **2.5.5.3 Presencia y concentración de elementos en el tejido foliar.**

Se realizó un muestreo del tejido foliar a las plantas de café de cada uno de los tratamientos evaluados y posterior a ello se realizó un análisis de laboratorio con el fin de conocer la presencia y concentración de los elementos menores aplicados mediante las dosis y número de aplicaciones del fertilizante foliar órgano-mineral.

#### **2.5.5.4 Descripción de los costos de los tratamientos.**

Para conocer los costos de los tratamientos se realizó un cálculo de los materiales y la cantidad de los mismos para utilizar en cada tratamiento; así como los jornales necesarios para llevar a cabo las prácticas requeridas en cada uno de estos.

### **2.5.6 Recursos y materiales**

- Parcelas de cultivo de café (*Coffea arábica* L.)
- Rafia (pita) para delimitación de parcelas
- Tijera podadora
- Sierra para podar
- Machete
- Estacas y pintura para identificación de parcelas
- Fertilizante Foliar órgano-mineral
- Cuaderno de apuntes
- Boleta de toma de datos
- Cámara fotográfica
- Cintas de Nylon para identificación de bandolas

### **2.5.7 Manejo del experimento**

#### **2.5.7.1 Delimitación del área y establecimiento de parcelas**

Se realizó la medición e identificación de las unidades experimentales constituidas por diez arboles de café a un distanciamiento de 2.20 m entre calle y 2.0 m entre planta por lo que cada unidad experimental constó de 44 m<sup>2</sup>.

La delimitación de cada una de las parcelas se realizó mediante la colocación de rafia alrededor de cada una y estacas para identificar con pintura cada tratamiento y repetición; se ubicaron siguiendo el orden que se presentó en el croquis de campo, en el cual se identifica cada tratamiento y repetición, como se muestra en la Figura 19.





Figura 19. Identificación de parcelas experimentales.

#### 2.5.7.2 Elaboración del fertilizante órgano-mineral de aplicación foliar.

El fertilizante órgano-mineral se elaboró con dos meses de anticipación aproximadamente con el fin de obtener la mezcla lista para la primera aplicación al momento de llevar a cabo la implementación del experimento, los nutrientes utilizados se muestran en la Figura 20 y la preparación del fertilizante foliar en la Figura 21.



Figura 20. Sulfatos utilizados para elaborar el fertilizante órgano-mineral.



**Figura 21. Preparación del fertilizante órgano-mineral**

### **2.5.7.3 Realización de podas**

Se realizó la poda esquelética en los tratamientos que la requerían en la fecha plasmada en el cronograma de actividades. Durante el tiempo que duró el experimento fue necesario realizar dos podas de los brotes que salieron del eje ortotrópico para evitar el desarrollo de los mismos y así evitar la disminución del crecimiento y desarrollo del tejido productivo en el eje plagiotrópico, que es el de interés para la producción de flores y frutos, ver Figuras 22 y 23.



**Figura 22. Poda esquelética.**



**Figura 23. Poda de una parcela experimental.**

#### **2.5.7.4 Aplicación del fertilizante órgano-mineral foliar.**

Las aplicaciones del fertilizante se realizaron a todos los tratamientos un día después de realizada la poda, según los requerimientos de cada uno de estos, luego se hicieron las aplicaciones de las diferentes dosis según el tratamiento en intervalos de un mes aplicando la cantidad de 1 litro/planta. Las tres aplicaciones pueden observarse en las Figuras 26, 27 y 28 respectivamente.



**Figura 24. Primera aplicación.**



**Figura 25. Segunda aplicación.**



**Figura 26. Tercera aplicación.**

## **2.5.8 Recopilación y análisis de información.**

### **2.5.8.1 Recopilación de información resultante.**

El conteo de yemas seriadas o brotes nuevos, así como la cantidad de flores presentes en las bandolas elegidas y marcadas se realizó cada mes después de implementado el

experimento, con la ayuda de una ficha de recolección de datos en campo realizada (Cuadro 25A incluido en apéndices); con el objetivo de recabar todos los resultados necesarios para realizar los análisis de varianzas. Los tres conteos realizados se observan en las Figuras 27, 28 y 29.



**Figura 27. Primer Conteo (frutos y brotes).**



**Figura 28. Segundo Conteo (frutos y brotes).**



Figura 29. Tercer conteo (frutos y brotes).

### 2.5.8.2 Muestreo de tejido foliar

Se realizó un muestreo foliar, para determinar la concentración de elementos presentes en el tejido de las plantas de café, en cada uno de los tratamientos evaluados, las muestras fueron identificadas como se observa en la Figura 30.

T1 de 12

MUESTRA DE PLANTA	
Fecha de muestreo:	27/ Septiembre 12
Contacto:	César Adonis Diaz Piceñ EPS Agronomía
Teléfono:	42467459
Correo electrónico:	andriouca@outlook.com
Municipio:	Morales, Cobal Estado: Guatemala
Cultivo:	Café
Variedad:	Caturra (6 años)
Etapo fenológica:	Fructificación
Análisis especiales:	Elementos Medios: Ca, Mg, Elem. Menores: Zn, Mn, Cu, B
Observaciones:	Las muestras son procedentes de la Alder Negro base, Morales Cobal; a una altura de 1200 m.s.n.m.

Figura 30. Identificación de muestras foliares para envío a laboratorio.



**Figura 31. Muestreo para análisis foliar.**

### **2.5.8.3 Análisis de la información**

#### **A. Análisis Estadístico**

Para las variables estudiadas a excepción de los costos de producción se realizó un análisis de varianza con la ayuda del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), y se detectaron diferencias significativas por lo que se utilizó una prueba de medias de Duncan. Además se elaboraron cuadros y gráficas para facilitar la interpretación de los resultados.

#### **B. Análisis Económico**

Para el análisis económico se utilizó solamente un análisis de costos para verificar los gastos involucrados en la utilización de cada tratamiento, estableciendo así la conveniencia económica de cada uno de estos.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Datos obtenidos en el experimento.

Los datos obtenidos según el conteo de las variables incluidas se hizo sin dificultad y estos se presentan en matrices para el análisis respectivo, esto se observa en el Cuadro 9 a continuación y en el Cuadro 26A incluido en apéndices.

En la siguiente matriz se visualizan los datos recolectados a lo largo de los tres muestreos en las parcelas experimentales.

**Cuadro 9. Matriz de resultados de datos totales de tres muestreos.**

Datos Totales de 3 Muestreos		
Tratamiento	No. Flores o Frutos	No. Brotes
1	1043	468
2	484	541
3	396	505
4	29	562
5	531	443
6	100	445
7	3850	117
8	3770	85
9	3443	194
10	3457	125
11	3256	166
12	3796	107

### 2.6.2 Resultados del análisis estadístico.

Con la ayuda de las matrices mencionadas anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados mediante la realización de un análisis de varianza de cada una de las variables



utilizadas. Todo esto se realizó con el paquete estadístico SAS. A continuación se detallan dichos resultados.

### 2.6.2.1 Resultados y discusión del andeva y prueba de Duncan para las variables de respuesta en el primer muestreo.

El andeva realizado para la variable número de flores o frutos indica que solamente existe diferencia significativa para el factor poda, no así para los factores dosis y aplicaciones; ni tampoco para las interacciones de segundo y tercer orden. Esto se observa en el Cuadro 27A en apéndices.

Por lo que fue necesario realizar una prueba de Duncan la cual se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 10. Prueba de Duncan para el número de flores o frutos en el primer muestreo.**

PODA	Media del número de flores o frutos	Grupo de Duncan
Sin Poda	318.78	A
Poda Esquelética	70.50	B

En los resultados de esta prueba se observa que los tratamientos sin poda produjeron una mayor cantidad de flores o frutos (318.78) que los tratamientos en donde se realizó la poda esquelética (70.5).

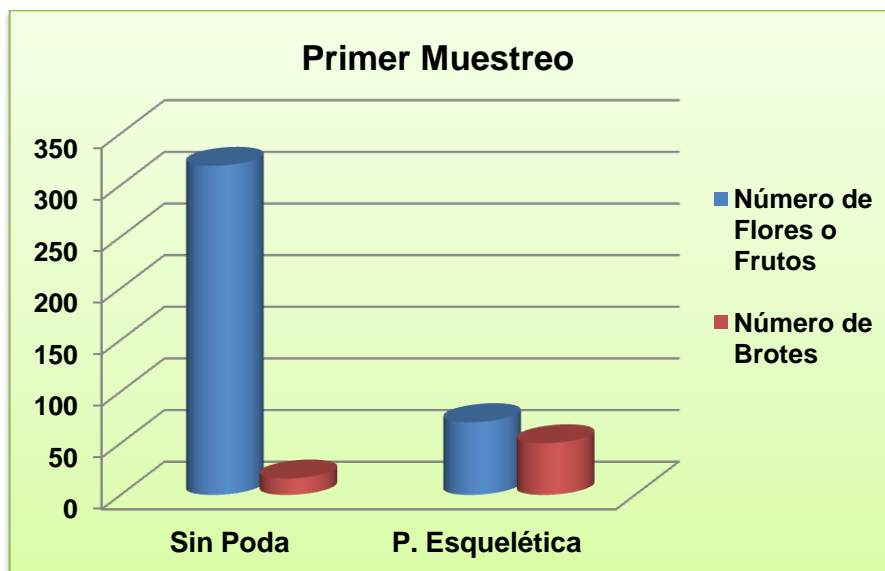
Los tratamientos T1 al T6 fueron sometidos a la poda esquelética con lo cual se eliminó tejido reproductivo de la planta, mientras que a los tratamientos T7 al T12 no fueron podados por lo que la planta si produjo flores y frutos con normalidad como era de esperarse en estos tratamientos.

El análisis de varianza para la variable brotes se muestra en el Cuadro 28A en apéndices; estos resultados corresponden al primer muestreo. Existe diferencia significativa únicamente para la poda, mientras que los otros factores evaluados no obtuvieron diferencia estadística. Debido a esto se realizó la prueba de Duncan y los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11. Prueba de Duncan para el número de brotes en el primer muestreo.**

PODA	Media del número de brotes	Grupo de Duncan
Poda Esquelética	50.056	A
Sin Poda	15.889	B

Las medias presentadas en el Cuadro 11 indican que están en diferente grupo de Duncan ya que los tratamientos podados produjeron regeneración de tejido plagiotrópico, mientras que en donde no se podó la respuesta fisiológica de la planta fue producción de flores siguiendo así su ciclo fenológico sin alteración alguna.



**Figura 32. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas con y sin poda en el primer muestreo.**

En la gráfica anterior se visualiza la diferencia entre los tratamientos que fueron sometidos a poda y los que no; se observan una mayor cantidad de flores o frutos en los tratamientos sin poda.

En el primer muestreo solo había transcurrido un mes después de realizada la poda, por lo que la cantidad de brotes que se observa es mínimo, ya que la regeneración del tejido aún no había iniciado.

### 2.6.2.2 Resultados y discusión del andeva y prueba de Duncan para las variables de respuesta en el segundo muestreo.

Estos resultados del andeva para la variable flores o frutos en el segundo muestreo indican que tampoco existe una diferencia significativa en los factores a excepción de la poda como en el primer andeva del muestreo uno.

Debido a la significancia en la diferencia de la poda se realizó la prueba de Duncan la cual se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 12. Prueba de Duncan para el número de Frutos o Flores en el segundo muestreo.**

PODA	Media del número de flores o frutos	Grupo de Duncan
Sin Poda	457.72	A
Poda Esquelética	39.33	B

La poda esquelética evita que las plantas produzcan un mayor número de frutos o flores como se observa en la media de dicha variable, la cual es menor comparada con la media de los tratamientos sin poda.

La interpretación de las medias hace referencia a que en el segundo muestreo la cantidad de flores o frutos producidos por las plantas es debido a que existe más tejido de producción y por consiguiente floración y fructificación.

Probablemente el comportamiento a futuro de las plantas de café con respecto a la producción de flores o frutos sería que al contar con más tejido productivo, la producción aumentará debido a la existencia de más bandolas en los laterales de la planta.

El andeva para el número de brotes también presenta diferencia significativa en la poda, no así en las otras interacciones evaluadas; por lo tanto se realizó una prueba de Duncan para conocer las medias de las variables evaluadas.

**Cuadro 13. Prueba de Duncan para el número de brotes en el segundo muestreo.**

PODA	Media del número de brotes	Grupo de Duncan
Poda Esquelética	55.33	A
Sin Poda	13.00	B

Estas medias indican que la generación de brotes es mucho mayor en las plantas que se podaron, ya que es la respuesta fisiológica que se obtiene al realizar esta práctica.

Como era de esperarse la producción de brotes aumenta en cuanto se corta el tejido en la planta ya que fisiológicamente la planta responde de esa manera porque debe contar con más tejido o área foliar para llevar a cabo la realización de fotosíntesis y por consiguiente nutrirse.



**Figura 33. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas con y sin poda en el segundo muestreo.**

La gráfica anterior demuestra que existe una diferencia muy marcada en cuanto a la producción de flores o frutos en los tratamientos sin poda, mientras que las dos variables en donde se realizó la poda esquelética fueron similares en cuanto a la media producida por las plantas.

Es necesario mencionar que estos resultados pertenecen al segundo muestreo, lo cual indica que el resultado en las dos variables ocurrió dos meses luego de realizada la poda.

### 2.6.2.3 Resultados y discusión del andeva y prueba de Duncan para las variables de respuesta en el tercer muestreo.

El análisis de varianza de los datos obtenidos en el tercer muestreo hacen referencia a la última recolección de datos y los resultados se muestran en el Cuadro 31A de apéndices.

De igual manera como en los resultados de los andevas anteriores en el tercer muestreo la diferencia significativa solo se presenta en la poda por lo tanto el comportamiento durante los tres muestreos fue similar.

Para la interpretación de dicha diferencia se realizó una prueba de Duncan y las medias obtenidas se muestran en el cuadro siguiente.

**Cuadro 14. Prueba de Duncan para el número de flores o frutos en el tercer muestreo.**

PODA	Media del número de flores o frutos	Grupo de Duncan
Sin Poda	421.94	A
Poda Esquelética	33.67	B

El resultado de las medias obtenidas para la variable número de frutos o flores en el tercer muestreo nos hacen la aseveración de que el comportamiento de la variable se mantuvo congruente con los anteriores muestreos.

La media de la variable evaluada para los tratamientos del T7 al T12 fueron mayores ya que no hubo pérdida de tejido reproductivo, no así para los tratamientos T1 al T6 en los que se podó, dando a conocer que la pérdida de tejido productivo ocasiona por consiguiente un menor número de frutos o flores en las plantas de café.

La poda fue el único factor que nos muestra una significancia en la diferencia, mientras que las demás interacciones de segundo y tercer grado no presentan diferencia estadística, por lo que se realizó una prueba de Duncan para este factor para conocer las medias del número de brotes nuevos en los tratamientos con y sin poda.

**Cuadro 15. Prueba de Duncan para el número de brotes en el tercer muestreo.**

PODA	Media del número de brotes	Grupo de Duncan
Poda Esquelética	59.278	A
Sin Poda	15.222	B

El número de brotes en los tratamientos que se sometieron al corte de tejido fue mucho mayor (59.27) pero disminuyó en los tratamientos sin poda (15.22). Para una mejor interpretación se realizó la grafica siguiente.



**Figura 34. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas con y sin poda en el tercer muestreo.**

En la Figura 34 muestra diferencias muy notables en cuanto al número de flores o frutos en los tratamientos en los que hubo poda y en los que no.

Mientras que el número de brotes nuevos no presenta una diferencia muy evidente en cuanto a los tratamientos con poda T1 al T6 y sin poda T7 al T12, pero si existe una mayor generación de brotes en los tratamientos que fueron sometidos al manejo de tejido.

### 2.6.2.4 Comportamiento de la variable flores o frutos ante el factor poda, durante los tres muestreos.

Fue necesario hacer un resumen de los resultados de la variable flores o frutos durante todo el experimento para conocer el comportamiento de esta variable ante el factor poda.

**Cuadro 16. Comportamiento del variable número de flores o frutos con y sin poda durante los tres muestreos.**

Muestreo	PODA	Media del número de flores o frutos
1	Sin Poda	318.78
	Esquelética	70.50
2	Sin Poda	457.72
	Esquelética	39.33
3	Sin Poda	421.94
	Esquelética	33.67

En el Cuadro 16 se visualizan las medias del número de flores o frutos durante los tres muestreos. En el muestreo dos la cantidad de flores o frutos es mucho mayor que en los otros muestreos, pero sin la realización de poda.

Mientras que en el muestreo uno se observa un mayor número de flores o frutos cuando se utilizó la poda esquelética. Es necesario realizar una grafica para poder observar el comportamiento de la variable a lo largo del tiempo del experimento.

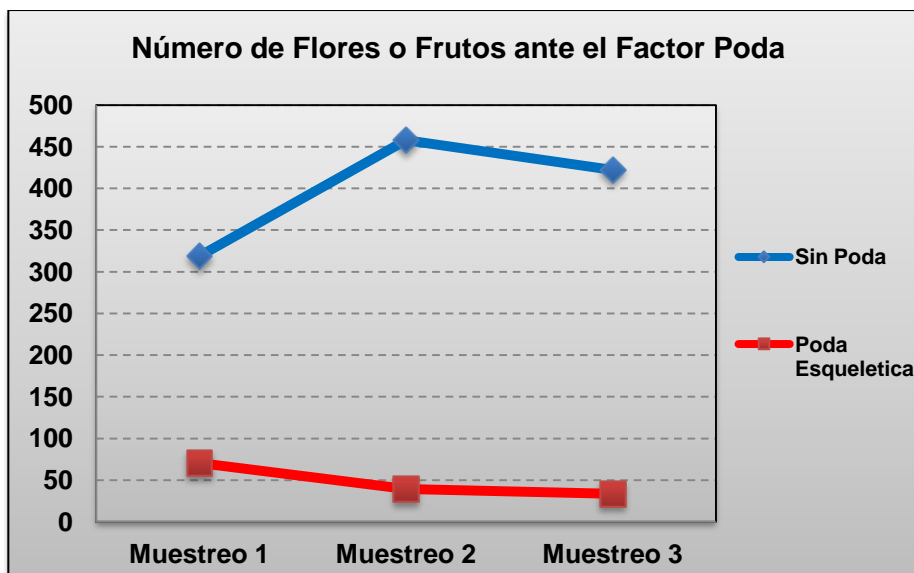


Figura 35. Comportamiento del número de flores o frutos con el factor poda durante los tres muestreos.

El comportamiento de la variable flores o frutos durante los tres muestreos es inverso para el factor poda, ya que la poda esquelética provoca una disminución de la producción de los mismos. Mientras que al no realizar poda se observa que la producción es mucho mayor en los tres muestreos.

#### 2.6.2.5 Comportamiento de la variable brotes nuevos ante el factor poda durante los tres muestreos.

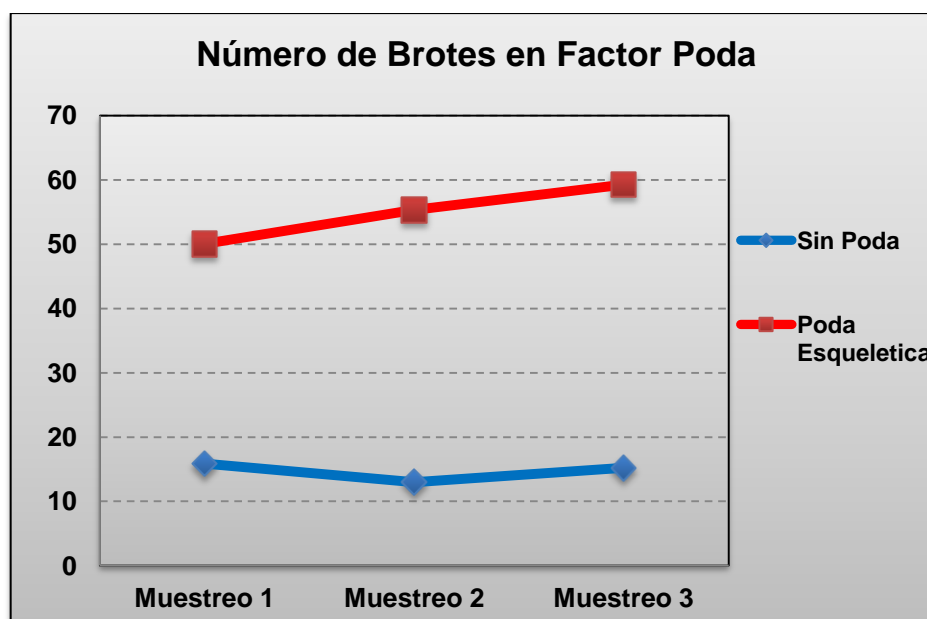
En el Cuadro 17 se muestran las medias de la variable brotes con y sin poda en cada uno de los tres muestreos realizados.

Cuadro 17. Comportamiento de la variable número de brotes con y sin poda, durante los tres muestreos.

Muestreo	PODA	Media del número brotes
1	Sin Poda	15.889
	Esquelética	50.056
2	Sin Poda	13.00
	Esquelética	55.33
3	Sin Poda	15.222
	Esquelética	59.278



De igual manera el comportamiento de la producción de brotes es mucho mayor cuando se realiza la poda esquelética, mientras que en los tratamientos que no se realizó la producción disminuye notablemente.



**Figura 36. Comportamiento del número de brotes con el factor poda durante los tres muestreos.**

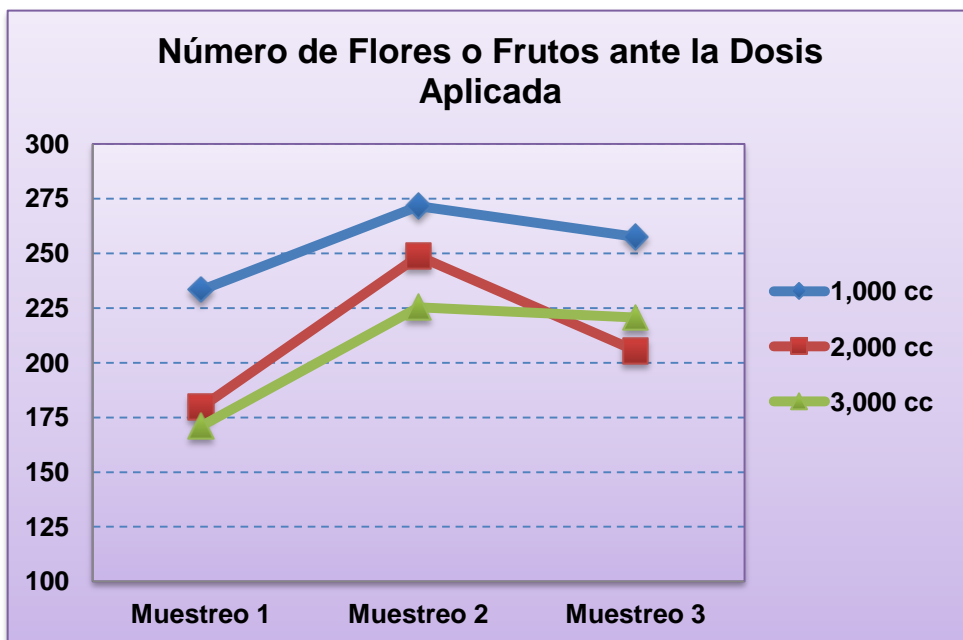
Esta figura muestra las medias de la variable brotes durante los tres muestreos con poda y sin poda. Puede observarse que este comportamiento es muy similar al de la Figura 37, ya que ambas son inversas entre las variables.

#### **2.6.2.6 Comportamiento de la variable flores o frutos ante el factor dosis, durante los tres muestreos.**

En el Cuadro 18 se muestra el comportamiento del número de flores o frutos y brotes nuevos que se encontraron en los tratamientos evaluados. El resultado que se observa es la media de dicho conteo, para cada dosis utilizada.

**Cuadro 18. Comportamiento de la variable número de flores o frutos ante las dosis aplicadas, durante los tres muestreos.**

Muestreo	DOSIS	Media del número de flores o frutos
1	1,000 cc	233.25
	2,000 cc	179.67
	3,000 cc	171.00
2	1,000 cc	271.58
	2,000 cc	248.67
	3,000 cc	225.33
3	1,000 cc	257.42
	2,000 cc	205.42
	3,000 cc	220.58



**Figura 37. Comportamiento del número de frutos o flores ante la dosis en los tres muestreos.**

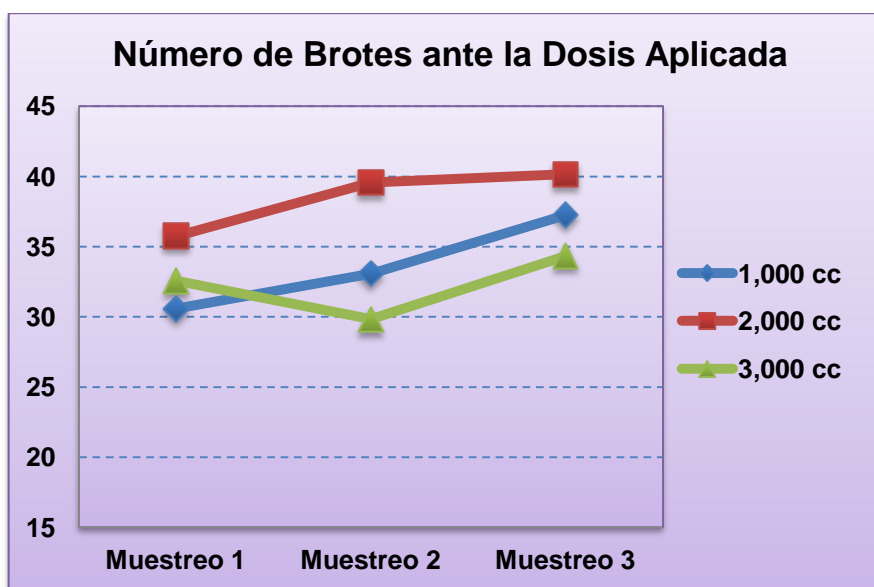
La Figura 37 hace referencia a las medias de flores o frutos en los tres muestreos y en cada una de las dosis evaluadas. Y como se observa con la dosis de 1,000 cc se produjo un mayor número de frutos o flores en los tres muestreos realizados.

### 2.6.2.7 Comportamiento de la variable brotes ante el factor dosis, durante los tres muestreos.

Con respecto al comportamiento de la variable brotes nuevos la dosis que mayor media presenta es la de 2,000 cc, esto se observa en el Cuadro 19.

**Cuadro 19. Comportamiento de la variable número de brotes ante las dosis aplicadas, durante los tres muestreos.**

Muestreo	Dosis	Media del número de brotes
1	1,000 cc	30.58
	2,000 cc	35.75
	3,000 cc	32.58
2	1,000 cc	33.08
	2,000 cc	39.58
	3,000 cc	29.83
3	1,000 cc	37.25
	2,000 cc	40.16
	3,000 cc	34.33



**Figura 38. Número de brotes ante la dosis aplicada durante los tres muestreos.**

Las dosis de FOM aplicadas al cultivo de café obtuvieron un comportamiento similar a lo largo de los tres muestreos, pero la dosis que mayor número de brotes presenta es la de 2,000 cc, y en el muestreo tres es en donde alcanza su mayor producción.

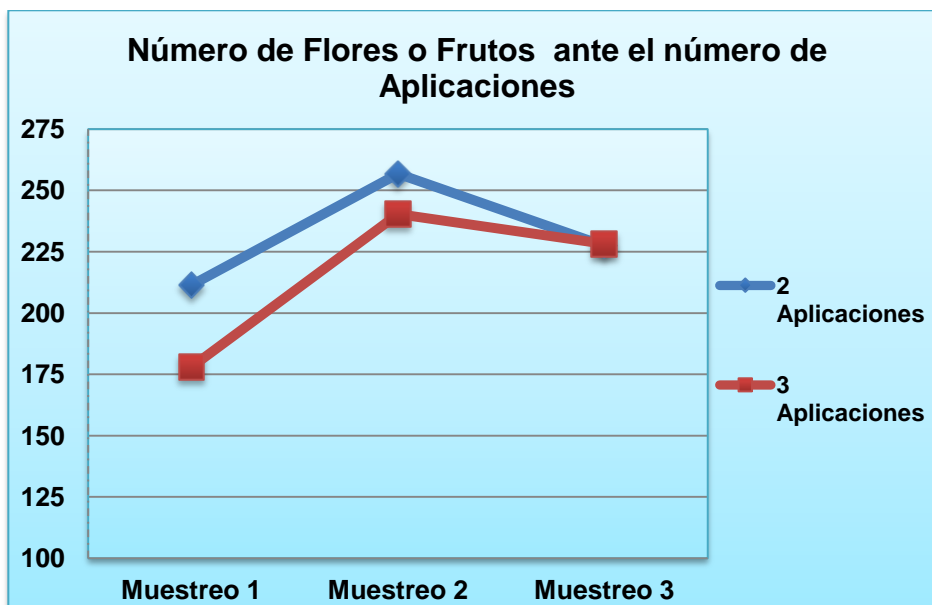
### 2.6.2.8 Comportamiento de la variable flores o frutos ante el número de aplicaciones, durante los tres muestreos.

El número de aplicaciones realizadas no obtuvieron una diferencia estadística significativa. Es conveniente mostrar el comportamiento del número de flores o frutos durante todo el experimento.

**Cuadro 20. Comportamiento de la variable número de flores o frutos ante el número de aplicaciones, durante los tres muestreos.**

Muestreo	Número de Aplicaciones	Media del número de flores o frutos
1	2	211.33
	3	177.94
2	2	256.72
	3	240.33
3	2	227.44
	3	228.17

Cuando se realizan dos aplicaciones de las diferentes dosis a las plantas de café aumenta el número de flores o frutos producidos, pero fue en el segundo muestreo en donde alcanzó su máxima producción.



**Figura 39. Número de flores o frutos ante las aplicaciones realizadas en los tres muestreos.**

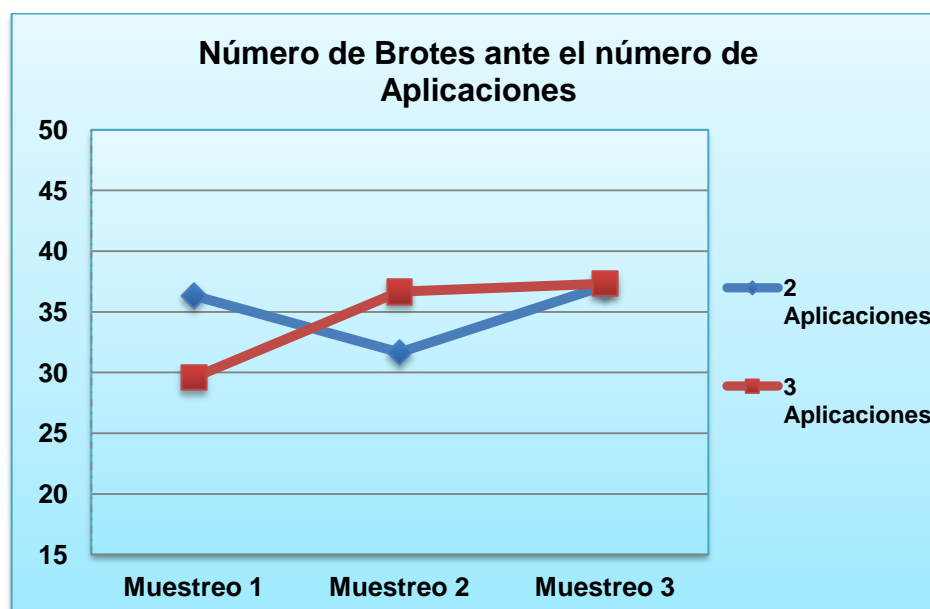
La media más alta obtenida de flores o frutos ante el número de aplicaciones fue de 256 en el segundo muestreo. Mientras que en el tercer muestreo se observa una igualdad de dicha variable.

### 2.6.2.9 Comportamiento de la variable brotes ante el número de aplicaciones, durante los tres muestreos.

Las medias de los brotes nuevos en cada muestreo no difieren demasiado ante el número de aplicaciones, y como se mencionó anteriormente que este factor no presentó diferencia significativa nos reitera que es congruente dicho resultado. En el Cuadro 21 se muestran las medias de los tres muestreos.

**Cuadro 21. Comportamiento de la variable número de brotes ante el número de aplicaciones, durante los tres muestreos.**

Muestreo	Número de Aplicaciones	Media del número de Brotes
1	2	36.33
	3	29.61
2	2	31.66
	3	36.66
3	2	37.16
	3	37.33



**Figura 40. Número de brotes ante las aplicaciones en los tres muestreos.**

En la figura anterior se muestra el comportamiento de la variable número de brotes durante los tres muestreos realizados. Y en el muestreo dos se visualiza que la media es mayor (36.33)

### 2.6.3 Resultados del análisis foliar.

Se llevó a cabo un análisis foliar para cada uno de los tratamientos evaluados en el área experimental, la información que se obtuvo sirvió para dar respuesta a la variable de concentración de elementos en el tejido foliar del café.

#### 2.6.3.1 Resultados de la concentración de elementos aplicados en el tejido foliar.

En el cuadro siguiente se muestran los resultados de presencia y concentración de los elementos aplicados en cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 22. Presencia y concentración de elementos presentes en el tejido foliar de las plantas de los tratamientos evaluados.**

Identificación			%		Ppm			
			Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	B
Rangos Aceptables			1-1.25	0.25-0.4	10-25	12-30	50-200	40-75
Tratamiento	Dosis	No. de Aplicaciones						
1	1 lt.	2	1.19	0.24	15	20	100	120
2	2 lt.	3	1.25	0.35	15	25	75	188
3	3 lt.	2	1.13	0.31	10	20	75	184
4	1 lt.	3	1.00	0.23	15	15	70	182
5	2 lt.	2	1.31	0.28	15	30	140	180
6	3 lt.	3	1.25	0.34	10	20	140	188
7	1 lt.	2	1.19	0.32	10	25	125	176
8	2 lt.	3	1.19	0.34	15	25	115	193
9	3 lt.	2	0.81	0.28	10	20	40	171
10	1 lt.	3	1.13	0.39	10	25	85	191
11	2 lt.	2	1.13	0.44	20	45	70	204
12	3 lt.	3	1.06	0.33	15	35	50	157

Se observa en el Cuadro 22 que si existe la presencia de todos los elementos aplicados durante el experimento, y además se muestra la concentración de dichos nutrimentos en cada uno de los tratamientos que fueron sometidos al análisis foliar.

El único elemento que presenta una concentración fuera del rango aceptable es el Boro (B) y este nutrimento se agregó mediante la utilización de ácido bórico en una cantidad que se supone es inadecuada para realizar aplicaciones foliares. Debido a esto se debe evitar la aplicación de este nutrimento mediante aspersiones foliares, para evitar toxicidad en las plantas.

#### 2.6.4 Resultados del análisis económico.

Los resultados que se presentan son los costos de operación de cada tratamiento evaluado, con el objetivo de conocer la conveniencia económica al utilizar el tratamiento que más se ajuste a las necesidades del agricultor.

**Cuadro 23. Costos para la preparación del fertilizante foliar (órgano-mineral).**

<b>Materia Prima para FOMF (para 180 lts. de Producto)</b>			
<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario (Q)</b>	<b>Total (Q)</b>
Sulfato de Zinc (kg.)	3,0	20,0	60,0
Sulfato de Magnesio (kg.)	1,0	10,0	10,0
Sulfato de Manganeso (kg.)	0,3	20,0	6,0
Sulfato de Calcio (kg.)	2,0	10,0	20,0
Sulfato de Cobre (kg.)	0,6	37,0	22,2
Acido Bórico (kg.)	1,0	25,0	25,0
Traslado (encomienda)	1	25,0	25,0
Leche (lt.)	1,0	12,5	12,5
Melaza (lt.)	1,0	12,0	12,0
<b>Total Q</b>			<b>192,70</b>

**Cuadro 24. Costos totales/mz. para todos los tratamientos evaluados.**

Costos Totales/mz. (1,590 plts.)		
Poda	Tratamiento	Precio Total Q.
Poda Esquelética	1	724.9
	2	912.35
	3	799.8
	4	1,024.7
	5	874.7
	6	1,137.05
Sin Poda	7	374.9
	8	562.35
	9	449.8
	10	674.7
	11	524.7
	12	787.05

Todos los tratamientos del T1 al T6 tienen en común la realización de la poda esquelética por lo que si se requiere renovar el tejido productivo en una plantación de café debe tomarse en cuenta los costos que implica cada tratamiento. Si el productor necesita obtener mayor tejido productivo es conveniente llevar a cabo cualquiera de estos tratamientos; eso si la producción de flores y frutos va ser mínima pero al transcurso de tres años probablemente las plantas cuenten con mas área foliar netamente productiva, y por consiguiente mayor producción.

Los tratamientos del T7 al T12 no fueron sometidos a poda por lo que no se genera costo alguno en la realización de esa práctica; estos tratamientos pueden llevarse a cabo con la menor cantidad de aplicaciones foliares del fertilizante órgano-mineral, y utilizando la menor dosis ya que en el análisis estadístico no presentó diferencia significativa, lo que significa que utilizando cualquiera de esas dosis obtendremos los mismos resultados. Por lo tanto se aconseja utilizar la práctica del tratamiento con el menor costo posible.

Puede observarse la descripción detallada de cada uno de los costos en los Cuadros 39A y 40A en apéndices.



## 2.7 CONCLUSIONES

Se comparó la producción de brotes y flores o frutos en los tratamientos y se determinó que la realización de poda esquelética produce un mayor número de brotes en las plantas de café, mientras que el número de flores o frutos se ve disminuido por la pérdida de tejido productivo en el cultivo de café.

El número de aplicaciones y la dosis de fertilizante órgano-mineral producen una cantidad igual de brotes y flores o frutos, independientemente si se realizan dos o tres aplicaciones. Pero es necesario tomar en cuenta que la dosis de 1,000 cc produjo una mayor cantidad de flores o frutos, mientras que la dosis de 2,000 cc produjo un mayor número de brotes. Además es necesario mencionar que cuando se aplicó dos veces el FOMF la media del número de flores o frutos fue mayor, y cuando se aplicó tres veces aumento la media del número de brotes.

Los tratamientos evaluados presentaron una similitud en cuanto al contenido de nutrimentos en el análisis foliar por lo que se deduce que son cantidades adecuadas las que se encontraron en el tejido; pero en todos los tratamientos se obtuvo una cantidad de Boro fuera del rango aceptable para el cultivo de café. Puede concluirse que se obtendrá un resultado similar a utilizar cualquier combinación entre los factores de dosis y cantidad de aplicaciones del FOMF, probablemente esto se debe a que la asimilación de las aspersiones no se produjo de manera adecuada por la planta.

Mediante los análisis de varianza realizados para cada muestreo se pudo determinar que no existe interacción alguna al realizar o no la poda esquelética, al usar diferentes dosis de fertilizante órgano-mineral y al aplicar en dos o tres ocasiones el FOMF.

Los costos de los tratamientos T1 al T6 requirieron de una mayor inversión que los tratamientos T7 al T12 debido a que en los primeros seis tratamientos se realiza poda esquelética lo que requiere de la utilización de jornales adicionales, mientras que en los tratamientos que no se realiza poda los costos disminuyen ya que solo se toma en cuenta los costos de las aplicaciones y dosis del FOMF.

## 2.8 RECOMENDACIONES

Para producir un mayor número de brotes en el cultivo de café se recomienda realizar la poda esquelética, ya que de esta manera se induce a la planta a producir mayor tejido productivo en el área plagiotrópica, por lo tanto es probable que la producción de flores y frutos se vea aumentada debido a la regeneración de mas bandolas productivas; y por lo tanto la producción aumentará en un periodo de tres años según lo investigado.

Cuando se realiza la poda esquelética y se requiere obtener un mayor número de brotes se recomienda realizar dos aplicaciones de FOMF utilizando una dosis de 2,000 cc. Pero cuando no se realiza la poda esquelética y se requiere aumentar el número de flores o frutos en la plantación es recomendable aplicar la dosis de 1,000 cc durante dos aplicaciones.

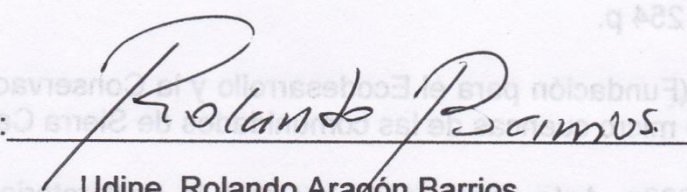
Disminuir los Kg de ácido bórico que se agregan en la preparación del fertilizante órgano-mineral pues en los resultados del análisis foliar se obtuvo que todos los tratamientos presentaron cantidades de Boro fuera del rango aceptable para el cultivo. Es necesario omitir el sulfato de calcio en la mezcla ya que es insoluble en agua y provoca precipitados al mezclarse con los otros elementos y no hay una dilución homogénea de la mezcla en la solución total. Se deben realizar fertilizaciones foliares durante el verano pues en el invierno no se produce una absorción adecuada del producto aplicado en el cultivo.


Se recomienda realizar un estudio de la poda esquelética con una duración de tres años para poder obtener resultados concisos sobre la conveniencia de realizar o no dicha práctica, debido a que en el tercer año después de la poda se adquiere la producción de flores y frutos de las bandolas que se obtuvieron de las yemas seriadas o brotes nuevos generados mediante esta práctica. Y es así como se determinaría si aumenta la producción de flores y frutos y por consiguiente la cosecha.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1991a. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 214 p.
2. \_\_\_\_\_. 1991b. Manual de caficultura. Guatemala. p. 67-82.
3. \_\_\_\_\_. 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
4. \_\_\_\_\_. 1999. Manual de caficultura orgánica. Guatemala. 159 p.
5. Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
6. Bornemisza, E; Chávez, F; Chavarri, G. 1967. Resultados del análisis foliar del cafeto en Costa Rica. San José, Costa Rica, Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola. 39 p.
7. Burbano, OH. 2001. Lo biorgánico en el manejo productivo del suelo. *In* Manejo productivo de suelos para cultivos de alto rendimiento. Palmira, Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Palmira. 150 p.
8. Carvajal, JF. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. 254 p.
9. FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, GT). 2002. Planes de manejo de micro cuencas de las comunidades de Sierra Caral. Guatemala. 55 p.
10. \_\_\_\_\_. 2003a. Ante proyecto de ley para la declaratoria legal de Sierra Caral. Guatemala. 15 p.
11. \_\_\_\_\_. 2003b. Estudio de capacidad de uso de la tierra, comunidad Negro Norte, Morales, Izabal. Guatemala. 15 p.
12. \_\_\_\_\_. 2005. Plan maestro de Sierra Caral, Morales, Izabal. Guatemala. 83 p.
13. \_\_\_\_\_. 2011. Estudio técnico área de protección especial Sierra Caral. Guatemala. 110 p.
14. FERTILAB (Laboratorio de Nutrición Vegetal, MX). 2009. Manual de muestreo foliar (en línea). Celaya, Guanajuato, México. 18 p. Consultado 26 jun 2012. Disponible en <http://www.fertilab.com.mx/Pdf/TMuestras/Mplanta.pdf>

15. Girón, J; López, E; López, H; Jiménez, H. 2003. Evaluación del cafeto en la producción de café de fuentes foliares de boro, zinc, y muriato de potasio. Guatemala, ANACAFE. 7 p. (Folleto no. 1).
16. Gutiérrez, G. 1978. Manual de recomendaciones para cultivar café. 3 ed. Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Oficina del Café. 68 p.
17. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2005. Mapas temáticos de la republica de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1CD.
18. Monroig, MF. 2000. Ecos del café (en línea). Puerto Rico. Consultado 23 abr 2012. Disponible en <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id6.htm>
19. Tisdale, S; Nelson, W. 1997. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España, Montaner y Simón. 759 p.
20. Valencia, G. 1998. Manual de nutrición y fertilización del café. Quito, Ecuador, INPOFOS. 61 p.
21. Zamora, L. 1998. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. Costa Rica, Instituto del Café de Costa Rica. 195 p.

Vo.Bo.:   
Udine. Rolando Aragón Barrios



## 2.10 APÉNDICES

MUESTRA DE PLANTA	
Fecha de muestreo:	_____
Contacto:	_____
Teléfono:	_____
Correo electrónico:	_____
Municipio:	_____ Estado: _____
Cultivo:	_____
Variedad:	_____
Etapa fenológica:	_____
Análisis especiales:	_____
Observaciones:	_____
	_____

Figura 41A. Ficha de información de la muestra foliar.



Cuadro 26A. Matriz de resultados de datos totales de tres repeticiones.

Datos Totales de 3 repeticiones							
Muestreo	Trat.	Factor A Poda	Factor B Dosis	Factor C No. de Aplicaciones	No. de Flores o Frutos	No. de Brotos	
MUESTREO 1	Con Poda	1	Esquelética	1,000 cc	2	612	171
		2	Esquelética	1,000 cc	3	235	138
		3	Esquelética	2,000 cc	2	130	134
		4	Esquelética	2,000 cc	3	0	168
		5	Esquelética	3,000 cc	2	284	149
		6	Esquelética	3,000 cc	3	8	141
	Sin poda	7	Sin Poda	1,000 cc	2	1019	41
		8	Sin Poda	1,000 cc	3	933	17
		9	Sin Poda	2,000 cc	2	929	87
		10	Sin Poda	2,000 cc	3	1097	40
		11	Sin Poda	3,000 cc	2	830	72
		12	Sin Poda	3,000 cc	3	930	29
MUESTREO 2	Con Poda	1	Esquelética	1,000 cc	2	244	139
		2	Esquelética	1,000 cc	3	125	196
		3	Esquelética	2,000 cc	2	143	182
		4	Esquelética	2,000 cc	3	17	194
		5	Esquelética	3,000 cc	2	131	144
		6	Esquelética	3,000 cc	3	48	141
	Sin poda	7	Sin Poda	1,000 cc	2	1402	30
		8	Sin Poda	1,000 cc	3	1488	32
		9	Sin Poda	2,000 cc	2	1361	48
		10	Sin Poda	2,000 cc	3	1183	51
		11	Sin Poda	3,000 cc	2	1340	27
		12	Sin Poda	3,000 cc	3	1465	46
MUESTREO 3	Con Poda	1	Esquelética	1,000 cc	2	187	158
		2	Esquelética	1,000 cc	3	124	207
		3	Esquelética	2,000 cc	2	123	189
		4	Esquelética	2,000 cc	3	12	200
		5	Esquelética	3,000 cc	2	116	150
		6	Esquelética	3,000 cc	3	44	163
	Sin poda	7	Sin Poda	1,000 cc	2	1429	46
		8	Sin Poda	1,000 cc	3	1349	36
		9	Sin Poda	2,000 cc	2	1153	59
		10	Sin Poda	2,000 cc	3	1177	34
		11	Sin Poda	3,000 cc	2	1086	67
		12	Sin Poda	3,000 cc	3	1401	32

**Cuadro 27A. Análisis de varianza para el número de flores o frutos en el primer muestreo.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Factor de Corrección	Significancia
Bloques	2	30669.38	15334.69	1.94	0.1678
Poda	1	554776.69	554776.69	70.11	0.0001
Dosis	2	27285.38	13642.69	1.72	0.2016
Aplicaciones	1	10033.361	10033.36	1.27	0.2723
Poda * Dosis	2	26128.72	13064.36	1.65	0.2147
Poda * Aplic.	1	25867.36	25867.36	3.27	0.0843
Dosis * Aplic.	2	10532.38	5266.19	0.67	0.5240
Pod. * Dos. * Aplic.	2	371.05	185.53	0.02	0.9769
Error	22	174081.94	7912.82	-----	-----
Total	35	859746.30	-----	-----	-----

**Cuadro 28A. Análisis de varianza para el número de brotes en el primer muestreo.**

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F.C.	Sig.
Bloques	2	14.22	7.11	0.06	0.9415
Poda	1	10506.25	10506.25	89.25	0.0001
Dosis	2	162.88	81.44	0.69	0.5112
Aplicaciones	1	406.69	406.69	3.45	0.0765
Poda * Dosis	2	272.66	136.33	1.16	0.3325
Poda * Aplic.	1	318.02	318.02	2.70	0.1145
Dosis * Aplic.	2	94.88	47.44	0.40	0.6731
Pod. * Dos. * Apli.	2	337.55	168.77	1.43	0.2598
Error	22	2589.77	117.71	-----	-----
Total	35	14702.97	-----	-----	-----

**Cuadro 29A. Análisis de varianza para el número de flores o frutos en el segundo muestreo.**

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significancia
Bloques	2	122180.72	61090.36	3.87	0.0362
Poda	1	1575443.36	1575443.36	99.85	0.0001
Dosis	2	12834.72	6417.36	0.41	0.6707
Aplicaciones	1	2417.36	2417.36	0.15	0.6993
Poda * Dosis	2	2454.39	1227.19	0.08	0.9254
Poda * Aplic.	1	3620.02	3620.02	0.23	0.6367
Dosis * Aplic.	2	5521.72	2760.86	0.17	0.8406
Pod. * Dos. * Apli.	2	3712.72	1856.36	0.12	0.8896
Error	22	347113.94	15777.90	-----	-----
Total	35	2075298.97	-----	-----	-----



**Cuadro 30A. Análisis de varianza para el número de brotes en el segundo muestreo.**

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significancia
Bloques	2	1641.16	820.58	4.39	0.0249
Poda	1	16129.00	16129.00	86.23	0.0001
Dosis	2	591.50	295.75	1.58	0.2282
Aplicaciones	1	225.00	225.00	1.20	0.2846
Poda * Dosis	2	221.16	110.58	0.59	0.5622
Poda * Aplic.	1	49.00	49.00	0.26	0.6139
Dosis * Aplic.	2	105.16	52.58	0.28	0.7576
Pod. * Dos. * Apli.	2	250.16	125.08	0.67	0.5225
Error	22	4114.83	187.03	-----	-----
Total	35	23327.00	-----	-----	-----

**Cuadro 31A. Análisis de varianza para el número de flores o frutos en el tercer muestreo.**

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significancia
Bloques	2	248828.38	124414.19	7.17	0.0040
Poda	1	1356836.69	1356836.69	78.21	0.0001
Dosis	2	17162.88	8581.44	0.49	0.6164
Aplicaciones	1	4.69	4.69	0.00	0.9870
Poda * Dosis	2	3083.55	1541.77	0.09	0.9153
Poda * Aplic.	1	7084.02	7084.02	0.41	0.5294
Dosis * Aplic.	2	7250.88	3625.44	0.21	0.8130
Pod. * Dos. * Apli.	2	6939.55	3469.77	0.20	0.8202
Error	22	381654.94	17347.95	-----	-----
Total	35	2028845.63	-----	-----	-----

**Cuadro 32A. Análisis de varianza para el número de brotes en el tercer muestreo.**

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significancia
Bloques	2	832.66	416.33	2.06	0.1514
Poda	1	17468.02	17468.02	86.42	0.0001
Dosis	2	204.16	102.08	0.51	0.6103
Aplicaciones	1	0.25	0.25	0.00	0.9723
Poda * Dosis	2	323.72	161.86	0.80	0.4616
Poda * Aplic.	1	568.02	568.02	2.81	0.1078
Dosis * Aplic.	2	183.16	91.58	0.45	0.6414
Pod. * Dos. * Apli.	2	22.05	11.02	0.05	0.9470
Error	22	4446.66	202.12	-----	-----
Total	35	24048.75	-----	-----	-----



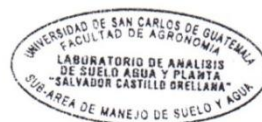
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMÍA  
 LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



**INTERESADO:** CESAR ADRIAN DIAZ  
**PROCEDENCIA:** ALDEA NEGRO NORTE, MORALES, IZABAL  
**FECHA DE INGRESO:** 27/9/2012  
**CULTIVO:** CAFE

#### ELEMENTOS TOTALES

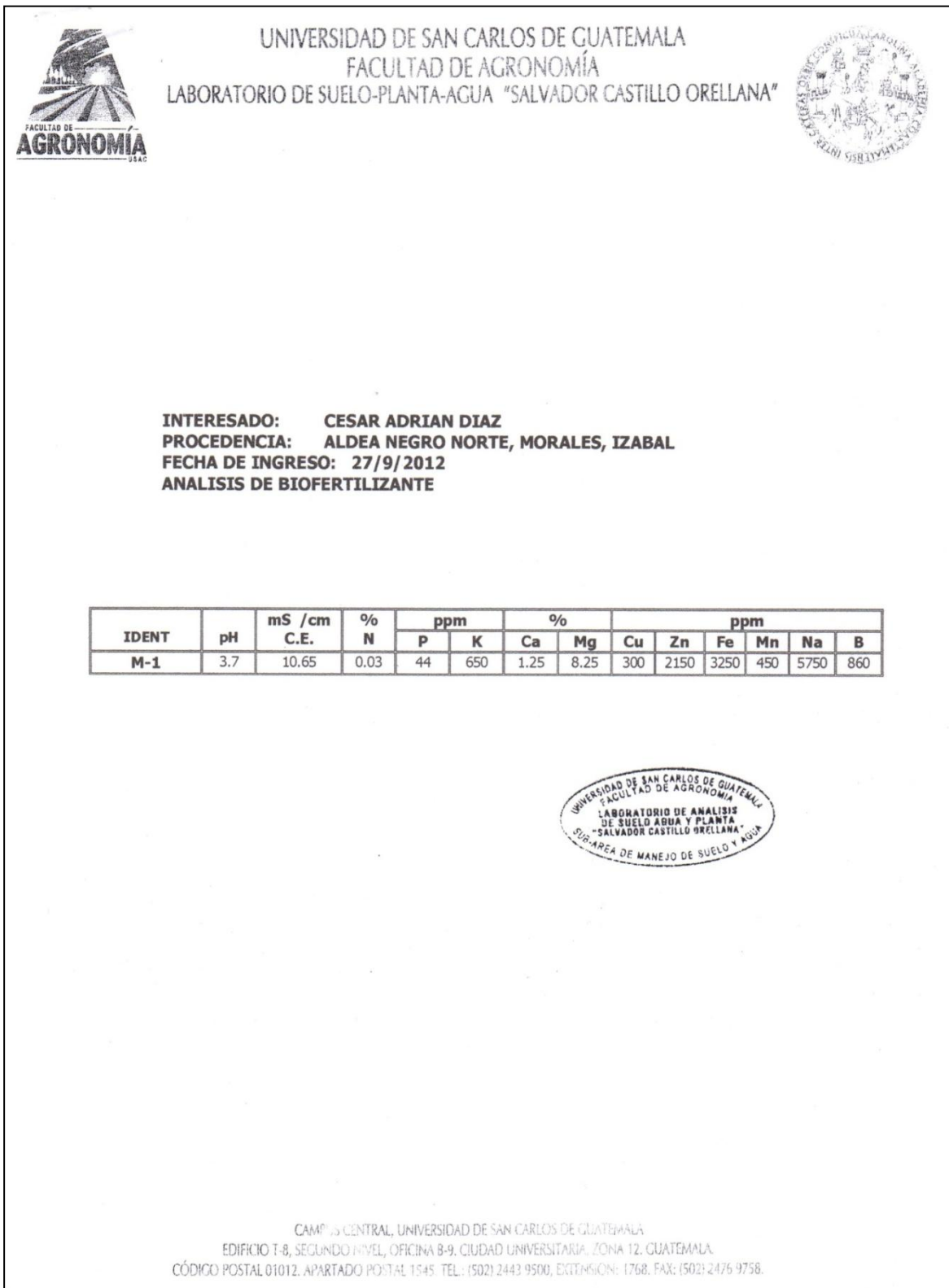
IDENTIFICACION		%					Ppm					
		N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	B
RANGO ACEPTABLES		2.3-3	0.12-0.2	2-2.5	1-2.5	0.25-0.4	---	10-25	12-30	70-125	50-200	40-75
M-1	T1/12	2.70	0.14	2.44	1.19	0.24	105	15	20	20	100	120
M-2	T2/12	2.60	0.14	1.56	1.25	0.35	110	15	25	10	75	188
M-3	T3/12	2.65	0.13	1.75	1.13	0.31	95	10	20	15	75	184
M-4	T4/12	2.44	0.13	1.94	1.00	0.23	115	15	15	15	70	182
M-5	T5/12	2.77	0.16	2.25	1.31	0.28	155	15	30	5	140	180
M-6	T6/12	3.14	0.15	1.88	1.25	0.34	125	10	20	5	140	188
M-7	T7/12	2.44	0.16	1.88	1.19	0.32	115	10	25	20	125	176
M-8	T8/12	2.46	0.17	1.81	1.19	0.34	80	15	25	25	115	193
M-9	T9/12	2.27	0.18	1.69	0.81	0.28	75	10	20	5	40	171
M-10	T10/12	2.39	0.16	1.31	1.13	0.39	60	10	25	20	85	191
M-11	T11/12	2.23	0.16	1.06	1.13	0.44	70	20	45	35	70	204
M-12	T12/12	2.33	0.17	1.75	1.06	0.33	100	15	35	20	50	157



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 EDIFICIO T-8, SEGUNDO NIVEL, OFICINA 8-9, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA.  
 CÓDIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL.: (502) 2443 9500, EXTENSION: 1768, FAX: (502) 2475 9758.

Fuente: Laboratorio de suelos edificio UVIGER (FAUSAC).

Figura 42A. Resultados del análisis foliar de café de los tratamientos evaluados.



Fuente: Laboratorio de suelos edificio UVIGER (FAUSAC).

**Figura 43A. Resultados del análisis del fertilizante órgano-mineral de aplicación foliar utilizado en las aplicaciones.**



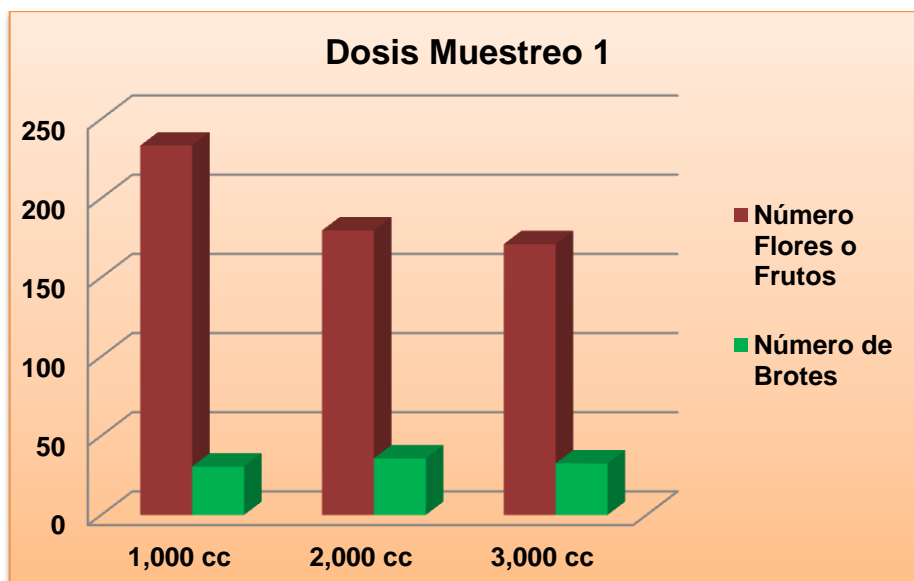
**Figura 44A. Vista de una parcela al momento de la poda.**



**Figura 45A. Vista de una parcela tres meses luego de la poda.**

**Cuadro 33A. Resultados de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el primer muestreo.**

Dosis	Media del número de Flores o Frutos	Media del número de Brotes
1,000 cc	233.25	30.58
2,000 cc	179.67	35.75
3,000 cc	171.0	32.58



**Figura 46A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el primer muestreo.**

**Cuadro 34A. Resultados del comportamiento de las variables evaluadas ante el número de aplicaciones en el primer muestreo.**

No. de Aplicaciones	Media del número de Flores o Frutos	Media del número de Brotes
2	211.33	36.33
3	177.94	29.61

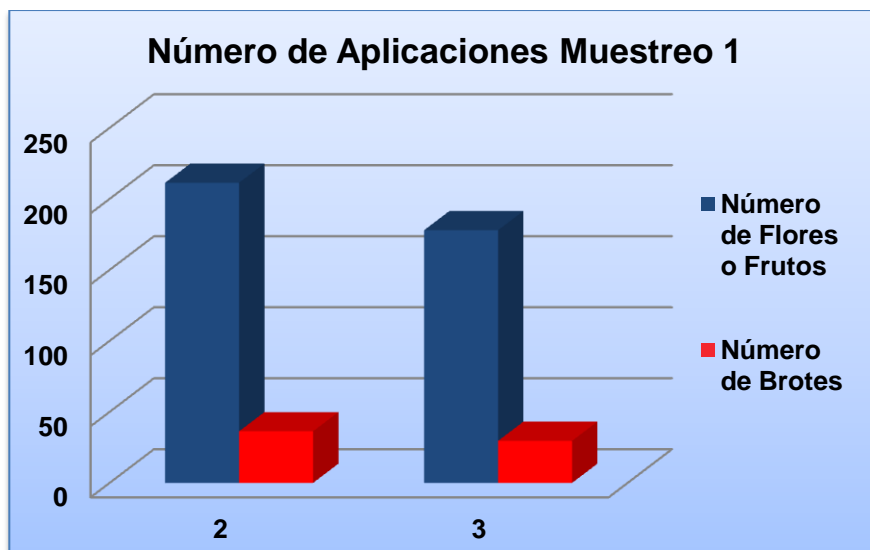


Figura 47A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según el número de aplicaciones en el primer muestreo.

Cuadro 35A. Resultados de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el segundo muestreo.

Dosis	Media del número de Flores o Frutos	Media del número de Brotes
1,000 cc	271.58	33.08
2,000 cc	225.33	39.58
3,000 cc	248.67	29.83

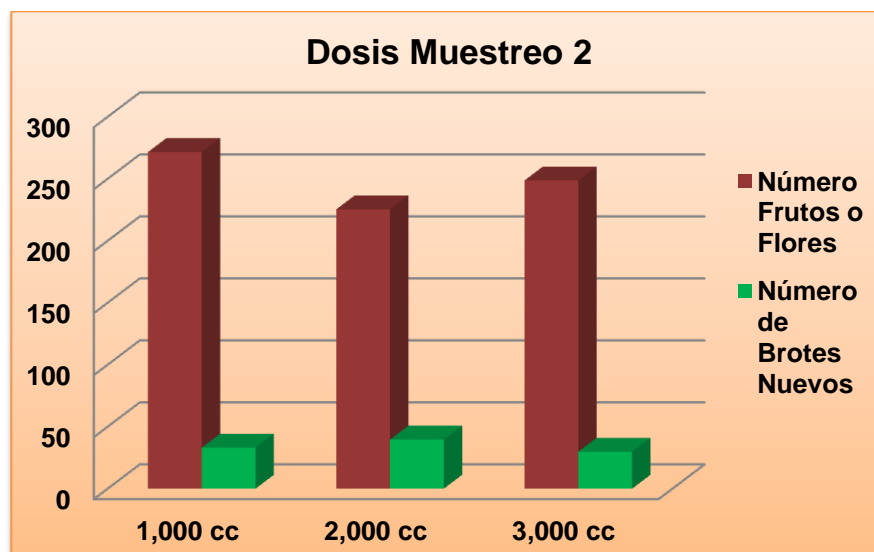
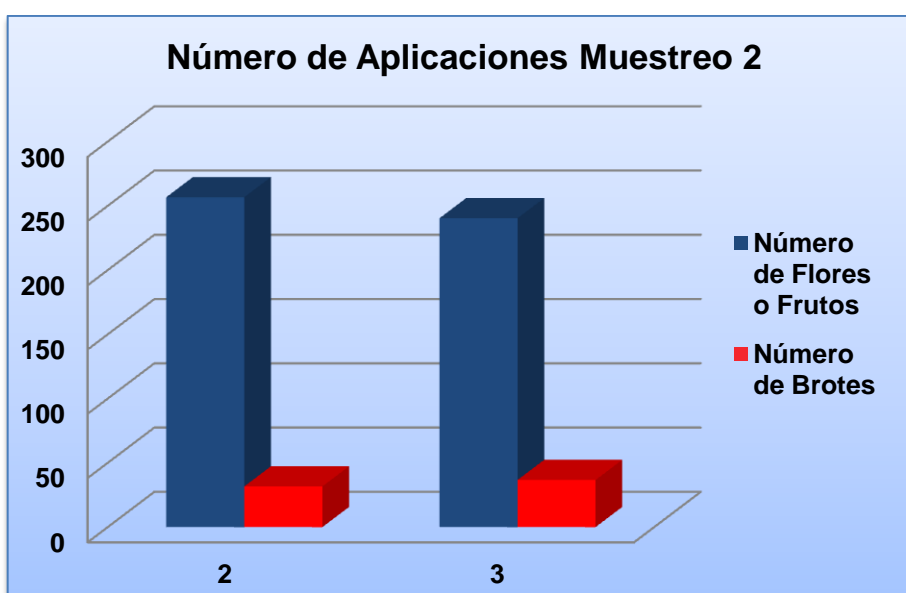


Figura 48A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el segundo muestreo.

**Cuadro 36A. Resultados del comportamiento de las variables evaluadas ante el número de aplicaciones en el segundo muestreo.**

No. de Aplicaciones	Media del número de Flores o Frutos	Media del número de Brotes
2	256.72	31.66
3	240.33	36.66



**Figura 49A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según el número de aplicaciones en el segundo muestreo.**

**Cuadro 37A. Resultados de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el tercer muestreo.**

Dosis	Media del número de Flores o Frutos	Media del número de Brotes
1,000 cc	257.42	37.25
2,000 cc	205.42	40.16
3,000 cc	220,58	34.33

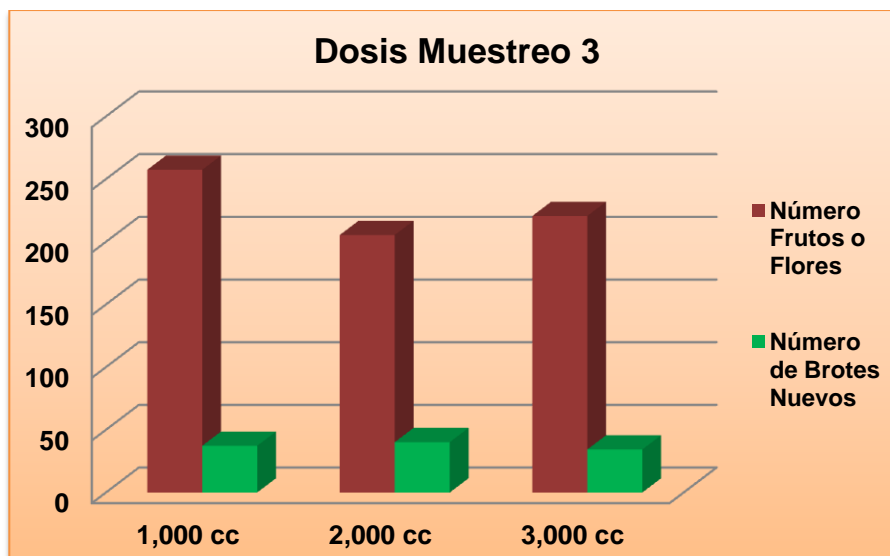


Figura 50A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según la dosis aplicada en el tercer muestreo.

Cuadro 38A. Resultados del comportamiento de las variables evaluadas ante el número de aplicaciones en el tercer muestreo.

No. de Aplicaciones	Media del número de Flores o Frutos	Media del número de Brotes
2	227.17	37.16
3	228.44	37.33

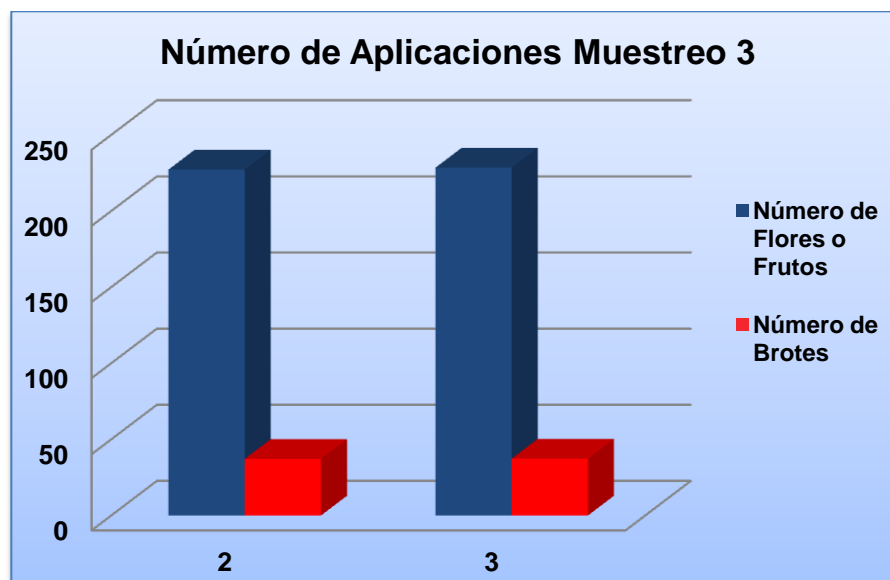


Figura 51A. Comportamiento de las variables de respuesta evaluadas según el número de aplicaciones en el tercer muestreo.



**Cuadro 39A. Cálculo de Costos totales/Mz. para los tratamientos con poda esquelética.**

Costos Totales/Mz. (1,590 plts.)						
Tratamiento	Actividad	Material	Presentación	Cantidad	Precio (Q) Unitario	Total (Q)
1	Poda Esquelética	Jornal	Diario	4	50,0	200,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	6	50,0	300,0
		FOMF	lt.	70	1,07	74,9
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	3	50,0	150,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>724,9</b>
2	Poda Esquelética	Jornal	Diario	4	50,0	200,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	9	50,0	450,0
		FOMF	lt.	105	1,07	112,4
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	3	50,0	150,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>912,4</b>
3	Poda Esquelética	Jornal	Diario	4	50,0	200,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	6	50,0	300,0
		FOMF	lt.	140	1,07	149,8
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	3	50,0	150,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>799,8</b>
4	Poda Esquelética	Jornal	Diario	4	50,0	200,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	9	50,0	450,0
		FOMF	lt.	210	1,07	224,7
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	3	50,0	150,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>1024,7</b>
5	Poda Esquelética	Jornal	Diario	4	50,0	200,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	6	50,0	300,0
		FOMF	lt.	210	1,07	224,7
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	3	50,0	150,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>874,7</b>
6	Poda Esquelética	Jornal	Diario	4	50,0	200,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	9	50,0	450,0
		FOMF	lt.	315	1,07	337,1
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	3	50,0	150,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>1137,1</b>

Cuadro 40A. Cálculo de Costos totales/Mz. para los tratamientos sin poda.

Costos Totales/Mz. (1,590 plts.)						
Tratamiento	Actividad	Material	Presentación	Cantidad	Precio (Q) Unitario	Total (Q)
7	Poda Esquelética	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	6	50,0	300,0
		FOMF	lt.	70	1,07	74,9
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario		50,0	0,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>374,9</b>
8	Poda Esquelética	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	9	50,0	450,0
		FOMF	lt.	105	1,07	112,4
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>562,4</b>
9	Poda Esquelética	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	6	50,0	300,0
		FOMF	lt.	140	1,07	149,8
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>449,8</b>
10	Poda Esquelética	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	9	50,0	450,0
		FOMF	lt.	210	1,07	224,7
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>674,7</b>
11	Poda Esquelética	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	6	50,0	300,0
		FOMF	lt.	210	1,07	224,7
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>524,7</b>
12	Poda Esquelética	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
	Aplicación de FOMF	Jornal	Diario	9	50,0	450,0
		FOMF	lt.	315	1,07	337,1
	Poda (brotes ortotropicos)	Jornal	Diario	0	50,0	0,0
				<b>Total (Q)</b>		<b>787,1</b>

### **CAPÍTULO III**

#### **SERVICIOS REALIZADOS EN LAS COMUNIDADES DEL ÁREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL “SIERRA CARAL” MUNICIPIO DE MORALES DEPARTAMENTO DE IZABAL.**

### 3.1 PRESENTACION

Al realizar el Ejercicio Profesional Supervisado, no es solo la última fase de formación para la licenciatura, sino también es la oportunidad para demostrar las capacidades que se han adquirido durante los años de formación, y es por eso que debe retribuirse por medio de los servicios que como epesista se pueden presentar o ejecutar dentro de la organización o proyecto donde se han abierto las puertas para esta fase tan importante.

La Fundación para el Eco-desarrollo y la Conservación (FUNDAECO) es una institución que vela por la conservación de los bosques, vida silvestre y la protección del recurso agua. FUNDAECO Sierra Caral se encuentra en el municipio de Morales y departamento de Izabal, dicha institución me brindó el apoyo para llevar a cabo mi Ejercicio Profesional Supervisado, según los requerimientos de la institución me enfoqué en la aldea Negro Norte y otras tres comunidades pero de manera menos presencial.

La realización del diagnóstico fue por solicitud de la institución en el cultivo de café en Negro Norte, y partiendo de esta información se pudieron planificar actividades para poder capacitar a los productores de café brindando información para ayuda con el rendimiento y producción de sus cultivos de manera amigable con el medio ambiente. Y además se me solicitó realizar otras actividades que se mencionan en este capítulo.

## **3.2 OBJETIVOS GENERALES**

- Realizar Servicios en las comunidades del área de protección especial “Sierra Caral” Municipio de Morales Departamento de Izabal.
- Realizar actividades técnicas que aporten beneficios para FUNDAECO, ó bien para las Áreas Protegidas que Co-administran y por consiguiente a las comunidades que en dichas áreas están asentadas.

## **3.3 SERVICIOS PRESTADOS**

### **3.3.1 Servicio 1: Apoyo en la realización de inventarios forestales para proyectos de protección PINPEP dentro de sierra Caral Morales, Izabal.**

#### **3.3.1.1 Objetivo Específico**

Apoyar en las diferentes mediciones y actividades para la realización de inventarios forestales para diez proyectos de protección de bosques naturales PINPEP dentro de la aldea Negro Norte Morales Izabal.

#### **3.3.1.2 Metodología**

##### **A. Procedimiento de medición:**

- Determinación de la especie presentes en el área boscosa.
- Medición del área boscosa, con ayuda de GPS.
- Medición de la Altitud y Pendiente del terreno.
- Medición de los DAP de los arboles dentro del área a incentivar.
- Determinación de defectos y estado sanitario de los arboles.

##### **B. Análisis y Tabulación de información.**

- Análisis estadístico de las especies inventariadas.
- Tabulación de datos de cada una de las especies presentes.

- Elaboración de mapas temáticos para uso en los planes de manejo.
- Elaboración del plan de manejo que se le dará al bosque en protección.

### **3.3.1.3 Evaluación**

- La comunidad en donde se realizaron mediciones de áreas boscosas así como de especies forestales fue en Negro Norte.
- Se determinó una medición de dos bosques propiedad de la comunidad, Figura 52.
- Así también se llevó a cabo la medición de 6 áreas propiedad de personas habitantes de esa región, y dichas mediciones se detallan en la Figura 53.
- En Finca Firmeza se realizó la medición de una área de bosque de aproximadamente diez hectáreas.
- Tabulación de datos de las especies inventariadas.
- Apoyo en la realización de planes de manejo para proyectos de protección PINPEP.
- Se realizó la entrega al INAB de los planes de manejo de siete áreas para proyectos PINPEP.

### **3.3.1.4 Constancia**

A continuación se muestran las coordenadas GTM obtenidas para los proyectos de protección PINPEP en la comunidad Negro Norte; el área comunal en los Cuadros 41 y 42. Y las áreas individuales en los Cuadros 43, 44, 45, 46, 47 y 48 cada uno con su correspondiente mapa de ubicación.

Así también imágenes de la toma de coordenadas GTM en las áreas boscosas, Figuras 54 y 55.

Los planes de manejo de estas áreas de protección se entregaron a INAB Morales Izabal, y la constancia se muestra en la Figura 56.

**Cuadro 41. Coordenadas bosque 1 comunidad Negro Norte.**

ID	Coordenadas	
	X	Y
1	694795	1697327
2	694825	1697302
3	694825	1697182
4	694908	1697208
5	694891	1697292

**Cuadro 42. Coordenadas bosque 2 comunidad Negro Norte.**

ID	Coordenadas	
	X	Y
1	695360	1697212
2	695336	1697272
3	695366	1697320
4	695410	1697365
5	695419	1697421
6	695476	1697392
7	695523	1697450
8	695495	1697493
9	695527	1697505
10	695543	1697563
11	695528	1697685
12	695562	1697719
13	695574	1697674
14	695596	1697697
15	695643	1697717
16	695659	1697743
17	695681	1697704
18	695724	1697699
19	695766	1697775
20	695869	1697810
21	695982	1697753

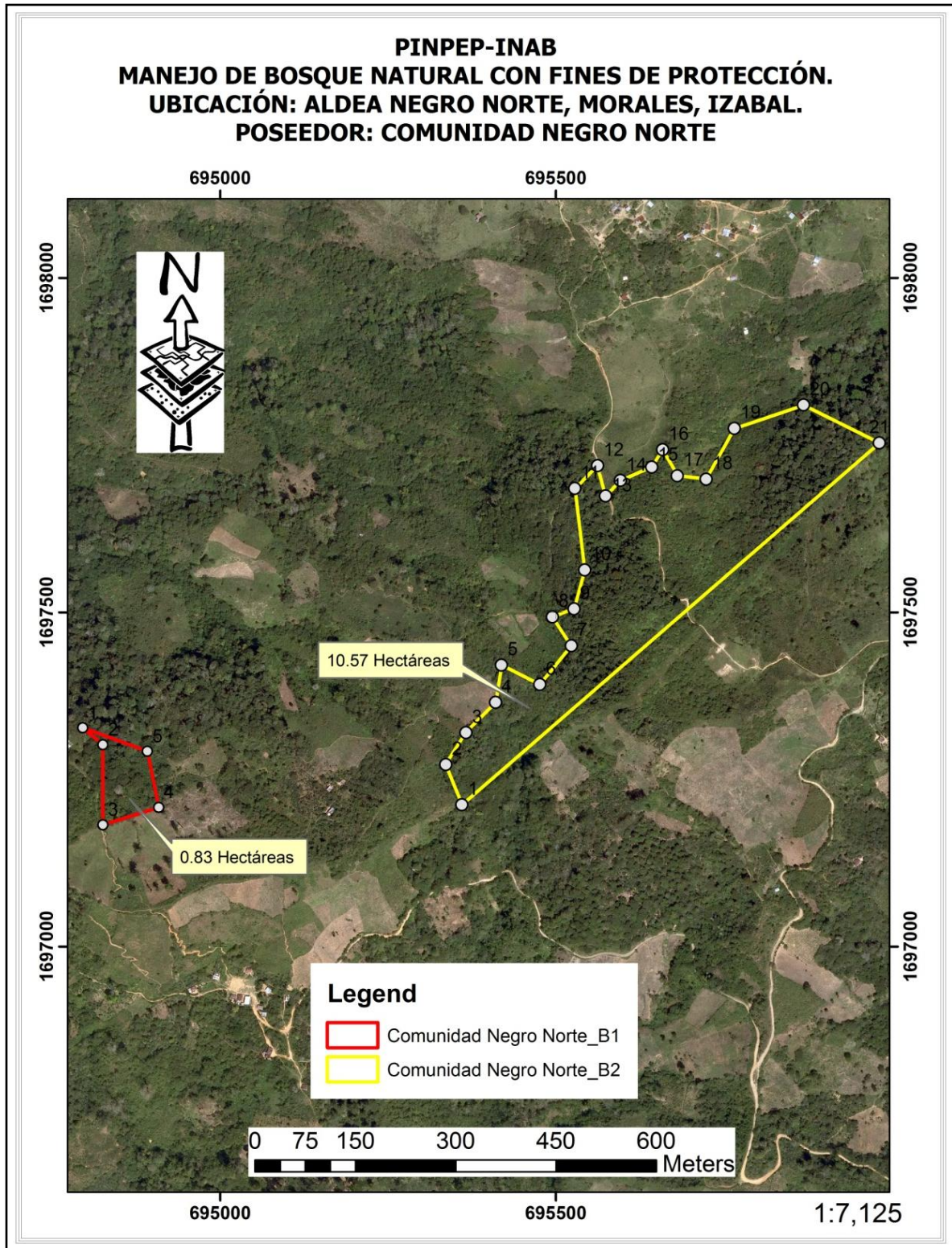


Figura 52. Polígonos de bosques propiedad de la comunidad Negro Norte.



**Cuadro 43. Coordenadas bosque propiedad de Carlos René Morales Henríquez.**

P.O.	Coordenadas	
	X	Y
1	695262,3	1699946,03
2	695120,88	1699918,25
3	694872,37	1700548,44
4	695039,85	1700618,8

**Cuadro 44. Coordenadas bosque propiedad de Consuelo Pacheco Villeda de López**

P.O.	Coordenadas	
	X	Y
1	695184,15	1700670,8
2	695424,11	1699950,39
3	695403,5	1699941,2
4	695392,73	1699971,32
5	695380,24	1699969,19
6	695262,3	1699946,03
7	695039,85	1700618,8
8	695148,41	1700664,41

**Cuadro 45. Coordenadas bosque propiedad de Mario René Castañeda Marroquín.**

P.O.	Coordenadas	
	X	Y
1	695333,8	1700701,1
2	695548,5	1699987,6
3	695483,7	1699977,5
4	695481,1	1699975,8
5	695424,1	1699950,4
6	695184,1	1700670,8

**Cuadro 46. Coordenadas bosque propiedad de Carlos Morales Aldana.**

P.O.	Coordenadas	
	X	Y
1	695548	1699987
2	695353	1700701
3	695534	1700733
4	695668	1700006

**Cuadro 47. Coordenadas bosque propiedad de Leslie Carolina Sandoval Córdón de Castañeda.**

P.O.	Coordenadas	
	X	Y
1	695534,11	1700733,35
2	695656,33	1700755,2
3	695706,05	1700748,59
4	695807,04	1700210,81
5	695668,04	1700006,31

**Cuadro 48. Coordenadas bosque propiedad de Claudia Raquel Morales Henríquez.**

P.O.	Coordenadas	
	X	Y
1	695548	1699987
2	695353	1700701
3	695534	1700733
4	695668	1700006

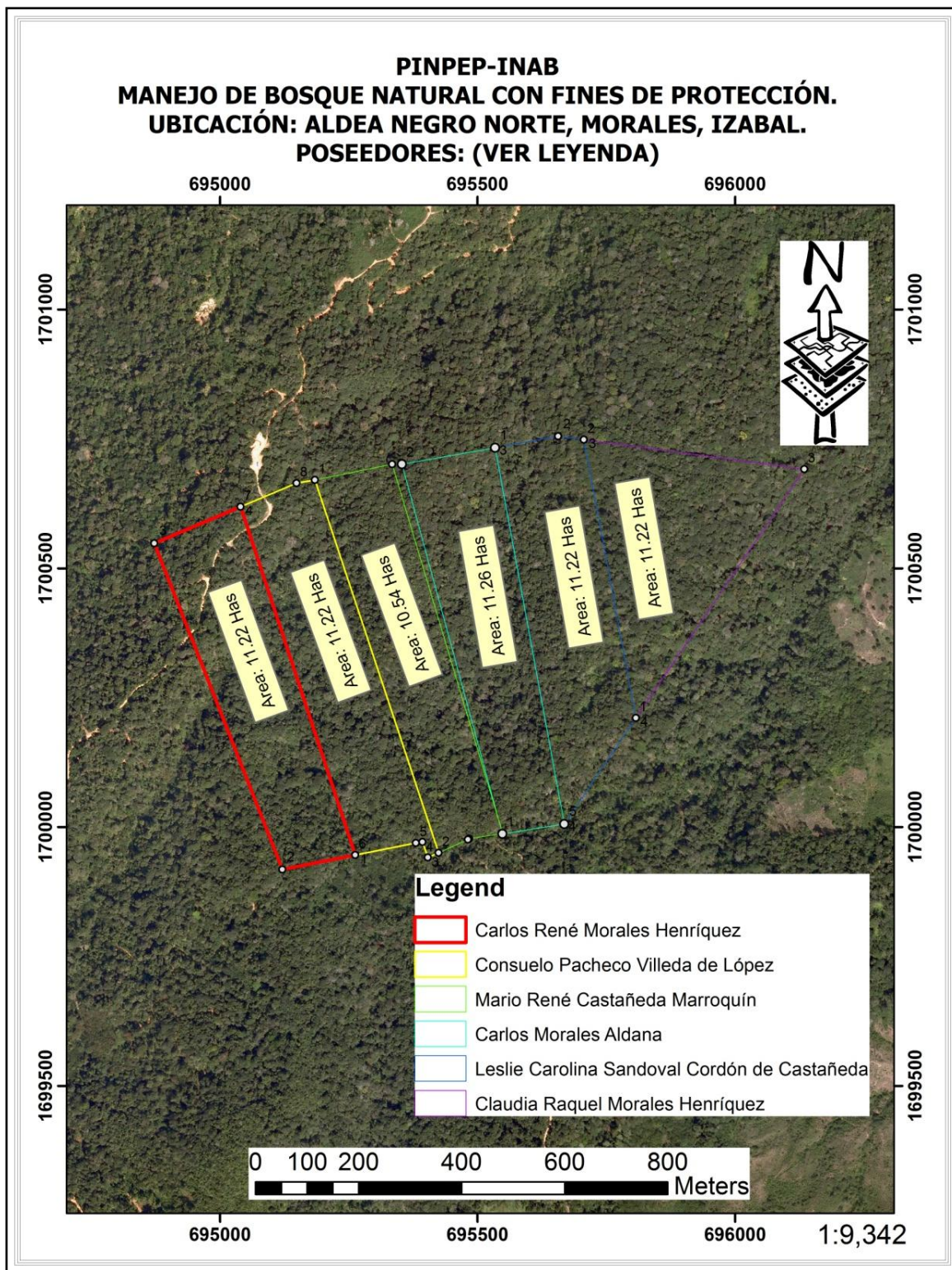


Figura 53. Polígonos de bosques de diferentes propietarios en comunidad Negro Norte.



Figura 54. Medición de área boscosa en Negro Norte.



Figura 55. Localización y toma de coordenada en un vértice.

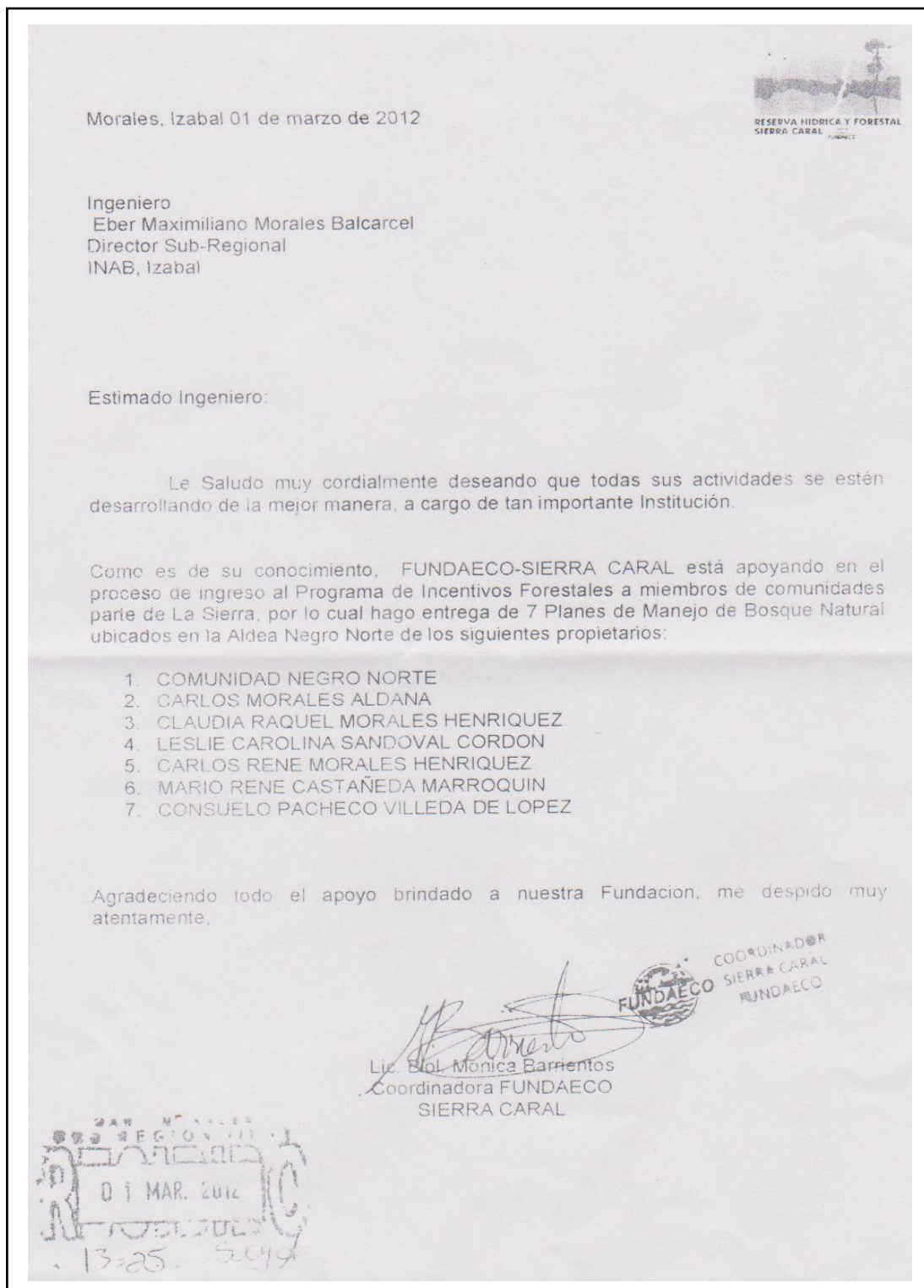


Figura 56. Constancia de entrega de planes de manejo a INAB, Morales Izabal.

### **3.3.2 Servicio 2: Recopilación de información para elaboración de propuesta para establecimiento de huertos mixtos familiares en tres comunidades de sierra Caral Morales, Izabal.**

#### **3.3.2.1 Objetivo Específico**

Recopilación de información primaria de las comunidades El Quinto, San José Bonanza y Peñitas, para elaboración de propuesta de establecimiento de huertos mixtos familiares en estas comunidades.

#### **3.3.2.2 Metodología**

- Se realizó una boleta para Recopilación de información relacionada con la propuesta de implementación de huertos mixtos familiares en las comunidades, ver Figura 59.
- Se visitaron las tres comunidades y dentro de estas la mayoría de viviendas para recabar la información primaria requerida.
- La visita domiciliar fue llevada a cabo mediante el acompañamiento de algún líder de la comunidad.
- La información recopilada se analizó y se incluyó dentro de unos cuadros para su presentación en la institución.
- La propuesta será elaborada por los técnicos que laboran en la institución.

#### **3.3.2.3 Evaluación**

- Las comunidades en donde se realizó la visita domiciliar son: El Quinto, San José Bonanza y Peñitas.
- Se llevó a cabo la entrevista de personas en cada una de sus viviendas y los resultados son los siguientes: En la comunidad El Quinto se entrevistó a 26 personas; en San José Bonanza a 29 personas; y en Peñitas a 28.
- Se realizaron 3 visitas en cada una de las aldeas involucradas para la recopilación de la información.
- El total de hogares visitados es de 59, y la información principal recabada se muestra en el Cuadro 49 en la constancia de este servicio.

### 3.2.3.4 Constancia

La información recabada en las entrevistas realizadas se muestra en el Cuadro 49 de manera resumida, siendo estos los requerimientos y preferencias de especies frutales, medicinales y hortalizas según las personas entrevistadas.

**Cuadro 49. Resumen de información recabada en las comunidades El Quinto, San José Bonanza y Peñitas.**

INFORMACIÓN EXTRAÍDA EN LAS COMUNIDADES.		
<b>Especies frutales que se cultivan y se adaptan al lugar.</b>	Mango ( <i>Mangifera indica</i> ); Limón ( <i>Citrus limon</i> ); Piña ( <i>Ananas Comosus</i> ); Coco ( <i>Cocos nucifera</i> ); Naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ); Aguacate ( <i>Persea americana</i> ); Papaya ( <i>Carica papaya</i> ); Banano ( <i>Musa sapientum</i> ).	
<b>Frutales que solicitan para establecer en su vivienda.</b>	<b>Variedades mejoradas de:</b>	
	Rambután ( <i>Nephellium lappaceum</i> )	
	Naranja ( <i>Citrus sinensis</i> )	
	Limón ( <i>Citrus limon</i> )	
<b>Especies medicinales que se cultivan en el lugar y su uso.</b>	<b>Especie</b>	<b>Uso</b>
	Curarina ( <i>Sansevieria trifasciata</i> )	Para Fiebres y Alergias.
	Juanilama ( <i>Lippia alba</i> )	Sarampión, Varicela, Decaimiento
	Ruda ( <i>Ruta graveolens</i> )	Indigestión, Cólicos, mala circulación.
	Apacín ( <i>Petiveria alliacea</i> )	Diarrea, flatulencias, asma, bronquitis.
Tres Puntas ( <i>Neurolaena lobata</i> )	Diabetes, fiebre, malaria.	
<b>Plantas medicinales que solicitan para establecer en su vivienda.</b>	<b>Especie</b>	<b>Uso</b>
	Sánalo Todo ( <i>Vitis tiliifolia</i> )	Para curar heridas e infecciones.
	Bervena ( <i>Verbena officinalis</i> )	Ayuda a la digestión, dolores de hígado, riñones.
	Te de limón ( <i>Cymbopogon citratus</i> )	Limpia el hígado y páncreas, reduce el ácido úrico y colesterol.
Sábila ( <i>Aloe arborescens</i> )	Quemaduras en piel, manchas, cicatriza.	
<b>Especies de hortalizas que cultivan en el lugar.</b>	Ninguno de los habitantes de esas comunidades cultiva hortalizas, algunos han tenido la oportunidad de establecer unas plantas de pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ) y chile dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ).	
<b>Hortalizas que solicitan para establecer en su vivienda.</b>	<b>Variedades adaptables de:</b> Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ); Rábano ( <i>Raphanus sativus</i> ); Güisquil ( <i>Sechium edule</i> ); Chile pimiento o dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ).	

**Boleta para realizar entrevistas a pobladores de la comunidad "El Quinto, San José Bonanza y Peñitas", Sierra Caral, Morales Izabal.**

**Aspectos Económicos**

1) ¿Cuántas personas habitan en su casa?

	Cantidad	Edades
Hombres		
Mujeres		
Niños		
Niñas		

2) ¿A qué se dedica el padre de familia? (Ingresos/semana)

3) ¿A qué se dedica la madre de familia? (Ingresos/semana)

4) ¿Sus hijos asisten a la escuela? No\_\_\_ Si\_\_\_  
Cuántos\_\_\_\_\_

5) ¿En donde cocina sus alimentos? \_\_\_\_\_ utiliza leña \_\_\_\_\_

6) ¿Terreno propio o arrendado? \_\_\_\_\_

**Aspectos Agronómicos**

7) ¿tiene algún tipo de cultivo en producción? No\_\_\_ Si\_\_\_, cuáles y cuanto: \_\_\_\_\_

8) ¿Es para consumo familiar o para la venta? \_\_\_\_\_

9) ¿Cuanto espacio tiene en el terreno de su casa disponible para realizar una siembra de diferentes especies? \_\_\_\_\_

9.1) Si tiene espacio en su terreno cual es el uso actual del mismo? \_\_\_\_\_

9.2) Cual es la topografía de su terreno y como es el suelo? \_\_\_\_\_

10) ¿Según su conocimiento que especie frutal se adapta bien en el lugar? \_\_\_\_\_

11) ¿Qué especies de árboles frutales le gustaría para su consumo? \_\_\_\_\_

12) ¿Según su conocimiento que especies medicinales se dan en el lugar y para que las utilizan? \_\_\_\_\_

13) ¿Que especies medicinales le gustaría tener para su uso? \_\_\_\_\_

14) ¿Qué tipo de Hortalizas se producen en el lugar? \_\_\_\_\_

15) ¿Que hortalizas le gustaría cultivar para su consumo? \_\_\_\_\_

Figura 57. Boleta para realización de entrevistas en las comunidades.



### **3.3.3 Servicio 3: Elaboración de aboneras a base de pulpa de café y capacitación para el manejo de aguas miel en la aldea Negro Norte, Morales Izabal.**

#### **3.3.3.1 Objetivo Específico**

Elaborar abono orgánico a base de pulpa de café y capacitaciones para el tratamiento de aguas miel producto del beneficiado de café en la comunidad Negro Norte, Morales Izabal.

#### **3.3.3.2 Metodología**

- Realización de tres capacitaciones a los pequeños productores de café para la elaboración de abono orgánico, mediante la fabricación de aboneras.
- Se realizaron tres capacitaciones para implementar acciones para el tratamiento y manejo de aguas miel y se brindó un informe sobre los problemas que conlleva el desecho de estos líquidos a los afluentes de agua natural.
- Se llevó a cabo dos demostraciones de cómo realizar una abonera a base de pulpa de café.

#### **3.3.3.3 Evaluación**

- Un total de 32 personas asistieron a las diferentes capacitaciones entre ellos pequeños productores, hijos y nietos de los mismos.
- El total de reuniones realizadas para llevar a cabo las capacitaciones fue de 6, 3 para elaboración de aboneras, 3 para manejo de aguas miel.
- Se hizo la demostración en dos aboneras en diferentes lugares de la aldea, para que la población observara paso a paso su elaboración.
- Se realizó un total de ocho aboneras a base de pulpa de café y productos orgánicos de fácil recolección.
- Se hizo entrega de documentos sobre elaboración de aboneras a los líderes de la comunidad.

### 3.3.3.4 Constancia

En la Figura 58 se observa una capacitación en la cual se detallaron los pasos a seguir, y los materiales a utilizar en la elaboración de aboneras. Y en la Figura 59 y 60 la demostración para elaboración de dos aboneras.



Figura 58. Capacitación sobre elaboración de aboneras.



Figura 59. Demostración de elaboración de abonera 1.



Figura 60. Demostración de elaboración de abonera 2.

### 3.3.4 Servicio 4: Capacitaciones sobre la realización de poda o manejo de tejido y aplicación de fertilizante órgano-mineral en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la aldea Negro Norte, Morales Izabal.

#### 3.3.4.1 Objetivo Específico

Realizar dos capacitaciones teóricas y dos prácticas sobre la realización de poda y la fertilización órgano-mineral foliar al cultivo de café en la aldea Negro Norte.

#### 3.3.4.2 Metodología

- Se realizó la capacitación teórica sobre los tipos de poda y la función de la misma en el cultivo de café y la de fertilización foliar así como el tipo de nutrientes a utilizar.
- Se procedió a realizar la poda del área de cultivo de café propiedad de un líder comunitario explicando paso a paso como podar y qué tipo de poda utilizar, pero el enfoque fue a poda esquelética.
- Se realizaron las mezclas para realizar una fertilización foliar utilizando una dosis de 2 litros de fertilizante órgano-mineral disuelto en 16 litros de agua que es lo que puede

contener la mochila de aspersión utilizada, así también se dio una explicación de que tipo de boquilla utilizar.

- Se llevó a cabo el mismo procedimiento dos veces con el objetivo de capacitar a quienes no asistieron en las primeras jornadas.

#### **3.3.4.3 Evaluación**

- Se realizó la capacitación en dos lugares de la comunidad los cuales fueron los puntos de reunión en cafetales propiedades de los señores Marco Tulio López y Aníbal López, realizando podas al cultivo de café.
- Asistiendo un total de 35 caficultores del lugar.
- De la misma manera se realizó la capacitación sobre la fertilización foliar en las mismas dos parcelas que ya se habían podado.
- A esta charla asistieron un total de 25 caficultores.

#### **3.3.4.4 Constancia**

En la Figura 61 se muestra como realizar la poda esquelética en el cultivo de café, en la Figura 62 se observa la preparación del fertilizante órgano-mineral que posteriormente se aplico en aspersiones realizadas durante las capacitaciones, esto se visualiza en la Figura 63.



**Figura 61. Capacitación práctica de podas en el cafetal propiedad de Aníbal López.**



**Figura 62. Realización de las mezclas para la preparación del fertilizante órgano-mineral.**



**Figura 63. Capacitación práctica sobre fertilización foliar.**

### **3.3.5 Servicio no planificado 1: Realización de un documento de apoyo para uso en la institución con los pobladores de las comunidades de sierra Caral, Morales Izabal.**

#### **3.3.5.1 Objetivo específico**

Elaboración de una guía que contiene: 1) Realización de aboneras a base de pulpa de café; 2) Medición de caudales; 3) Preparación de Fertilizante órgano-mineral. Con el fin de ser utilizada por los pobladores mediante la asistencia técnica de la institución.

#### **3.3.5.2 Metodología**

- Obtención de información sobre actividades que se realizan dentro del área de protección sin asistencia técnica.
- Se realizó una revisión bibliográfica de cada una de las actividades que se requería incluir en la guía.
- Se procedió al análisis de la información encontrada con el objetivo de reducir al máximo la bibliografía, para plasmar en el documento una síntesis de las actividades.

#### **3.3.5.3 Evaluación**

- Se realizó una guía incluyendo las tres actividades mencionadas en el objetivo específico, por lo que se dio por finalizado el documento de manera sencilla y de fácil interpretación para ayuda a los pobladores de Sierra Caral.
- Se realizaron 2 capacitaciones sobre la elaboración de fertilizante órgano-mineral.

#### **3.3.5.4 Constancia**

Se hizo entrega de la guía elaborada a la coordinadora de FUNDAECO capitulo Sierra Caral, antes de la finalización del EPS. Quien dio el visto bueno de la realización de la misma, esta se muestra en la Figura 64.



Figura 64. Constancia de entrega de guía elaborada para uso de la institución con las comunidades.

### **3.3.6 Servicio no planificado 2: Resolución de conflicto de tierra entre dos propietarios en aldea Negro Norte, Morales Izabal.**

#### **3.3.6.1 Objetivo específico**

Rectificación de medidas de dos terrenos y trámite en el Registro de Información Catastral (RIC) para obtención de planos autenticados por dicha institución. Propiedad de Marco Tulio López y Noé Cabrera en aldea Negro Norte Morales Izabal.

#### **3.3.6.1 Metodología**

- Medición de los dos terrenos con ayuda de GPS y toma de coordenadas en cada uno de los vértices de las áreas medidas.
- Solicitud de copia de documento de identificación DPI de los adquirientes y del anterior dueño, así también del documento extendido por el alcalde comunitario en el cual hace saber que son propietarios legítimos de los terrenos.
- Traslado de la información recabada en campo a una oficina de ingeniería para la conversión de la información cruda en libreta de campo.
- Presentación de los documentos requeridos y la información de coordenadas obtenidas en campo en el Registro de Información Catastral –RIC-, para su evaluación y trámite correspondiente.
- Resolución emitida por el RIC y entrega de planos individuales para cada adquiriente.

#### **3.3.6.2 Evaluación**

Entrega de las resoluciones emitidas por el RIC y los planos autorizados por la institución con su correspondiente número de predio para su posterior legalización en el Registro General de la Propiedad; a cada uno de los propietarios.



3.3.6.3 Constancia

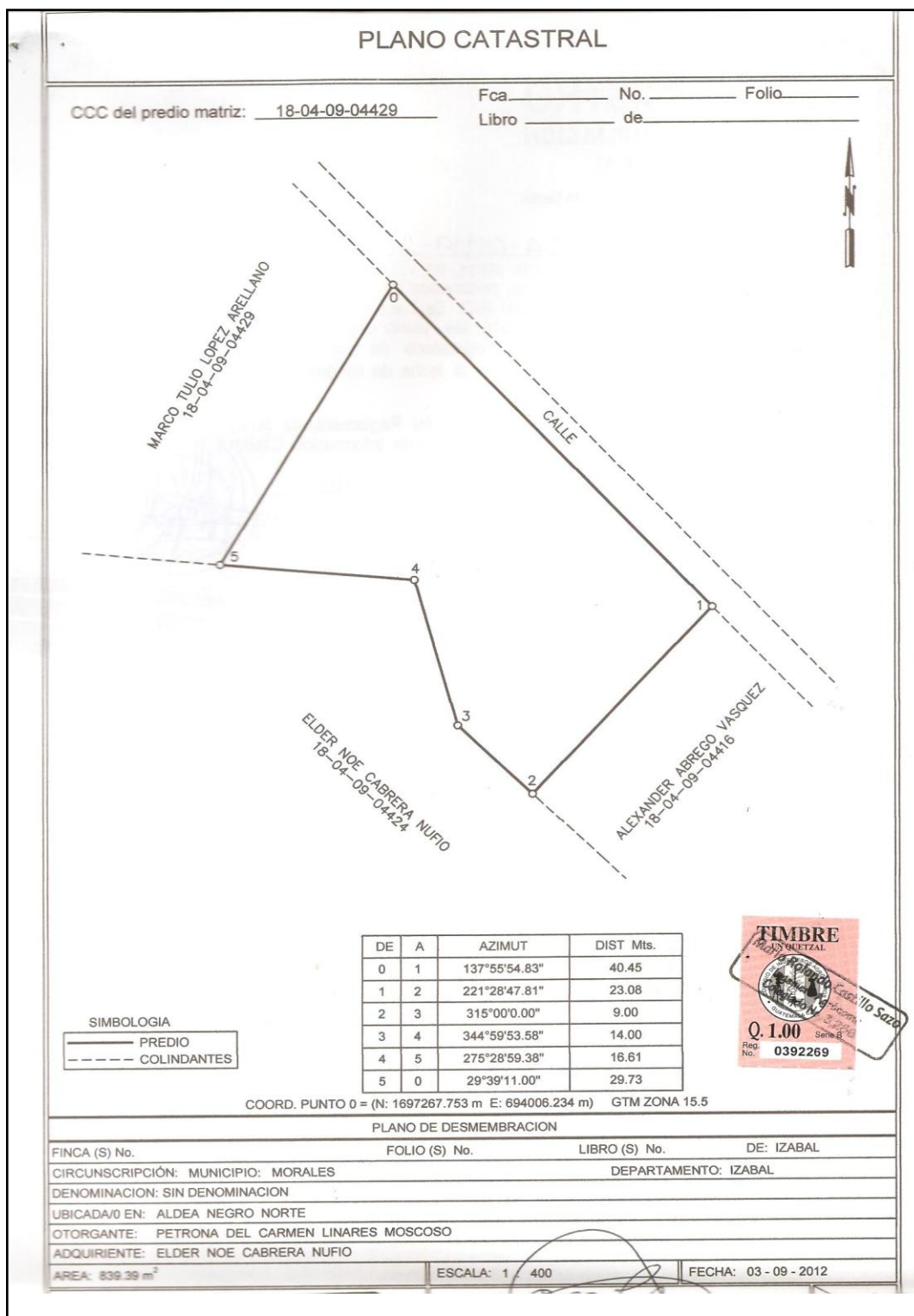


Figura 65. Plano otorgado por el RIC al propietario Elder Noé Cabrera Nufio.

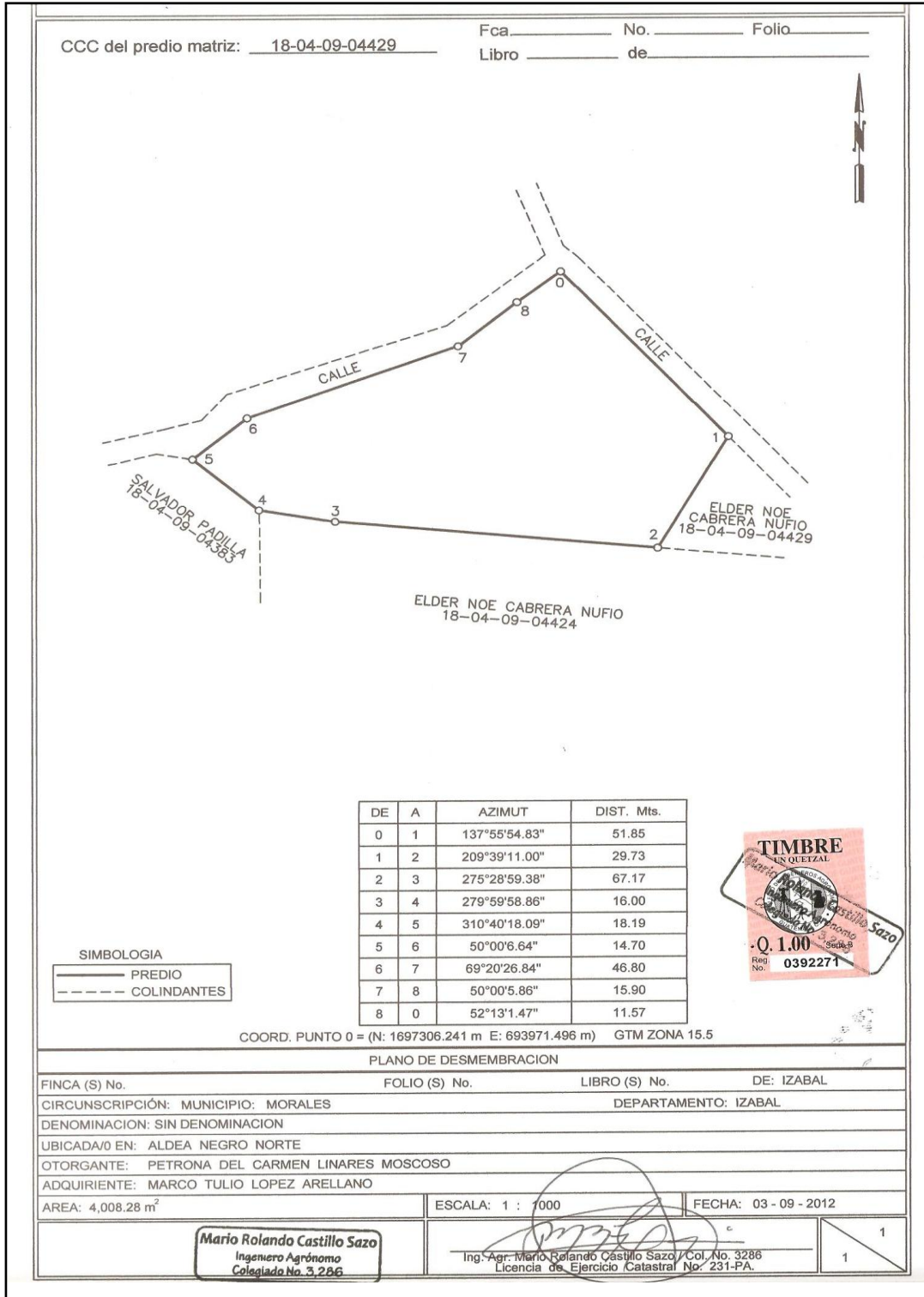
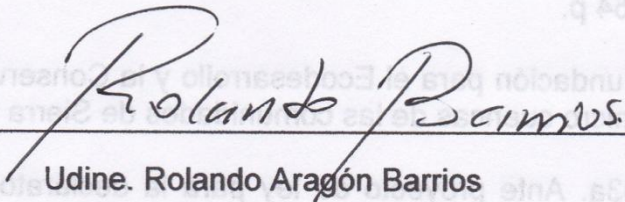



Figura 66. Plano otorgado por el RIC al propietario Marco Tulio López Arellano.

### 3.4 BIBLIOGRAFIA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1991a. Manual de caficultura. Guatemala. p. 67-82.
2. \_\_\_\_\_. 1991b. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 214 p.
3. \_\_\_\_\_. 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
4. Camino, DR Del. 1998. Consideraciones económicas en el manejo de bosques tropicales. Costa Rica, CATIE. 20 p.
5. FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, GT). 2002. Planes de manejo de micro cuencas de las comunidades de Sierra Caral. Guatemala. 55 p.
6. \_\_\_\_\_. 2003. Ante proyecto de ley para la declaratoria legal de Sierra Caral. Guatemala. 62 p.
7. \_\_\_\_\_. 2005. Plan maestro de la Sierra Caral, Morales, Izabal. Guatemala. 83 p.
8. FUNDARY (Fundación Mario Dary, GT). 1992. Estudio técnico del área de protección especial Sierra Caral. Guatemala. 75 p.

Vo.Bo.:  Udine. Rolando Aragón Barrios



The stamp is circular with the text "CENTRO DE DOCUMENTACION E INFORMACION AGRICOLA" in the center. The outer ring contains the text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS" at the top and "CATEDRA DE AGRICULTURA" at the bottom.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 22/2013

LA INVESTIGACIÓN TITULADA: "EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR (ÓRGANO-MINERAL) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), ALDEA NEGRO NORTE, MORALES, IZABAL, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CÉSAR ADRIÁN DÍAZ PICÓN

CARNE: 200341581

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. Iván Dimitri Santos  
Dr. Marco Tulio Aceituno  
Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Dr. Marco Tulio Aceituno  
A S E S O R

Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales  
DOCENTE - A S E S O R



MSc. Manuel de Jesús Martínez Cevallos  
DIRECTOR DEL IIA

MDJM,/nm  
c.c. Archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA



Guatemala 30 de mayo de 2013

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 244-13

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR (ÓRGANO-MINERAL) Y APOYO EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA ALDEA NEGRO NORTE, MUNICIPIO DE MORALES DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE:

CÉSAR ADRIÁN DÍAZ PICÓN

No. CARNÉ

200341581

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

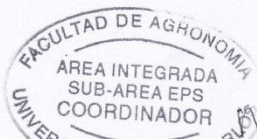
“EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR (ÓRGANO-MINERAL) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.). ALDEA NEGRO NORTE, MORALES IZABAL, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Dr. Iván Dimitri Santos  
Dr. Marco Tulio Aceituno  
Ing.Agr. Edwin Enrique Cano Morales

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing.Agr. Edwin Enrique Cano Morales  
Docente – Asesor de EPS



Vo.Bo. Dr. Marco Vinicio Fernández Montoya  
Coordinador Subarea de EPSA

Vo.Bo. Ing.Agr. MSc. Pedro Peláez Reyes  
Coordinador Area Integrada



c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



No. 30.2013

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN INICIAL DE LA PODA ESQUELÉTICA Y FERTILIZACIÓN FOLIAR (ÓRGANO-MINERAL) Y APOYO EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA ALDEA NEGRO NORTE, MUNICIPIO DE MORALES DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C.A."

Estudiante: César Adrián Díaz Picón

Carné: 200341581

"IMPRIMASE"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "L. Figuroa".

Dr. Lauriano Figuroa Quiñonez  
DECANO

