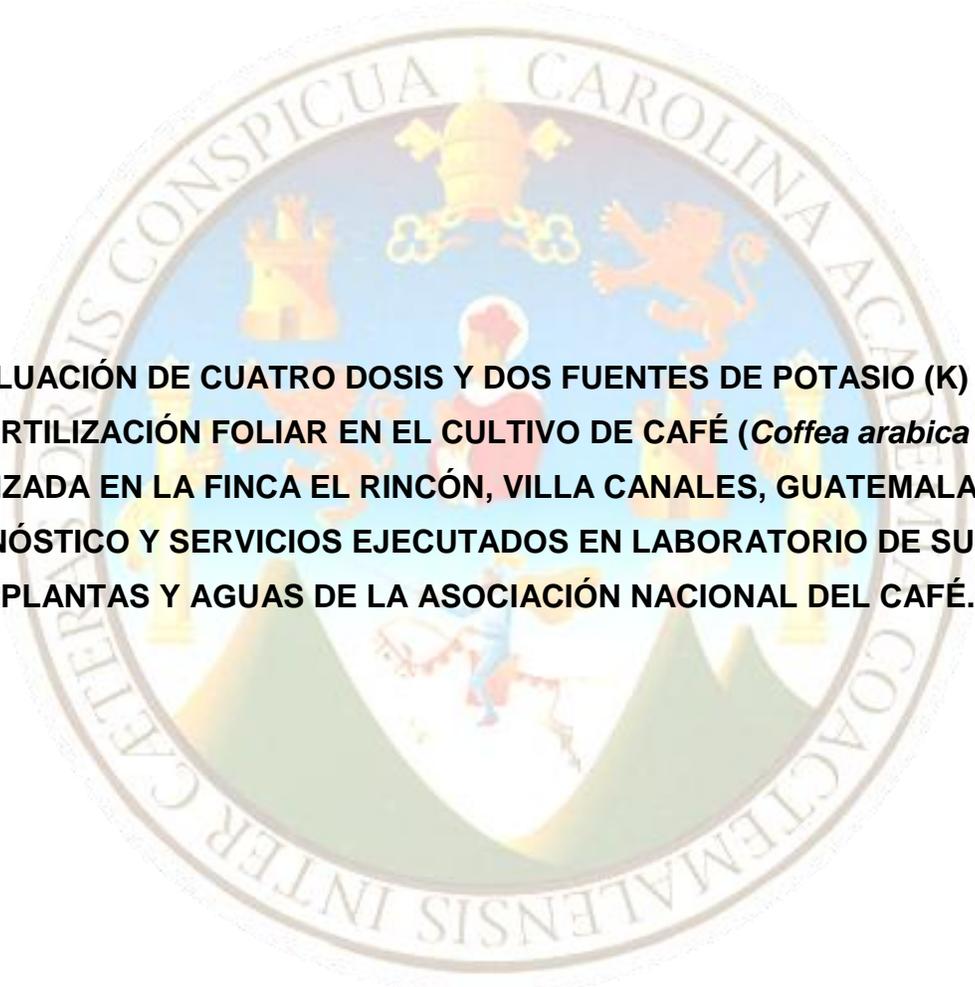


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background, depicting a figure in a red and white robe. Above the shield is a golden crown with a cross on top. The shield is flanked by two golden lions. The entire emblem is set against a light blue background with a green base. The Latin motto "CETERIS CONSPICUA CAROLINA ACACIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS Y DOS FUENTES DE POTASIO (K) CON  
FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)  
REALIZADA EN LA FINCA EL RINCÓN, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN LABORATORIO DE SUELOS,  
PLANTAS Y AGUAS DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ.**

**EDSON JOSÉ JUÁN ALVAREZ MARROQUÍN**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS Y DOS FUENTES DE POTASIO (K) CON  
FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)  
REALIZADA EN LA FINCA EL RINCÓN, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN LABORATORIO DE SUELOS,  
PLANTAS Y AGUAS DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ.**

**POR**

**EDSON JOSÉ JUÁN ALVAREZ MARROQUÍN**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015**

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

**RECTOR**

**DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

**JUNTA DIRECTIVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>Decano en funciones:</b>	<b>Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara</b>
<b>Vocal Primero</b>	<b>Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara</b>
<b>Vocal Segundo</b>	<b>Ing. Agr. MSc. César Linneo García Contreras</b>
<b>Vocal Tercero</b>	<b>Ing. Agr. MSc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz</b>
<b>Vocal Cuarto</b>	<b>P. Agr. Josué Benjamín Boche López</b>
<b>Vocal Quinto</b>	<b>MEH Ruth Raquel Curruchich Cúmez</b>
<b>Secretario Académico:</b>	<b>Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón</b>

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015**

Guatemala, septiembre de 2015

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con 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 titulado: **EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS Y DOS FUENTES DE POTASIO (K) CON FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) REALIZADA EN LA FINCA EL RINCÓN, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ.** 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, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

EDSON JOSÉ JUÁN ALVAREZ MARROQUÍN

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:** Fuente de luz y sabiduría, gracias por la bendición y oportunidad de culminar mis estudios a nivel superior, logrando una etapa más en mi vida.

**MIS PADRES:** Enmer Santiago Alvarez Méndez  
Lilian Ivonne Marroquín Rivera  
Por todas las enseñanzas y valores inculcados desde niño, y el apoyo moral, espiritual, y los consejos recibidos a lo largo de mi carrera, los quiero mucho Dios los bendiga.

**MIS ABUELOS:** José María Alvarez Santizo (+) Ruth Elodia Méndez Lantán (+) Juan José Marroquín Vela (+) Graciela Rivera Luch. Gracias por permitirme ser su nieto y recibir de ustedes consejos todo el apoyo amor y cariño; a los que ya dejaron la vida terrenal que Dios los tenga en su santa gloria.

**MIS HERMANAS:** Lisbeth Analucia Alvarez Marroquín  
Lisseth Ana María Alvarez Marroquín  
Gracias por todos los momentos compartidos como hermanos, que mi triunfo sea un ejemplo para ustedes en su vida estudiantil, las quiero mucho.

**MIS TIOS:** Paternos: Tulio César (+) que Dios lo tenga en sus brazos, Hilda Leticia, Telma Araceli, Amilcar Manolo  
Maternos: Juan Adrián, Luis Antonio, Gerberth Gionvani  
Gracias por permitirme ser su sobrino y recibir todo el apoyo y consejos Dios los bendiga.

**MIS PRIMOS:**

Paternos: Tulio César, Ruth Andrea, José Manuel, Ruth María.

Maternos: Juan Adrián, Kimberly Maricely, Astrid Adriana Ivonne, Sindy Graciela, Anthony Fabio José, Dilán Víctor Manuel, Juan Luis, María Jiménez, Herbert José. Por todos los momentos compartidos en familia y que esto sea un ejemplo de superación para el futuro de todos ustedes.

**MIS AMIGOS:**

Con los cuales tuve la oportunidad, de compartir dentro de un salón de clases muchas experiencias y conocimiento teórico- práctico durante la carrera universitaria.

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:**

Por ser la persona que me ha acompañado en todo momento a lo largo de mi carrera, me ha abierto todas las puertas para poder culminar con éxitos y bendiciones, y desarrollarme como un profesional más al servicio de nuestra patria.

**USAC:**

A la gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala; por permitirme adquirir todos los conocimientos necesarios y prepararme profesionalmente.

**FAUSAC:**

A la Facultad de Agronomía con el apoyo de todo el personal docente y administrativo por brindarme todas las herramientas y asesoría necesaria para desarrollarme en el campo de la agricultura.

**IEAL:**

Al Instituto Evangélico América Latina, Chimaltenango por contribuir en mi formación académica a nivel medio.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

### **ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ (ANACAFÉ):**

Por abrirme sus puertas para poder realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

### **LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS DE ANACAFÉ (ANALAB)**

Ing. Humberto Jiménez Garcia

Astrid Aguirre Palomo

Por todas las atenciones y el apoyo recibido durante el Ejercicio Profesional Supervisado.

### **ÁREA DE PROTECCIÓN VEGETAL (ANALAB):**

Eder Leonardo González Arias

Carlos René Yucuté Miranda

Sinceros agradecimientos por su amistad y compañerismo; así como por el apoyo brindado durante la fase de diagnóstico y servicios.

### **CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CAFÉ (CEDICAFÉ):**

Ing. Agr. Edgar Edulfo López de León (Coordinador Programa Agronómico)

Por su amistad sincera, y su admirable labor profesional al servicio de la caficultura del país, además de su valiosa colaboración asesoría y apoyo brindado durante el manejo del experimento en campo así como en la revisión, y redacción del documento de investigación.

Br. en Caficultura. Edgar Solís

Gracias por el apoyo recibido en campo para la realización de la investigación.

**FINCA EL RINCÓN VILLA CANALES, GUATEMALA:**

Ing. Agr. Carlos Méndez

Señor Eri Posada

Agradecimientos por abrirme las puertas de tan prestigiosa finca y brindar el apoyo necesario para la realización de la investigación que contribuye al beneficio de la caficultura guatemalteca.

**ASESORES FACULTAD DE AGRONOMÍA:**

Ing. Agr. MSc. César Linneo Garcia Contreras (Supervisor)

Dr. Iván Dimitri Santos Castillo (Asesor Específico)

Dr. Ovidio Anibal Sacbajá Galindo (Evaluador)

Por el tiempo dedicado en la revisión, redacción y sugerencias aportadas para el enriquecimiento y elaboración de este documento.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE PROTECCIÓN VEGETAL DE ANALAB, CON ÉNFASIS EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD, ANACAFÉ, GUATEMALA, C.A.....	1
1.1. PRESENTACIÓN.....	2
1.2. MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y DIVISIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA .....	3
1.2.2. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA .....	3
1.2.2.1. Temperatura .....	3
1.2.2.2. Humedad .....	3
1.2.2.3. Zonas de vida .....	3
1.2.3 DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA .....	4
1.2.3.1. Fisiografía .....	4
1.2.3.2. Geología .....	4
1.2.3.3. Suelos.....	4
1.2.3.4. Cultivos .....	5
1.2.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS .....	5
1.2.4.1. Social .....	5
1.2.4.2. Económico .....	5
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. General .....	7
1.3.2. Específicos.....	7
1.4. METODOLOGÍA.....	8
1.4.1. Obtención de información .....	8

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.4.1.1. Entrevista estructurada .....	8
1.4.1.2. Capacitación Norma 17025-2005 .....	9
1.4.2. Elaboración de diagrama Ishikawa .....	9
1.5. RESULTADOS.....	10
1.5.1. Ubicación de Analab .....	10
1.5.2. Plano de Analab.....	10
1.5.3. Organigrama del Personal de Analab .....	11
1.5.4. Flujograma para análisis de muestras en el área de Protección Vegetal	12
1.5.5. Criterios de aceptación de muestras para el servicio de análisis .....	12
1.5.5.1. Criterios generales para todas las muestras.....	12
1.5.5.2. Criterios específicos para muestras de análisis de suelos.....	13
1.5.5.3. Criterios específicos para análisis foliares .....	13
1.5.5.4. Criterios específicos para muestras de aguas de riego y aguas residuales (únicamente aguas de cultivo de café) .....	13
1.5.5.5. Criterios específicos para aguas de microbiología.....	13
1.5.5.6. Abonos Orgánicos (preparados en finca, no se aceptan abonos comerciales, fertilizantes o cerdazas) .....	14
1.5.5.7. Cales, yesos o mezcla de ambos .....	14
1.5.5.8. Criterios específicos para plagas y enfermedades, únicamente cultivos de café .....	14
1.5.5.9. Traslado de muestra de recepción al área correspondiente .....	15
1.5.5.10. Entrega de análisis a los clientes.....	15
1.5.6. Norma ISO 17025-2005 .....	15
1.5.6.1. Procedimiento de control de documentos.....	15
1.5.6.2. Norma ISO 17025-2005.....	16

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.5.6.3. Procedimiento de control de registros.....	17
1.5.7. Diagrama Ishikawa.....	18
1.6. CONCLUSIONES.....	19
1.7. BIBLIOGRAFÍA.....	20
<b>CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS Y DOS FUENTES DE POTASIO (K) CON FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.) REALIZADA EN LA FINCA EL RINCÓN, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.....</b>	<b>21</b>
2.1. PRESENTACIÓN.....	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.2.1. El cafeto .....	23
2.2.2. Variedades de café .....	23
2.2.2.1. Catuai .....	23
2.2.2.2. Caturra.....	24
2.2.3. Clasificación taxonómica.....	25
2.2.4. Morfología general del cafeto.....	25
2.2.4.1. Raíces.....	25
2.2.4.2. Hojas.....	25
2.2.4.3. Flores.....	26
2.2.4.4. Frutos.....	26
2.2.4.5. Semilla .....	26
2.2.5. Fisiología del Cafeto .....	27
2.2.6. Generalidades sobre fertilización .....	29
2.2.6.1. El suelo .....	29
2.2.6.2. Fertilidad .....	30

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
2.2.6.3. Fertilizantes .....	30
2.2.6.4. Fertilización del cafeto .....	31
2.2.6.5. Funciones de los nutrimentos en el cafeto.....	31
2.2.6.6. Fertilización foliar .....	32
2.2.6.7. Mecanismos de absorción foliar .....	34
2.2.6.8. Fertilización foliar en café .....	36
2.2.6.9. Funciones del Potasio (K).....	37
2.2.6.10. Deficiencia de Potasio .....	37
2.2.6.11. Muriato de Potasio (MOP) .....	38
2.2.7. Antecedentes .....	38
2.3. MARCO REFERENCIAL.....	41
2.3.1. Localización .....	41
2.3.2. Fisiografía .....	42
2.3.3. Clasificación de suelos.....	43
2.3.4. Zonas de Vida .....	43
2.4. OBJETIVOS.....	44
2.4.1. General .....	44
2.4.2. Específicos.....	44
2.5. METODOLOGÍA.....	45
2.5.1. Descripción de los tratamientos .....	45
2.5.1.1. Distribución de tratamientos .....	46
2.5.2. Diseño experimental .....	47
2.5.2.1. Modelo estadístico .....	47
2.5.2.2. Unidad experimental .....	47

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
2.5.3. Nutrición en el manejo del cultivo.....	48
2.5.4. Manejo agronómico del experimento .....	48
2.5.4.1. Cronograma de aplicaciones .....	50
2.5.4.2. Cronograma de cosechas.....	50
2.5.4.3. Variables de Respuesta.....	51
2.5.5. Análisis de la información .....	51
2.5.5.1. Estadístico .....	51
2.5.5.2. Gráfico .....	51
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
2.6.1. Rendimiento de café cereza maduro colectado por tratamiento durante el período de cosecha.....	52
2.6.2. Análisis de varianza del rendimiento en Kg/planta maduro en el fruto del café. ....	52
2.6.3. Curva de variación estacional de Potasio .....	53
2.7. CONCLUSIONES.....	55
2.8. RECOMENDACIONES.....	56
2.9. BIBLIOGRAFÍA.....	57
2.10. ANEXOS.....	60
<b>CAPÍTULO III SERVICIOS PRESTADOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN VEGETAL, ANACAFÉ, GUATEMALA, C.A.....</b>	<b>66</b>
3.1. Servicio I: Implementación de la metodología 5Ss para la mejora continua del sistema de calidad en el área de protección vegetal Analab, Anacafé....	67
3.1.1. Introducción.....	67
3.1.2. Objetivos .....	67
3.1.3. Marco Teórico .....	67

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
3.1.3.1. Qué es la metodología 5Ss? .....	67
3.1.3.2. Objetivo principal de la metodología 5Ss .....	68
3.1.3.3. Beneficios directos de las 5Ss .....	68
3.1.3.4. Primera S: Seiri = Clasificar .....	68
3.1.3.5. Segunda S: Seiton = Ordenar .....	68
3.1.3.6. Tercera S: Seiso = Limpiar .....	69
3.1.3.7. Cuarta S: Seiketsu = Estandarizar .....	69
3.1.3.8. Quinta S: Shitsuke = Disciplina .....	69
3.1.4. Metodología .....	69
3.1.4.1. Fase I .....	69
3.1.4.2. Fase II .....	69
3.1.4.3. Fase III .....	69
3.1.5. Resultados .....	70
3.1.6. Evaluación .....	71
3.1.7. Bibliografía .....	72
3.2. Servicio II: Desarrollo del sistema de documentación para el aseguramiento de la calidad en el área de protección vegetal Analab, Anacafé .....	73
3.2.1. Introducción .....	73
3.2.2. Objetivos .....	73
3.2.3. Marco Teórico .....	74
3.2.3.1. Sistema, Gestión y Calidad .....	74
3.2.4. Metodología .....	75
3.2.4.1. Fase I .....	75
3.2.4.2. Fase II .....	75

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
3.2.4.3. Fase III.....	75
3.2.5. Resultados.....	75
3.2.6. Evaluación.....	77
3.2.7. Bibliografía.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Boleta de entrevista para el área de recepción de muestras .....	9
Figura 2. Ubicación de las diferentes áreas de trabajo en Analab .....	10
Figura 3. Estructura Organizacional del Personal de Analab .....	11
Figura 4. Proceso de análisis e ingreso de muestras a protección vegetal.....	12
Figura 5. Diagrama Ishikawa del área de protección vegetal.....	18
Figura 6. Factores que interactúan en la fertilización foliar .....	34
Figura 7. Deficiencia de Potasio.....	38
Figura 8. Localización del área donde se realizó el experimento.....	42
Figura 9. Manejo agronómico en sus diferentes etapas; desde identificación de los tratamientos hasta peso de fruto por tratamiento.....	49
Figura 10. Curva de variación estacional del porcentaje de Potasio (K) en el área foliar en la etapa maduración – cosecha.....	54
Figura 11. Análisis de Suelo 02-10-2013 .....	60
Figura 12. Análisis foliar 16-12-2013.....	61
Figura 13. Análisis Foliar 15-01-2014.....	62
Figura 14. Plan de Fertilización Finca El Rincón parte I.....	63
Figura 15. Plan de Fertilización Finca El Rincón parte II.....	64
Figura 16. Plan de Fertilización Finca El Rincón parte III.....	65

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 17. Capacitación al personal que labora en protección vegetal. ....	70
Figura 18. Metodología 5Ss en las áreas de protección vegetal. ....	70
Figura 19. Personal de protección vegetal preparando muestras. ....	71
Figura 20. Guía de uso de Estereomicroscopio .....	76
Figura 21. Bitácora de control de uso de centrífuga manual .....	76
Figura 22. Bitácora de conteo de nemátodos publicada .....	77

### ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1. Tipos de documentos del SGC de Anacafé.....	16
Cuadro 2. Tratamientos seleccionados y evaluados en el estudio.....	45
Cuadro 3. Ubicación, identificación y distribución de los tratamientos en campo..	46
Cuadro 4. Representación de la unidad experimental en campo.....	47
Cuadro 5. Programación de aspersiones en campo. ....	50
Cuadro 6. Programación de cosechas en campo.....	50
Cuadro 7. Cosecha de peso de fruto de café cereza maduro en Kg/Ha.....	52
Cuadro 8. Análisis de la varianza en el rendimiento en Kg/planta maduro en el fruto del café.....	52
Cuadro 9. Muestreos y concentración de Potasio (K) en el área foliar.....	53

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS Y DOS FUENTES DE POTASIO (K) CON  
FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)  
REALIZADA EN LA FINCA EL RINCÓN, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN LABORATORIO DE SUELOS,  
PLANTAS Y AGUAS DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ.**

**1. RESUMEN**

La Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ); es una entidad de servicio público autónoma con patrimonio propio y fondos privativos fundada por la Ley del Café en 1960, representando a 90 mil caficultores de todo el país. Se estima que el cultivo de café ocupa 2.5% del territorio nacional y está presente en 20 de los 22 departamentos; con el fin de impulsar la economía nacional en cuanto a la producción y comercialización. La Asociación es dirigida por una Junta Directiva, en la que están representados integrantes de asociaciones y cooperativas de caficultores de todo el país. Los integrantes son electos anualmente en la Asamblea General Ordinaria por un período de dos años. La Junta Directiva también está integrada por representantes del Presidente de la República y del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Como institución gremial representante de los caficultores nacionales, es encargada de velar por los intereses del sector, así mismo responsable de prestar servicios efectivos para lograr una caficultura sostenible, competitiva y de calidad. Conjuntamente la Asociación Nacional del Café y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, establecieron llevar a cabo el presente trabajo “EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS Y DOS FUENTES DE POTASIO (K) CON FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) REALIZADA EN LA FINCA EL RINCÓN, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ”. El cuál

brindará un aporte al sector cafetalero de Guatemala, en su componente consta de tres fases.

- El diagnóstico ejecutado en el laboratorio de suelos plantas y aguas (Analab) de la Asociación Nacional del Café, donde inició un proceso innovador, en el que destacan el proceso de acreditación de los métodos de análisis de acuerdo a la Norma de Gestión de Calidad ISO 17025-2005 y la inversión en infraestructura, que incluye la remodelación del laboratorio; de los cuáles el área de suelos es la única que actualmente cuenta con el sistema de gestión de calidad para lo cual se desea implementar en las demás áreas de laboratorio.
- La investigación realizada en Finca El Rincón Villa Canales Guatemala. La cuál recibe asistencia técnica por parte de Anacafé, donde se evaluaron cuatro dosis de potasio con dos fuentes en presentaciones líquida y granulada aplicadas vía foliar.
- En los servicios se implementó la metodología de las 5Ss para el área de protección vegetal, es una herramienta que permite establecer y mejorar las condiciones, a través de mantener organización, limpieza orden y disciplina en un ambiente de trabajo.

Estas tres fases son las que conforman el trabajo de graduación tanto el diagnóstico como los servicios realizados en la Asociación Nacional del Café, y la investigación en Finca El Rincón Villa Canales Guatemala, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía, comprendido en el período de Agosto 2013 a Mayo 2014.



## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE PROTECCIÓN VEGETAL DE ANALAB, CON ÉNFASIS EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD, ANACAFÉ, GUATEMALA, C.A.**

## 1.1. PRESENTACIÓN

El laboratorio de Protección Vegetal; es el encargado de brindar a los productores de café un servicio de calidad, aportando soluciones efectivas en el área de protección y sanidad del cultivo que contribuyan con el éxito y desarrollo de las empresas cafetaleras; así mismo cuenta con personal al servicio de la caficultura que brinda diagnósticos certeros y desarrollo continuo de estrategias sostenibles, oportunas y eficientes orientadas a la protección de la sanidad del cultivo. Por lo que es importante conocer los servicios que brinda el laboratorio así como los requisitos para demostrar que sí se cuenta con un Sistema de Gestión para actividades de calidad, administrativas y técnicas dentro del proceso de acreditación que permite convertirlo competente y capaz de generar resultados válidos, a través de la implementación de metodologías para el cumplimiento de las mismas.

Analab inició un proceso innovador, en el que destacan el proceso de acreditación de los métodos de análisis de acuerdo a la Norma de Gestión de Calidad ISO 17025-2005 y la inversión en infraestructura, que incluye la remodelación del laboratorio; de los cuáles el área de suelos es la única que actualmente cuenta con el sistema de gestión de calidad para lo cual se desea implementar en las demás áreas de laboratorio.

El área piloto a trabajar dentro de Analab es Protección Vegetal, el cual brinda servicios de análisis de enfermedades plagas y detección de niveles poblacionales de nematodos en el cultivo de café, realiza análisis de Ocratoxina "A" en granos de café para exportación. Así como identificación de la bacteria *Xylella fastidiosa*, enfermedad que causa daño en hojas, nudos y frutos en plantas de café.

## **1.2. MARCO REFERENCIAL**

### **1.2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y DIVISIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

La república de Guatemala se encuentra localizada en la parte norte del istmo centroamericano; limita al norte y al oeste, con la república de México; al sur, con el Océano Pacífico; al este, con Belice, el Océano Atlántico y las repúblicas de Honduras y El Salvador. Está comprendida entre los paralelos 13° 44" y 18° 30" latitud norte y entre los meridianos 87° 24" y 92° 14", al oeste del meridiano de Greenwich. Su extensión territorial es de 108,889 kilómetros cuadrados. La división político administrativa, comprende 8 regiones, 22 departamentos y 331 municipios (INE, 2004).

### **1.2.2. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA**

#### **1.2.2.1. Temperatura**

Durante los últimos cinco años, las temperaturas máximas y mínimas absolutas registradas en la República, se han mantenido en un rango relativamente estable, registrándose temperaturas máximas promedio de 31.5 grados y mínimas promedio de 12.9 grados según datos del INE (2012).

#### **1.2.2.2. Humedad**

El nivel de humedad relativo máximo, observado durante el quinquenio analizado, se registró en 2010, cuando alcanzó 77.1 %. Por otra parte el menor nivel de humedad relativa se registró en 2009 con 74.4 % según datos del INE (2012).

#### **1.2.2.3. Zonas de vida**

De La Cruz (1982) con apoyo de los estudios realizados por L. R. Holdridge indican que para la república de Guatemala existen 14 zonas de vida. Estas son: Monte Espinoso Subtropical (me-S), Bosque Seco Tropical (bs-T), Bosque Seco Subtropical (bs-S), Bosque Húmedo Subtropical templado (bh-S(t)), Bosque Húmedo Subtropical cálido (bh-S(c)), Bosque Muy Húmedo Subtropical cálido (bmh-S(c)), Bosque Muy Húmedo Subtropical frío (bmh-S(f)), Bosque Pluvial

Subtropical (bp-S), Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh-T), Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB), Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical (bp-MB), Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-M), Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bhm-M).

### **1.2.3 DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA**

#### **1.2.3.1. Fisiografía**

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Alimentación (2001) indica que la república de Guatemala cuenta con 11 regiones fisiográficas. Según el orden cronológico en su clasificación de mayor a menor antigüedad es la siguiente: Tierras Altas Cristalinas, Montañas Mayas, Tierras Altas Sedimentarias, Cinturón Plegado del Lacandón, Plataforma de Yucatán, Tierras Altas Volcánicas, Pendiente Volcánica Reciente, Llanura Costera del Pacífico, Planicie Interior de Petén, Depresión de Izabal, y Depresión del Motagua.

#### **1.2.3.2. Geología**

La geología de la república de Guatemala según DIGEGR (2001) del Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Alimentación (MAGA), está dada por el tipo de roca, período, orígenes, y otras características que permitan mostrar la era en que inició la formación, la composición y la distribución en el territorio nacional. Las principales formaciones geológicas a nivel nacional son: Paleozoico, Jurásico Cretácico, Aluviones Cuaternarios, Terciario Superior Oligoceno, Paleoceno Eoceno, Pérmico, Cretácico Terciario, Cretácico, Cuaternario, Terciario, Rocas Plutónicas sin dividir, Rocas Ultra básicas de edad desconocida, y Paleozoico.

#### **1.2.3.3. Suelos**

Simmons *et al.* (1956) indican que la república de Guatemala cuenta con 168 series de suelos. En estas series se encuentran cinco tipos especiales, los Suelos de los Valles, Suelos Aluviales, Lava Volcánica, Arena Playa de Mar, y Cimas Volcánicas.

#### **1.2.3.4. Cultivos**

Según el estudio realizado por AKIANTO (2015) los cultivos de mayor impacto económico en el sector agrícola de la república de Guatemala son: el banano (*Musa sp.*), palma de aceite (*Elaeis guineensis*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), café (*Coffea arabica*) hule (*Hevea brasiliensis*), piña (*Ananas comosus*), mango (*Mangifera indica*), papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*Solanum esculentum*), chile (*Capsicum sp.*), granos básicos como maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), cultivo de hortalizas de exportación como arveja china (*Pisum sativum*), ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), brócoli (*Brassica oleracea var. italica*).

#### **1.2.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

##### **1.2.4.1. Social**

Según el Instituto Nacional de Estadística (2012) las proyecciones para la población de la república de Guatemala fueron de 15, 073,375 personas. Esto indica que la población tuvo un crecimiento del 2.44 % entre los años 2011 y 2012. Del total de la población el 48.80 % son hombres y el 51.20 % son mujeres. A nivel nacional el porcentaje la población que se identifica como indígena es del 40.0 %.

##### **1.2.4.2. Económico**

En la república de Guatemala hasta el año 2011 el 99.0 % de las empresas registradas en el Directorio Nacional Estadístico de Empresas (DINESE), se catalogaron como empresas pequeñas, mientras que las empresas catalogadas como medianas y grandes ocuparon tan solo el 1.0 % (INE, 2012). Del total de empresas el 39.90 % se dedica principalmente al comercio.

Por otra parte los productos minerales, maquinaria, aparatos, y los productos químicos representan la mayoría de las importaciones para la república de Guatemala. La importación de productos químicos registró la inversión de 2,281.24 millones de dólares y la exportación de productos vegetales es la actividad económica más fuerte generando ingresos de 2,326.3 millones de dólares. El principal importador es el país de Estados Unidos. La agricultura

representa el 32.30 % en lo que se refiere a la composición de la población ocupada por actividad económica.

La agricultura representa la actividad económica más fuerte de la república de Guatemala. Esta actividad genera el comercio de grandes cantidades de agroquímicos como de fertilizantes que son de importancia para el aumento de la producción por área de los cultivos agrícolas.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. General**

Conocer los servicios que ofrece Analab dentro de sus diferentes áreas especializadas para el análisis de muestras de laboratorio.

### **1.3.2. Específicos**

Conocer la Norma de Gestión de Calidad ISO 17025-2005 para el proceso de acreditación de métodos en laboratorio.

Identificar los términos y conceptos relacionados con el Sistema de Gestión de Calidad en los procesos internos de laboratorio.

## **1.4. METODOLOGÍA**

### **1.4.1. Obtención de información**

Recopilación de datos históricos e información general en el área administrativa del laboratorio de suelos, plantas y aguas de Anacafé, se realizó una entrevista a la persona encargada de Aseguramiento de Calidad dentro de Analab con la finalidad de recabar información sobre:

- La norma de Gestión de Calidad 17025-2005 para acreditación de métodos en laboratorio.
- Identificar los procesos internos de laboratorio para el Sistema de Gestión de Calidad.

#### **1.4.1.1. Entrevista estructurada**

Encuesta elaborada a los encargados de la recepción de muestras para conocer al detalle los requisitos de aceptación de muestras.

### Boleta de Entrevista

A continuación se presenta una serie de interrogantes que se realizarán a las personas que laboran en la recepción de muestras para fines de recopilación de información dentro del laboratorio.

1. ¿Cuántas muestras diarias ingresan al laboratorio?
2. ¿Cuánto de tiempo permanecen las muestras en el área de recepción?
3. ¿A qué área del laboratorio ingresa el mayor número de muestras?
4. ¿Con qué frecuencia ingresan los auxiliares las muestras al área de trabajo?
5. ¿Qué criterios utilizan para la aceptación de muestras?
6. Los clientes se van satisfechos con el resultado de los análisis
7. Han existido quejas o inconformidades por parte de los clientes del servicio solicitado.

Figura 1. Boleta de entrevista para el área de recepción de muestras

#### 1.4.1.2. Capacitación Norma 17025-2005

Participación durante 3 días en la capacitación impartida por la Coordinadora de Gestión de Calidad Ana Silvia Martínez sobre la Norma ISO 17025-2005

#### 1.4.2. Elaboración de diagrama Ishikawa

Elaboración del diagrama de Ishikawa o llamado también diagrama de espina de pescado; que consiste en una herramienta para facilitar el análisis de problemas de causa y efecto, y su solución en cuanto a calidad, procesos, productos y servicios de laboratorio.

## 1.5. RESULTADOS

### 1.5.1. Ubicación de Analab

La Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ) se ubica en la 5ª. Calle 0-50 Zona 14, dentro del edificio en el sótano 1 se encuentra Analab que es el laboratorio de análisis de suelos, plantas y aguas.

### 1.5.2. Plano de Analab

Localización de las diferentes áreas de trabajo, el color amarillo representa el área de suelos, el verde el área de protección vegetal y el azul el área de aguas, así como el color naranja la coordinación y área administrativa el rojo la salida de emergencia, y el turquesa el área de gases.

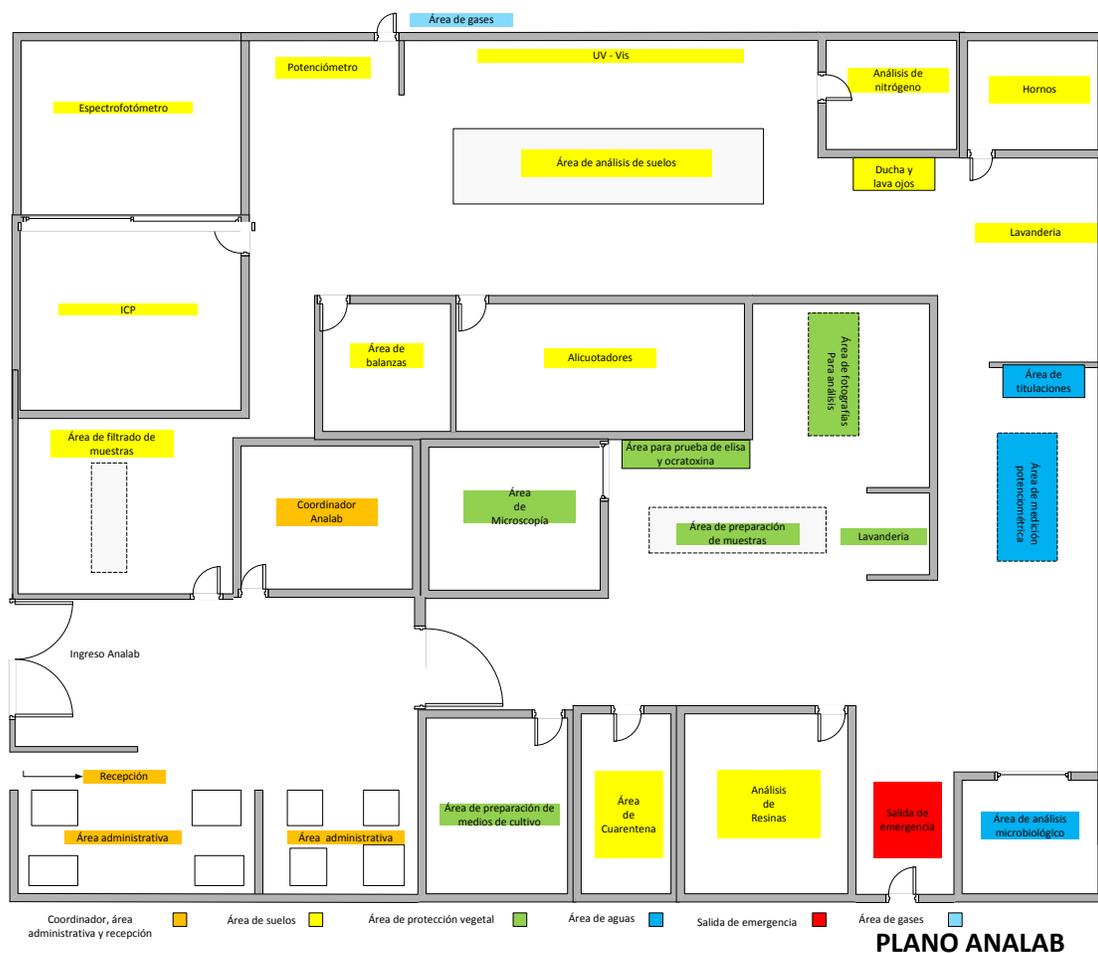


Figura 2. Ubicación de las diferentes áreas de trabajo en Analab

### 1.5.3. Organigrama del Personal de Analab

Es la jerarquía del personal que labora dentro de Analab, en ellos está la responsabilidad, eficiencia, y servicio que brindan a todos sus clientes.

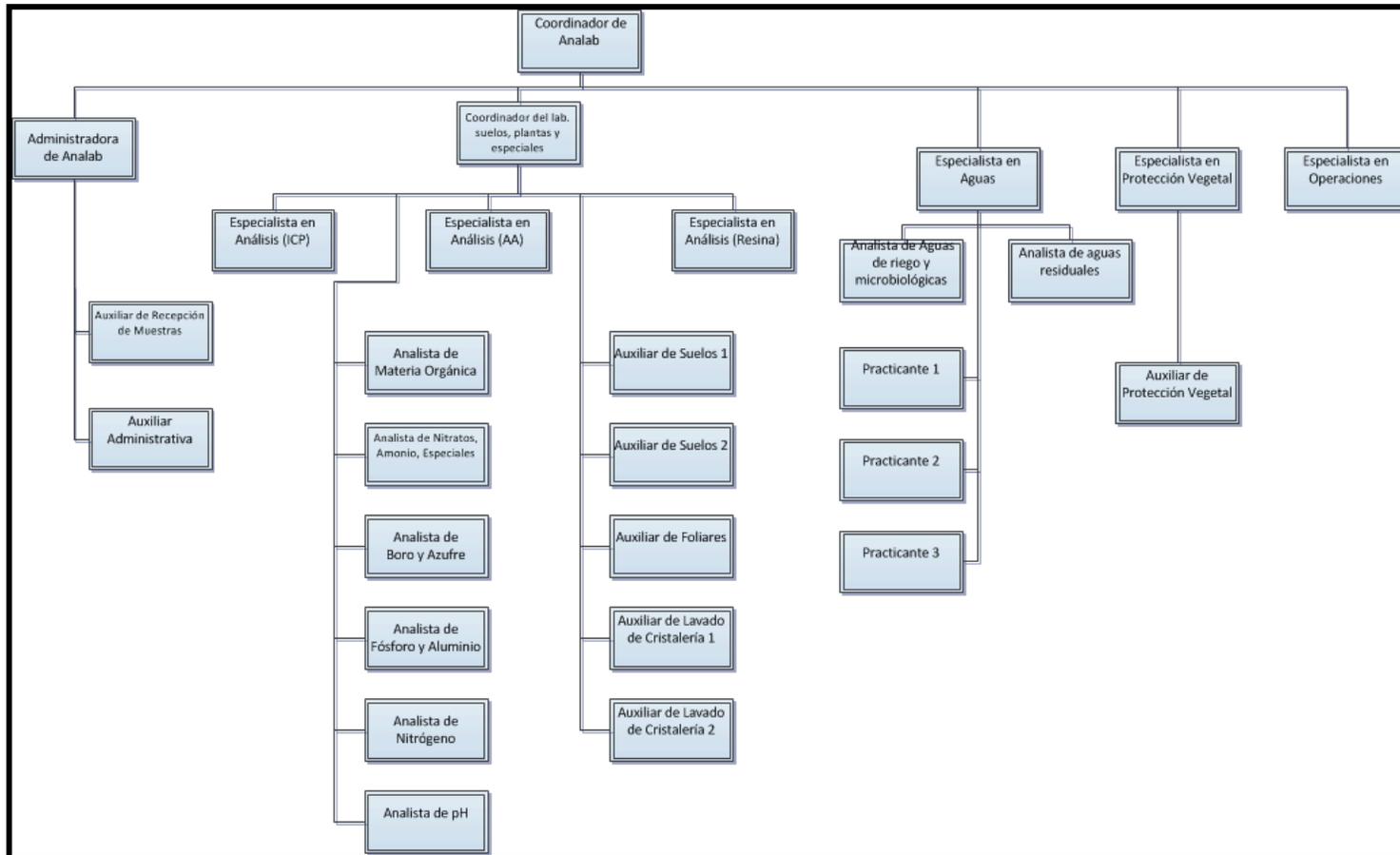


Figura 3. Estructura Organizacional del Personal de Analab

### 1.5.4. Flujograma para análisis de muestras en el área de Protección Vegetal

Este es el proceso que se lleva a cabo para el análisis de muestras en el área de protección vegetal de Analab, y lleva una serie de procedimientos que va desde la recepción de la muestra hasta le entrega del informe de resultados.

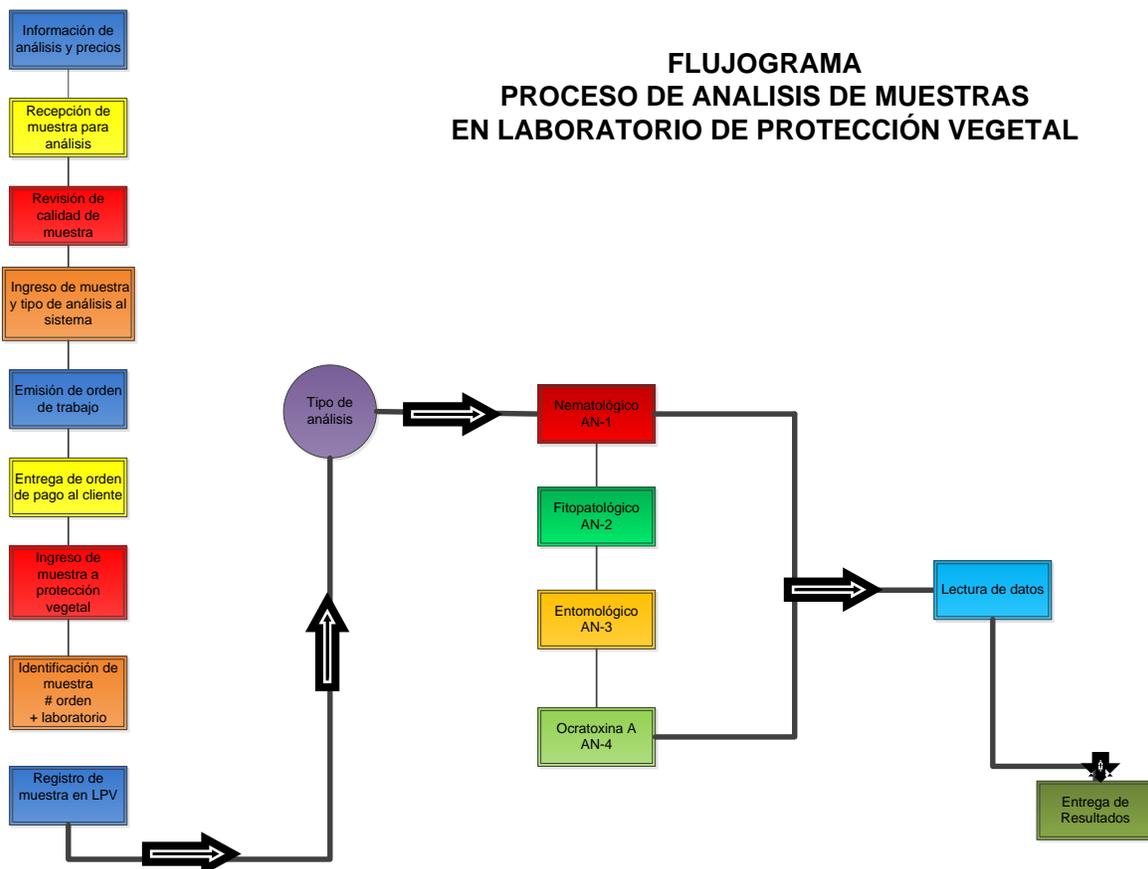


Figura 4. Proceso de análisis e ingreso de muestras a protección vegetal

### 1.5.5. Criterios de aceptación de muestras para el servicio de análisis

Para solicitar los servicios del laboratorio, las muestras deben llenar los siguientes requisitos:

#### 1.5.5.1. Criterios generales para todas las muestras

1. Identificar debidamente cada muestra con letra legible.
2. Incluir información de responsable o propietario, nombre y localización de la finca.
3. Indicar tipo de análisis a realizar y el número exacto de muestras.

**1.5.5.2. Criterios específicos para muestras de análisis de suelos**

1. Cantidad mínima requerida: 454 gramos (1 Libra).
2. Bolsas en buen estado, selladas, no rotas o abiertas.

**1.5.5.3. Criterios específicos para análisis foliares**

1. Cantidad mínima requerida para cultivo café y otros cultivos: 50 gramos de peso húmedo.
2. Las hojas deben estar frescas, sin contenido de agua.
3. Para hojas deshidratadas (secas, sin contenido de agua): 20 gramos.
4. Bolsas de papel en buen estado.

**1.5.5.4. Criterios específicos para muestras de aguas de riego y aguas residuales (únicamente aguas de cultivo de café)**

1. Cantidad mínima requerida: 2 Litros.
2. Recipientes plásticos limpios o envases de agua pura. No utilizar envases de alimentos y bebidas.
3. La muestra refrigerada ( $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), de no más de 24 horas de la toma de muestra.
4. Dejar vacío un 10 % del recipiente.

**1.5.5.5. Criterios específicos para aguas de microbiología**

1. Cantidad: 500 ml (0.5 Litros).
2. Recipiente plástico estéril o nuevo de agua pura.
3. Bolsa estéril de 100 L, en este caso se requieren 5 bolsas llenas para completar una muestra.
4. La muestra debe venir refrigerada ( $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), de no más de 24 horas de la toma de muestra.
5. Se reciben de lunes a jueves únicamente.
6. Incluir información de la hora de toma de muestra, fecha y quién la tomó.

**1.5.5.6. Abonos Orgánicos (preparados en finca, no se aceptan abonos comerciales, fertilizantes o cerdazas)**

Tipos de abonos orgánicos: Gallinaza, lombricompost, bermicompost, abono Bocashi, pulpa de café, aserrín, cachaza, estiércol vacuno, algas, entre otros.

Cantidad mínima requerida: 454 gramos (1 libra).

Bolsa plástica, cerrada.

Lixiviados (líquidos): 1 Litro

**1.5.5.7. Cales, yesos o mezcla de ambos**

1. La muestra debe venir triturada.
2. Cantidad mínima requerida: 454 gramos (1 libra).
3. Bolsa plásticas, cerrada.

**1.5.5.8. Criterios específicos para plagas y enfermedades, únicamente cultivos de café**

1. Cantidad de semillas de café (oro o pergamino): 1 Kg (2 Libras) infestado, en bolsas de papel cerradas.
2. Cantidad de follaje y flores: no menos de 20 hojas o flores infestadas y 10 sanas. El material vegetal fresco, no seco.
3. Cantidad de tallos: De 5 a 10 tallos infestados y 5 tallos sanos.
4. Cantidad de raíces: De 5 a 10 raíces dañadas y 5 raíces sanas.
5. Insectos vivos y completos en buen estado o preservados en alcohol, no menos de 10 especímenes si son grandes, y no menos de 20 si son pequeños.
6. Almacigos de 3 a 6 meses: 5 almacigos por muestra.
7. Almacigos de 6 meses en adelante: 3 almacigos por muestra.
8. Si el Auxiliar de Recepción de Muestras, tiene duda acerca del peso de la muestra, procederá a pesar la muestra en la balanza convencional del área de recepción. Pesar la muestra en presencia del cliente.
9. Si la muestra no cumple con los criterios de aceptación, se rechazará o bien aceptarla bajo responsabilidad del cliente, lo cual queda

registrado como una muestra no conforme en el formato de Muestra No Conforme (LAB\_F\_v2\_MuestraNoConforme) (Cifuentes, 2013)

#### **1.5.5.9. Traslado de muestra de recepción al área correspondiente**

El analista del área se dirige a recepción; recibe la muestra o muestras y el auxiliar de recepción le firma en la bitácora de entregado; como el analista le firma la bitácora a recepción de recibido. Luego la muestra ingresa al área de trabajo para su respectivo análisis.

#### **1.5.5.10. Entrega de análisis a los clientes**

El análisis de resultados es entregado en un tiempo no mayor de 10 días, a excepción de que existan problemas con las muestras o inconvenientes por parte del laboratorio, de inmediato se le da aviso al cliente para indicarle la fecha en que puede recoger sus resultados.

### **1.5.6. Norma ISO 17025-2005**

Anacafé a través de la Coordinación de Gestión de Calidad a cargo de la Licda. Ana Silvia Martínez está llevando a cabo el proceso de acreditación de métodos de laboratorio; del cual en la semana de inicio de actividades de EPS estuve presente durante tres días en la inducción, donde se expusieron temas como:

#### **1.5.6.1. Procedimiento de control de documentos**

Permite identificar los procesos a documentar dentro del Sistema de Gestión de Calidad, donde implica que los procedimientos que se realicen estén escritos y publicados en el sistema de calidad. El Coordinador de Control de Documentos es el responsable de las versiones originales de los documentos, archivos físicos y electrónicos, actualizados del listado maestro de documentos (LMD).

Cuadro 1. Tipos de documentos del SGC de Anacafé

Manual de Calidad	MC
Manual de Procedimientos	MP
Procedimiento	Pr
Política	PI
Guía	G
Formato	F
Listado	L

- Dentro de laboratorio los documentos que se utilizan para control de procedimientos son:
- Procedimiento de ingreso de muestras
- Procedimiento para la elaboración de informes de análisis
- Procedimiento para el lavado de cristalería
- Procedimiento para la toma de muestras
- Procedimiento para el aseguramiento de calidad
- Procedimientos de análisis

#### **1.5.6.2. Norma ISO 17025-2005**

Es encargada de cumplir con los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo (prueba de análisis), así como de la acreditación de métodos de laboratorio. Es aplicable a todas las organizaciones que realizan ensayos o calibraciones, pueden ser por ejemplo, los laboratorios de primera, segunda y tercera parte, y laboratorios en los que los ensayos o calibraciones forman parte de la inspección y la certificación de productos. Analab es un laboratorio de tercera parte ya que es independiente de la organización que provee el producto y también de los intereses del usuario de dicho producto. (Martínez, 2013)

### **1.5.6.3. Procedimiento de control de registros**

El registro es una evidencia objetiva de actividades realizadas o resultados obtenidos. Los registros de calidad deben cumplir con lo siguiente:

- Se archivan en el lugar en donde se realiza la medición o actividad.
- Contienen la información necesaria y requerida llenando todos los campos del formato o listado así como también información complementaria u observaciones importantes.
- Los registros físicos se realizan a mano con tinta azul.
- En ningún caso se permite arrancar hojas o folios de las bitácoras.

Pasos a seguir en el control de registros:

- Generación del registro
- Identificación
- Archivo
- Almacenamiento
- Recuperación
- Protección
- Retención
- Disposición
- Notificación

### 1.5.7. Diagrama Ishikawa

Por medio de esta herramienta se logra identificar el problema a través de diferentes causas; obteniendo como resultado un efecto, que es sometido a evaluación para buscarle una solución que contribuya al mejoramiento continuo dentro del área de protección vegetal.

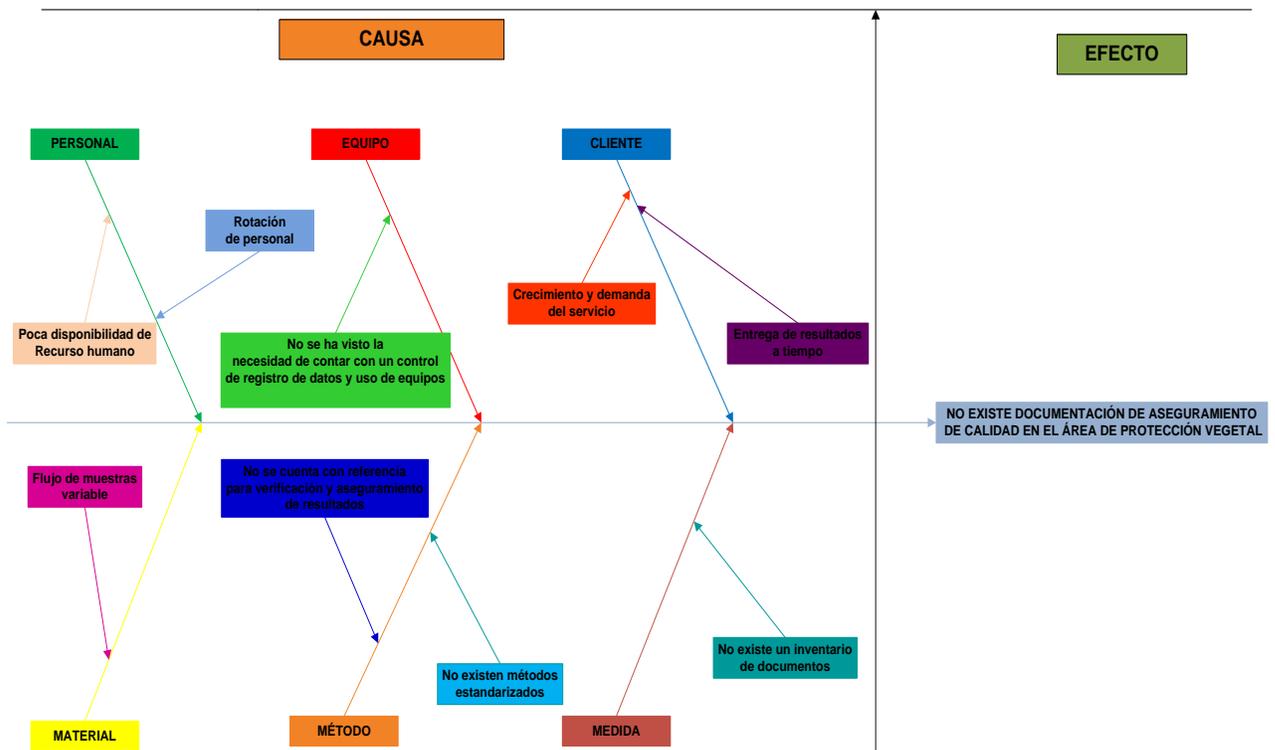


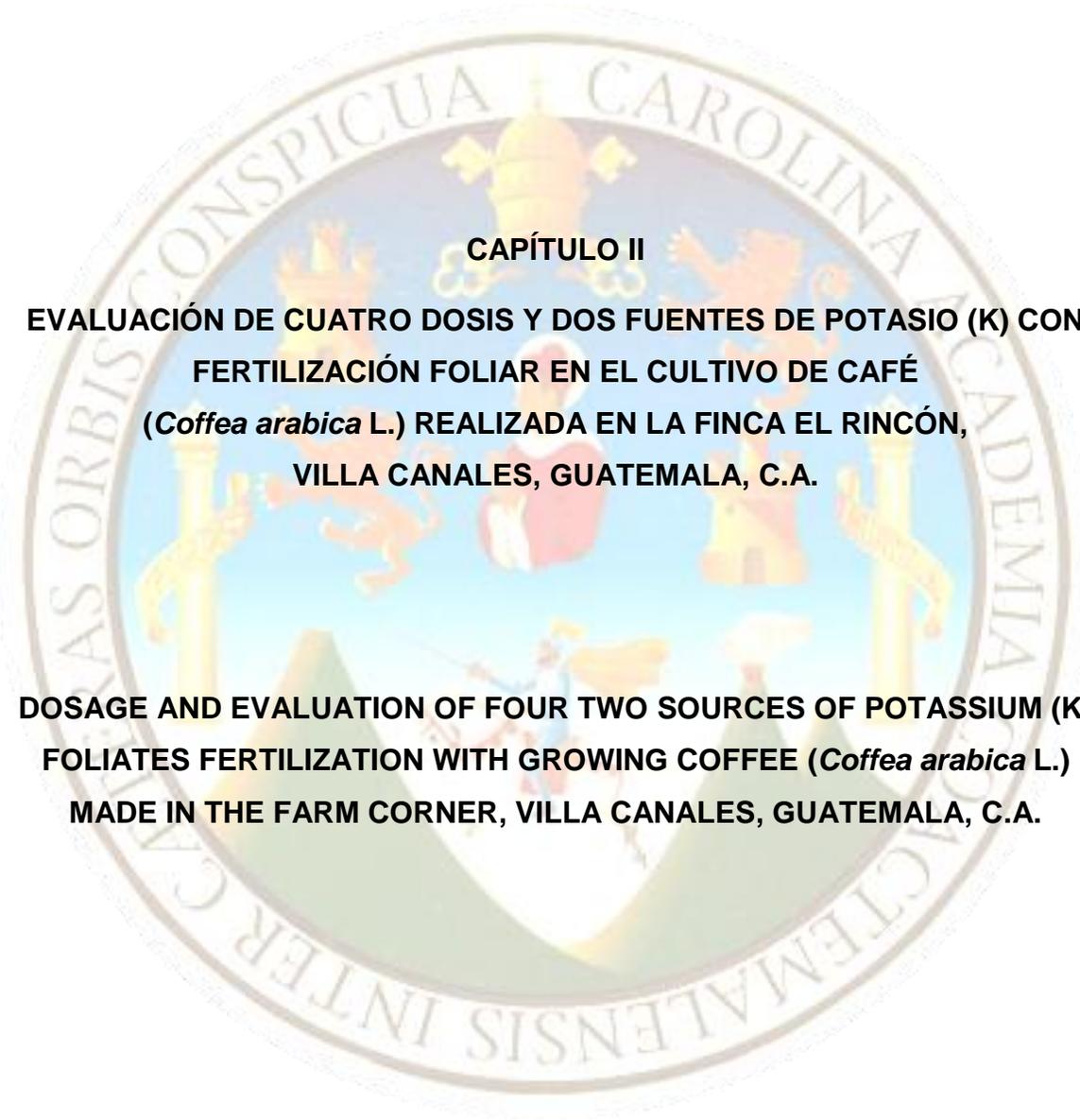
Figura 5. Diagrama Ishikawa del área de protección vegetal

## 1.6. CONCLUSIONES

1. Actualmente Analab cuenta con instalaciones adecuadas para brindar un servicio de primera calidad con equipo de tecnología avanzada; así como también profesionales experimentados y capacitados lo que garantiza, rapidez, confiabilidad y eficiencia en la entrega de resultados.
2. Dentro del área de protección vegetal a través del diagnóstico se logró determinar que es necesario implementar metodologías para la utilización de equipos de laboratorio, así como guías manuales y formatos que van a enriquecer la documentación para el sistema de gestión de calidad.
3. Los estándares de calidad exigen realizar este tipo de documentación; para que exista un registro interno, que sería el primer paso previo a someterse al proceso de acreditación de métodos de laboratorio a través de la Norma ISO 17025-2005.

## 1.7. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2013. Laboratorio de Suelos Plantas y Aguas (en línea). Guatemala. Consultado 14 ago 2013. Disponible en <http://www.anacafe.org/glifos/index.php/09SERV:Analabservicios>.
2. Cifuentes, C. 2013. Criterio de aceptación de muestras para servicio de análisis. Guatemala, Asociación Nacional del Café. 3 p.
3. Cruz S, JR De la. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. <http://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/26/5eTCcFIHErnaNVeUmm3iabXHaKgXtw0C.pdf>
4. Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2012). Caracterización estadística de Guatemala. Obtenido de INE, <http://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/26/5eTCcFIHErnaNVeUmm3iabXHaKgXtw0C.pdf>
5. Martínez, AS. 2013. Norma ISO 17025, procedimiento control de registros y documentos. Guatemala, Asociación Nacional del Café. 15 p.
6. Simmons, C; Tárano, JH; Pinto, JM. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.



**CAPÍTULO II**

**EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS Y DOS FUENTES DE POTASIO (K) CON  
FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE CAFÉ  
(*Coffea arabica* L.) REALIZADA EN LA FINCA EL RINCÓN,  
VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.**

**DOSAGE AND EVALUATION OF FOUR TWO SOURCES OF POTASSIUM (K)  
FOLIATES FERTILIZATION WITH GROWING COFFEE (*Coffea arabica* L.)  
MADE IN THE FARM CORNER, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1. PRESENTACIÓN

El café, históricamente, ha sido uno de los principales cultivos que aporta altos ingresos al país y contribuye en la generación de empleo y desarrollo socioeconómico. El 25% de la población económicamente activa depende de esta actividad.

Guatemala produce café que está catalogado dentro de los principales como uno de los 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.

Actualmente, los precios de fertilizante en el mercado han incrementado significativamente, lo cual con lleva a elevar los costos de producción en el manejo del cultivo de café y cada vez el caficultor se ve afectado.

La finca El Rincón se encuentra en el municipio de Villa Canales del departamento de Guatemala, su principal ingreso económico está dirigido a la producción de café, existiendo condiciones edafoclimáticas adecuadas para la producción del cultivo. Permitiendo la oportunidad de hacer investigación fue propicia la ocasión para realizar la evaluación de cuatro dosis y dos fuentes de Potasio con fertilización vía foliar.

Se sabe que la planta de café tiene un requerimiento alto en potasio, con lo que la disponibilidad en la planta disminuye en el período de maduración por lo que es necesario tomarlo en cuenta en la fertilización. En el cultivo de café la fertilización foliar es fundamental para incrementar los rendimientos y producir café de buena calidad basado en estudios anteriores de variación estacional de los elementos y principalmente el potasio.

El estudio contribuirá al desarrollo de la caficultura nacional a fin de brindarle al caficultor; soluciones al plan de fertilización así como un adecuado aprovechamiento de los recursos durante su aplicación.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1. El cafeto

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 Ceylan, luego a Indonesia en la isla Jaba y la India, así como a otras regiones de Asia y África. En la misma época fue introducido a la isla Reunión, que antiguamente se llamaba Bourbon de la cual esta variedad tomo su nombre, luego a mediados del siglo XIX fue llevado a Brasil, a partir de entonces se extendió en América, a Guatemala llega en los años 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, 1998).

### 2.2.2. Variedades de café

En Guatemala se cultivan básicamente variedades de la especie *Coffea arabica*, que es la más difundida en el mundo, con un aporte del 70-75% de la producción mundial. En Latinoamérica se cultivan diversas variedades desarrolladas a partir de las primeras introducciones, donde algunas son el resultado de mutaciones, hibridaciones naturales o artificiales. (Zamora, 1998).

#### 2.2.2.1. Catuaí

Es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizadas en Brasil las primeras introducciones del Catuaí se realizaron alrededor de 1970. El Catuaí es una variedad de porte bajo, pero más alta que Caturra, las ramas laterales forman un ángulo cerrado con el tallo principal, entre nudos cortos. Las hojas nuevas o brotes son de color verde, las hojas adultas tienen una forma redondeada y son brillantes. Es una variedad muy vigorosa, que desarrolla mucho crecimiento lateral con palmillas. El fruto no se desprende fácilmente de la rama, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con periodos de lluvias intensas. Se adapta muy bien en rangos de altitud de 2,000 a 4,500 pies sobre el nivel del mar (600 a 1,400 msnm) en boca costa; de 3,500 a 5,500 pies (1,000 a 1,600 msnm), en la zona central, oriental y norte del país es una variedad

que necesita de un buen programa de manejo, especialmente en fertilización. (Berthaud, 1986).

#### **2.2.2.2. Caturra**

La variedad Caturra es una mutación de Bourbón, descubierta en Brasil a principios del siglo anterior. Fue introducida a la finca Chocoma Guatemala en la década de los 40, sin embargo, su adopción comercial se realizó varios años más tarde. Es una planta de porte bajo, eje principal grueso poco ramificado, con ramas secundarias abundantes y entre nudos 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, en caso contrario puede agotarse rápidamente, lo cual es más acentual bajo condiciones limitantes de suelo y clima. Se adapta bien en las diferentes regiones del país, las mejores condiciones son las siguientes: en la costa sur o boca costa, en altitudes de 1,500 a 3,500 pies, (460 a 1,070 msnm), con precipitaciones de 2,500 a 3,500 mm anuales; en la región central de 3,000 a 5,500 pies, (920 a 1,676 msnm) en las Verapaces de 2,500 a 3,500 pies, (760 a 1,070 msnm), en altitudes superiores a las descritas, su producción disminuye aunque su desarrollo vegetativo es muy bueno. Hay otras variedades de características agronómicas y adaptabilidad similares que también son consideradas mutaciones de Bourbón, como Pacas del Salvador, Villa Sarchí de Costa Rica. (Berthaud, 1986).

### 2.2.3. Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Simpétala
Orden:	Rubiales
Familia:	Rubiaceae
Tribu:	Coffeaceae
Subtribu:	Coffeinae
Género:	Coffea
Especie:	Arabica, Canéfora, etc.

### 2.2.4. Morfología general del cafeto

La planta de café tiene un solo eje, en cuyo extremo hay una zona de crecimiento activo permanente, que va alargando el tallo, formando nudos y entrenudos. Las ramas laterales se alargan y la parte superior del eje vertical continúa creciendo, así se producen nuevas ramas en diversos ángulos, por lo que la planta adquiere una forma cónica. Si el punto de crecimiento del eje central es cortado, ciertas yemas latentes localizadas en el mismo producen nuevos ejes verticales.

#### 2.2.4.1. Raíces

Está compuesto por un eje central cónico o raíz pivotante que alcanza hasta 60 cm. De ella salen dos tipos de raíces, unas profundas de sostén y otras que se extienden lateralmente, de las cuales brotan las raicillas que son las que absorben el agua y los nutrientes del suelo, por lo que es importante protegerlas de las plagas y enfermedades. El 80% de ellas se concentra en los primeros 30 cm y cubren un radio, a partir del tronco de hasta 2.5 m.

#### 2.2.4.2. Hojas

Las hojas aparecen en su mayoría en ramas horizontales en un mismo plano y en posición opuesta. La lámina es delgada, fuerte y ondulada, tiene de 12 a 24 cm de ancho y su forma varía de elíptica a lanceolada.

#### **2.2.4.3. Flores**

En las axilas de las hojas aparecen de 1 a 3 ejes que se dividen en varias ramificaciones cortas que terminan cada una en una flor. El total de flores por axilas es de 2 a 12. Cada flor tiene en la base un receptáculo corto que se prolonga en el cáliz de color verde, que mide de 1 a 2 mm de largo, con 5 picos terminales; la corola es un tubo largo y cilíndrico en la base, de color blanco, que mide de 6 a 12 mm de largo la cual se abre arriba en 5 pétalos; consta de 5 estambres insertados en el tubo de la corola alternando con los pétalos; el gineceo está constituido por un ovario súpero, con dos óvulos; el estilo es fino y largo con las terminaciones estigmáticas. Las flores abren en las primeras horas de la mañana, permaneciendo así durante el día. Al segundo día inicia el marchitamiento y al tercero se desprenden la corola y los estambres. Por lo general al abrir la flor, las anteras ya han liberado gran cantidad de polen, razón por la cual ya ha ocurrido en su mayor proporción el proceso de autopolinización. Cabe agregar que la polinización cruzada en café no supera el 6%.

#### **2.2.4.4. Frutos**

El fruto está constituido por diferentes partes tales como: epicarpio o epidermis, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y endospermo o semilla. El mesocarpio está formado por varios estratos de células grandes lignificadas y poliédricas, las más internas comprimidas y aplanadas. El endocarpio está formado por 5 ó 6 capas de esclereidas de paredes gruesas y constituye la capa protectora del endospermo.

#### **2.2.4.5. Semilla**

Está constituida en su mayor parte por endospermo, el cual es coriáceo, verdoso o amarillento y forma un repliegue que se inicia en el surco de la cara plana. Las células del endospermo contienen almidón, aceites, azúcares, alcaloides como cafeína y otras sustancias. Al tostarse la semilla ocurren cambios en la estructura de las células del endospermo, formándose cuerpos aromáticos que se liberan cuando este se muele. El embrión se halla en la parte basal y es muy pequeño, consiste en un hipocótilo cilíndrico y dos cotiledones superpuestos que miden de 2

a 5 mm. Al germinar la semilla brota la radícula que se curva luego hacia la tierra y produce raicillas laterales. El hipocótilo crece y levanta los cotiledones envueltos en el pergamino, lo mismo ocurre con la película plateada y los restos del endospermo que luego se desintegran. Al desaparecer las envolturas los cotiledones verdes se extienden horizontalmente y entre ellos se desarrolla un tierno tallo que luego formará el resto del follaje. (Anacafé, 2006)

### **2.2.5. 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 influye en el desarrollo del sistema radical siendo más abundante a temperaturas frescas.

##### b) Intensidad lumínica

- 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 lumínica.

### 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, la producción, y rendimiento debido a una aireación pobre del suelo con detrimento en el desarrollo de raíces. (agua ocupa lugares del área en el suelo) no hay absorción. (Monroig, MF 2000).

### **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 2000).

### **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 300-680mil/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 2000)

#### **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 2000).

#### **2.2.6. Generalidades sobre fertilización**

##### **2.2.6.1. 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 material parental, topografía, vegetación, clima y 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).

#### **2.2.6.2. 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).

#### **2.2.6.3. Fertilizantes**

Son todas aquellas sustancias o materiales sólidos, líquidos, gaseosos, o en suspensión, que contienen 1, 2, 3 o más elementos esenciales para las plantas, pudiendo contener, así mismo, otros agentes coadyuvantes que permiten una mayor eficiencia en absorción y aprovechamiento. Los elementos están balanceados en tal forma que pueden ser absorbidos directamente por las arcillas,

la materia orgánica o quedar en equilibrio en la solución del suelo, para su aprovechamiento inmediato o mediato.

#### **2.2.6.4. 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 requerimiento nutrimentales del cultivo, en función de su edad potencial de rendimiento y la práctica de manejo que se utilizaran. 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. (Anacafé, 1998).

El cafeto requiere de al menos 16 elementos nutritivos, llamados elementos; 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. (Anacafé, 1998).

#### **2.2.6.5. 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. (Anacafé, 1991).

#### **2.2.6.6. 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. (Anacafé, 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 centra la mayor actividad fisiológica de la planta. (Bertsch, F. 1995).

La fertilización foliar a dado muy buenos resultados, desde cuando está la planta en almacigo, para luego llevarla a 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 al suelo y no un remplazo 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 micronutrientes.
- 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 agrícolas, 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 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).

### 2.2.6.7. Mecanismos de absorción foliar

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

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

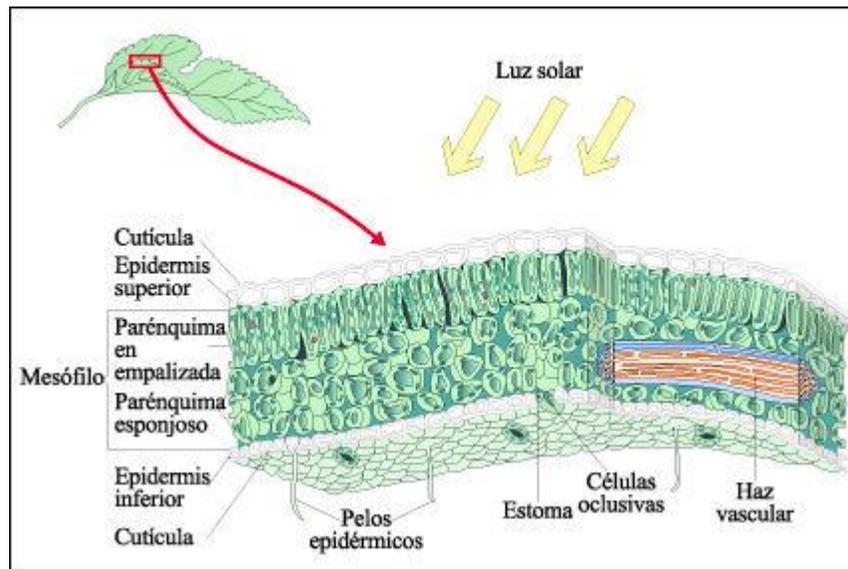


Figura 6. Factores que interactúan en la fertilización foliar

#### 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 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 medio día, es recomendable realizar las aplicaciones foliares temprano por la mañana.

Así mismo, 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 está al absorber agua, se dilata, produciéndose espacios vacíos entre las placas aéreas, las cuales permiten la difusión de 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 las 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.

#### **2.2.6.8. Fertilización foliar en café**

La fertilización foliar es una práctica agronómica poco investigada, razón por la cual existe aún controversia y confusión sobre sus alcances.

La investigación ha demostrado la conveniencia de alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de los elementos mayores (N, P, K), actualmente se reconoce que la nutrición foliar puede complementar y aún sustituir la fertilización al suelo. Aunque las dosis de aplicación que se administran por vía foliar son

pequeñas, se pueden compensar aumentando la frecuencia de aplicaciones para que los cultivos puedan alcanzar altos niveles de productividad.

Las aspersiones con nutrientes poco móviles tienen que ser más frecuentes, aún en el caso de que las plantas lo requieran en muy pequeñas cantidades, como es el caso de los elementos menores. En términos de absorción de nutrientes, la fertilización foliar puede ser hasta 20 veces más eficiente que la aplicación al suelo.

Se define como eficiencia de la fertilización a la proporción de nutrientes efectivamente utilizados por el cultivo en relación con la cantidad aplicada. En la agricultura tropical, los niveles de eficiencia se ubican en rangos relativamente bajos, debido a la incidencia de los factores pérdida

La eficiencia de Potasio (K) aplicado como fertilizante está entre el 20 y el 60%, con un promedio del 40%. La mayor parte de K aplicado se pierde por lixiviación. En circunstancias en las cuales existe una muy baja eficiencia en la fertilización convencional por vía radicular, la nutrición por vía foliar contribuye a mantener niveles óptimos de suministro de nutrientes en los cultivos. (Gómez, 2004)

#### **2.2.6.9. Funciones del Potasio (K)**

Es fundamental en el proceso de la fotosíntesis, el Potasio es esencial para la síntesis de proteínas, es determinante en la descomposición de carbohidratos y en proveer energía para el crecimiento de la planta. El Potasio proporciona a la planta mayor resistencia al ataque de enfermedades; es determinante en la formación y carga de frutos y llenado de grano, también incrementa la resistencia de la planta a las heladas. Una planta bien nutrida con Potasio tiene una mayor capacidad de soportar condiciones de estrés por falta de agua, esto ya que el Potasio es determinante en la capacidad de los estomas de abrir y cerrar cuando la planta está sometida a condiciones de sequía. (Carvajal & López, 1974)

#### **2.2.6.10. Deficiencia de Potasio**

La deficiencia de Potasio, se manifiesta inicialmente en las hojas adultas viejas. Al principio aparece un amarillamiento, que luego se vuelve de color pardo oscuro,

solamente en los bordes y en las puntas de las hojas, las hojas afectadas se enrollan hacia el haz (cara superior), cuando la deficiencia es grave, los bordes amarillentos se secan quedando de color gris y se produce pérdidas de hojas. (Girón eat al, 2003)



Figura 7. Deficiencia de Potasio

#### **2.2.6.11. Muriato de Potasio (MOP)**

Fertilizante granulado a base de Potasio ( $K_2O$ ) (0-0-60), recomendado para corregir deficiencias o desbalances de este elemento en el suelo y/o reponer extracciones del mismo por parte de los cultivos, fundamental para obtener un buen peso y llenado en frutos. El Muriato de Potasio (MOP) por su alta concentración de Potasio (60%) es la fuente de aporte de Potasio ( $K_2O$ ) más económica para la mayoría de los cultivos, excepto en los cultivos en donde el follaje (hojas) son de gran valor y no es recomendable la aplicación de Cloro (Tabaco, Crucíferas y Ornamentales). (Delcorp, 1997).

#### **2.2.7. Antecedentes**

El análisis foliar es un método para diagnosticar el estado nutricional de plantas, mientras el análisis de suelo determina el contenido del nutrimento disponible para la planta, además los resultados del análisis foliar pueden ser usados en mayor grado que los resultados que se obtienen del análisis de suelos. (Reinhardt1974)

El Potasio es abundante en los tejidos meristemáticos y debido a su movilidad los órganos más viejos son los que manifiestan los primeros signos de deficiencia de Potasio. (Martín 1981)

Para el Potasio, la mejor respuesta se observa cuando se aplica a los 150 días después de secar la flor o post-floración. Cuando los valores en el análisis foliar de Potasio se encuentran debajo de los niveles críticos, en el límite o rango inferior, aplicar 0.935gr/planta de Potasio.

Al realizar aplicaciones de Boro, Zinc y Potasio, deben realizarse en forma separadas, en el momento oportuno para cada elemento nutricional, realizar una sola aplicación de cada elemento y paquete nutricional, ya que reporta mayor producción, que dos aplicaciones del mismo nutriente o mezcla. (Guerra, 2006)

Para realizar una fertilización foliar como primer paso, se debe realizar un análisis de suelos y uno foliar con fines de determinar el grado de fertilidad del suelo y las concentraciones de los elementos nutricionales en la planta, en función de ello aplicar la fuente correspondiente al elemento requerido y con la dosis adecuada, haciendo una aspersión con buena cobertura en la planta.

En la técnica del análisis foliar se conocen los niveles críticos de los elementos minerales y su variación estacional, así como también el desarrollo fisiológico de las hojas para el muestreo de cada elemento. Por lo que con el análisis foliar de manera simultánea con el análisis del suelo genera deducciones de juicio para el diseño de programas de fertilización por temporada o anual.

Son varios los objetivos que se persiguen con el análisis foliar, tales como establecer correlaciones con los resultados del análisis del suelo, efectividad de la nutrición de la planta lo que permite modificar u reorientar los programas de fertilización, algunos de los propósitos son:

1. Diagnosticar las deficiencias de los elementos minerales.
2. Guía para un programa de fertilización eficiente, cuando se realiza correlacionalidad con el análisis de suelos.

3. Determinar antagonismos existentes por la suficiencia o falta de algunos elementos lo que implicaría desequilibrios por una mala fertilización.
4. Se conoce la respuesta a los fertilizantes con respecto a cantidad y calidad.
5. Se comprueba la eficacia del método de aplicación de los fertilizantes.
6. Permite correlacionar la producción con el grado de nutrición de la planta.  
(Anacafé, 1998).

### 2.3. MARCO REFERENCIAL

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la “Finca El Rincón” ubicada en el municipio de Villa Canales, Guatemala, a una distancia de 40 km. de la ciudad de Guatemala ruta a Santa Elena Barillas circunvalación al lago de Amatitlán, ingresando por el municipio de Boca del Monte.

#### 2.3.1. Localización

1. Finca El Rincón Villa Canales, Guatemala
2. Coordenadas: 90°31' 16.17" O y 14°26'53.08"N
3. Altitud: 1205msnm
4. Precipitación promedio anual: 1405.19 mm/año
5. Temperatura promedio anual: 19.96°C
6. Área experimental: 0.22Ha – 0.31Mz
7. Variedad: Caturra
8. Edad de la plantación: Siembra 1997 y Recepa 2012
9. Densidad de siembra: 1.70m entre surco y 0.90m entre planta
10. Proyección de sombra: Cushin siembra a 8\*10m



Figura 8. Localización del área donde se realizó el experimento.

Fuente: GIS; Anacafé

### 2.3.2. Fisiografía

El análisis de la Fisiografía hace relación de la Geomorfología (origen y desarrollo de la topografía de los continentes), y el patrón de distribución de los suelos (material que lo origina) en el área de estudio. Los sectores se encuentran ubicados en la región fisiográfica de Tierras Altas Volcánicas, esta provincia forma parte del sistema cordillera que se desarrolla desde Chiapas hasta las Islas del Golfo de Honduras, ubicándose entre dos sistemas de fallas que han estado en evolución desde el paleozoico.

Dentro de la cordillera central el Altiplano constituye una región con pendientes onduladas y escarpadas de gradientes variables. (FAO, PNUMA 1999)

### **2.3.3. Clasificación de suelos**

De acuerdo a la clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala realizada por el Dr. Simmons, los suelos del municipio de Villa Canales están ubicados predominantemente dentro del grupo de los suelos del declive del pacífico. Dentro del municipio se encuentran las series Guatemala y Morán que pertenecen a los suelos de la altiplanicie central y las series cimas volcánicas altas, suelos de los valles no diferenciados que corresponde al grupo de las clases Miceláneas del terreno. (Simmons, eat al 1959)

- Serie Guatemala (Gt): Material madre cenizo volcánico pomáceo color claro, relieve casi plano drenaje interno bueno, color café muy oscuro, de textura y consistencia franco- arcilloso friable con espesor aproximado de 30- 50 cm.
- Serie Morán (Mr): Material madre cenizo volcánico pomáceo relieve fuertemente ondulado o inclinado drenaje interno bueno, color café oscuro de textura y consistencia franco-arcilloso friable con espesor de 40- 50 cm.

### **2.3.4. Zonas de Vida**

Se entiende por zonas de vida vegetal a una agrupación de varias especies de plantas que se relacionan mutuamente entre sí y su ambiente. Los factores determinantes en cada comunidad son los edáficos y climáticos.

Según el sistema de clasificación de Holdridge, el área de estudio se encuentra ubicada dentro de las zonas de vida Bosque Húmedo Subtropical Templado el cual se identifica con el símbolo bh – S(t). (De la Cruz, 1982)

## 2.4. OBJETIVOS

### 2.4.1. General

Estimar la dosis y fuente de Potasio para fertilización foliar en el cultivo de café en Finca El Rincón Villa Canales Guatemala.

### 2.4.2. Específicos

- ✓ Evaluar cuatro dosis y dos fuentes de potasio en el período de maduración – cosecha, sobre el rendimiento en el cultivo de café *Coffea arabica* L.
  
- ✓ Evaluar la concentración de potasio en el tejido vegetal, por efecto en la aplicación de cuatro dosis aplicadas en el período de maduración-cosecha.

## 2.5. METODOLOGÍA

### 2.5.1. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos fueron evaluados con las dosis seleccionadas para este estudio utilizando cada producto químico comparándolo con la dosis tradicional del muriato de Potasio y un testigo absoluto.

Cuadro 2. Tratamientos seleccionados y evaluados en el estudio.

No.	TRATAMIENTOS		P. EXP 1ª. APL	CONCENTRACIÓN (K) 1ª. APL	P. EXP 2ª. APL	CONCENTRACION (K) 2ª. APL
	DESCRIPCIÓN 1ª. Apl	DESCRIPCIÓN 2ª. Apl	20/09/2013		22/11/2013	
1	Testigo	Testigo	0	0	0	0
2	1.0lt/Mz COP	1.0lt/Mz COP	50cc/20lt	9.80 Kg/Ha	50cc/20lt	9.80 Kg/Ha
3	1.5lt/Mz COP	2.0lt/Mz COP	75cc/20lt	14.70 Kg/Ha	100cc/20lt	19.61 Kg/Ha
4	2.0lt/Mz COP	2.5lt/Mz COP	100cc/20lt	19.61 Kg/Ha	150cc/20lt	29.41 Kg/Ha
5	12lb/Mz MOP	12lb/Mz MOP	272.4g/20lt	53.39 Kg/Ha	275g/20lt	53.92 Kg/Ha

**COP = Complexato Potasio (30%K). MOP = Muriato de Potasio (60%K<sub>2</sub>O) Testigo relativo. P. Exp = Parcela experimental. APL = Aplicación.**

### 2.5.1.1. Distribución de tratamientos

Los colores se utilizaron para identificar los tratamientos a ser evaluados. El tratamiento 1 será un testigo absoluto, y el tratamiento 5 será un testigo relativo.

Cuadro 3. Ubicación, identificación y distribución de los tratamientos en campo.

PRODUCTO			DOSIS	P. EXP	COLOR												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
REPETICIÓN I					Borde	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	COP	2Lt/ Mz	100cc/ 20lt		T-4	2	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	MOP	12Lb/ Mz	272.4g/ 20lt		T-5	4	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COP	1.5Lt/ Mz	75cc/ 20lt		T-3	6	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	TESTIGO	0	0		T-1	8	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
REPETICIÓN II					Borde	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COP	1Lt/ Mz	50cc/ 20lt		T-2	10	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COP	2Lt/ Mz	100cc/ 20lt		T-4	12	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COP	1Lt/ Mz	50cc/ 20lt		T-2	14	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	MOP	12Lb/ Mz	272.4g/ 20lt		T-5	16	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
REPETICIÓN III					Borde	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	TESTIGO	0	0		T-1	18	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COP	1.5Lt/ Mz	75cc/ 20lt		T-3	20	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	MOP	12Lb/ Mz	272.4g/ 20lt		T-5	22	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COP	2Lt/ Mz	100cc/ 20lt		T-4	24	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
REPETICIÓN III					Borde	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COP	1.5Lt/ Mz	75cc/ 20lt		T-3	26	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COP	1Lt/ Mz	50cc/ 20lt		T-2	28	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	TESTIGO	0	0		T-1	30	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
					Borde	31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

X= Borde  
O= Parcela neta

COP = Complexato Potasio  
MOP = Muriato de Potasio

## 2.5.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos se asignaron a las unidades experimentales mediante una aleatorización completa dentro de cada bloque.

### 2.5.2.1. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Variable respuesta ij- ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la ij- ésima unidad experimental tratamiento a evaluar

### 2.5.2.2. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo compuesta por 12 plantas (parcela bruta) de las cuales 10 plantas (parcela neta) son las que se muestrearon cada mes y a las mismas se les determinó la cosecha.

Cuadro 4. Representación de la unidad experimental en campo.

	COLOR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Borde		1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>T-</b>	-----	2	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
Borde		3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**T= Tratamiento**

**X = Plantas de efecto de borde**  
**O = Plantas de parcela neta**

### **2.5.3. Nutrición en el manejo del cultivo**

Durante el período de manejo de la plantación 2013-2014 se aplicaron 100Kg de  $K_2O$  y 199Kg de N al suelo en tres aplicaciones mayo, agosto y octubre con las fórmulas recomendadas por el plan de fertilización de Analab.

Se realizaron dos aplicaciones foliares de 9.80, 19.61, 29.41, y 53.92 Kg/Ha, con dos productos Complexato de Potasio y Muriato de Potasio, ambos en presentación líquida y granulada.

### **2.5.4. Manejo agronómico del experimento**

Al tener delimitada el área para trabajar, se procedió a aleatorizar cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, luego se realizó un muestreo de suelo y el primer muestreo foliar para determinar la cantidad de Potasio presente en la planta ingresando las muestras a Analab; después se realizó la aplicación de complexato potasio y muriato de potasio utilizando un equipo de aspersión manual (bomba de mochila con capacidad de 20lts), la cual se calibró previo hacer la aplicación para conocer el volumen de agua a utilizar; la aplicación fue efectuada por la mañana y los muestreos fueron en períodos de 15 a 30 días posterior a ser aplicados los productos, así como el rendimiento en peso del fruto en libras a partir del primer corte hasta finalizar la temporada de cosecha. Se efectuaron dos aspersiones para mejorar la concentración de Potasio presente en la planta.



Figura 9. Manejo agronómico en sus diferentes etapas; desde identificación de los tratamientos hasta peso de fruto por tratamiento.

### 2.5.4.1. Cronograma de aplicaciones

Cuadro 5. Programación de aspersiones en campo.

No.	TRATAMIENTOS		DOSIS DE ASPERSIÓN		FECHAS DE ASPERSIÓN	
	DESCRIPCIÓN 1ª. APL	DESCRIPCIÓN 2ª. APL	1ª. APL	2ª. APL	1ª. APL	2ª. APL
1	Testigo	Testigo	0	0	20/09/2013	22/11/2013
2	1.0lt/Mz COP	1.0lt/Mz COP	50cc/20lt	50cc/20lt		
3	1.5lt/Mz COP	2.0lt/Mz COP	75cc/20lt	100cc/20lt		
4	2.0lt/Mz COP	2.5lt/Mz COP	100cc/20lt	150cc/20lt		
5	12lb/Mz MOP	12lb/Mz MOP	272.4g/20lt	275g/20lt		

COP = Complejato Potasio (30%K). MOP = Muriato de Potasio (60%K<sub>2</sub>O). APL = Aplicación.

### 2.5.4.2. Cronograma de cosechas

Cuadro 6. Programación de cosechas en campo.

No.	TRATAMIENTOS		DOSIS DE ASPERSIÓN		FECHAS DE COSECHA				
	DESCRIPCIÓN 1ª. APL	DESCRIPCIÓN 2ª. APL	1ª. APL	2ª. APL	CORTE				
					1	2	3	4	5
1	Testigo	Testigo	0	0	16/12/2013	14/01/2014	05/02/2014	20/02/2014	12/03/2014
2	1.0lt/Mz COP	1.0lt/Mz COP	50cc/20lt	50cc/20lt					
3	1.5lt/Mz COP	2.0lt/Mz COP	75cc/20lt	100cc/20lt					
4	2.0lt/Mz COP	2.5lt/Mz COP	100cc/20lt	150cc/20lt					
5	12lb/Mz MOP	12lb/Mz MOP	272.4g/20lt	275g/20lt					

COP = Complejato Potasio (30%K). MOP = Muriato de Potasio (60%K<sub>2</sub>O). APL = Aplicación.

### **2.5.4.3. Variables de Respuesta**

- Rendimiento peso de fruto en Kg/Ha
- Concentración de Potasio en la planta durante el período de maduración – cosecha.

## **2.5.5. Análisis de la información**

### **2.5.5.1. Estadístico**

La variable de respuesta rendimiento fue sometida a un análisis de varianza bajo las especificaciones del diseño establecido, con una significancia del 95% y un 5% de error utilizando el software Infostat, esto para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

### **2.5.5.2. Gráfico**

La concentración de Potasio fue analizada utilizando la gráfica de dispersión para ilustrar y comparar el porcentaje de Potasio en el área foliar, durante las etapas de maduración-cosecha.

## 2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1. Rendimiento de café cereza maduro colectado por tratamiento durante el período de cosecha.

Datos de peso en fruto en Kg/Ha durante la cosecha realizada en la evaluación de dosis de Potasio en Finca el Rincón correspondiente a la cosecha 2013-2014

Cuadro 7. Cosecha de peso de fruto de café cereza maduro en Kg/Ha

COP = Complexato Potasio (30%K). MOP = Muriato de Potasio (60%K<sub>2</sub>O).

No.	TRATAMIENTO DESCRIPCIÓN	REPETICIÓN			MADURO Kg/Ha
		I	II	III	
1	Testigo	71.47	60.72	51.20	181
2	1lt/Mz de COP	46.98	54.64	54.70	154
3	1.5lt/Mz de COP	60.13	56.72	72.55	187
4	2.0lt/Mz de COP	55.58	71.68	81.91	207
5	12lb/Mz de MOP	70.80	55.65	64.72	189

### 2.6.2. Análisis de varianza del rendimiento en Kg/planta maduro en el fruto del café.

En el cuadro 8. Se muestran los resultados del análisis de varianza del total de cosechas del experimento, en el cual no se encontraron diferencias significativas, entre los productos evaluados.

Cuadro 8. Análisis de la varianza en el rendimiento en Kg/planta maduro en el fruto del café.

FV	GL	SC	CM	F
Tratamientos	4	221.17	55.29	1.25 <sub>NS</sub>
Repeticiones	2	33.10	16.55	0.37 <sub>NS</sub>
Error	8	353.62	44.20	
Total	14	607.89		

CV= 15.93% ET $\mu$ = +/- 11.17 lbs/plantas

NS = No Significativo. CV = Coeficiente de Variación. ET $\mu$  = Error típico para una media.

El andeva realizado con el paquete estadístico Infostat para la variable rendimiento de café cereza maduro, muestra que la F calculada (1.25) es menor a la F tabulada (3.83), lo cual muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por que el elemento dentro del suelo se encontraba en un nivel adecuado 0.42 Cmol/lit, lo cual no favoreció el incremento al realizar aplicaciones foliares con Potasio.

### 2.6.3. Curva de variación estacional de Potasio

En el cuadro 9. Se muestra el promedio en porcentaje de Potasio (K) presente en la planta, del cual se realizaron 8 muestreos, comprendidos desde la etapa de maduración - cosecha con la finalidad de evaluar el comportamiento de concentración de Potasio en cada tratamiento.

Cuadro 9. Muestreos y concentración de Potasio (K) en el área foliar en plantas de café.

NIVEL ADECUADO DE POTASIO					No. MUESTREOS Y % DE CONCENTRACIÓN DE POTASIO			
1.9 – 2.5 %					FECHAS DE MUESTREO			
	1ª. APL	2ª. APL	1ª. APL	2ª. APL	INICIO	1	2	REND Kg/Ha MADURO
1	Testigo	Testigo	0	0	1.91	1.78	2.00	181
2	1.0lt/Mz COP	1.0lt/Mz COP	50cc/20lt	50cc/20lt	1.91	1.94	2.18	154
3	1.5lt/Mz COP	2.0lt/Mz COP	75cc/20lt	100cc/20lt	1.91	1.83	1.96	187
4	2.0lt/Mz COP	2.5lt/Mz COP	100cc/20lt	150cc/20lt	1.91	1.89	2.04	207
5	12lb/Mz MOP	12lb/Mz MOP	272.4g/20lt	275g/20lt	1.91	1.97	1.96	189
FECHA DE APLICACIÓN					1ª. APLICACIÓN 20/09/2013 2ª. APLICACIÓN 22/11/2013			

**COP = Complexato Potasio (30%K). MOP = Muriato de Potasio (60%K<sub>2</sub>O). APL = Aplicación. REND qq/MZ = Rendimiento en quintales por manzana. Fuente: Finca El Rincón cosechas anteriores 180 – 250 qq/Mz. Cosecha 2013 – 2014 400 qq/Mz**

En la Figura 10. Se muestra la concentración del Potasio en el área foliar (K) expresada en % en los diferentes muestreos por cada tratamiento evaluado en la fase experimental, (Maduración – Cosecha).

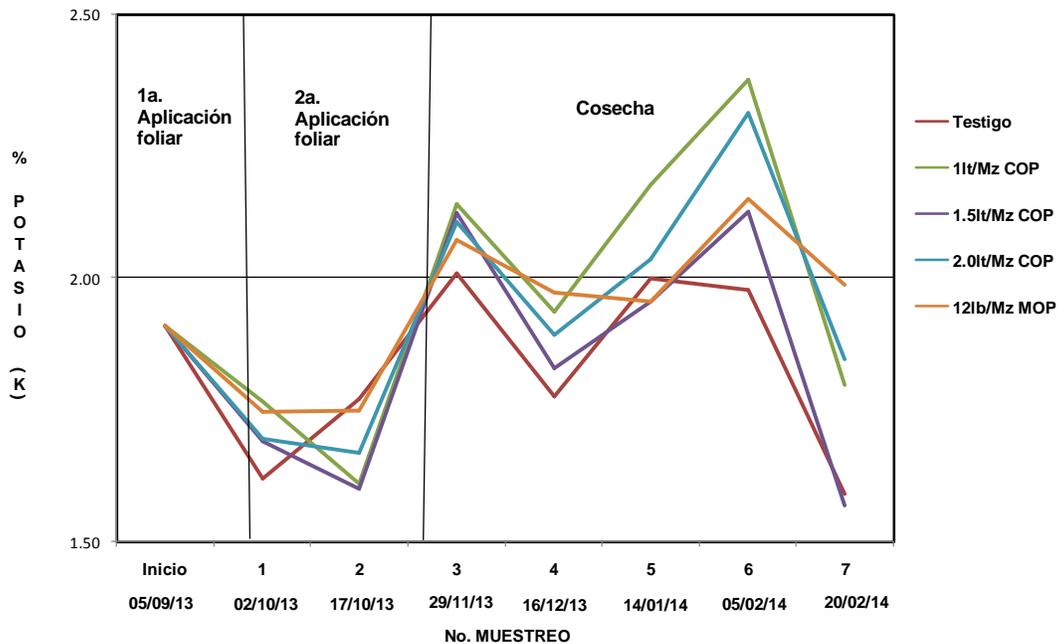


Figura 10. Curva de variación estacional del porcentaje de Potasio (K) en el área foliar en la etapa maduración – cosecha.

La curva de variación estacional de Potasio fue evaluada desde la etapa de aplicación foliar hasta la cosecha, en la figura 5 se puede observar que el incremento de K en la planta fue evidente en el muestreo No. 3 después de la segunda aplicación en el mes de noviembre y el muestreo No. 6; que se realizó en el mes de febrero, indicando que los meses de diciembre y enero la concentración del elemento disminuyó debido a que se encontraba en la etapa de maduración el contenido de azúcares era alto y la totalidad de las plantas lo estaban consumiendo.

## 2.7. CONCLUSIONES

1. Se estableció que ninguno de los tratamientos evaluados presentaron diferencias estadísticas significativas, respecto a la variable rendimiento cereza – maduro.
2. Los valores de concentración de Potasio en el tejido vegetal oscilaron entre 1.88 y 2.02 para todos los tratamientos evaluados, encontrándose dentro del rango adecuado, por lo cual no es necesaria la aplicación de algún producto a base de potasio en aspersión foliar.

## 2.8. RECOMENDACIONES

1. Bajo las condiciones edáficas, manejo agronómico, y en suelos con contenidos adecuados de Potasio con aplicación de 100Kg de  $K_2O$  al suelo por año en tres aplicaciones, y rangos de 0.2-1.5 Cmol/lt en esta localidad no es recomendable aplicar fertilizantes foliares a base de Potasio para el cultivo de café, debido a que existe una alta cantidad del elemento presente en el suelo por lo que el cultivo no lo requiere, y al aplicarlo estaría presentándose lo que en nutrición vegetal se conoce como consumo de lujo.
2. Es importante realizar el muestreo de plantas para verificar si el estado nutricional es el adecuado, o identificar la existencia de problemas nutricionales, estos pueden ser detectados por sintomatología para posteriormente ser confirmados mediante el análisis de plantas.

## 2.9. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1991. Manual de caficultura. Guatemala. 177 p.
2. \_\_\_\_\_. 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
3. \_\_\_\_\_. 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 213 p.
4. \_\_\_\_\_. 2008. La producción de café y sus oportunidades. El Cafetal la Revista del Caficultor no. 1 (abril), 23 p.
5. Berthaud, J. 1986. Les ressources génétiques pour l'amelioration des caféiers africains diploïdes: evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses consequences pour l'application. Paris, ORSTOM. 379 p. (Travaux et Documents no. 188).
6. Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
7. Carvajal, JF. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. 254 p.
8. Carvajal, JF; López, C. 1974. Hojas representativas para el análisis de nitrógeno, fósforo y potasio para fines de diagnostico en plantas de café. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Laboratorio de Investigaciones Agronómicas. 14 p.
9. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 20.
10. Delcorp.com. 1997. Muriato de potasio (en línea). Ecuador. Consultado 6 set 2013. Disponible en <http://www.delcorp.com.ec/divisiones/fertilizantes/fertilizantes-simples/muriato-de-potasio-granulado>
11. Estrada Ortiz, HL. 1984. Determinación del nivel crítico de potasio por análisis foliar, en dos estados fenológicos del maíz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 43 p.
12. FAO, IT; PNUMA, IT. 1999. El futuro de nuestra tierra, enfrentando el desafío guía para la planificación integrada para el desarrollo sostenible de los recursos de la tierra. Roma, Italia. 322 p.

13. Girón, J. 1991. Combinación de N, P, K, en tres épocas de aplicación en el cultivo de café: memoria técnica de investigación en café, 1990 – 1991. Guatemala, ANACAFE. 152 p.
14. Girón, J; Villeda, A. 1989. Evaluación de épocas de aplicación de nitrógeno y fuentes adicionales de fósforo y potasio en Guatemala: memoria técnica de las investigaciones en café 1986 – 1989. Guatemala, ANACAFE. 188 p.
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. Gómez, HA. 2004. Fertilización foliar: la tecnología agrícola del siglo 21. Bogotá, Colombia, Scribd. 100 p.
17. Guerra Guerra, MT. 2006. Sistematización de las experiencias obtenidas en las aplicaciones foliares de boro (B), zinc (Zn), potasio (K), y sus mezclas, en el cultivo de café. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 34 p.
18. INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo, SW). 1993. Diagnóstico del estado nutricional de los cultivos. Canadá. 55 p.
19. Martín Prevel, P. 1981. Papel que desempeñan los minerales en los vegetales. Revista de la Potasa Sección 3 no. 1:1-9.
20. Monroig, MF. 2000. Ecos del café (en línea). Puerto Rico. Consultado 13 ago 2014. Disponible en <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id6.htm>
21. Reinhardt, H. 1974. Análisis foliar de algunos cultivos tropicales. Cali, Colombia, CIAT. 22 p.
22. Rodríguez Juárez, MA. 1996. Evaluación de la fertilización foliar asociada con cobre sobre cafetos adultos (*Coffea arabica* L. var. Caturra), como suplemento de la fertilización química al suelo, en la zona de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 59 p.
23. Seminario Asociación Nacional del Café. 2006. Muestreo foliar interpretación de resultados y recomendaciones. Guatemala. 21 p.
24. Simmons, C; Tárano, JH; Pinto, JM. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

25. Tisdale, S; Nelson, W. 1997. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España, Montaner y Simón. 759 p.
26. Zamora, L. 1998. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. Costa Rica, Instituto del Café de Costa Rica. 195 p.

## 2.10. ANEXOS

ORDEN: 21 - 23 ANÁLISIS: AS-8  
 CLIENTE: ING. HUMBERTO JIMENEZ  
 FINCA: EL RINCON  
 LOCALIZACIÓN: VILLA CANALES GUATEMALA  
 CULTIVO: CAFE  
 Fecha de Ingreso: 02/10/2013 Fecha de Ejecución: 04/10/2013 15:21 Fecha de Impresión: 10/02/2015



Informe de Resultados de Análisis de Suelos

No.	Identificación de la Muestra	mg/L		Cmol(+)/L				mg/L		Cmol(+)/L		mg/L		Cmol(+)/L		mg/L		%
		pH	Boro	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Aluminio	Cobre	*A.I.	Hierro	Manganeso	Zinc	*M.O.			
90	LOTE 1 DOSIS DE K FOLIAR EL SURCO	4.90	0.42	109.34	0.42	2.37	0.69	12.75	2.07	2.77	2.36	221.90	8.86	6.44	3.42			
91	LOTE 2 DOSIS DE K FOLIAR EN CALLE	5.80	0.35	72.37	0.63	5.35	1.38	1.27	0.07	3.01	0.09	170.80	12.72	8.39	3.66			

\*A.I.= Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)

\*M.O.= Materia Orgánica

\*C.S.=Concentración de sales

Muestra	Identificación de la Muestra	Cmol(+)/L					Porcentaje de Saturación en la CICE				Equilibrio de Bases				Nomenclatura
		*CICE	K	Ca	Mg	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K					
90	LOTE 1 DOSIS DE K FOLIAR EL SURCO	5.84	7.19	40.58	11.82	11.82	5.64	1.64	3.43	7.29					
91	LOTE 2 DOSIS DE K FOLIAR EN CALLE	7.45	8.46	71.81	18.52	18.52	8.49	2.19	3.88	10.68					

\*CICE=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

Materia orgánica: Método de Walkley y Black

pH: método de potenciometría, relación 1:2.5 - Suelo:Agua

Solución extractante para Acidez Intercambiable con : KCl 1 Normal, metodología por volumetría.

Solución extractante para Acidez Intercambiable y Aluminio con : KCl 1 Normal, metodología por volumetría.

Solución extractante para Azufre y Boro: FOSFATO ACIDO DE CALCIO metodología espectrofotometría visible

Solución extractante para Calcio, Magnesio: KCl 1 Normal, metodología espectrofotometría absorción atómica

Solución extractante para Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc con : DTPA (ácido dietiltriáminopentacético), metodología espectrofotometría absorción atómica

Solución extractante para Fósforo: OLSEN MODIFICADO, metodología espectrofotometría UV-Visible

Solución extractante para Potasio con : OLSEN MODIFICADO, metodología espectrofotometría absorción atómica

- 1.- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL
- 2.- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los Criterios de Aceptación establecidos por Analab.
- 3.- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe
- 4.- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

*[Firma]*  
 Ing. Doris Vega  
 Coordinador de Analab

Figura 11. Análisis de Suelo 02-10-2013

Orden: 21 - 716

Análisis: AF-6

Cliente: ING. HUMBERTO JIMENEZ



Localización: Villa Canales GUATEMALA

Cultivo: CAFE

Finca: EL RINCON

Informe de Resultados de Análisis Foliar

Fecha de Ingreso: 16/12/2013 Fecha de Ejecución: 20/12/2013 12:10:25 Fecha de Impresión: 10/02/2015 15:34:40

■ =Bajo  
■ =Adecuado  
■ =Alto

Muestra:	Identificación de la Muestra	Macronutrientes ( Elementos Mayores )						Micronutrientes ( Elementos Menores )				
		%						ppm				
		Nitrógeno 2,3-2,8	Fósforo 0,11-0,15	Potasio 1,9-2,5	Calcio 1,1-1,5	Magnesio 0,29-0,35	Azufre 0,16-0,25	Cobre 9-9	Hierro 91-105	Manganeso 50-150	Zinc 14-18	Boro 41-90
2519	T1 - R I Morado (Testigo)	2,35	0,13	1,77	1,28	0,29	0,16	11,75	84,08	57,47	15,51	66,17
2520	T1 - R II Morado (Testigo)	2,69	0,13	1,56	1,59	0,32	0,21	17,70	87,59	55,98	16,09	61,98
2521	T1 - R III Morado (Testigo)	2,78	0,13	2,00	1,11	0,28	0,18	16,80	76,41	66,73	11,57	50,99
2522	T2 - R I Verde	2,65	0,13	1,73	1,09	0,29	0,21	20,79	81,90	54,36	15,74	47,34
2523	T2 - R II Verde	2,55	0,14	1,92	1,28	0,31	0,21	16,30	82,65	69,30	11,78	55,13
2524	T2 - R III Verde	3,04	0,14	2,16	1,25	0,29	0,24	17,40	82,56	66,70	11,75	64,47
2525	T3 - R I Rosado	2,52	0,13	1,78	1,04	0,28	0,17	14,92	83,49	45,91	14,84	56,77
2526	T3 - R II Rosado	2,70	0,13	1,79	1,20	0,26	0,19	71,19	112,50	54,95	18,20	56,98
2527	T3 - R III Rosado	2,78	0,15	1,92	1,21	0,28	0,21	16,70	106,01	45,29	14,41	57,71
2528	T4 - R I Amarillo/Blanco	2,76	0,16	2,02	1,23	0,28	0,16	11,66	87,20	59,78	14,84	66,63
2529	T4 - R II Amarillo/Blanco	2,46	0,15	1,73	1,56	0,31	0,18	13,50	102,62	79,31	12,56	81,07
2530	T4 - R III Amarillo/Blanco	2,31	0,15	1,93	1,23	0,27	0,22	16,00	97,83	49,93	18,82	58,46
2531	T5 - R I Morado/Verde	2,86	0,14	1,84	1,05	0,26	0,15	10,31	88,80	55,38	14,12	51,01
2532	T5 - R II Morado/Verde	2,85	0,15	2,20	1,20	0,27	0,22	18,80	84,63	56,38	12,32	48,53
2533	T5 - R III Morado/Verde	2,47	0,14	1,88	1,11	0,29	0,21	16,50	86,45	47,53	12,44	50,58

Determinación de Nitrógeno Método Kjeldahl - por subcontratación.

Preparación de la muestra: Incineración en Mufla

y análisis de los elementos: P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn y B Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP por subcontratación

- 1.- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
- 2.- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los Criterios de Aceptación establecidos por Analab.
- 3.- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le da a este informe.
- 4.- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

  
 Ing. Doris Vega  
 Coordinador de Analab

Figura 12. Análisis foliar 16-12-2013

Orden: 21 - 883

Cliente: ING. HUMBERTO JIMENEZ

Análisis: AF-6



Localización: Villa Canales GUATEMALA

Cultivo: CAFE

Finca: EL RINCON

Fecha de Ingreso: 15/01/2014

Fecha de Ejecución: 29/01/2014 14:17:53

Fecha de Impresión: 10/02/2015 15:27:00

Informe de Resultados de Análisis Foliar

=Bajo

=Adecuado

=Alto

## Macronutrientes ( Elementos Mayores )

## Micronutrientes ( Elementos Menores )

Muestra:	Niveles Adecuados → Identificación de la Muestra	Macronutrientes ( Elementos Mayores )						Micronutrientes ( Elementos Menores )				
		%						ppm				
		Nitrógeno 2,3-2,8	Fósforo 0,11-0,15	Potasio 1,9-2,5	Calcio 1,1-1,5	Magnesio 0,29-0,35	Azufre 0,16-0,25	Cobre 6-9	Hierro 91-105	Manganeso 50-150	Zinc 14-18	Boro 41-90
3414	T 1 - R I Morado (testigo)	3.14	0.15	2.04	1.35	0.27	0.19	6.40	83.43	37.85	17.65	51.49
3415	T 1 - R II Morado (Testigo)	2.63	0.13	1.76	1.43	0.27	0.17	104.40	74.43	36.56	9.09	53.40
3416	T 1 - R III Morado (Testigo)	2.66	0.15	2.20	1.31	0.28	0.25	254.20	93.93	78.42	56.82	59.33
3417	T 2 - R I Verde	2.69	0.12	1.88	1.12	0.28	0.15	19.30	106.20	44.94	14.14	41.63
3418	T 2 - R II Verde	2.73	0.14	2.19	1.32	0.29	0.22	182.50	65.30	50.50	22.47	53.29
3419	T 2 - R III Verde	3.50	0.17	2.46	1.28	0.27	0.24	159.40	65.68	41.60	29.06	58.72
3420	T 3 - R I Rosado	2.68	0.16	1.89	1.24	0.29	0.17	12.69	105.70	43.27	14.02	58.80
3421	T 3 - R II Rosado	2.41	0.16	1.88	1.30	0.27	0.17	45.52	90.60	49.82	8.88	52.57
3422	T 3 - R III Rosado	2.91	0.16	2.10	1.20	0.27	0.20	122.90	73.79	39.00	16.69	47.62
3423	T 4 - R I Amarillo/Bianco	2.90	0.17	2.21	1.36	0.26	0.19	7.63	81.93	39.14	15.82	70.62
3424	T 4 - R II Amarillo/Bianco	2.85	0.14	1.81	1.38	0.29	0.19	138.40	69.99	41.97	10.51	46.11
3425	T 4 - R III Amarillo/Bianco	2.70	0.17	2.09	1.41	0.27	0.20	129.40	99.20	37.25	16.67	49.19
3426	T 5 - R I Morado/Verde	2.95	0.16	1.81	1.19	0.27	0.16	8.49	83.04	38.10	15.25	50.71
3427	T 5 - R II Morado/Verde	2.61	0.14	2.09	1.36	0.25	0.17	176.70	69.05	45.68	25.30	50.13
3428	T 5 - R III Morado/Verde	2.38	0.15	1.97	1.15	0.25	0.16	107.40	74.48	28.02	11.11	45.25

Determinación de Nitrógeno Método Kjeldahl - por subcontratación.

Preparación de la muestra: Incineración en Mulla

y análisis de los elementos: P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn y B Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP por subcontratación

- 1.- Los resultados de este informe son validos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
- 2.- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los Criterios de Aceptación establecidos por Analab.
- 3.- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
- 4.- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Ing. Doris Vega  
Coordinador de Analab



Figura 13. Análisis Foliar 15-01-2014



Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas de ANACAFE  
 5a. Calle 0-50 Zona 13 Edificio de ANACAFE  
 Telefono : (502) 2421 - 3700 Ext. 193 y 195  
 E-mail : analab@anacafe.org

Página 1 de 3

**FINCA: El Rincón**  
**Localización: Villa canales, GUATEMALA**

**EN PRODUCCIÓN, para los lotes: PARA TODOS LOS LOTES**

Total	N - ½ K		
	E P O C A		
	Mayo o Junio/2013	Ago. o Sep./2013	Octubre/2013
12.5 qq/Mz	Fertilizante: 27-0-8 Dosis: 4 qq/Mz	Fertilizante: 20-0-20 Dosis: 4.5 qq/Mz	Fertilizante: 27-0-8 Dosis: 4 qq/Mz

**MATERIAS PRIMAS PARA PREPARAR LAS FORMULAS**

FORMULA 27-0-8			
MATERIAS PRIMAS			
Nitrato de Amonio (33.5-0-0)	DAP (18-46-0)	MOP (0-0-60)	RELLENO (Cal Dolomítica)
79%	0%	13%	8%

FORMULA 20-0-20			
MATERIAS PRIMAS			
Nitrato de Amonio (33.5-0-0)	DAP (18-46-0)	MOP (0-0-60)	RELLENO (Cal Dolomítica)
59%	0%	33%	8%

Figura 14. Plan de Fertilización Finca El Rincón parte I



Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas de ANACAFE  
 5a. Calle O-50 Zona 13 Edificio de ANACAFE  
 Telefono : (502) 2421 - 3700 Ext. 193 y 195  
 E-mail : analab@anacafe.org

Página 2 de 3

**FERTILIZACION** Granulada en el cultivo de Café para los primeros dos años de edad y año de recepa.

<i>Edad del cafetal y año de recepa.</i>	<i>EPOCA de aplicación</i>	
	<i>Mayo o Junio/2013</i>	<i>Agosto/2013</i>
<b>* 0 a 12 meses</b>	20-20-0 Dosis: 1 onza/planta	20-20-0 Dosis: 1 onza/planta
<b>13 a 24 meses y Recepado en el año 2013</b>	Incorporar el mismo programa de fertilización de los cafetos adultos, pero aplicando el 67% de la dosis recomendada (2/3 partes).	
<b>Recepa para este año 2014</b>	-----	18-10-18 Dosis: 1 onza/planta Agosto/2013
<b>Recepa para el año 2015</b>	Incorporar el mismo programa de fertilización de los cafetos adultos, pero aplicando el 67% de la dosis recomendada (2/3 partes).	

**RECOMENDACIÓN DE ENMIENDA**

<i>Aplíquese en el lote:</i>	<i>ENMIENDA</i>
<i>Lote Chanquín Ahoyado ocales 0 – 20 y lote Cajeros Prof. 0 - 20</i>	<i>YESO 3 Onzas/planta Abril / 2013</i>

YESO = Sulfato de Calcio

Figura 15. Plan de Fertilización Finca El Rincón parte II

### FERTILIZACION FOLIAR

*Programa de Fertilización FOLIAR para apoyar La Floración, llenado y Maduración de frutos.*

*Aplicar en el Lote Cajeros Profundidad de 0 - 20*

<b>Época de Aplicación</b>	<b>Fuentes Foliars</b>	<b>Dosis/Manzana</b>
5 días después de la floración principal.	BORO FOLIAR	1 litro o 1 Kilogramo

Fecha: 25 - abril - 2013

Ing. Humberto Jiménez G.  
 Coordinador Laboratorio Agrícola  
 ANALAB

Figura 16. Plan de Fertilización Finca El Rincón parte III



**CAPÍTULO III**

**SERVICIOS PRESTADOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN VEGETAL, ANACAFÉ, GUATEMALA, C.A.**

### **3.1. Servicio I: Implementación de la metodología 5Ss para la mejora continua del sistema de calidad en el área de protección vegetal Analab, Anacafé.**

#### **3.1.1. Introducción**

La metodología de las 5Ss es una herramienta que permite mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. Lo que se pretende con la implementación de este servicio es mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el ambiente laboral, la motivación del personal, eficiencia, calidad, productividad y competitividad dentro del área de laboratorio de protección vegetal.

Esta metodología puede llevarse a cabo en cualquier tipo de organización, ya sea de tipo industrial o de servicios como es el caso del laboratorio de protección vegetal que les brinda a los caficultores guatemaltecos, buscando la mejora continua de un sistema de gestión de calidad, previo a iniciar el proceso de acreditación.

#### **3.1.2. Objetivos**

- Conocer la metodología del sistema de calidad 5Ss que permitan al laboratorio su desempeño con alto nivel de productividad.
- Desarrollar una herramienta que brinde resultados tangibles, para la mejora continua en protección vegetal.
- Fomentar una cultura de orden, limpieza, seguridad y constancia dentro del área de trabajo.

#### **3.1.3. Marco Teórico**

##### **3.1.3.1. Qué es la metodología 5Ss?**

Es una herramienta de calidad que permite implementar y establecer estándares para tener áreas y espacios de trabajo en orden y realizar eficazmente las actividades.

### **3.1.3.2. Objetivo principal de la metodología 5Ss**

Desarrollar un ambiente de trabajo agradable y eficiente, en un clima de seguridad, orden, limpieza y constancia que permita el correcto desempeño de las operaciones diarias, logrando así los estándares de calidad de los servicios requeridos.

### **3.1.3.3. Beneficios directos de las 5Ss**

#### **Seguridad:**

- Menor índice de accidentes
- Reducción drástica de ausentismo

#### **Calidad:**

- Satisfacción de los clientes
- Velocidad de respuesta y mejora

#### **Eficiencia:**

- Productividad
- Energía positiva

#### **Eliminación de desechos:**

- Mantenimiento preventivo
- Sugerencia de mejora

### **3.1.3.4. Primera S: Seiri = Clasificar**

Significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar las labores.

### **3.1.3.5. Segunda S: Seiton = Ordenar**

Consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad.

### **3.1.3.6. Tercera S: Seiso = Limpiar**

Significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos del lugar de trabajo. La limpieza implica no únicamente mantener las áreas y equipos dentro de una estética agradable permanentemente, implica un pensamiento superior a limpiar.

### **3.1.3.7. Cuarta S: Seiketsu = Estandarizar**

Permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con las acciones.

### **3.1.3.8. Quinta S: Shitsuke = Disciplina**

Significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

## **3.1.4. Metodología**

La metodología utilizada consistió en 3 fases:

### **3.1.4.1. Fase I**

Se capacitó al personal que labora dentro del área de protección vegetal, para que tuvieran conocimiento sobre la metodología de las 5Ss a través de esquemas y videos

### **3.1.4.2. Fase II**

Identificación de las áreas de trabajo, equipo, mesas y reactivos; de manera que sea fácil y rápida su búsqueda, así mismo se hicieron propuestas de innovación y desarrollo dentro del área de trabajo.

### **3.1.4.3. Fase III**

Participación del personal en la aplicación de la metodología 5Ss en los diferentes análisis llevados a cabo dentro del laboratorio; contribuyendo en las actividades de orden y limpieza.

### 3.1.5. Resultados

1. Se capacitó al especialista y auxiliar del laboratorio de protección vegetal, presentado esquemas y videos de la metodología empleada.



Figura 17. Capacitación al personal que labora en protección vegetal.

2. Aplicación de la metodología 5Ss que incluye; clasificación, orden, limpieza, estandarizar y disciplina, además de la identificación y delimitación de las áreas de trabajo.



Figura 18. Metodología 5Ss en las áreas de protección vegetal.

3. Participación del personal en las actividades de orden y limpieza dentro del laboratorio.



Figura 19. Personal de protección vegetal preparando muestras.

### 3.1.6. Evaluación

1. Se capacitó al personal que labora en protección vegetal para que conocieran a detalle la metodología de las 5Ss.
2. Cada una de las áreas de trabajo con las que cuenta protección vegetal, tanto gavetas, gabinetes y mesas quedaron: clasificadas, ordenadas, limpias, delimitadas e identificadas para darle cumplimiento a la metodología propuesta.
3. Dentro de la capacitación se solicitó al personal la colaboración para que las áreas de trabajo, dónde se implemento la metodología 5Ss se conserve y que contribuyan en la mejora continua de protección vegetal.

### 3.1.7. Bibliografía

1. Bekaert Consulting, ES. 1998. Mayor productividad mejor lugar de trabajo: metodología de implantación autónoma de las 5'S, guía del facilitador. España, Fundación Vasca para el Fomento de la Calidad. 32 p.
2. EUSKALIT (Fundación Vasca para la Calidad, ES). 1998. Metodología de las 5'S: mayor productividad, mejor lugar de trabajo. España. Gestión de calidad total metodología y herramientas. Coleccionable no. 2.

## **3.2. Servicio II: Desarrollo del sistema de documentación para el aseguramiento de la calidad en el área de protección vegetal Analab, Anacafé.**

### **3.2.1. Introducción**

El Sistema de Gestión de Calidad de la Asociación Nacional del Café; es el encargado de la documentación y todos los procesos administrativos en los diferentes laboratorios que conforman la institución. Anacafé establece y mantiene el control de documentos según la Norma ISO 9001-2008.

El control de documentos es un proceso que permite realizar cambios y actualizaciones de forma ordenada y controlada, servicio que se llevará a cabo con la documentación del laboratorio de protección vegetal que incluye guías de uso de equipo de laboratorio y bitácoras los cuales posteriormente serán editados y publicados para toda la asociación, el proceso lleva una serie de pasos donde incluye material aprobado, clasificado y ubicado en el sistema electrónico y de forma física de acuerdo a lo especificado en el procedimiento de control de documentos.

### **3.2.2. Objetivos**

- Conocer los procedimientos y control en la elaboración de documentos en Analab.
- Realizar los documentos del Sistema de Gestión de Calidad en el área de protección vegetal.
- Publicar los documentos para su utilización dentro del área de protección vegetal.

### **3.2.3. Marco Teórico**

#### **3.2.3.1. Sistema, Gestión y Calidad**

Un sistema según la Real Academia de la Lengua Española (2003), es un conjunto de elementos, normas, métodos y procedimientos acerca de determinada materia, ordenados para realizar algo en conjunto y que se interrelacionan para un propósito en común.

La palabra sistema ha adquirido distintos usos especializados, pero siempre referentes a conjuntos estructurados y organizados. Se habla de sistema no sólo cuando se tiene un grupo de elementos que están juntos, sino además cuando trabajan en equipo. La norma ISO (9000:2008) define sistema como “el conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan”.

Existen en todo el universo diferentes tipos de sistemas, como el sistema solar, en las matemáticas el sistema numérico, en el cuerpo humano el sistema nervioso central, así como en las empresas los sistemas de información, sistemas financieros, etc. Dichos sistemas son un “ejército de soldaditos” o elementos que se unen o gestionan para una misión en común, y que a su vez forman parte de una misión mayor; dicho sea entonces, un sistema es la unión de esfuerzos especializados de varios subsistemas que juntos, trabajando de manera coordinada y armoniosa, forman un sistema único. Por su parte, gestión, según algunos autores, es el conjunto de actividades que de manera coordinada dirigen y controlan los sistemas de una compañía. Similar a lo que establece la norma ISO (9000:2008), en donde asegura que gestión es un conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización. Pero entonces, ¿qué es la gestión? ¿Qué debe hacer una organización para contar con una gestión adecuada? La respuesta no está en hacer lo que sabe lo mejor posible, sino en que las personas conozcan y hagan lo que deben hacer, canalizar esfuerzos coherentes hacia necesidades específicas con un compromiso ininterrumpido; esos son los sistemas de gestión.

### **3.2.4. Metodología**

La metodología utilizada consistió en 3 fases:

#### **3.2.4.1. Fase I**

Capacitación impartida por el sistema de gestión de calidad de Anacafé, y entrevista al personal encargado para conocer a detalle el proceso de documentación.

#### **3.2.4.2. Fase II**

Elaboración de guías de uso de equipo de laboratorio y bitácoras para registro de información interna en el área de protección vegetal.

#### **3.2.4.3. Fase III**

Ingreso de la información a la sección de control de documentos del sistema de gestión de calidad para su respectiva aprobación, y posteriormente ser utilizados los documentos por el personal de protección vegetal.

### **3.2.5. Resultados**

1. Participación en la capacitación impartida por la coordinadora del Sistema de Gestión de Calidad de Anacafé Ana Silvia Martínez, y entrevista con la encargada de gestión de calidad de Analab Astrid Aguirre.
2. Formato para la elaboración de guías de uso de equipo, con las normas y procedimientos que requiere el sistema de gestión de calidad.





### 3.2.7. Bibliografía

1. Aranda, M; Ramírez, D. 2012. Administración de la calidad. México, Editorial. McGraw-Hill 180 p.
2. Gálvez Córdón, MO. 1994. Manual de control y garantía de calidad para un laboratorio agrícola. Tesis Ing. Quim. Guatemala, Universidad Rafael Landivar. 156 p.