

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA



**CONTROL DE ROYA *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., EN CAFÉ *Coffea arabica* L. Var. CATURRA, EN PRODUCTOS ORGÁNICOS VERSUS CONTROL QUÍMICO; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA BIOPROCESOS S.A. EN EL BARREAL DE HEREDIA, COSTA RICA.**

HERMINIO RUBEÍN PÉREZ MOLINA  
GUATEMALA, AGOSTO 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

**CONTROL DE ROYA *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., EN CAFÉ *Coffea arabica* L. Var. CATURRA, EN PRODUCTOS ORGÁNICOS VERSUS CONTROL QUÍMICO; DIAGNOSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA BIOPROCESOS S.A. EN EL BARREAL DE HEREDIA, COSTA RICA.**

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

HERMINIO RUBEÍN PÉREZ MOLINA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO  
DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO EN FUNCIONES	DR. TOMAS ANTONIO PADILLA CAMBARA
VOCAL PRIMERO	DR. TOMAS ANTONIO PADILLA CAMBARA
VOCAL SEGUNDO	ING. AGR. CESAR LINNEO GARCIA CONTRERAS
VOCAL TERCERO	ING. AGR. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO	PER. AGR. JOSUE BENJAMIN BOCHE LOPEZ
VOCAL QUINTO	MAESTRA UT RAQUEL CURRUCHICH CUMEZ
SECRETARIO	ING. AGR. JUAN ALBERTO HERRERA ARDON

GUATEMALA, AGOSTO 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 realizado en la empresa Bioprocesos S.A. ubicada en el Barreal de Heredia, Costa Rica 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”

---

Herminio Rubeín Pérez Molina

## ACTO QUE DEDICO

### A DIOS

Por darme el coraje y la sabiduría para ser paciente, y esperar la oportunidad de ir más lejos, siempre.

### A MI FAMILIA

Por brindarme su apoyo incondicional, a mi madre Eusebia Molina Villatoro, por apoyarme siempre, a mi padre Herminio Pérez Gramajo por sus consejos, a mis hermanos Mindi y Ander.

### A MI PAÍS

Para que con la realización de este proyecto se apoye el desarrollo y el intercambio de culturas y conocimiento de los dos países.

## AGRADECIMIENTOS

### A BIOPROCESOS COSTA RICA

A la empresa que con gran energía va ayudando a los agricultores con tecnología disponible para la nutrición de los cultivos, por darme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado en dicha empresa, en el período de febrero a noviembre de 2013.

Agradezco la oportunidad a los integrantes de la empresa, a esas personas muy pura vida como dicen, a los técnicos de laboratorio Gustavo y Enrique, a Marianela, a la Ing. Agra. Olga Rodríguez, por compartirme los conocimientos adquiridos durante su carrera de trabajo, al Dr. Eduardo Arguedas por brindarme el apoyo y las herramientas para la realización de ejercicio profesional supervisado (eps), al Ing. QQ. Luis, a tía Guaría por su apoyo tanto dentro como fuera de la empresa, y en especial a la Ing. QQ. Alejandra García por brindarme el apoyo incondicional para la realización de esta oportunidad, por haber incluido algunos de mis aportes en el accionar de la empresa y por su amistad.

### A COOPERATIVA VICTORIA

Al Ing. Agr. Luis Solera por el apoyo en la realización del proyecto de servicios en plantaciones de Café, por su amabilidad y servicio.

### A LA FAMILIA JUÁREZ DE LA EMPRESA BIOPROCESOS GUATEMALA

Al Lic. Elmer Juárez por su apoyo en la realización de este proyecto.

## A LA FAMILIA MADRIGAL

Por brindarme su hogar como vivienda durante la realización del ejercicio profesional supervisado.

## A LA FAMILIA MARROQUÍN CASTRO

Por su apoyo en lo que respecta a la toma de la oportunidad que se me fue dada, en especial a Olga Marroquín, por su apoyo.

## A MI CASA DE ESTUDIOS

A la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, por haberme brindado los conocimientos y herramientas para desenvolverme en el ámbito agrícola durante mi estancia en mi casa de estudios, así también durante el ejercicio profesional supervisado.

## A LOS AMIGOS

Que con sus comentarios y apoyo de positivismo fue grato realizar esta etapa de mi vida, junto a ellos en diferentes lugares pero siempre con un objetivo en común, el de aplicar los conocimientos en el campo y así desarrollar un mejor mundo.



## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
<b>I DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA BIOPROCESOS S.A. UBICADA EN EL BARREAL DE HEREDIA, COSTA RICA.</b> .....	<b>4</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	4
1.1.1 Marco Referencial.....	5
1.2 OBJETIVOS.....	6
1.3 METODOLOGÍA .....	7
1.3.1 Metodología .....	7
1.3.2 Matriz FODA .....	7
1.3.3 Reseña histórica.....	11
1.3.4 Principios corporativos .....	12
1.3.5 Dirección .....	12
1.3.6 Recursos.....	12
1.3.7 Análisis externo e interno de la empresa.....	13
1.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	14
1.5 CONCLUSIONES .....	15
1.6 BIBLIOGRAFÍA.....	16
<b>II INVESTIGACIÓN: CONTROL DE ROYA Hemileia vastatrix Berk. &amp; Br, EN CAFÉ Coffea arabica L. Var. Caturra EN PRODUCTOS ORGÁNICOS VERSUS CONTROL QUÍMICO EN SANTA BÁRBARA HEREDIA, COSTA RICA.</b> .....	<b>17</b>
2.1 RESUMEN .....	19
2.2 INTRODUCCIÓN.....	20
2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
2.4 MARCO TEÓRICO .....	22
2.4.1 Marco conceptual.....	22
2.4.2 Situación de la Roya del Cafeto .....	25
2.4.3 Cultivo de Café .....	31
2.5 MARCO REFERENCIAL.....	35
2.5.1 Posición geográfica.....	35
2.5.2 Reseña histórica.....	35
2.6 OBJETIVOS.....	41
2.7 HIPÓTESIS.....	42
2.8 METODOLOGÍA .....	43
2.8.1 Ubicación de la investigación .....	43
2.8.2 Metodología Experimental .....	43
2.8.3 Control Orgánico Bioprocesos .....	43
2.8.4 Control Convencional por el ICAFE.....	44
2.8.5 Diseño experimental y análisis estadístico. ....	49
2.9 RESULTADOS .....	51
2.10 CONCLUSIONES .....	59
2.11 RECOMENDACIONES .....	60
2.12 BIBLIOGRAFÍA .....	61

CONTENIDO	PÁGINA
2.13 ANEXOS .....	63
<b>III INFORME DE SERVICIOS EJECUTADOS EN LA EMPRESA BIOPROCESOS S.A., UBICADA EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL SAN JOSÉ DE ULLOA, EL BARREAL DE HEREDIA, COSTA RICA. ....</b>	<b>65</b>
3.1 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO EN TAMAÑO AL APLICAR UN PLAN DE FERTILIZACIÓN FOLIAR EN CAFÉ <i>COFFEA</i> ARABICA L VAR. VENECIA L19 CONTRA EL MANEJO DE FERTILIZACIÓN FOLIAR DE LA FINCA, A LOS 3 AÑOS DE SIEMBRA DEL CULTIVO.....	66
3.1.1 <i>INTRODUCCIÓN</i> .....	67
3.1.2 <i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i> .....	68
3.1.3 <i>MARCO TEÓRICO</i> .....	69
3.1.4 <i>Objetivos</i> .....	74
3.1.5 <i>Conclusiones</i> .....	89
3.1.6 <i>ANEXOS</i> .....	90
3.2 APOYAR EN EL AUMENTO DE LA VENTA Y COMERCIALIZACIÓN DE LOS FERTILIZANTES Y SINÉRGICOS FOLIARES DE LA EMPRESA BIOPROCESOS S.A. ....	91
3.2.1 <i>Objetivos</i> .....	92
3.2.2 <i>Metas esperadas</i> .....	93
3.2.3 <i>Indicadores</i> .....	93
3.2.4 <i>Metodología</i> .....	94
3.2.5 <i>Resultados y Discusión de Resultados</i> .....	97
3.2.6 <i>Actividades realizadas</i> .....	99
3.2.7 <i>Conclusiones</i> .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
FIGURA 1. BARREAL DE HEREDIA, CONDOMINIO INDUSTRIAL SAN JOSÉ DE ULLOA, LOCAL 26, COSTA RICA.....	5
FIGURA 2. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA BIOPROCESOS S.A. (GARCÍA, 2013) .....	12
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE <i>HEMILEIA VASTATRIX</i> BERK. & BR., ROYA DEL CAFETO. EPO 2013, TOMADO DE (GÓMEZ, 2013).....	22
FIGURA 4. MAPA DE LA EXPANSIÓN DE LA ROYA DEL CAFÉ EN AMÉRICA CENTRAL (1970-1980), DE MARIE PUDDISTER, (MCCOOK, 2009) .....	24
FIGURA 5. CURVA EPIDEMIOLÓGICA TÍPICA DE LA ROYA EN COSTA RICA, (ICAFE, 2013).....	25
FIGURA 6. CICLO BIOLÓGICO (PATOGÉNESIS) DE LA ROYA DEL CAFETO <i>HEMILEIA VASTATRIX</i> BERK. & BR., CRÉDITOS: GABRIELA CALDERÓN, 2012. NO PUBLICADO. TOMADO DE (GÓMEZ, 2013). .....	27
FIGURA 7. BARRIDO UREDOSPORAS; C-D) ACERCAMIENTO DE LOS SÍNTOMAS DE LA ROYA DEL CAFETO (SOROS). DE (GÓMEZ, 2013) .....	28
FIGURA 8. INTERACCIÓN <i>HEMILEIA VASTATRIX</i> BERK. & BR. CAFÉ CON EL ACCIONAR DE UNA LLAVE EN LA CERRADURA (CRISTANCHO, 2012).....	30
FIGURA 9. TABLA DIAGRAMÁTICA PARA DETERMINACIÓN DE SEVERIDAD DE ROYA EN PLANTAS DE CAFETO. ....	47
FIGURA 10. TABLA DIAGRAMÁTICA PARA DETERMINACIÓN DE SEVERIDAD DE ROYA EN LAS HOJAS DE CAFETO. (GÓMEZ, 2013) .....	48
FIGURA 11. CROQUIS DE CAMPO Y UBICACIÓN DE TRATAMIENTOS EN CAMPO, ELABORACIÓN PROPIA.....	50
FIGURA 12. COMPORTAMIENTO DE LA INCIDENCIA DE ROYA EN EL EXPERIMENTO DURANTE EL CICLO DE APLICACIÓN.....	53
FIGURA 13. COMPORTAMIENTO DE LA SEVERIDAD DE ROYA EN EL EXPERIMENTO. ....	58
FIGURA 14A. COLOCACIÓN DE LOS MARBETES DE IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE INCIDENCIA INICIAL DE ROYA. ....	63
FIGURA 15A. APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS A LOS BLOQUES ESTABLECIDOS DE PLANTAS DE CAFÉ. ....	63
FIGURA 16A. TOMA DE DATOS EN CAMPO DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD. ....	64
FIGURA 17A. COMPARACIÓN DE SEVERIDAD DEL DAÑO DE ROYA EN PLANTAS DE CAFÉ DONDE SE APLICARON LOS DOS TRATAMIENTOS.....	64
FIGURA 18. PLANTAS DE CAFÉ EN PRODUCCIÓN VARIEDAD VALENCIA L19 FUENTE: (CASTRO, 2010) .....	70
FIGURA 19. TIEMPO DE MADURACIÓN ENTRE LAS VARIEDADES DE CAFÉ CATUAÍ Y VENECIA, FUENTE: (CASTRO, 2010)...	71
FIGURA 20. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE TAZA DE CAFÉ VENECIA, CATURRA Y CATUAI EN LA COSECHA 2003/2004* .	71
FIGURA 21. LÍNEA DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN CON DIFERENTE NÚMERO DE PLANTAS MUESTREADAS EN LA BANDOLA EN DIRECCIÓN NORTE. ....	77
FIGURA 22. LÍNEA DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN CON DIFERENTE NÚMERO DE PLANTAS MUESTREADAS EN LA BANDOLA EN DIRECCIÓN SUR. ....	77
FIGURA 23. LÍNEA DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN CON DIFERENTE NÚMERO DE PLANTAS MUESTREADAS, MIDIENDO SU ALTURA.....	78
FIGURA 24A. TOMA DE DATOS DE LA LONGITUD DE BANDOLA. ....	90
FIGURA 25A. APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO BIOPROCESOS A LAS PLANTAS DE CAFÉ.....	90
FIGURA 26. DESARROLLO DE LAS FASES DEL PLAN DE MARKETING. FUENTE: (F. M. PINILLA, 1995) .....	95

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
CUADRO 1. MATRIZ DE ANÁLISIS FODA (FORTALEZAS Y DEBILIDADES).....	9
CUADRO 2. MATRIZ DE ANÁLISIS FODA (OPORTUNIDADES Y AMENAZAS).....	10
CUADRO 3. ANÁLISIS Y PROPUESTAS ESTRATÉGICAS DEL FODA.....	13
CUADRO 4. CONSTITUCIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO ROCKY, SINÉRGICO FOLIAR.....	32
CUADRO 5. PLAN DE CONTROL DE ROYA EN CAFETO, POR BIOPROCESOS S.A. ....	44
CUADRO 6. PROGRAMA PROPUESTO POR EL ICAFE PARA EL COMBATE DE LA ROYA DEL CAFETO EN COSTA RICA.....	45
CUADRO 7. PROGRAMA DE TRATAMIENTO DE ROYA REALIZADO POR EL EQUIPO DEL ICAFE (TRATAMIENTO 2.).....	46
CUADRO 8. TABLA DE EVALUACIÓN SE SEVERIDAD EN PLANTAS DE CAFÉ.....	47
CUADRO 9. ESCALA PARA LA DETERMINACIÓN DE SEVERIDAD DE ROYA EN HOJAS DE CAFÉ.....	48
CUADRO 10. MUESTREO DE INCIDENCIA DE ROYA EN EL CULTIVO DE CAFÉ, 10 DE JUNIO DEL 2013.....	51
CUADRO 11. MUESTREO DE INCIDENCIA DE ROYA EN EL CULTIVO DE CAFÉ, 16 DE AGOSTO DEL 2013.....	51
CUADRO 12. MUESTREO DE INCIDENCIA DE ROYA EN EL CULTIVO DE CAFÉ, 10 DE OCTUBRE DEL 2013.....	52
CUADRO 13. PROMEDIOS DE SEVERIDAD EN PLANTA DE LA TABLA DIAGRAMÁTICA, SIN TRANSFORMACIÓN DE DATOS EL 10 DE OCTUBRE DEL 2013.....	53
CUADRO 14. PROMEDIOS DE SEVERIDAD EN PLANTA DE CAFÉ, CON TRANSFORMACIÓN DE DATOS A PORCENTAJE, 10 DE OCTUBRE DEL 2013.....	54
CUADRO 15. DATOS TRANSFORMADOS AL ARCO SENOS, DE LOS PORCENTAJES DE SEVERIDAD DE ROYA EN PLANTAS DE CAFÉ.....	54
CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA SEVERIDAD DE ROYA (H. VASTATRIX) EN PLANTAS EN LOS DOS TRATAMIENTOS Y EL TESTIGO.....	55
CUADRO 17. PROMEDIOS DE SEVERIDAD DE ROYA EN HOJAS DE CAFÉ DE LA TABLA DIAGRAMÁTICA, SIN TRANSFORMACIÓN DE DATOS.....	56
CUADRO 18. PROMEDIOS DE SEVERIDAD EN HOJAS DE CAFÉ, CON TRANSFORMACIÓN DE DATOS A PORCENTAJE.....	56
CUADRO 19. DATOS TRANSFORMADOS AL ARCO SENOS, DE LOS PORCENTAJES DE SEVERIDAD DE ROYA EN HOJAS DE CAFÉ.....	56
CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA SEVERIDAD DE ROYA (H. VASTATRIX) EN HOJAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.....	57
CUADRO 21 . NIVELES DE ELEMENTOS RECOMENDADOS PARA FERTILIZACIÓN DEL VENECIA EN PRODUCCIÓN (KG/HA/AÑO).....	72
CUADRO 22 EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN DIFERENTES GENOTIPOS DE CAFÉ EN LA REGIÓN DE TURRIALBA, COSTA RICA. ICAFE 2003.....	73
CUADRO 23. DATOS DE PARCELA EN BLANCO, DONDE SE APLICÓ EL TRATAMIENTO FINCA.....	75
CUADRO 24. TAMAÑO DE MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE PLANTAS A MUESTREAR.....	76
CUADRO 25. MANEJO CULTURAL DE LA FINCA.....	79
CUADRO 26. ANÁLISIS FOLIAR DE LA PLANTACIÓN DONDE SE REALIZÓ EL EXPERIMENTO.....	80
CUADRO 27. RANGOS DE SUFICIENCIA DE NUTRIENTES FOLIARES PARA EL CULTIVO DE CAFÉ.....	81
CUADRO 28. PLAN DE MANEJO Y FERTILIZACIÓN FOLIAR EN CAFÉ EN CRECIMIENTO, PARCELA BIOPROCESOS.....	82
CUADRO 29. MANEJO CONVENCIONAL DE LA NUTRICIÓN FOLIAR DEL CULTIVO DE CAFÉ, CON 3 AÑOS DE EDAD.....	83
CUADRO 30. DATOS DE MEDICIÓN DE BANDOLAS Y ALTURA DE PLANTA, MUESTREO INICIAL (IZQ.) Y MUESTREO FINAL (DER) EN LA PARCELA MANEJO CONVENCIONAL.....	84

CUADRO 31. DATOS DE MEDICIÓN DE BANDOLAS Y ALTURA DE PLANTA, MUESTREO INICIAL (IZQ.) Y MUESTREO FINAL (DER) EN LA PARCELA MANEJO BIOPROCESOS. ....	85
CUADRO 32. CRECIMIENTO PROMEDIO DE LAS PLANTAS DE CAFÉ EN EL TRATAMIENTO CONVENCIONAL (IZQ.) Y EN EL TRATAMIENTO BIOPROCESOS (DER.). ....	86
CUADRO 33. ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON LA PRUEBA DE T DE STUDENT PARA ALTURA DE PLANTAS EN LOS DOS TRATAMIENTOS, CONVENCIONAL Y BIOPROCESOS.....	88
CUADRO 34. ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON LA PRUEBA DE T DE STUDENT PARA LONGITUD EN DIRECCIÓN SUR DE BANDOLA DE PLANTAS EN LOS DOS TRATAMIENTOS, CONVENCIONAL Y BIOPROCESOS. ....	88
CUADRO 35. ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON LA PRUEBA DE T DE STUDENT PARA LONGITUD EN DIRECCIÓN NORTE DE BANDOLA DE PLANTAS EN LOS DOS TRATAMIENTOS, CONVENCIONAL Y BIOPROCESOS.....	88
CUADRO 36. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LOS SERVICIOS PROFESIONALES DE EPS, ENSAYOS DEMOSTRATIVOS EN SAN RAMÓN, ALAJUELA, COSTA RICA. ....	89
CUADRO 37. VENTAS AL CENTRO AGRÍCOLA CANTONAL EN EL 2012 DE LOS MESES DE JUNIO A SEPTIEMBRE. ....	97
CUADRO 38. VENTAS AL CENTRO AGRÍCOLA CANTONAL EN EL 2013 DE LOS MESES DE JUNIO A SEPTIEMBRE.....	97
CUADRO 39. GASTOS EN LA COMERCIALIZACIÓN Y VENTA DE PRODUCTOS BIOPROCESOS S.A. AL CENTRO AGRÍCOLA CANTONAL SANTA BÁRBARA, JUNIO A SEPTIEMBRE 2013. ....	98
CUADRO 40. SERVICIOS PROFESIONALES DE EPS, EN VENTAS, SANTA BÁRBARA DE HEREDIA, COSTA RICA.....	99

## RESUMEN

A continuación se presenta el trabajo realizado en la empresa Bioprocesos S.A, de Costa Rica, gracias al apoyo logístico del área integrada de la Facultad de Agronomía, como al apoyo de la empresa Bioprocesos de Guatemala con lo que se realizó un ejercicio profesional supervisado internacional, con el fin de crear un puente de compartimiento de conocimientos entre los dos países, a través del ejercicio profesional supervisado.

Se presenta el diagnóstico de la empresa Bioprocesos S.A., donde se aplicó la metodología del FODA para así realizar el diagnóstico de la empresa, de ahí se plantearon las estrategias para una mejora constante de la empresa Bioprocesos. Las estrategias planteadas en el diagnóstico fueron las que se realizaron en los diferentes servicios, siendo estas enfocadas al aumento de las ventas, registro y realización de investigación sistematizada, para así poder mostrarles a los clientes nuevos de la empresa la forma de cómo los productos orgánicos pueden ayudar a los cultivos en el corto y largo plazo, así estas estrategias se pusieron en práctica en la realización de los diferentes servicios.

El experimento tomado para la realización de la investigación, se llevó a cabo en la finca de café ubicada en Santa Bárbara de Heredia, en una plantación de café variedad Caturra de tres años de edad, donde se tomaron muestras iniciales de la incidencia y severidad de *Roya Hemileia vastatrix Berk. & Br.* la plantación y de ahí otros dos muestreos de incidencia y severidad a lo largo de la evaluación, finalizando la última toma de datos en la segunda semana de octubre. La metodología de evaluación se desarrolló en base a investigaciones realizadas por el Instituto del Café de Costa Rica, ICAFE. Los resultados de la incidencia y severidad de los dos tratamientos, el tratamiento de la Bioprocesos y el tratamiento convencional para control de la Roya no tuvieron diferencias significativas.

Un servicio fue determinar el rendimiento en tamaño de la planta luego de aplicar un plan de fertilización foliar en Café Coffea arabica L var. Venecia L19 en comparación al manejo de fertilización foliar de la finca, a los tres años de siembra del cultivo. Este servicio se realizó a partir del diagnóstico, donde se identificó que no existía investigación documentada y sistematizada de los diferentes experimentos que la empresa había realizado con anterioridad, así que se realizó el experimento en alianza con la Cooperativa Victoria en la división de investigación y trabajo de campo. La investigación fue realizada en San Ramón de la provincia de Alajuela. Se realizaron las aplicaciones en dos parcelas homogéneas y al cabo de siete meses dieron los resultados, al momento de la medición de la longitud de bandolas y altura de la planta, la variable medible, altura de la planta y la longitud de sus bandolas en dirección sur y norte para determinar el tamaño, no hubo diferencias estadísticas al momento de utilizar la fertilización común con químicos y al momento de utilizar los productos orgánicos de la empresa Bioprocesos S.A., las longitudes de altura, longitud norte de bandola y longitud sur de bandola no mostraron diferencias estadísticas.

Otro servicio fue apoyar en el aumento de la venta y comercialización de los fertilizantes y sinérgicos foliares de la empresa Bioprocesos S.A. Se diseñaron estrategias de ventas dirigidas a los clientes actuales de la empresa, así también estrategias para la captación de más clientes. En lo que respecta al aumento de ventas con los actuales clientes, se diseñó una carta de bonificación por meta de venta, así en el centro Agrícola Cantonal, la Cooperativa Victoria y a los vendedores individuales se les dió esta carta, dando como resultado un aumento de las ventas de 190% en los meses de julio a septiembre del año 2013 con respecto al año 2012 en el centro Agrícola Cantonal Santa Bárbara, Heredia. También se instaló un nuevo centro de venta de los productos de la empresa, siendo este la Cooperativa Agrícola Agrimar, COOPEAGRIMAR S.A.

**I. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA BIOPROCESOS S.A. UBICADA EN EL BARREAL, HEREDIA, COSTA RICA.**



## **1.1 INTRODUCCIÓN**

A continuación se presenta el diagnóstico de la empresa Bioprocesos S.A., donde se recabó la información necesaria para así poder contribuir a la mejora constante y eficiente de la empresa, esta empresa se dedica a la investigación, producción y comercialización de productos orgánicos, con enfoque agrícola, la empresa Bioprocesos S.A. está ubicada en el barreal de Heredia, local 26, del condominio industrial San José de Ulloa.

Aplicando la metodología planteada en el plan de diagnóstico se realizaron varias preguntas a los integrantes de la empresa para así conformar el cuadro de FODA, y se presenta los resultados de información obtenida de fuentes secundarias, se plantea también en los resultados del análisis FODA las estrategias para una mejora constante y progresivamente de la empresa, se plantean las estrategias enfocadas en los principales problemas detectados, siendo estos los principales tales como, un mercado orgánico joven y en desarrollo en el país, así también la falta de registro de los ensayos realizados con anterioridad por la empresa en varios cultivos.

## 1.1.1 Marco Referencial

### 1.1.1.1 Micro localización

La empresa se encuentra ubicada en el condominio Industrial San José de Ulloa, en el local 26, Barreal de Heredia, Costa Rica. Siendo una empresa semi industrial donde se producen los productos foliares para plantas, así también productos para el área medicinal, la planta cuenta con laboratorio de mezclas y verificación de pruebas de fertilizantes para su posterior comercialización, oficinas comerciales y bodega de almacenamiento del producto.



Figura 1. Barreal de Heredia, Condominio Industrial San José de Ulloa, Local 26, Costa Rica.

## 1.2 OBJETIVOS

General:

1. Identificar las principales causas y efectos de los problemas de la empresa Bioprocesos S.A.

Específicos:

2. Conocer la empresa Bioprocesos S.A. objeto de estudio.
3. Analizar sus áreas funcionales
4. Identificar los problemas principales en cada uno de los procesos productivos identificando causas y efectos para darle soluciones apropiadas.
5. Elaborar una matriz FODA.
6. Plantear las estrategias de mejora constante de la empresa

## **1.3 METODOLOGÍA**

### **1.3.1 Metodología**

Exposición y recopilación de información para realizar el análisis FODA para identificar los problemas fundamentales y plantear estrategias y acciones.

#### **1.3.1.1 Equipo de trabajo**

Como punto de partida, es de suma importancia que se involucren todos los integrantes de la empresa.

#### **1.3.1.2 Herramientas del diagnóstico**

- Dinámica de grupos
- Matriz de fortalezas y debilidades
- Matriz de oportunidades y amenazas e impacto
- Matriz FODA
- Estrategias de mejoramiento continuo.

#### **1.3.1.3 Dinámica de grupos**

Se utilizará esta técnica para quitar tensión del grupo y hacer que participe en la nueva visión que se quiere dar a la empresa, y para que colabore con el aporte de información viable para el desarrollo del diagnóstico empresarial.

#### **1.3.1.4 Métodos de dinámicas de grupos:**

Para este caso se realizarán lluvia de ideas precisamente para la obtención de información para la matriz del análisis FODA.

### **1.3.2 Matriz FODA**

Objetivo del ejercicio: realizar una evaluación “ex-ante” de las principales alternativas priorizadas, para tratar de comparar ventajas e inconvenientes, prever posibles problemas.

La metodología FODA es todo un sistema, en este caso se presenta un esquema muy simplificado.

Tiempo requerido: 1 - 3 horas según la complejidad.

Material necesario: papel, tarjetas, plumones, pizarra o papelón.

### **1.3.2.1 Metodología para el FODA:**

Para cada una de las alternativas que se quieren analizar, se va a establecer, en forma de lluvias de ideas, cuatro series de características:

- Fortalezas: ¿Cuáles son las ventajas que presenta esta solución como tal?
- Oportunidades: ¿Cuáles son los elementos externos (en la comunidad, la sociedad, las instituciones, el medio natural) que pueden influir positivamente en el éxito de la alternativa?
- Debilidades: ¿Cuáles son las desventajas que presenta esta solución como tal?
- Amenazas: ¿Cuáles son los elementos externos (en la empresa, la sociedad, las instituciones, el medio natural) que pueden influir negativamente en el éxito de la alternativa?

Este ejercicio puede utilizarse como, recapitulativo de los elementos incluidos en la matriz de evaluación. Tiene la ventaja de incluir los elementos externos que pueden influir en el éxito de la alternativa. Tomado de (Geilfus, 2002)

Cuadro 1. Matriz de análisis FODA (Fortalezas y Debilidades)

Matriz de Análisis FODA		
DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL	FORTALEZAS	DEBILIDADES
PRODUCCIÓN	Varios experimentos en campo	
	Personal altamente capacitado.	
	Productos efectivos con resultados excelentes en laboratorio.	No se puede elaborar en masa los productos
	Trabajo en equipo en ambiente de alta creatividad.	Poco o nulo registro estadístico de evaluaciones en campo de los experimentos.
MERCADEO	Diferenciación y posicionamiento a través de las más estrictas normas de calidad y servicio.	Baja publicidad
	Productos diferenciados, Sinérgicos foliares.	No existe venta por internet
DIRECCIÓN	Recurso Humano capaz de extraordinaria motivación y orientado a resultados de crecimiento acelerado.	Poco personal para muchas actividades
INVESTIGACIÓN	Investigación y desarrollo de productos innovadores para una agricultura de Desarrollo Sostenible	
	Capacidad para competir en un mercado cambiante y globalizado.	No existen documentos que demuestren su eficiencia en campo

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Matriz de análisis FODA (Oportunidades y Amenazas).

Matriz de Análisis FODA		
DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
PRODUCCIÓN	Uso de las riquezas fotoquímicas invaluable del país como materia prima.	Competencia elabore productos similares
	Creación de nuevos productos innovadores.	
MERCADEO	Aumento de la competitividad nacional e internacional.	
	Poca actividad de la competencia.	Presentación práctica y no convencional del producto.
	Creciente tendencia hacia la susceptibilidad del ambiente.	Alta competencia
		Dominio del mercado por agroquímicos convencionales.
FINANZAS	Capital bajo para competir con transnacionales	
		Capital de competencia alto. (transnacionales)
DIRECCIÓN	Capacitación de personal constante.	
INVESTIGACIÓN	Innovación de productos locales	
	Transformación del mercado de productos agrícolas acorde con la visión ambiental competitiva de las economías en vías de desarrollo	
	Agricultores receptivos y cooperantes a montaje de ensayos en parcelas propias.	

Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.3 Reseña histórica

Se hace con el propósito de tener un panorama del pasado de la empresa, con la ayuda de esta información se puede proyectar planes de contingencia y desarrollo.

El conocimiento del personal y científico en el campo de la química orgánica naturales como aplicación industrial.

Tanto la presidencia como la Dirección del departamento de Investigación y la Regencia Profesional de Bioprocesos S.A, están a cargo del Dr. Eduardo Arguedas Chaverri especializado en Bélgica, y con más de 22 años de experiencia en el desarrollo de productos naturales y orgánicos, fundó la empresa en el año de 1997.

Los proyectos actuales de la empresa Bioprocesos S.A. son: Productos naturales, agrícolas (fertilizantes), cosméticos, farmacéuticos y veterinarios.

Uno de los principales problemas con los que ha tenido que luchar la empresa Bioprocesos es la transformación del mercado de productos agrícolas acorde con nuestra visión ambiental competitiva de las economías en vías de desarrollo.

Esto no ha impedido que la empresa Bioprocesos S.A. de Costa Rica se expanda hacia otros horizontes, fue así como en el año 2005, la empresa Bioprocesos abrió su primera sucursal en el exterior del país, siendo esta abierta en Guatemala donde se destinó para la distribución de los productos creados en la empresa Bioprocesos Costa Rica para ser distribuidos en la empresa Bioprocesos Guatemala, con lo cual ha abarcado parte del territorio centroamericano, así como en el año 2012 empiezan las negociaciones con las autoridades y empresarios encargados de la distribución de fertilizantes en Nicaragua, donde se introducen unos productos de la línea orgánica de Costa Rica al país vecino, para así ampliar la visión y el trabajo realizado por el empresario Ing. QQ. Eduardo Arguedas Chaverri.



### 1.3.4 Principios corporativos

#### I. Visión

Aumento y expansión de la actividad comercial de América Central y del Caribe y la transformación profunda. (Chaverrí, 1997)

#### II. Misión

Impulsar el desarrollo de alta tecnología química de Costa Rica en la Industria Química Amigable con el Ambiente con operaciones libres de Contaminación Ambiental y para una maximización de la utilidad de los recursos naturales biodiversidad del área centroamericana.

### 1.3.5 Dirección

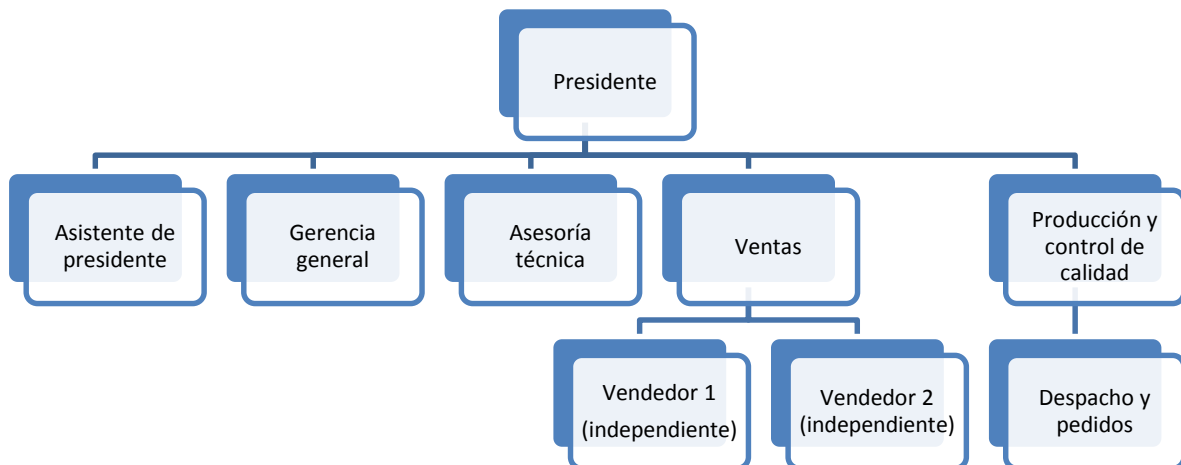


Figura 2. Organigrama de la empresa Bioprocesos S.A. (García, 2013)

### 1.3.6 Recursos

- Computadora
- Lápiz
- Lapiceros
- Hojas
- Calculadora y vehículo.

### 1.3.7 Análisis externo e interno de la empresa

Cuadro 3. Análisis y propuestas estratégicas del FODA.

		FORTALEZAS	DEBILIDADES
	1	Personal altamente capacitado en la producción	1 No existen documentos que demuestren su eficiencia en campo
	2	Productos efectivos con resultados excelentes en laboratorio	2 No se puede elaborar en masa los productos
	3	Trabajo en equipo en ambiente de alta creatividad.	3 Poco personal para muchas actividades
	4	Diferenciación y posicionamiento a través de las más estrictas normas de calidad y servicio.	4 Baja publicidad
	5	Productos diferenciados, Sinérgicos foliares.	5 No existe venta por internet
	6	Recurso Humano capaz de extraordinaria motivación y orientado a resultados de crecimiento acelerado.	6
	7	Investigación y desarrollo de productos innovadores para una agricultura de Desarrollo Sostenible	7
	8	Capacidad para competir en un mercado cambiante y globalizado.	8
OPORTUNIDADES		Estrategias Fortalezas-Oportunidades (FO)	Estrategias Debilidades-Oportunidades (DO)
1	Uso de las riquezas fotoquímicas invaluable del país como materia prima.	1 Que todos los integrantes de la empresa reciban capacitación en trabajo en grupo, mercado internacional, finanzas orientado al progreso de la empresa F1, F3, F6, F8 O3, O4, O5, O7 O9	1 Capacitación del personal en el ambito de mercadeo y marketing de la marca y los productos F3, F6, F8, D4, D5.
2	Creación de nuevos productos innovadores.		
3	Aumento de la competitividad nacional e internacional.		
4	Poca actividad de la competencia en el ambito de fertilizantes orgánicos.	2 Llevar un buen control de de los estados financieros, en los formatos que le corresponden, para la buena aplicación de los recursos de la empresa F6 O6 O1 O10	2 Registro estadístico de los ensayos que se deban realizar en campo, para demostraciones en presentaciones y ventas F3, F6, F7,
5	Creciente tendencia hacia la susceptibilidad del ambiente.		
6	Capital bajo para competir con transnacionales		
7	Capacitación de personal constante.	3 Realizar un plan de mejoramiento y posicionamiento de marca, con ensayos en laboratorio y campo, enfocado a conservar una agricultura orgánica y sostenible F1, F2, F4, F5, F7 O4,O8, O9	
8	Innovación de productos locales		
9	Transformación del mercado de productos agrícolas acorde con la visión ambiental competitiva de las economías en vías de desarrollo		
10	Agricultores receptivos y cooperantes a montaje de ensayos en parcelas propias.		
AMENAZAS		Estrategias Fortalezas-Amenazas (FA)	Estrategias Debilidades-Amenazas (DA)
1	Que la competencia elabora productos similares	1 Seguir manteniendo y mejorar la calidad y capacitación en lo que respecta a servicio, producción y registro de patentes de productos F2, F3, F6, F8, A1, A2,A4, A5	1 Realizar estudios constantemente de la competencia, y de los eventos exteriores D2, D4, A1, A2, A3, A4.
2	Alta competencia		
3	Dominio del mercado por agroquímicos convencionales.		
4	Tratados de libre comercio internacionales permiten que ingrese al país competencia extranjera		
5	Capital de competencia alto. (transnacionales)		

Fuente: Elaboración propia.

## 1.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el cuadro 3. Se presentan las fortalezas y debilidades de la empresa, una de las fortalezas que la empresa tiene es que posee el conocimiento práctico de experimentos de aplicaciones de los productos realizados en campo, ya que se han realizado experimentos en varias partes del país, pero posee la debilidad que estos experimentos no han sido documentados en su gran mayoría, y se tiene poco registro de estos experimentos, por lo cual se plantea como opción de servicio la realización de experimentos donde se haga un registro detallado de esto.

Una de las debilidades de mercadeo que se mencionan en el cuadro 3, es que no ha existido mucha publicidad para la empresa Bioprocesos, con respecto a la competencia, la empresa Bioprocesos no destina recursos para este ámbito, pero por otra parte tiene el personal capacitado para realizar acciones con respecto a publicidad y expansión de los beneficios de los productos, es por eso que también se plantea el fortalecimiento del área de publicidad, así también la creación de cartas de bonificación y metas a los diferentes clientes de la empresa para el aumento de las ventas, y con respecto a la publicidad, se incluye un objetivo particular de la mayoría de empresas que es la creación de nuevos clientes con las estrategias de publicidad y expansión de la empresa Bioprocesos.

En las estrategias descritas en el cuadro 3, Fortalezas-oportunidades (FO), se planteó un propuesta de capacitación constante de los integrantes de la empresa, en los aspecto agrícola, finanzas y ventas todo con una orientación para el desarrollo de Bioprocesos, está estrategia solo se planteó en el análisis de la empresa y no se llevó a cabo actividad alguna al respecto, ya que la gerencia de la empresa dispuso hacer cosa al respecto en un futuro.

La estrategia planteada en Debilidades-amenazas (DA) fue realizar estudios constantes de la competencia y eventos exteriores, la gerencia tomaría en cuenta esta propuesta y haría algo al respecto, sería decisión de la gerencia netamente.

## 1.5 CONCLUSIONES

Se aplicó la metodología del análisis FODA para determinar los principales problemas de la empresa, siendo los siguientes los principales:

1. No existe registros de ensayos en campo al momento que se realizaron ensayos con el sinérgico y los fertilizantes foliares.
2. Empresa dedicada a un campo nuevo en tecnología de fertilización en el país.
3. Publicidad y marketing deficiente de la empresa.

Las estrategias que se plantean después del análisis FODA son:

1. Creación de estrategias de marketing y publicidad dirigidas a los diferentes clientes de la empresa, aumento del número de clientes con estrategias de creación de clientes y marketing.
2. Realización y registro de ensayos en campo y laboratorio de los efectos sinérgicos de los productos.

## 1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Arguedas, EC. 1997. Productos orgánicos para el control de enfermedades (en línea). Costa Rica, Bioprocesos. Consultado 2 abr 2013. Disponible en <http://www.bioprocesoscr.com>
2. Fernández, JC. 2009. Diagnóstico empresarial (en línea). México. Consultado 15 mar 2013. Disponible en <http://www.slideshare.net/jcfdezmxmanag/diagnostico-empresarial-1058016>
3. García, A. 2013. Diagnóstico de la empresa Bioprocesos S.A. (entrevista). Heredia, Costa Rica, Bioprocesos S.A.
4. Geilfus, F. 2002. Roya (en línea). Costa Rica, IICA. Consultado 17 mar 2013. Disponible en <http://www.iica.int/doc.roya.pdf>

## II INVESTIGACIÓN

**CONTROL DE ROYA *Hemileia vastatrix* Berk. & Br, EN CAFÉ *Coffea arabica* L. Var. Caturra EN PRODUCTOS ORGÁNICOS VERSUS CONTROL QUÍMICO EN SANTA BÁRBARA HEREDIA, COSTA RICA.**

**RUST CONTROL *Hemileia vastatrix* Berk. & Br, *Coffea arabica* L. IN CAFE  
Var. Caturra VERSUS ORGANIC PRODUCTS IN CHEMICAL CONTROL IN  
SANTA BÁRBARA HEREDIA, COSTA RICA.**

## 2.1 RESUMEN

Debido al ataque severo que ha generado la roya en el cultivo de café a lo largo de toda Centroamérica y la parte sur de México, varias empresas se han dado la tarea de mejorar procesos de control así también a desarrollar productos nuevos o relativamente nuevos que se pueden utilizar para el control de este patógeno.

Como consecuencia se han establecido relaciones con el Instituto Nacional de Café de Costa Rica, ICAFE, para evaluar dos programas de control de la roya; el recomendado por el ICAFE que se basa en el uso de productos químicos sintéticos, denominado control convencional, y el programa propuesto por la empresa Bioprocesos de Costa Rica a base de Sinérgicos foliares acompañado de un programa de fertilización foliar mínima para el fortalecimiento de los mecanismos de resistencia de la planta, y una aplicación de fertilizante químico en el mes de septiembre para control preventivo de la aparición de la Roya, ya que este mes es cuando la Roya repunta y su incidencia es exponencial en los al suelo cultivos, debido a factores climáticos.

El experimento se llevó a cabo en la Finca de Café ubicada en Santa Bárbara de Heredia, en una plantación de Café variedad Caturra de tres años de edad, donde se tomaron muestras iniciales de la incidencia y severidad de esta enfermedad en la plantación y de ahí otros dos muestreos de incidencia y severidad, finalizando la última toma de datos en la segunda semana de octubre, finalizando el experimento en esa misma semana.

La metodología se desarrolla en base a investigaciones realizadas de fuentes secundarias, así también al criterio de trabajo del ICAFE de Costa Rica, Bioprocesos, entidad con la cual se desarrolló de forma conjunta esta investigación, ya que el ICAFE cuenta con un área de investigación que se especializa en Fitopatología del cultivo de Café, y ha estado estudiando y haciendo experimentos para controlar esta enfermedad por varios años.



## 2.2 INTRODUCCIÓN

La investigación se realizó en el cantón Santa Bárbara con las coordenadas geográficas 10°01'25.11" latitud norte y 84°09'27.60" longitud oeste, con una elevación de 1072 msnm.

El proyecto de investigación se llevó a cabo comparando dos programas de control de la enfermedad: el programa de control promovido por el ICAFE siendo éste el programa convencional y el programa de control propuesto por la empresa Bioprocesos, y un testigo absoluto, al cual no se le aplicó ningún tratamiento para el control de Roya.

El diseño experimental a que se utilizó fue el de Bloques completamente al azar, consistente en tres tratamientos, siendo estos dos controles de Roya uno el de la empresa Bioprocesos, uno convencional y un testigo, utilizando 4 repeticiones, el tamaño de la unidad experimental fue de 11 plantas, la parcela neta fue de 15.84 m<sup>2</sup> la parcela bruta de 56.16 m<sup>2</sup>.

Para la toma de datos se utilizaron las tablas diagramáticas para la determinación de daños en severidad de esta enfermedad obtenidas de (Gómez, 2013), que ha desarrollado esta metodología para el muestreo de esta enfermedad en el cultivo de Café, mediante cuadros de análisis estadísticos y descriptivos.

Al momento de analizar los datos se comprobó que no existieron diferencias estadísticas de severidad de Roya *H. vastatrix* en cultivo de café en las hojas con un 5% de significancia, así también no existieron diferencias estadísticas en severidad de Roya *H. vastatrix* en cultivo de café en plantas con un 5% de significancia.

### 2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de café, es el tercer producto más importante del sector agrícola en el Costa Rica, después del banano como primer lugar y piña como segundo, el café generó en el 2012 411 millones de dólares en ingresos por exportación (PROCOMER, 2013); Una mínima reducción en el rendimiento o un ligero aumento en los costos de producción de este cultivo por efecto de *H. vastatrix*, puede tener un gran impacto en los caficultores y en los países cuyas economías son totalmente dependientes de las exportaciones del café (Gómez, 2013)

Las variedades Catuaí, Caturra, y Villa Sarchí son variedades de café susceptibles a la Roya (Barquero, 2013), El sector cafetalero de Costa Rica perdió \$42,6 millones en la cosecha 2012-2013 en Costa Rica, como consecuencia del fuerte ataque de Roya, el incremento alto en el ataque del hongo se debe a que los productores bajaron la guardia en los sistemas de control de este hongo, así como El cálido invierno del 2012 que provocó un aumento exagerado de esta enfermedad provocada por un excesivo estrés (Méndez, 2013).

Se observa en la Figura 3. Las condiciones climáticas del 2012, en donde hubo una disminución de las lluvias respecto al patrón normal ocurrido a partir del mes de junio y que se prolongó durante toda la época lluviosa; favoreció el desarrollo y el ataque severo de la roya del cafeto, provocando un estrés hídrico y debilitando la planta para el siguiente año, siendo éste el año 2013, donde se espera una alta incidencia de Roya debido al estrés provocado en el año anterior. (ICAFE, 2013).

## 2.4 MARCO TEÓRICO

### 2.4.1 Marco conceptual

#### 2.4.1.1 Historia de América Central y sus cultivos de exportación

La historia económica de América Central es la historia de sus cultivos. Por casi dos siglos, el café, el cacao, el banano, la caña de azúcar, el tabaco y otros cultivos han sido los más importantes de las economías de América Central.

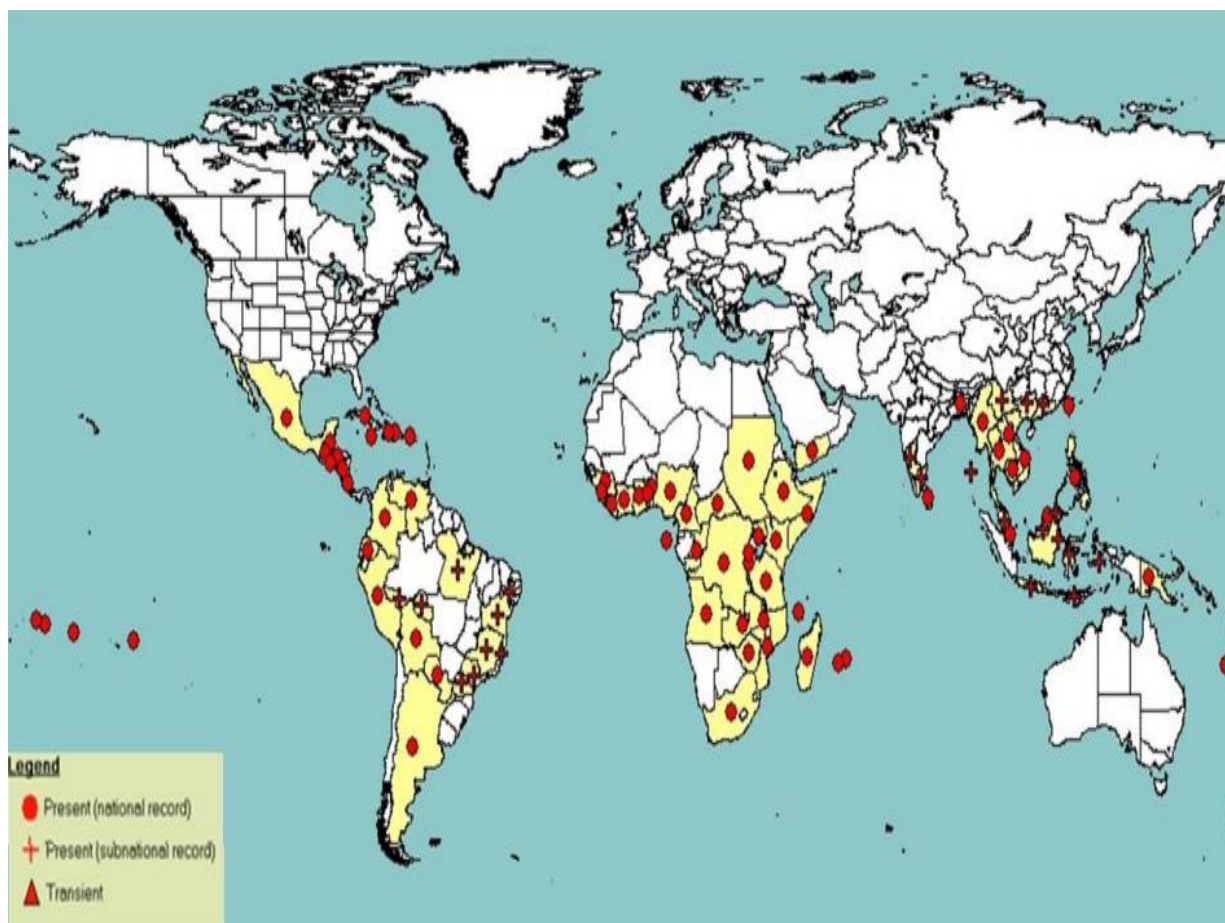


Figura 3. Distribución mundial de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., Roya del Cafeto. EPPO 2013, tomado de (Gómez, 2013)

La vida económica depende en gran parte de la vida ecológica. Un cambio sostenido que se ha acelerado visiblemente en la segunda mitad del siglo XX.

Mucho de lo acontecido, en sentido estricto, una historia de expansión e innovación, aunado al aumento de la producción: la apertura de fronteras de

colonización y el desarrollo de nuevas técnicas de manejo de los agroecosistemas naturales.

La Monilia del cacao, la Sigatoka negra del banano, la broca del café y muchos otros males llegaron a Centroamérica después de 1950, y, en cada caso, constituyeron de entrada una amenaza grave para las economías nacionales y regionales.

(McCook, 2009) Menciona que una de las enfermedades más temidas de esa época fue la roya del cafeto. La epidemia se desató en Ceilán en el siglo XIX, pero solo llegó al continente americano -Brasil- en 1970 y al istmo centroamericano en 1976.

La roya fue uno de los factores principales en la caída de la industria del Café en Asia, África y el Pacífico, y provocó el predominio de América Latina en la producción mundial del café Arábigo en el siglo XX. Aunque lo anterior fue beneficioso para los caficultores latinoamericanos, no por ello dejó de presentar una amenaza con todo y que los peligros lucían a primera vista como algo quizá lejano.

En el siglo XIX surgió la modernización y tecnificación del café en Centro América, y específicamente en Costa Rica los entes desarrolladores de esta tecnificación fueron Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en 1973, El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas IICA hacía investigaciones sobre mejoramiento genético, enfermedades y plagas del café y otros problemas.

En 1976, la roya saltó de Brasil a Nicaragua, y luego hacía el resto Centro América, llegando hasta México.



Figura 4. Mapa de la expansión de la roya del café en América Central (1970-1980), de Marie Puddister, (McCook, 2009)

Luego de tantos intentos de los centroamericanos por no dejar ingresar la enfermedad, en la década de 1980, los caficultores de toda Centroamérica se adaptaron a la presencia de la roya. La enfermedad llegó a ser, como se había pronosticado, solo una enfermedad más para Centro América. (McCook, 2009)

## 2.4.2 Situación de la Roya del Cafeto

El Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE), presenta los datos que se obtuvieron de temperatura y precipitación del año 2012, estos eventos de cambio climático actuaron a favor de la diseminación de esta enfermedad en el país.

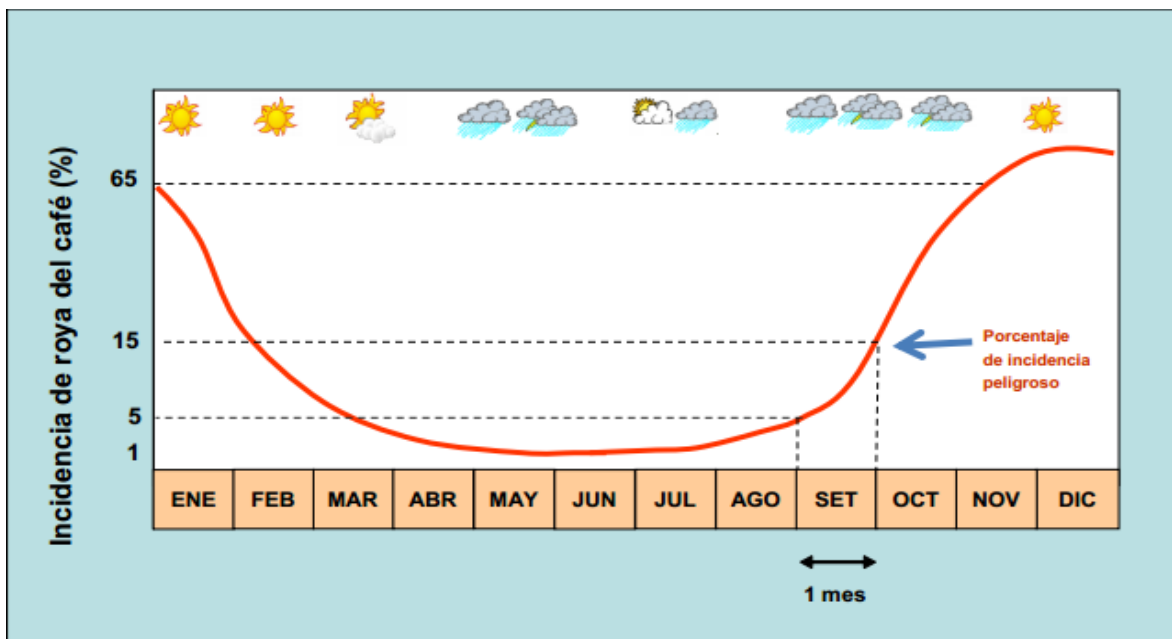


Figura 5. Curva epidemiológica típica de la Roya en Costa Rica, (ICAFFE, 2013).

### 2.4.2.1 La Roya del Café

Nombre científico: *Hemileia vastatrix* Berk. & Br.

Sinonimia: *Hemileia vastatrix* Berk. & Br.

#### 2.4.2.1.1 Clasificación taxonómica

Dominio: Eukaryota

Reino: Fungi

Phylum: Basidiomycota

Subphylum: Pucciniomycotina

Clase: Pucciniomycetes

Orden: Puccionales

Género: *Hemileia*

Especie: *vastatrix*

#### **2.4.2.2 Ciclo biológico de la Roya del Cafeto.**

El proceso infeccioso de la roya del cafeto comienza con los síntomas de la enfermedad que aparecen en el envés de las hojas, en donde se observan manchas pálidas que con el tiempo aumentan de tamaño y se unen formando las características manchas amarillas o naranja, con presencia de polvo fino amarillo, ahí es donde producen las esporas del hongo.

#### **2.4.2.3 Ciclo de La Roya**

Según (Madrigal, 2012) el ciclo de la roya es el siguiente:

- Diseminación ( liberación, dispersión y el deposito)
- Germinación ( infección I 5 h)
- Penetración ( infección II 6 h)
- Colonización ( infección III SV )
- Esporulación ( infección IV)
- Entrada a la planta por lesiones y estomas.
- La uredospora germinan de 12 - 24 h Formación de apresorios 48 h (6-8)
- Síntomas 12 Días después de la infección.
- Esporulación 2 - 3 Días después de síntomas.
- Colonización en las hojas
- Patogenicidad (T, HR, lluvia, sombra y variedad).

#### **2.4.2.4 Dispersión**

Es llevada a cabo por medio de las uredosporas, estas son producidas en grandes cantidades y corresponden al polvillo naranja observado en el envés de las hojas. La dispersión abiótica es producida por el viento, la lluvia, dispersión local de hoja a hoja, densidades altas de plantación. Se ha reportado que insectos como thrips, moscas y avispas contribuyen a la dispersión, aunque en forma insignificante, no así la dispersión humana que podría ser la causa de dispersión a grandes distancias, desde países hasta continentes. (Gómez, 2013)

### 2.4.2.5 Multiplicación

Según lo investigado por (Gómez, 2013) luego de 30 días después de la infección y colonización del tejido, el hongo está maduro y empieza a diferenciarse en soros, siendo estos los encargados de producir nuevas uredosporas, el que se aproxima en 1,600 esporas por milímetro cuadrado (mm<sup>2</sup>) de hoja, que son producidas durante un período de 4-5 meses, luego son dispersadas e inician el nuevo ciclo de infección.

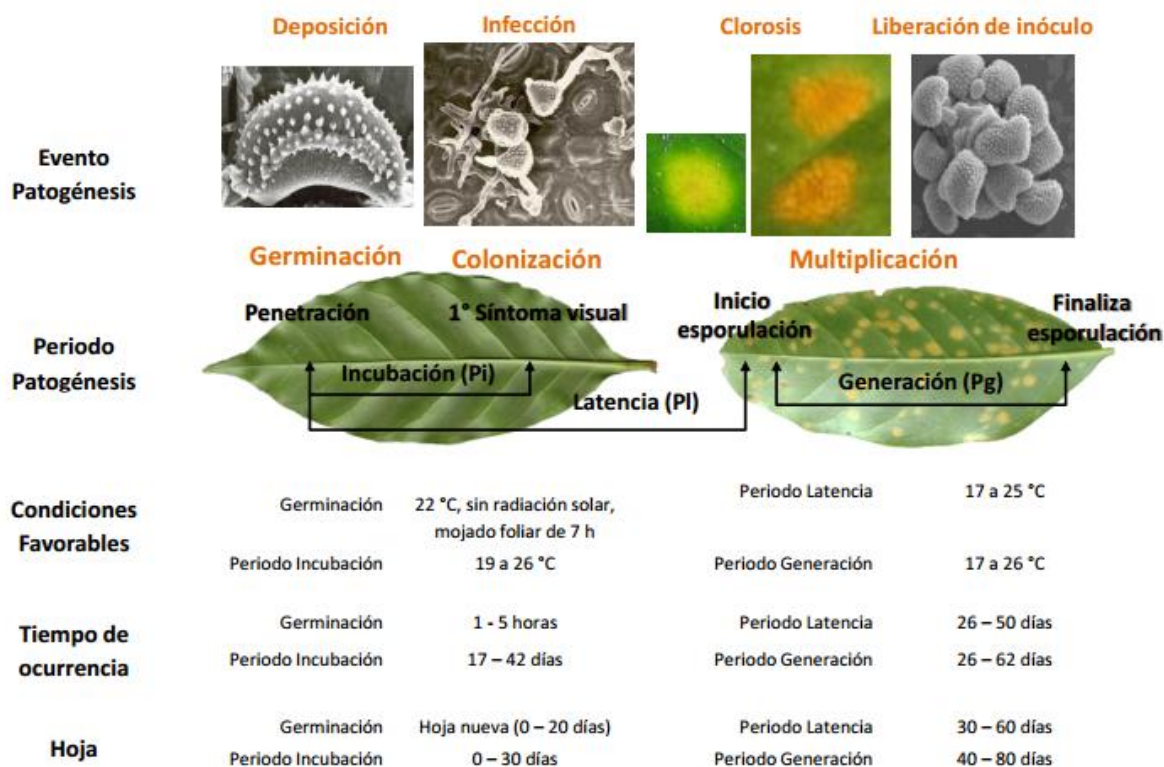


Figura 6. Ciclo biológico (patogénesis) de la roya del caféto *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., Créditos: Gabriela Calderón, 2012. No publicado. Tomado de (Gómez, 2013).

### 2.4.2.6 Descripción Morfológica

Las esporas son de tamaño (30μ de largo X 20μ de ancho) de forma reniforme, lisas en la cara interna y rugosa en la externa, denominadas uredosporas, que son producidas en grandes cantidades y corresponden al polvo naranja que se visualiza en el envés de las hojas de café siendo característico de esta



enfermedad. Las teliosporas, no son frecuentes, son de forma redondeada de 20-25 $\mu$ . Tomado de (Gómez, 2013)

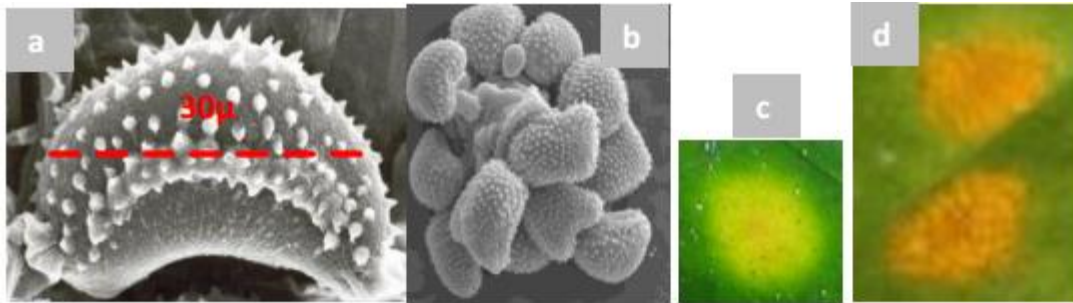


Figura 7. Barrido uredosporas; c-d) acercamiento de los síntomas de la roya del cafeto (soros). De (Gómez, 2013)

Según lo investigado por (Madrigal, 2012) se mencionan que hay más de 26 razas fisiológicas de la roya, y la más extensiva y mutante es la raza II.

- 26 Razas fisiológicas de roya
- Las razas I, II, III, VII Y XV en arábicas
- Las razas IV, V Y VI en robustas

El patógeno *H. vastatrix* depende totalmente de la planta de café, es el único genero hospedero conocido, y sólo puede alimentarse de células vivas de la hoja para crecer y reproducirse. La capacidad de realizar este parasitismo depende de una compleja interacción, de manera que para que una infección sea exitosa y culmine en enfermedad, el hongo debe desactivar señales químicas propias y así pasar desapercibido a los mecanismos de resistencia que tenga la planta.

Para la roya, se conocen nueve señales del patógeno, denominadas genes de avirulencia, que son detectadas por otros nueve mecanismos en el hospedero, conocidos como genes de resistencia.

Según (Cristancho, 2012) las combinaciones de los genes de avirulencia que pueda tener un aislamiento de *H. vastatrix* determinan el rango de posibles genotipos de café donde pueden causar la enfermedad. A estos aislamientos del hongo con combinaciones específicas se les conoce como Razas Fisiológicas. Por

su parte, a los genotipos de café con diferentes combinaciones conocidas de genes de resistencia se les denomina Diferenciales.

La que tiene mayor dispersión en todo el mundo es la raza II, que no posee el gen de avirulencia 5. Esta raza solo puede atacar a plantas de café que aunque tengan el gen de resistencia SH5, carezcan de todos los demás genes de resistencia. Siendo estas la mayoría de variedades que pertenecen a (*Coffea arabica* L.), incluyendo Caturra, Típica, Mokka, Geisha, Pacamara y Maragogipe.

La raza II puede perder otros genes de avirulencia, generar una nueva raza y ampliar así su rango de acción sobre diversos genotipos de café.

Los principales mecanismos para la aparición de las razas son la mutación, que puede ocurrir por exposición a la luz ultravioleta. Alta cantidad de urediniosporas que produce el hongo durante su ciclo infeccioso, generando la probabilidad de aparición de nuevas variantes, con cambios en los genes de avirulencia. (Cristancho, 2012)

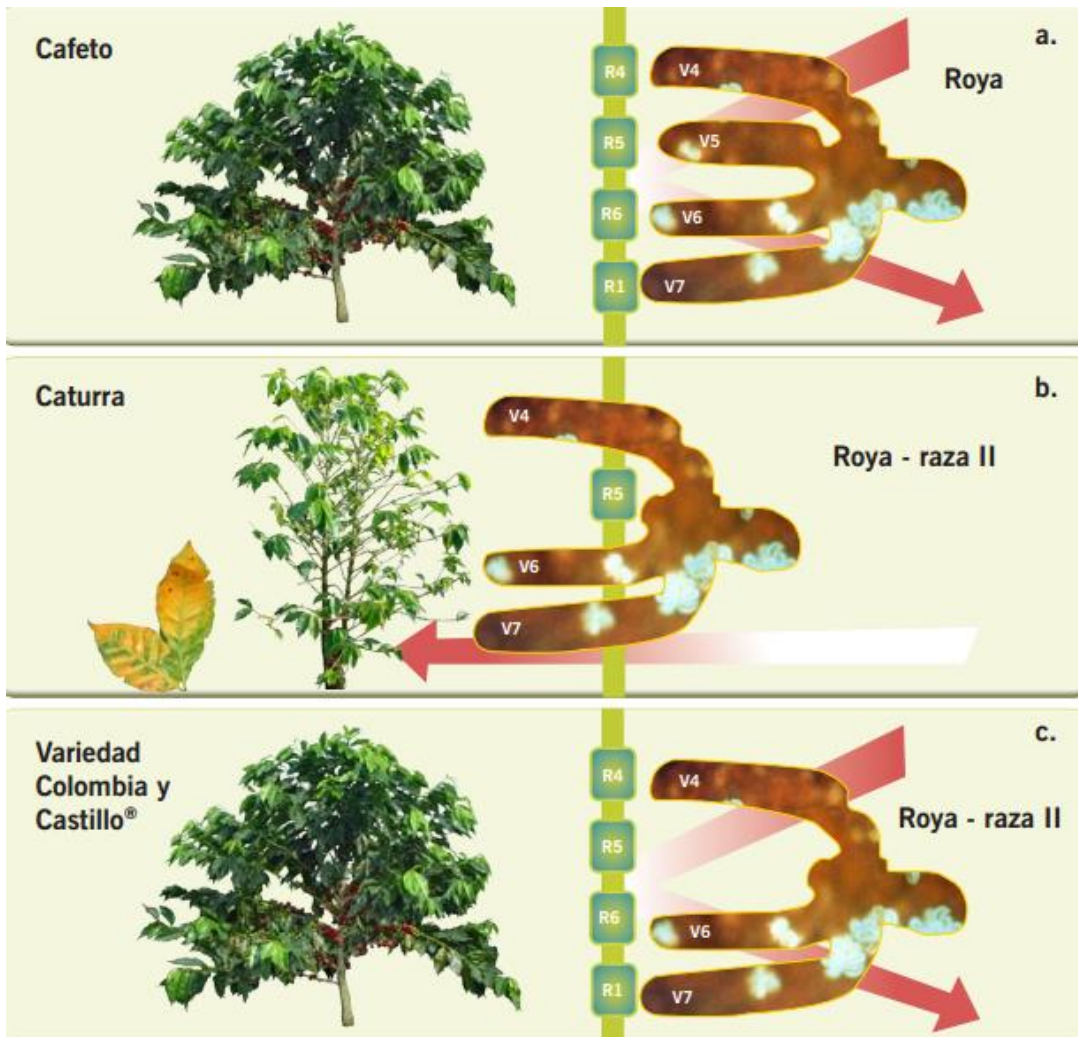


Figura 8. Interacción *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. Café con el accionar de una llave en la cerradura (Cristancho, 2012)

Figura 6. Analogía de la interacción *H. vastatrix*-Café con el accionar de una llave en la cerradura. **a.** El hongo presenta varios genes de avirulencia (V) que delatan su presencia si son detectados por los correspondientes genes de resistencia (R) presentes en café; **b.** En el caso de la variedad Caturra, sólo posee el gen de resistencia 5, que no puede detectar al correspondiente gen de avirulencia 5 de la raza II, pues ésta no lo tiene, dando como resultado la aparición de la enfermedad; **c.** En las variedades Colombia y Castillo, existen varios genes de resistencia que pueden detectar la presencia del patógeno y generan una reacción de resistencia. (Cristancho, 2012)

#### **2.4.2.7 Sobrevivencia**

*H. vastatrix* es un parásito obligado y sobrevive solo en tejido vivo del hospedante, las uredosporas pueden sobrevivir hasta 6 semanas bajo condiciones ambientales de baja humedad, no presenta hospedantes alternos. (Gómez, 2013).

### **2.4.3 Cultivo de Café**

#### **2.4.3.1 Café variedad Caturra**

La variedad fue obtenida debido a una mutación del Borbón el estado Minas Gerais en Brasil, siendo esta planta de porte bajo, 8 a 10 pies, tronco grueso y con poca ramificación, con entrenudos cortos en las ramas y en el tallo, siendo alto en rendimiento. Sus hojas son grandes, de borde ondulado, anchas, redondeadas, gruesas y color verde oscuro. Arbusto de aspecto general compacto y de alto vigor,

Esta variedad es una mutación del Borbón en el estado Minas Gerais en Brasil. Es una planta de porte bajo (8 a 10'), tronco grueso y poco ramificado e inflexible. Posee entrenudos muy cortos en las ramas y en el tallo lo que lo hacen un alto productor. Sus hojas son grandes, de borde ondulado, anchas, redondeadas, gruesas y de color verde oscuro. Las hojas nuevas son de color verde claro. Es un arbusto de un aspecto general compacto y de mucho vigor. Las ramas laterales forman un ángulo bien cerrado con el tronco. Su sistema radical está bien desarrollado lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones. Es una variedad muy precoz y de alta producción por lo que requiere un manejo adecuado. El rendimiento del grano fluctúa alrededor de las 4.25 libras. La calidad de la bebida es buena.

### 2.4.3.2 Fertilizantes foliares orgánicos

Cuadro 4. Constitución Química del producto Rocky, sinérgico foliar.

Nitrógeno.....9%	Acido húmico y fúlvico.
Potasio.....9%	Ácido Láctico.
Magnesio.....0.5%	Cofactores.
Boro..... 0.2%	Enzimas
Azufre.....0.5%	Carbohidratos.
Manganeso...0.6%	Proteínas.
Hierro..... 0.5%	Alfa Pineno.
Calcio..... 0.2%	Ácido Linoléico.
Molibdeno.... 0.03%	Ácido Salicílico
Cobalto.....0.02%	Ácido Vainillinico

Fuente: (Arguedas, 1997)

Rocky ® fue inventado y desarrollado por el Científico en Bioquímica de Costa Rica, Eduardo Arguedas Chaverri, el cual estudio profundamente la relación entre la nutrición y la actividad enzimática en los ciclos de Krebs, fotosíntesis y la relación de estas con la producción de las sustancias naturales de autodefensa de la planta.

Rocky ® es producido bajo un cuidadoso y avanzado proceso en la planta de producción ubicada en Heredia, Costa Rica donde se utilizan normas ISO 9002 y 14001 para su producción.

### 2.4.3.3 Modo de Acción

- A) Alta actividad por contacto: acción del ácido vainillinico.
- B) Excelente control por Inducción de Resistencia: Efecto de sinergia por parte de todos los componentes a lo largo del ciclo del ácido shiquímico y Krebs ampliado

#### **2.4.3.4 Mecanismo de Acción**

La presencia de los principales macro y microelementos, proveen junto con los demás elementos una dieta completa para la activación de los procesos metabólicos de autodefensa.

#### **2.4.3.5 Composición y actividad de Rocky ®**

##### **2.4.3.5.1 Ácido linoleico:**

El ácido linoleico de ROCKY® aumenta la permeabilidad de las membranas de la hoja, por otra parte este cumple una importante función como fuente de energía. El ácido linoleico es uno de los ácidos grasos de mayor abundancia en la naturaleza. (Arguedas, 1997).

##### **2.4.3.5.2 Ácido salicílico:**

El ácido salicílico es una hormona vegetal importante para algunas respuestas fisiológicas conocidas. Una de las respuestas más importantes es aumentar la resistencia a determinados patógenos de plantas. Además el ácido salicílico origina la producción de proteínas relacionadas con la patogénesis que aumentan la resistencia a las enfermedades de las hojas infectadas y de las adyacentes.

##### **2.4.3.5.3 Ácido láctico:**

El lactato del ácido láctico, es uno de los principales precursores glucogénicos (materia prima para la producción de glucosa).

##### **2.4.3.5.4 Ácidos húmicos y fúlvicos:**

Los ácidos húmicos son alomelaninas que se encuentran en los suelos, como resultado de la descomposición de la materia orgánica, particularmente de las plantas muertas.

Estos son una mezcla de macromoléculas complejas de estructuras fenólicas polímeras, que poseen la capacidad química de actuar como agentes quelatantes.

#### 2.4.3.5.5 Ácido vainillínico:

El ácido vainillínico es un antimicrobiano natural es decir es un compuesto fenólico, en general puede interactuar con lípidos, proteínas y carbohidratos provocando una reducción de la actividad microbiana (Arguedas, 1997).

#### 2.4.3.5.6 Tiempo de Control

Efecto contundente, pudiéndose notar sus efectos 24 horas después de la aplicación.

#### 2.4.3.5.7 Seguridad para el Ambiente y el ser Humano

Las bajas dosis requeridas por hectárea y su baja toxicidad se traducen en condiciones más seguras de trabajo a diferencia de otros fungicidas actualmente utilizados.

#### 2.4.3.5.8 Impacto en el Medio

Se descompone rápidamente en el ambiente a sus componentes naturales. Tiene un perfil toxicológico extremadamente selectivo a insectos benéficos, aves y organismos acuáticos.

#### 2.4.3.5.9 Días a Cosecha y Tolerancias

Tolerancias por su composición química para la mayoría de cultivos como: helechos, tomate, repollo, brócoli, chile, cucurbitáceas, cebolla, entre otros. Presentando un intervalo a cosecha de 24 horas. (Arguedas, 1997)

## **2.5 Marco referencial**

### **2.5.1 Posición geográfica**

Las coordenadas geográficas medias del cantón de Santa Bárbara están dadas por 10°05'03" latitud norte y 84°08'57" longitud oeste.

Su anchura máxima es de diecisiete kilómetros, siendo en dirección norte a sur, limita con la provincia de Alajuela, en el río Desengaño a dos kilómetros al norte con Cartago, hasta la carretera Nacional No. 1 que une las ciudades de Alajuela y San Joaquín.

### **2.5.2 Reseña histórica**

Según la información encontrada en el sitio de la guía turística de Costa Rica, (Guía, 2013) la historia del poblado es la siguiente. El territorio que actualmente corresponde al cantón de Santa Bárbara fue habitado por aborígenes del llamado reino huetar de Occidente, que a inicios de la Conquista eran dominios del cacique Garavito.

A principios del año 1663, en Cartago se procedió a un repartimiento de potreros para ganado y labranza en el valle de Barva. Uno de los beneficiados fue don Joseph de Sandoval Ocampo, a quien le correspondió lo que hoy es la Villa Jesús del distrito 4°. Otra de esas tierras de distribución fueron las conocidas como Los Anonos o Tepatalonga, que se encontraban al norte de la actual ciudad de Santa Bárbara y de Villa San Pedro.

En 1821 se menciona el barrio Santa Bárbara, que antiguamente, según la tradición, se denominaba Churruca o Surrucho. Cabe indicar que los progenitores de los actuales habitantes de Santa Bárbara, fueron en su mayoría heredianos y barveños, que se desplazaron hacia el noroeste y oeste de sus respectivos lugares de origen.



En 1825 el inglés don John Hale denunció y obtuvo las tierras que se encuentran, en lo que el presente corresponde al distrito 5° de Santo Domingo, las cuales se conocían desde esa fecha como "del inglés". Esos terrenos fueron vendidos en 1836 a los vecinos de Santa Bárbara, San Pedro, San Juan de Jesús, quienes lo pagaron con los beneficios que obtenían con las ventas de dulce.

Los pobladores de Santa Bárbara solicitaron en 1837, permiso para erigir una ermita; que al obtenerlo, la construyeron a dos cuadras al sur de donde se encuentra la iglesia actual. Durante el episcopado de Monseñor don Joaquín Anselmo Llorente y Lafuente, primer Obispo de Costa Rica, en el año 1852, se inició la construcción del nuevo templo. El 17 de marzo del mismo año se erigió la Parroquia, dedicada a Santa Bárbara; la cual en este momento es sufragánea de la Diócesis de Alajuela, de la Provincia Eclesiástica de Costa Rica.

En 1846 los cuatro barrios de Santa Bárbara contaban con un total de 1.600 habitantes, de los cuales 1.000 vivían en San Pedro, cuyos vecinos concurrían a la ermita de Santa Bárbara.

La Municipalidad de Heredia para cumplir con lo dispuesto en el artículo doce de la ley N° 36 del 7 de diciembre de 1848 se reunió extraordinariamente tres días después, a fin de establecer los distritos parroquiales del cantón, disponiendo que Santa Bárbara, Jesús, San Pedro y San Juan formaran el séptimo distrito de Heredia. En la demarcación de los distritos parroquiales de la provincia de Heredia, publicada en la Gaceta Oficial, el 30 de diciembre de 1862, Santa Bárbara junto con los anteriores barrios, más la aldea de Sarapiquí, aparecen nuevamente como distrito séptimo del cantón de Heredia.

En 1860 se escogió la casa del Cabildo para servir de escuela pública; que en los exámenes efectuados tres años después se presentaron treinta alumnos. Aparentemente, la primera persona que impartió lecciones de escritura a la población fue el zapatero don Tomás Redondo, y el primer maestro oficial fue el herediano don Diego Trejos. En 1903 el presbítero don Claudio Volio junto con otros vecinos proyectaron el funcionamiento de una escuela para adultos. El actual

edificio escolar se inauguró en 1951, con el nombre de Juan Mora Fernández, en el gobierno de don Otilio Ulate Blanco. El Liceo de Santa Bárbara, inicio sus actividades educativas el 1° de marzo de 1973, utilizando la planta física de la Escuela Juan Mora Fernández, en la segunda administración de don José Figueres Ferrer. El primer maestro nacido en la localidad fue don Florentino Cortés, quien fue también el primer Alcalde Constitucional de Santa Bárbara nombrado en 1855.

En el gobierno de don Próspero Fernández Oreamuno, según ley N° 22 del 29 de setiembre de 1882, se le otorgó el título de Villa a la población de Santa Bárbara, cabecera del nuevo cantón creado en esa oportunidad. En el presente siglo, en ley N° 4574 del 4 de mayo de 1970, se promulgó el Código Municipal que en su artículo 3°, le confirió a la villa la categoría de Ciudad, por ser cabecera de cantón.

El establecimiento del cantón fue el resultado de las gestiones realizadas por los señores Florentino Cortés, Tremendal Ramos y Patricio Céspedes, las cuales fueron respaldadas en el Congreso Constitucional por don Eusebio Figueroa. La fijación de la cabecera del cantón de Santa Bárbara, provocó un distanciamiento entre los habitantes de la villa recién erigida y los de San Pedro, que incluso llegó a la situación de que tres vecinos de este último lugar, descontentos con tal medida, secuestraron las campanas de la iglesia de Santa Bárbara.

El 5 de noviembre de 1882 se llevó a cabo la primera sesión del Concejo de Santa Bárbara, integrado por los regidores propietarios, señores Diego Trejos, Presidente; Pedro Ugalde, Vicepresidente y Florentino Cortés, Fiscal. El Secretario Municipal fue don Francisco Solano y el Jefe Político don Joaquín Arias.

Los habitantes de Santa Bárbara obtenían sus aguas del río Potrerillos; quienes contaron con una cañería en la primera administración de don Ricardo Jiménez Oreamuno (1910-1914), y en su segunda administración (1924-1928) se construyeron las cañerías para los poblados de San Pedro y San Juan.

El origen del nombre del cantón se remonta al paraje primitivo, que según una versión popular, una vecina llamada Bárbara, habiendo obtenido de un franciscano una pequeña imagen de esa Santa, le hizo un altar en su casa, y a ella acudía cuando se producían las tormentas, que eran muy frecuentes y fuertes en el sitio; la Santa oía los ruegos de su devota, por lo que los vecinos poco a poco se fueron enterando y comprobando sus bondades hasta que definitivamente se impuso unánimemente su devoción. Al erigirse la ermita se le dio el nombre de Santa Bárbara, que luego se otorgó al distrito cuando se estableció y por consiguiente se conservó al crearse el cantón.

### **2.5.2.1 División territorial administrativa**

#### 2.5.2.1.1 Creación y Procedencia

En ley N° 22 del 29 de setiembre de 1882, Santa Bárbara se constituyó en cantón de la provincia de Heredia; como cabecera se designó a la población del mismo nombre. En esa oportunidad no se fijaron los distritos de este nuevo cantón.

### **2.5.2.2 Aspectos físicos**

#### 2.5.2.2.1 Geología

El cantón de Santa Bárbara está constituido geológicamente por rocas volcánicas, de la época Holoceno, período Cuaternario.

Las rocas corresponden a materiales Volcánicos y a Edificios Volcánicos recientes y actuales, y Piroclásticos asociados. Los primeros están compuestos por lavas, tobas y piroclastos, los cuales cubren la mayor área del cantón, se ubican al norte del mismo a partir del sector aledaño a Villa Roble. Los otros se localizan en el resto de la región. (Guía, 2013)

#### 2.5.2.2.2 Geomorfología

El cantón de Santa Bárbara forma parte de la unidad geomórfica de Origen Volcánico, dividida en dos subunidades, denominadas Volcán Barva y Relleno Volcánico del Valle Central.

La subunidad Volcán Barva, se ubica al norte del cantón, a partir de la ciudad de Santa Bárbara, la cual corresponde al macizo del citado volcán; presenta laderas que tienen pendientes muy variadas. Está compuesta por lavas viejas con tendencia a ser basálticas y las más recientes se presentan más andesíticas. Así mismo hay todo tipo de rocas volcánicas como lavas, aglomerados y piroclastos. Su origen se debe en su mayoría a la actividad volcánica.

El resto de la región, que corresponde al Relleno Volcánico del Valle Central se caracteriza por un relieve plano ondulado; la cual está formada en su superficie por rocas volcánicas, principalmente lavas, tobas e ignimbritas cubierta por ceniza en un espesor variable. La secuencia de lavas descansa sobre roca sedimentaria. Las lavas son del tipo andesítico. Geomorfológicamente, esta subunidad no es un valle, sin embargo para efectos políticos, socio económicos y todo tipo de referencia, se considera preferible seguirlo denominando Valle Central. El nombre técnico correcto es fosa tectónica, debido a la presencia de una falla a todo lo largo del pie de la sierra volcánica Central, la cual está evidenciada por la existencia de fuentes termo minerales, así como la interrupción brusca y alineada con la supuesta falla de las estribaciones que bajan de la mencionada sierra hacia el valle, lo mismo que por la presencia de un vulcanismo sin explicación aparente en correspondencia con la posición de la falla o cerca de ella.

#### 2.5.2.2.3 Altitudes

Ciudad Santa Bárbara 1.140 msnm y el área donde estará el experimento se encuentra a 1071 msnm.

#### 2.5.2.2.4 Hidrografía

El sistema fluvial del cantón de Santa Bárbara, corresponde a la vertiente del Pacífico, el cual pertenece a la cuenca del río Grande de Tárcoles.

El cantón es drenado por los ríos Segundo, Sanjón, Potrerillos, Cachazas, Ciruelas y su afluente Pacayas; también por Guaraní, Los Ahogados, Yurro Seco, Chorreras, Tambor, Desengaño y la quebrada Los Conejos. Estos cursos de agua, excepto los ríos Segundo, Sanjón Ciruelas, Pacayas, y Guararí, nacen en la región, en la ladera suroeste del volcán Barva, los cuales presentan una dirección de noreste a suroeste. Los ríos Segundo y Porrosatí son límites cantonales; el primero con Flores y el otro con Santa Bárbara. (Guía, 2013)

## 2.6 OBJETIVOS

### General

1. Establecer el efecto de los dos programas de control en la incidencia y severidad de roya causada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. En el cultivo de Café *Coffea arabica* L. con un control de enfermedades orgánico, otro químico convencional y un testigo absoluto como comparador.

### Específicos

2. Comparar el programa de aplicación de fertilizantes y fungicidas orgánicos versus el control basado en el uso de químicos recomendado por el ICAFE y siendo la mayoría de veces convencional y un testigo absoluto, sin control en incidencia y severidad de la Roya, en el cultivo de Café, variedad Caturra.
3. Determinar la Severidad de Roya en Café en plantas y en hojas en los diferentes tratamientos.
4. Establecer la relación costo-beneficios de los tres programas de control de Roya realizados al cultivo de Café si existieran diferencias significativas entre los tratamientos.

## 2.7 HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento de control de Roya disminuye significativamente la severidad de Roya *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. en el cultivo de Café *Coffea arabica* L.

## **2.8 METODOLOGÍA**

### **2.8.1 Ubicación de la investigación**

La investigación se realizó en el cantón Santa Bárbara con las coordenadas geográficas 10°01'25.11" latitud norte y 84°09'27.60" longitud oeste, con una elevación de 1072 msnm.

### **2.8.2 Metodología Experimental**

Se utilizaron dos tratamientos y un testigo absoluto, con cuatro repeticiones, los tratamientos fueron planes de manejo proporcionados para el control de la Roya en el cultivo de Café, los planes son los siguientes.

### **2.8.3 Control Orgánico Bioprocesos**

Plan de manejo proporcionado por la Empresa Bioprocesos para el control de Roya en Cafeto, el plan que se presenta en el Cuadro 2 es un plan de manejo de Roya que se basa principalmente en la utilización del producto sinérgico foliar ROCKY® y utilización de proporcionarle los nutrición foliar.



Cuadro 5. Plan de control de Roya en Cafeto, por Bioprocesos S.A.

## PLAN DE CONTROL DE ROYA EN CAFETO POR BIOPROCESOS S.A.

PRODUCTO***	Mezcla	Dosis/área	Dosis/por tratamientos de 52,8 m2.
<b>PRIMERA APLICACIÓN (MARZO-ABRIL)</b>			
Rocky	1 l/estación	2 l/ha	65 cc/bomba**
Phytosol Zn-B 6% 2%	1 l/estación	2 l/ha	65 cc/bomba
Bioplant calcio 18%	1 l/estación	2 l/ha	65 cc/bomba
<b>SEGUNDA APLICACIÓN (MAYO-JUNIO)</b>			
Rocky	1 l/estación	2 l/ha	65 cc/bomba
Bioplant magnesio 10%	1 l/estación	2 l/ha	65 cc/bomba
Bioplant multiminerales	1 l/estación	2 l/ha	65 cc/bomba
<b>TERCERA APLICACIÓN (JULIO-AGOSTO)</b>			
Rocky	1 l/estación	2 l/ha	65 cc/bomba
Bioplant K-35%	1 l/estación	2 l/ha	65 cc/bomba
*estación= 200 l			

\*\*bomba, vol. 20 l

\*\*\*Descripción de ingredientes activos de productos, Anexos Cuadro 12.

Fuente: (Rodríguez, 2013)

### 2.8.4 Control Convencional por el ICAFE

Este tratamiento se aplicó por el personal del área de Fitopatología del ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica), el dueño de la finca y el Estudiante EPS y la Ing. Agra. Rodríguez, basado en el muestreo de Incidencia de Roya en el mes de mayo se definió un plan de tratamiento de Roya, y se propuso el plan que se muestra en el Cuadro 4, basado en las recomendaciones generales del ICAFE que se muestran en el Cuadro 3 de control, basado en los muestreos de incidencia de Roya en el mes de mayo fue de 1.05% por lo tanto no se aplicó tratamiento, ya que una incidencia mayor al 15% es considerada agresiva y es ahí donde se aplica el tratamiento, ya el segundo muestreo de incidencia fue en el mes de agosto donde se presentó una incidencia de 3.84%.

Cuadro 6. Programa propuesto por el ICAFE para el combate de la Roya del Cafeto en Costa Rica.

Muestreos	Actividades	Época	Objetivo	Procedimiento	Recomendaciones
	Primer muestreo de la enfermedad	jun - jul	Monitorear la condición y avance de la enfermedad	Conteo de hojas sanas y enfermas de una bandola del estrato medio en 60 plantas por hectárea	Si la incidencia es de 10 o 15 %, es necesario aplicar un fungicida sistémico en dosis curativa lo antes posible
	Segundo muestreo de la enfermedad	sep-oct	Monitorear la condición y avance de la enfermedad	Conteo de hojas sanas y enfermas de una bandola del estrato medio en 60 plantas por hectárea	Si la incidencia es de 10 o 15 %, es necesario aplicar un fungicida sistémico en dosis curativa lo antes posible

Control químico	Actividad	Época	Objetivo	Recomendaciones	Productos
	Control inicial (*)	mar- abr	Reducción inóculo residual y retardar el ciclo de la enfermedad	Atomizar después de la poda, en casos de incidencia >5 % de roya	Cyproconazol (Atemi 10 SL 400ml/ha) Triadimenol (Caporal 25 DC 500ml/ha) Epoconazol + carbendacina (Duett 500 ml/ha)
	Control preventivo	may- jun	Evitar germinación de esporas y retardar aparición de lesiones nuevas de la enfermedad	Atomización con fungicidas protectores. Iniciar luego de establecidas las lluvias.	Óxidos de cobre (1 kg/ha) Hidróxidos de cobre (1 kg / ha) Oxicloruro de cobre (2 kg/ha)
	Control curativo (*)	jul- ago sep- oct	Interrompe el desarrollo de la enfermedad en los tejidos internos de las hojas	Atomizar cuando la incidencia de la enfermedad esta entre un 10 o 15 %.	Cyproconazol (Atemi 10 SL 400ml/ha) Triadimenol (Caporal 25 DC 500ml/ha) Epoconazol + carbendacina (Duett 500 ml/ha)

(\*) También se puede utilizar los siguiente productos fungicidas de acción curativa: Silvacur (0,7 L/ha), Tilt (0,7 L/ha), Esfera (0,8 L/ha), Opera (1,0 L/ha), Cyprosol (0,4 L/ha), Tebutriazell (0,7 L/ha), Propicon (0,7 L/ha). Dosis recomendadas de acuerdo a los estudios técnicos realizados por el ICAFE.

Fuente: (ICAFE, 2013).

En el Cuadro 4. Se presenta el plan de manejo finca, realizado solamente el control preventivo normal, debido a que no existió al inicio alta incidencia de Roya, y el personal técnico del ICAFE no realizó control curativo, sino solamente el control preventivo en condiciones tardías, según las recomendaciones de su equipo de control de Roya, ya que la investigación se realizó en conjunto, la empresa Bioprocesos y el ICAFE.

Cuadro 7. Programa de tratamiento de Roya realizado por el equipo del ICAFE (tratamiento 2.)

### CONTROL DE ROYA EN CAFETO MANEJO FINCA

PRODUCTO	Mezcla	Dosis/área	Dosis/por tratamientos de 52,8 m2.
<b>APLICACIÓN (AGOSTO)</b>			
<b>Ciproconazole 10%</b>	250 ml/estañon	500 ml/ha	25 cc/bomba**
<b>Peguno (adherente)</b>	500 ml/estañon	1 l/ha	50 cc/bomba
<b>*estañon= 200 l</b>			
<b>**bomba, vol. 20 l.</b>			

Fuente: (ICAFE, 2013)

#### 2.8.4.1 Sin control o testigo absoluto.

Este tratamiento es el testigo de finca, en estas plantas que conformen el tratamiento no se aplicará ningún tratamiento para la prevención del ataque de Roya y otras enfermedades.

Se marcaron dos bandolas por planta a nivel medio (estrato dos) de la planta, siendo estas seleccionadas de cinco bandolas en dirección Norte y cinco en dirección Sur, y por planta se seleccionarán 10 hojas, cinco hojas de cada bandola para determinación de severidad contando las hojas desde el ápice de la bandola hacia la base de la bandola, con 11 plantas por tratamiento. (ICAFE, 2013)

La metodología de toma de datos es utilizada por el departamento de Fitopatología del ICAFE de Costa Rica, y otros aspectos de toma de datos como las Tablas diagramáticas 7 y 8 de evaluación que utiliza (Gómez, 2013) en el muestreo de incidencia y severidad de Roya en México.

Las variables a Evaluar fueron incidencia en plantas al inicio, y si la severidad de la enfermedad de acuerdo a las tablas, se determinó la severidad en plantas y hojas por medio de las tablas diagramáticas.

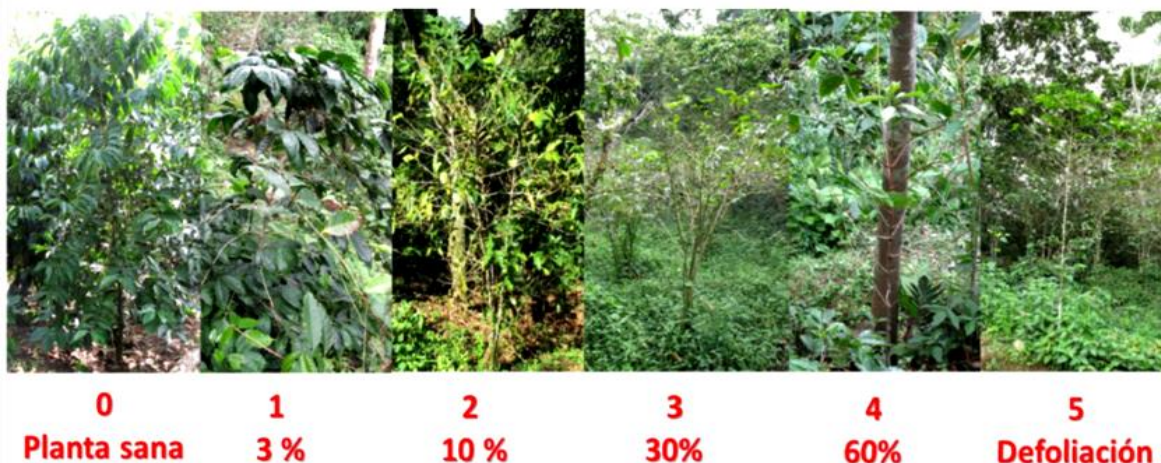
Para la evaluación de la severidad en plantas se utilizó la siguiente escala de daño en plantas:

**Cuadro 8. Tabla de evaluación de severidad en plantas de café.**

Clase	Planta (% daño)
0	planta sana
1	3% de área foliar con presencia de roya.
2	10% de área foliar con presencia de roya.
3	30% de área foliar con presencia de roya.
4	60% de área foliar con presencia de roya.
5	Defoliación total

Fuente: (Gómez, 2013)

1. Observar los cuatro puntos cardinales de cada planta y determinar el porcentaje de daño, utilizando la siguiente representación diagramática de la escala:



**Figura 9. Tabla diagramática para determinación de severidad de Roya en plantas de Cafeto.**

Fuente: (Gómez, 2013)

Se nota que el porcentaje de daño en cada clase representa el área foliar de la planta, estuvo con presencia de roya. Ya en la clase 5 representa la condición de

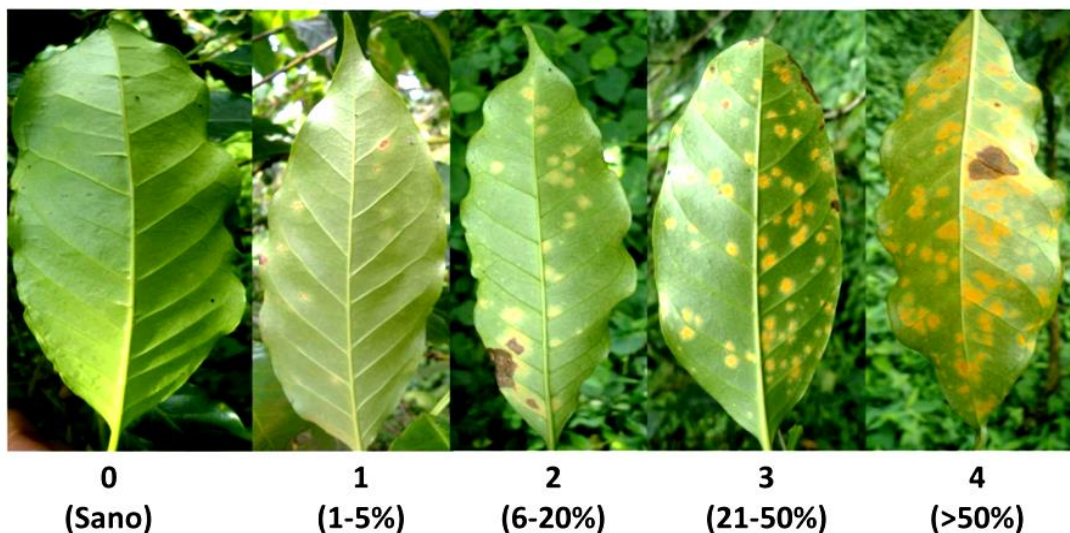
defoliación total, siendo esto característico, ya que posterior a 60% de presencia de roya ocurre defoliación. (Gómez, 2013)

2. Evaluar la severidad en hojas por planta utilizar la siguiente escala:

**Cuadro 9. Escala para la determinación de severidad de Roya en hojas de Café.**

Clase	Hoja (% daño)
0	sano sin síntomas visibles
1	1-5% de área afectada
2	6-20% de área afectada.
3	21-50% de área afectada.
4	50-99% de área afectada
5	defoliación

Fuente: (Gómez, 2013)



**Figura 10. Tabla diagramática para determinación de severidad de Roya en las Hojas de Cafeto. (Gómez, 2013)**

Para la determinación de la incidencia de Roya en plantas de Cafeto se utilizó la siguiente formula.

$$\text{Incidencia (I)} = (\text{No. De individuos infectas} / \text{total individuos}) * 100$$

### 2.8.5 Diseño experimental y análisis estadístico.

Para determinar la incidencia de la enfermedad en cada uno de los tratamientos se utilizó un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones y 3 tratamientos, cada unidad experimental está compuesta por 11 plantas. (Alvizures, 2005)

En el lugar donde se desarrolló la investigación se identificó una gradiente de variabilidad definida en un solo sentido, siendo está el viento que normalmente se dirige de Norte a Sur y los tratamientos fueron marcados en forma perpendicular al viento, de Este a Oeste.

Los datos fueron sometidos a un ANDEVA (Análisis de Varianza), los datos fueron transformados con arco seno para homogeneizar las varianzas, en aquellos tratamientos que resulten significativos se realizará una prueba de medias, utilizando la distribución de F, comparando la F calculada con los resultados de 1% y 5% de significancia de F tabulada.

Fuentes de Variación y Grados de libertad

Bloques	r-1
Especies	t-1
Error	(r-1) (t-1)
Total	rt – 1

Bloques	4-1	<b>3</b>
Programas de control de roya	3-1	<b>2</b>
Error	(4-1) (3-1)	<b>6</b>
Total	3*4 – 1	<b>11</b>

Hipótesis nula: efecto de nulidad de los programas de control de roya.

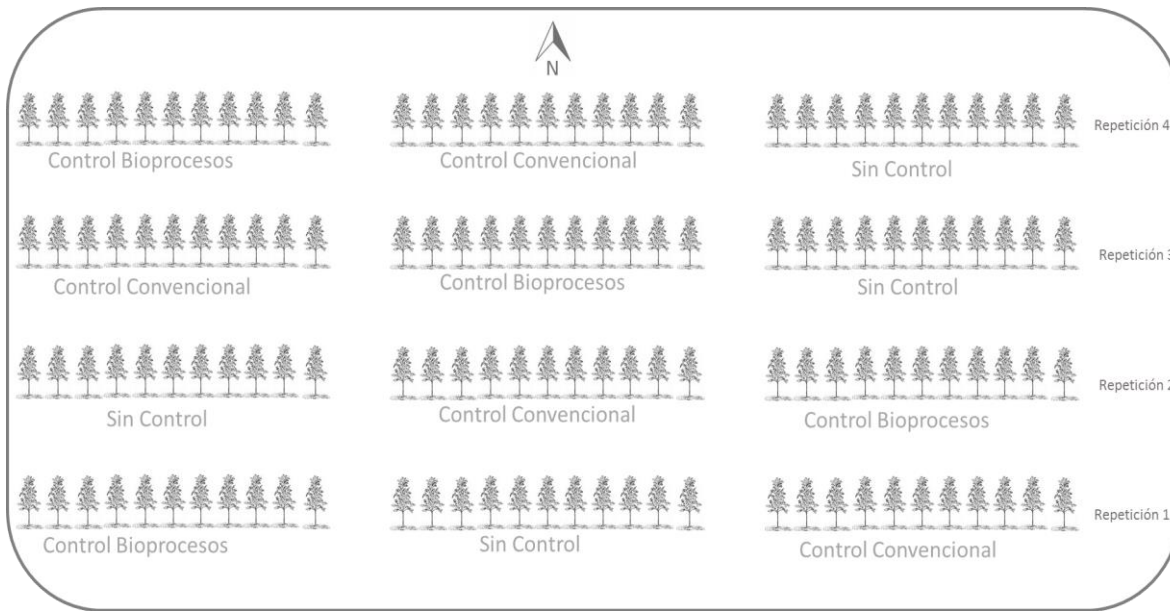


Figura 11. Croquis de campo y ubicación de tratamientos en campo, Elaboración propia.

Área de la unidad experimental=  $1.44\text{m}^2$

Cada parcela de tratamiento posee 11 plantas, con una planta sin tratamiento para división de cada tratamiento, la parcela neta posee  $15.84\text{ m}^2$  la parcela bruta es de  $56.16\text{ m}^2$ .

## 2.9 RESULTADOS

**Cuadro 10. Muestreo de incidencia de Roya en el cultivo de Café, 10 de junio del 2013.**

Tratamientos	Descripción de tratamientos	No. De individuos infectados	Total individuos	%Incidencia
Tratamiento 1	Bioprocesos	4.0000	44	9%
Tratamiento 2	Convencional	4.0000	44	9%
Tratamiento 3	Testigo	4.0000	44	9%
			Promedio general	9%

Fuente: Datos de campo.

Se observa en el Cuadro 7. Que el promedio de incidencia en la plantación fue de 9%, por lo que de acuerdo al cuadro de recomendación del ICAFE, con esta incidencia no se aplica ningún control, sino que se espera al siguiente al siguiente muestreo para realizar la aplicación en el control químico y se describe en la metodología de control químico.

**Cuadro 11. Muestreo de incidencia de Roya en el cultivo de Café, 16 de agosto del 2013.**

Tratamientos	Descripción de tratamientos	No. De individuos infectados	Total individuos	% Incidencia
Tratamiento 1	Bioprocesos	40.0000	44	90.91%
Tratamiento 2	Convencional	42.0000	44	95%
Tratamiento 3	testigo	44.0000	44	100%
			Promedio general	95.45%

Fuente: Datos de campo.

El producto con Ciproconazole 10% se aplicó hasta el mes de Agosto según recomendaciones por el equipo del ICAFE, se puede deducir que la aplicación de este producto fue tardía, ya que se basó en los resultados de incidencia de Roya del mes de Mayo, donde fueron menores al 15%, por lo tanto esta aplicación fue tardía según el plan de manejo propuesto por el ICAFE, pero los técnicos de dicha entidad realizaron la aplicación tardía, se esperaría que



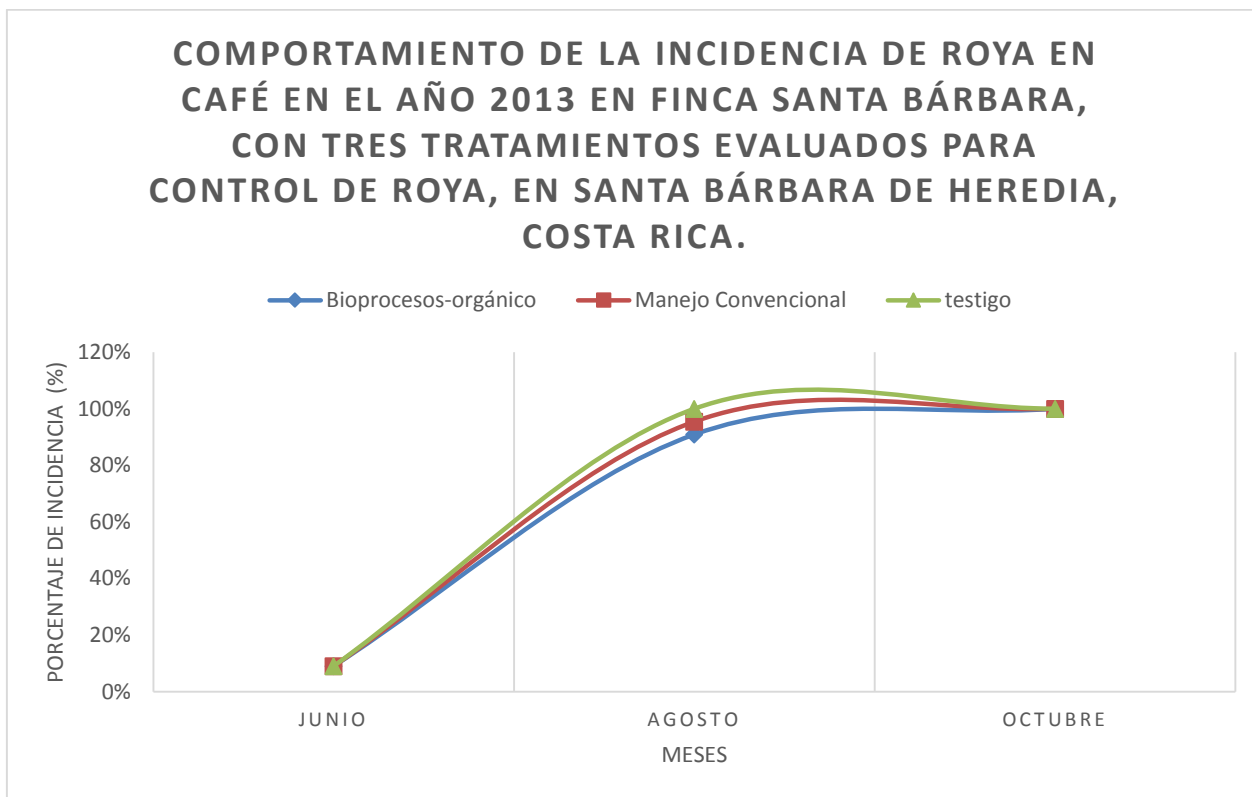
Los resultados de incidencia de la Roya que se muestran en el cuadro 8. señalan que la incidencia de Roya sobrepasó los límites superiores a 15% de incidencia, que según (ICAFE, 2013) es la incidencia promedio del país que representa peligro para la plantación; a pesar de haber sobrepasado el porcentaje de incidencia peligroso para la plantación, el tratamiento Bioprocesos presentó la menor incidencia de Roya, siendo 90.91% y el testigo presentó la mayor incidencia, siendo esta 100%, lo que indica que el efecto del control sinérgico del Producto Rocky tuvo efecto al bajar la presencia de Roya en los cafetos al aplicarlos con anterioridad como preventivo aunque no estuviera con un nivel de incidencia mayor al 15%.

**Cuadro 12. Muestreo de incidencia de Roya en el cultivo de Café, 10 de octubre del 2013**

Descripción de tratamientos	No. De individuos infectados	Total individuos	%Incidencia
Bioprocesos orgánico	44.0000	44	100.00%
Convencional químico	44.0000	44	100%
Testigo absoluto	44.0000	44	100%
Promedio general			

Fuente: Datos de campo.

Para el mes de octubre del año 2013, la incidencia de Roya en la plantación destinada al experimento ya estaba totalmente infestada, y se muestra en el Cuadro 9. Donde se presenta que los 44 individuos por cada tratamiento que fueron muestreados presentaron Roya en el follaje.



**Figura 12. Comportamiento de la incidencia de Roya en el experimento durante el ciclo de aplicación.**

El comportamiento de la incidencia de Roya en el Café de la parcela destinada al experimento mostró una similar tendencia de infestación la cual se ve claramente en la Figura 5. Donde se presentan las tres líneas de comportamiento de la incidencia de la Roya en los diferentes tratamientos.

**Cuadro 13. Promedios de severidad en planta de la tabla diagramática, sin transformación de datos el 10 de octubre del 2013.**

Descripción de tratamiento	Repetición			
	I	II	III	IV
<b>Bioprocesos</b>	2.27	3.00	3.18	2.18
<b>Convencional</b>	3.09	3.27	2.91	3.45
<b>testigo</b>	3.45	2.55	3.27	3.82

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 14. Promedios de severidad en planta de café, con transformación de datos a porcentaje, 10 de octubre del 2013.**

No. De tratamiento	Descripción de tratamiento	Repetición				media
		I	II	III	IV	
1	Bioprocesos	15.45%	30.00%	35.45%	13.64%	23.64%
2	Convencional	32.73%	38.18%	28.18%	43.64%	35.68%
3	Testigo	43.64%	20.91%	38.18%	54.55%	39.32%
<b>Media</b>		30.61%	29.70%	33.94%	37.27%	32.88%

Fuente: Elaboración propia.

Coefficiente de variación: 160%

Se observa en el Cuadro 11. que el tratamiento Bioprocesos mostró la menor severidad de daño de Roya en plantas con una media de 23.64%, y los otros dos tratamientos presentaron 35.68% el tratamiento convencional y 39.32% el testigo de severidad de daño de Roya en plantas, con lo cual se comprueba que la aplicación en forma preventiva del producto Sinérgico Rocky y los productos Bioplant para prevención de enfermedades mostró resultados menores de severidad de la Roya en la plantación, ya que según (ICAFE, 2013), el mes de octubre es uno de los meses que presenta la mayor incidencia de Roya en el país, alrededor del 65%.

**Cuadro 15. Datos transformados al arco seno, de los porcentajes de severidad de Roya en plantas de Café.**

No. De tratamiento	Descripción de tratamiento	Repetición				TOTAL Yi.	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	Bioprocesos	23.15	33.21	36.54	21.67	114.57	28.64
2	Convencional	34.90	38.16	32.06	41.34	146.47	36.62
3	Testigo	41.34	27.21	38.16	47.61	154.33	38.58
<b>Total Y.J</b>		99.39	98.59	106.77	110.62	<b>415.37</b>	<b>34.61</b>

Fuente: Elaboración propia.

Coefficiente de variación: 25%

**Cuadro 16. Análisis de varianza de la severidad de Roya (*H. vastatrix*) en plantas en los dos tratamientos y el testigo.**

F.V.	Análisis de varianza			f	F tabulada		
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrados medios	calculada	5%	1%	
tratamientos	2	221.60	110.80	1.44	5.14	10.92	ns
Bloques	3	34.01	11.34	0.15	5.14	10.92	ns
Error	6	463.10	77.18				
Total	11	650.69					

Fuente: Elaboración propia.

\*alta significancia estadística entre los tratamientos

\*\*alta significancia estadística entre bloques.

ns = no significancia estadística

Según se observa en el Cuadro 17. los resultados de la  $f$  calculada, y una comparación con la  $f$  tabulada, con un nivel de significancia del 1% no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, y tampoco entre los bloques, así también, con 5% de significancia no existieron diferencias significativas entre los tratamientos y tampoco en los bloques, por lo que las plantas de Café de los diferentes bloques mostraron un nivel de severidad de la Roya estadísticamente igual, por lo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

**Cuadro 17. Promedios de severidad de Roya en hojas de Café de la tabla diagramática, sin transformación de datos.**

No. De tratamiento	Descripción de tratamiento	Repetición			
		I	II	III	IV
1	Bioprocesos	1.92	3.05	2.79	2.17
2	Convencional	3.36	3.12	2.64	2.04
3	Testigo	3.10	2.44	2.22	2.76

Fuente: Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 18. Promedios de severidad en hojas de café, con transformación de datos a porcentaje.**

No. De tratamiento	Descripción de tratamiento	Repetición				media
		I	II	III	IV	
1	Bioprocesos	14.77%	23.00%	17.86%	8.59%	16.06%
2	Convencional	31.91%	24.55%	15.55%	6.55%	19.64%
3	Testigo	24.00%	12.55%	9.27%	17.45%	15.82%
		23.56%	20.03%	14.23%	10.86%	<b>17.17%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Coefficiente de variación: 157%

**Cuadro 19. Datos transformados al arco seno, de los porcentajes de severidad de Roya en hojas de Café.**

No. De tratamiento	Descripción de tratamiento	Repetición				TOTAL Yi.	MEDIA
		I	II	III	IV		
1	Bioprocesos	22.60	28.66	25.00	17.04	93.31	23.33
2	Convencional	34.39	29.70	23.22	14.82	102.14	25.53
3	Testigo	29.33	20.74	17.73	24.69	92.50	23.13
	Total Y.J	86.33	79.10	65.95	56.56	<b>287.95</b>	<b>24.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

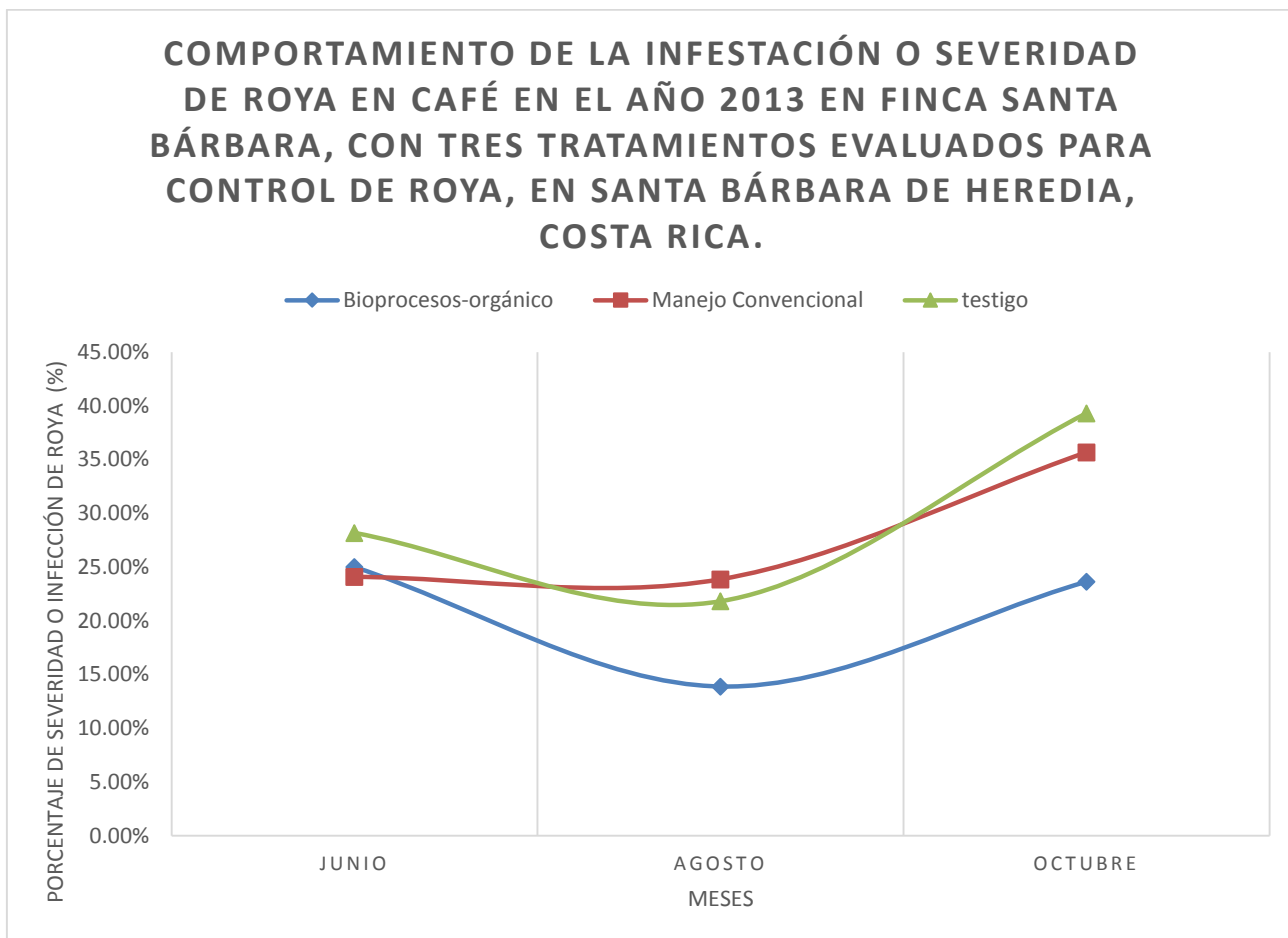
Coefficiente de variación: 40%

**Cuadro 20. Análisis de varianza de la severidad de Roya (*H. vastatrix*) en hojas en los diferentes tratamientos.**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrados medios	f calculada		F tabulada	
				Fc	5%	1%	1%
tratamientos	2	14.29	7.14	0.08	5.14	10.92	
bloques	3	176.91	58.97	0.66	5.14	10.92	
error	6	539.85	89.97				
total	11	377.23					

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el Cuadro 21. Que la f calculada fue menor que la f tabulada en los dos casos, siendo estos los tratamientos y bloques, por lo que se llega a la conclusión, que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, con un 5% de significancia, y por lo tanto se acepta la Hipótesis nula, donde estadísticamente no hubieron efectos diferentes en cuanto a la severidad de Roya en hojas de Café, al momento de aplicar los dos tratamientos.



**Figura 13. Comportamiento de la severidad de Roya en el experimento.**

Se observa en la Figura 13. Que la severidad de roya fue menor a lo largo de los meses evaluados en el tratamiento de Bioprocesos-orgánico, superando al manejo convencional y al testigo absoluto, siendo esto observado solamente en la figura, ya que estadísticamente no hubo diferencias estadísticas.

## 2.10 CONCLUSIONES

1. No existieron diferencias estadísticas de severidad de Roya *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. En el cultivo de café en daño en hojas con un 5% de significancia.
2. No existieron diferencias estadísticas en severidad de Roya en cultivo de café en plantas con un 5% de significancia.
3. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos, no se realizó la relación beneficio costo para los diferentes tratamientos.



## **2.11 RECOMENDACIONES**

1. Realizar evaluaciones con los mismos tratamientos en otros lugares del país, con el objetivo de tener datos del comportamiento en diferentes altitudes y temperatura.
2. Realizar evaluaciones de otras enfermedades al aplicar el tratamiento convencional de dicha enfermedad con el control general propuesto por Bioprocesos.
3. Realizar toma de datos de incidencia de Roya en un tiempo más corto, al menos de un mes, para que se pueda tomar decisiones de aplicación de cierto control en un tiempo más prudente, esto para el control convencional, ya que en este experimento se considera que el equipo control de Roya del ICAFE realizó la aplicación de control a destiempo.

## 2.12 BIBLIOGRAFÍA

1. Alvizures, MS. 2005. Investigación agrícola. Villa Nueva, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, ENCA. 96 p.
2. Arguedas, EC. 1997. Productos orgánicos para el control de enfermedades (en línea). Costa Rica, Bioprocesos. Consultado 2 abr 2013. Disponible en <http://www.bioprocesoscr.com>
3. Barquero, CP. 2013. Situación actual de la roya del cafeto (en línea). Costa Rica. Consultado 9 abr 2013. Disponible en <http://www.oirsa.org/portal/documents/documentos-taller-roya/Roya-Cafe-Presentacion-ES-012013-Costa-Rica.pdf>
4. Cristancho, MA. 2012. Razas de la roya (en línea). Colombia, Centro Nacional de Investigación del Café. Consultado 15 mayo 2013. Disponible en <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/353/1/avt0425.pdf>
5. Fernández, JC. 2009. Diagnóstico empresarial (en línea). Consultado 15 mar 2013. Disponible en <http://www.slideshare.net/jcfdezmxmanag/diagnostico-empresarial-1058016>
6. García, A. 2013. Diagnóstico de la empresa Bioprocesos S.A. (entrevista). Heredia, Costa Rica, Bioprocesos S.A.
7. Geilfus, F. 2002. Roya (en línea). Costa Rica, IICA. Consultado 17 de mar 2013. Disponible en <http://www.iica.int/doc.roya.pdf>
8. Gómez, RG. 2013. Sistema nacional de vigilancia epidemiológica fitosanitaria (en línea). México, SAGARPA. Consultado 10 abr 2013. Disponible en <http://amecafe.org.mx/downloads/FichaT%C3%A9cnicaRoyadelCafeto.pdf>
9. Guía, CR. 2013. Costa Rica, no artificial ingredients (en línea). Costa Rica. Consultado 20 abr 2013. Disponible en <http://www.guiascostarica.com/provi/santabarbara.htm>
10. ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica, CR). 2013. La situación de la roya en Costa Rica (en línea). Costa Rica. Consultado 15 abr 2013. Disponible en [http://www.icafe.go.cr/icafe/anuncios/roya\\_del\\_cafe/Situaci%C3%B3n%20Roya%202012%20\(presentaci%C3%B3n%20CENECOOP\).pdf](http://www.icafe.go.cr/icafe/anuncios/roya_del_cafe/Situaci%C3%B3n%20Roya%202012%20(presentaci%C3%B3n%20CENECOOP).pdf)
11. Madrigal, LE. 2012. International bussiness community related to animal prodution: avance e infestación severa de la roya amarilla *Hemileia vastratix*

en café (en línea). Consultado 14 abr 2013. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/roya-en-cafe-t3914/078-p0.htm>

12. McCook, S. 2009. La roya del café en Costa Rica: epidemias, innovación y medio ambiente, 1950-1995. *Revista de Historia* no. 59-60:99-117.
13. Méndez, J. 2013. Economía: ataque de hongo de la roya dejó pérdida de \$42 millones en café *Coffea arabica L.* *La Nación*, Costa Rica, ago 5:25-30.
14. Morera, R. 2013. Comparación de la precipitación mensual del 2013 (en línea). Costa Rica, Instituto Meteorológico Nacional, Boletín Climático de Costa Rica, noviembre 2013. Consultado 5 oct 2013. Disponible en [http://www.imn.ac.cr/boletin\\_meteo/BMETACTUAL.pdf](http://www.imn.ac.cr/boletin_meteo/BMETACTUAL.pdf)
15. OIC (Organización Internacional del Café, US). 2013. Opciones orgánicas para combatir roya en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 13 abr 2013. Disponible en <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/crean-opciones-organicas-para-combatir-roya-en-guatemala>
16. PROCOMER (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica, CR). 2013. Producción de café (en línea). Costa Rica. Consultado 15 mayo 2013. Disponible en <http://servicios.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx>
17. Rodríguez, O. 2013. Nutrición foliar y protección de plantas con productos sinérgicos (entrevista). Heredia, Costa Rica, Bioprocesos S.A.
18. Víquez, N. 2013. Manejo finca café para control de roya (entrevista). Santa Bárbara de Heredia, Costa Rica, Asociación Centro Agrícola Cantonal Santa Bárbara.

## 2.13 ANEXOS



Figura 14A. Colocación de los marbetes de identificación y medición de incidencia inicial de Roya.



Figura 15A. Aplicación de los tratamientos a los bloques establecidos de plantas de Café.



Figura 16A. Toma de datos en campo de incidencia y severidad.



Figura 17A. Comparación de severidad del daño de Roya en plantas de café donde se aplicaron los dos tratamientos.

### **III INFORME DE SERVICIOS**

Ejecutados en la empresa Bioprocesos S.A., ubicada en el complejo industrial San José de Ulloa, el Barreal de Heredia, Costa Rica.

## **SERVICIO 1**

- 3.1 Determinación de rendimiento en tamaño al aplicar un plan de fertilización foliar en Café *Coffea arabica* L var. Venecia L19 contra el manejo de fertilización foliar de la finca, a los 3 años de siembra del cultivo.**

### 3.1.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan los resultados del servicio realizados en la provincia de Alajuela en el Cantón San Ramón, en donde se evaluaron dos planes de manejo de la fertilización foliar, siendo la variable medible la altura de la planta y la longitud de sus bandolas en dirección sur y norte para determinar el tamaño horizontal de la población de plantas.

La metodología del experimento fue que al inicio del experimento se hizo un ensayo en blanco para determinación del número de plantas por parcela que tendrían que dejarse para obtener el menor coeficiente de variación de los datos, el resultado fue de 30 plantas por parcela, siguiente la metodología se procedió a la marcación del experimento y a la medición de las variables de longitud de altura de planta y longitud de bandola en dirección norte y sur, y los tratamientos se aplicaron en cada parcela de evaluación.

El manejo de la empresa Bioprocesos fue realizado mediante el análisis foliar previamente muestreado para determinar tipo de nutrientes necesitaría la planta para estar en su rango adecuando de suficiencia, también el manejo finca se guió del muestreo foliar para así aplicar los fertilizantes foliares químicos a la plantación, la aplicación del manejo Bioprocesos fue de forma mensual, y el manejo convencional se aplicó solamente dos veces durante el tiempo de evaluación de junio a octubre del 2013.

Para la determinación de las diferencias estadísticas entre las dos medias, se utilizó la prueba de T a dos colas con un 5% de significancia, los resultados fueron que los dos tratamientos no presentaron una diferencia significativa en cuanto al tamaño de bandola al aplicar los diferentes tratamientos.



### **3.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido a los resultados en el análisis de diagnóstico que se realizó a la empresa BIOPROCESOS, se determinó que uno de los principales proyectos de servicios del pasante, es la generación de información verídica en campo, realizando ensayos, los cuales anteriormente se han venido realizando en la empresa, pero que no se ha generado información de los resultados en los últimos años, sino que solamente se cuentan con resultados de pruebas en campo hace diez años, y los últimos años no se ha guardado la información de los ensayos y pruebas que BIOPROCESOS realiza con agricultores y otras empresas que se dedican a la producción de diferentes cultivos. (García, 2013)

### **3.1.3 MARCO TEÓRICO**

#### **3.1.3.1 Marco Conceptual**

#### **3.1.3.2 Café variedad Venecia**

##### **3.1.3.2.1 Origen**

Tiene su origen en San Carlos, Alajuela, en la finca del Sr. Isidro Rodríguez quien seleccionó cafetos, en una plantación de café Caturra, que sobresalían por su producción y gran tamaño de los frutos y mayor resistencia a la caída de frutos por lluvia. (Solera, 2013)

##### **3.1.3.2.2 Selección**

El Instituto del Café de Costa Rica inicia los estudios de este café a partir del año 1991, estableciendo ensayos en Turrialba, Coto Brus y Pérez Zeledón. En el proceso de selección se reduce el porcentaje de frutos flotantes y se obtiene plantas más uniformes en cuanto a porte, producción, maduración y calidad.

De las evaluaciones realizadas en Pérez Zeledón se destaca que este material presenta un desplazamiento de la maduración de los frutos, y dado que esta característica es de gran importancia para la caficultura de Pérez Zeledón, se pone especial interés en el comportamiento y evaluación de este genotipo, hasta llegar a la liberación de la variedad de café Venecia en el año 2010, como una variedad de maduración tardía con excelente calidad de taza.



Figura 18. Plantas de Café en producción variedad Valencia L19 Fuente: (Castro, 2010)

### 3.1.3.2.3 Características principales

Evaluaciones realizadas midiendo variables de crecimiento, producción, calidad de la bebida, maduración de los frutos y comportamiento a enfermedades, han permitido establecer las siguientes características de la variedad: alta calidad de la bebida, tamaño de grano grande (superior a Caturra), maduración tardía de los frutos, porte bajo, producción similar a la variedad Caturra. (Rojas, 2011).

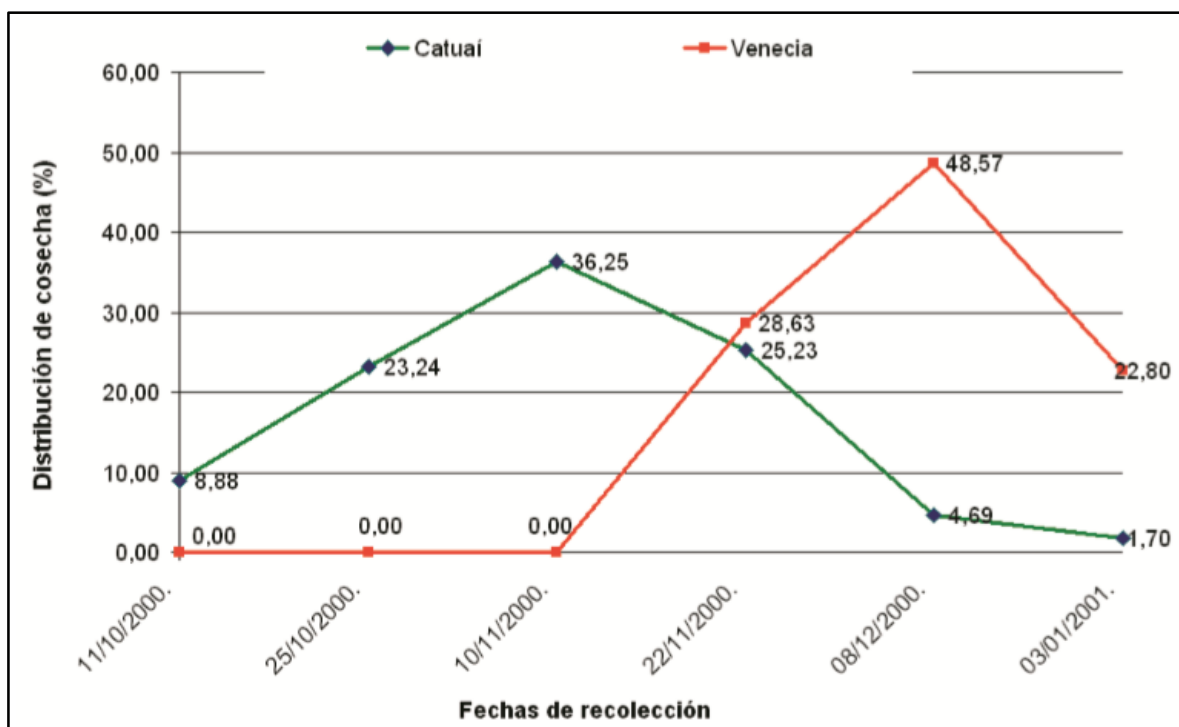


Figura 19. Tiempo de maduración entre las variedades de café Catuai y Venecia, Fuente: (Castro, 2010)

### 3.1.3.2.4 Calidad de la bebida

Figura 20. Evaluación de la calidad de taza de café Venecia, Caturra y Catuai en la cosecha 2003/2004\*

Variedad	Aroma	Cuerpo	Acidez	Amargo	Preferencia	
Venecia	3.09	a	2.47 ab	2.38 a	1.795 bc	2.47 a
Catuai	2.82	a	2.04 b	1.47 c	2.3 a	1.69 bc
Caturra	2.93	a	2.03 b	1.67 bc	2.22 ab	1.61 c

\*promedio 6 catadores

Fuente: (Castro, 2010)

### 3.1.3.3 Recomendaciones de Manejo

Por ser de maduración tardía la variedad Venecia se orienta principalmente a zonas en donde la cosecha coincide con el periodo de mayor precipitación, lo que permite reducir las pérdidas por caída de café y optimizar la mano de obra y la infraestructura de las fincas.

#### 3.1.3.3.1 Densidad de siembra

Se recomienda una densidad de 5,878 plantas/a con un arreglo de siembra de 1,90 m entre hileras y 0,90 m entre plantas.

#### 3.1.3.3.2 Fertilización

Se recomienda el programa general de fertilización para café establecido por ICAFE, procurando llegar a los valores del Cuadro 2, y realizando los ajustes de acuerdo a la fertilidad del suelo y nivel de producción, realizando dos aplicaciones de fórmula completa y una fertilización con una fuente nitrogenada.

Cuadro 21 . Niveles de elementos recomendados para fertilización del Venecia en producción (kg/ha/año).

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B
300	30-50	150-200	60	7

Fuente: (Castro, 2010)

### 3.1.3.4 Manejo de enfermedades

Manejo preventivo de las principales enfermedades, siendo estas Roya, Mal de Hilachas y Ojo de Gallo. En el Cuadro 3 se presentan evaluaciones de enfermedades del Venecia, en donde se evidencia que ésta presenta un comportamiento similar ante las principales enfermedades que afectan el cultivo.

**Cuadro 22 Evaluación de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de café en la región de Turrialba, Costa Rica. ICAFE 2003.**

<i>Genotipo</i>	<i>Roya</i>	<i>Cercospora</i>	<i>Ojo de Gallo</i>
Caturra	27.7 <sup>ab</sup>	3.46 <sup>b</sup>	0.4 <sup>b</sup>
Catuaí	25.1 <sup>ab</sup>	2.76 <sup>b</sup>	0.8 <sup>b</sup>
Venecia	24.2 <sup>ab</sup>	3.86 <sup>b</sup>	0.0 <sup>b</sup>

Fuente: (Castro, 2010)

### 3.1.3.5 Marco Referencial

#### 3.1.3.6 Ubicación:

La finca donde se realizó el experimento se ubica en San Isidro, de Cantón San Ramón, de la provincia de Alajuela, en las coordenadas geográficas siguientes 10.080903,-84.450212

Elevación 1120 msnm, latitud 10°04'50.96" N y longitud 84 °27'00.96 "O

### 3.1.4 Objetivos

#### General

1. Determinación de rendimiento en tamaño al aplicar sinérgicos y fertilizantes foliares en Café *Coffea arabica* L var. Venecia L19 contra el manejo finca, a los 3 años de siembra del cultivo.

#### Específicos

2. Determinar si existe diferencia significativa entre los dos tratamientos en cuanto a la altura de planta, como factor de medición.
3. Determinar si existe una diferencia significativa entre los dos tratamientos al momento de la medición de las bandolas en dirección sur y norte.

### 3.1.4.1 Metodología

Determinación del tamaño de la unidad experimental.

La determinación del tamaño de la unidad experimental se realizó mediante un ensayo en blanco o de uniformidad en campo, el ensayo operó de la siguiente manera, de acuerdo a la metodología de (Alvizures, 2005)

Cuadro 23. Datos de parcela en blanco, donde se aplicó el tratamiento finca.

Parcela en blanco, tratamiento finca					
Número dato	Fecha	08/04/2013	Dirección de bandola (longitud)		
	Surco	Planta No. Dirección (Sur-Norte)	Norte (cm)	Sur (cm)	Altura (cm)
1	4	8	31	25	60
2	6	25	27	15	50
3	6	13	15	16	48
4	8	9	25	29	58
5	8	15	17	8	44
6	8	24	26	14	53
7	10	25	29	17	46
8	10	18	15	19.5	59
9	10	9	14	29	47
10	12	8	20	30	56
11	12	19	21	16	51
12	14	16	12	14	46
13	14	8	22	19	55
14	16	6	20	17	42
15	16	11	23	25	53
16	18	9	10	32	55
17	20	7	12	13.5	48
18	22	9	19	21	65
19	24	4	19	16	47
20	26	5	20	27	46

Fuente: Datos de campo.



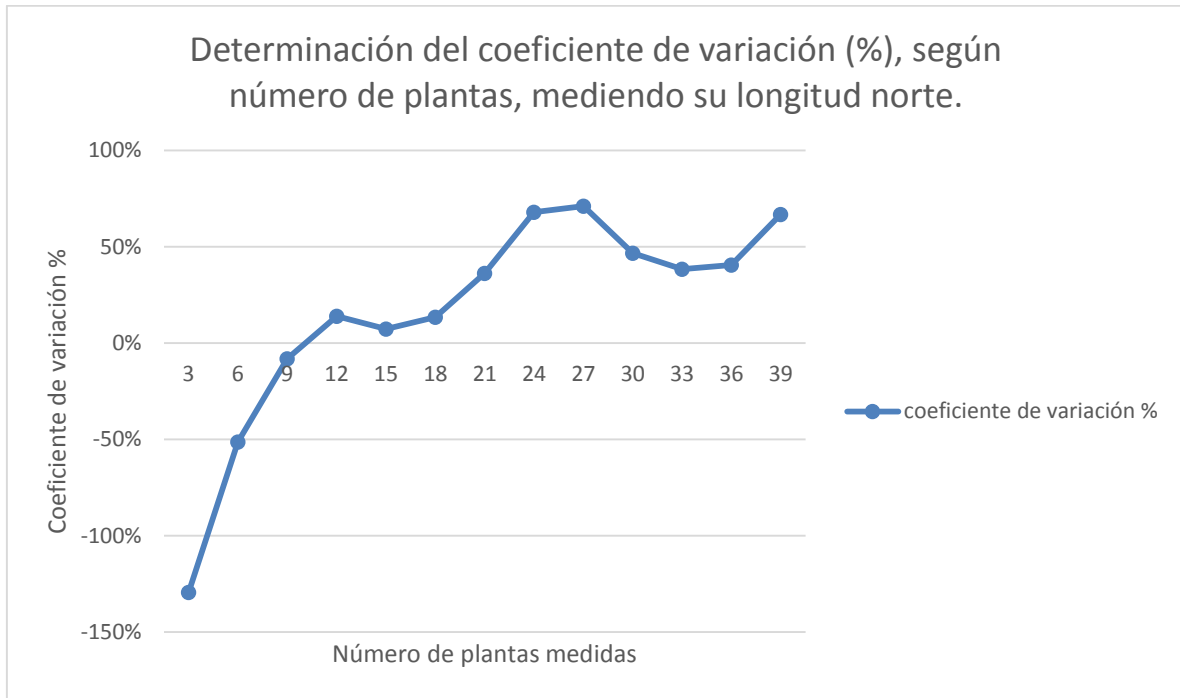
Se muestrearon 20 plantas en la parcela completa antes de iniciar el experimento, esto con el objetivo de determinar el número de plantas que se muestrearon en las diferentes parcelas cuando el coeficiente de variación fue de manera más uniforme se determinó el número de plantas a muestrear en cada tratamiento para su posterior evaluación estadística.

Se evaluó la uniformidad de las diferentes longitudes de la planta que se midieron, siendo estos la longitud norte de una bandola, la longitud sur de otra bandola y la altura en una misma planta, las cuales fueron marcadas para su identificación adecuada.

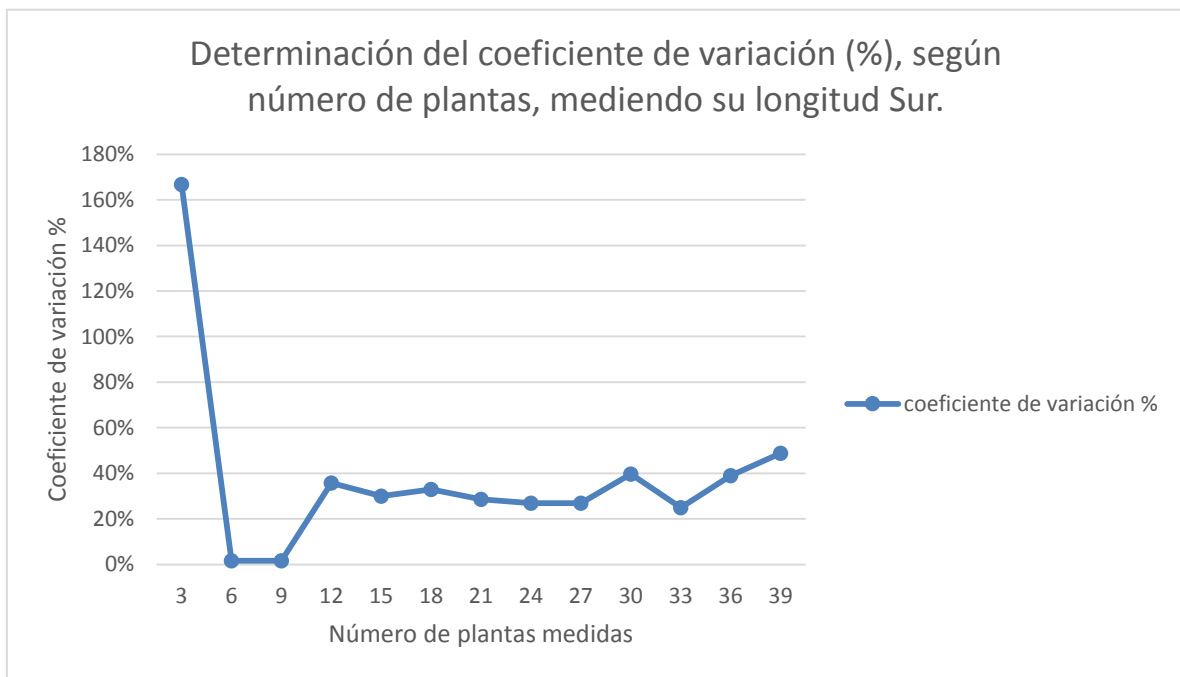
**Cuadro 24. Tamaño de muestra para determinación de número de plantas a muestrear.**

tamaño muestra (plantas)	coeficiente de variación %	tamaño muestra (plantas)	coeficiente de variación %
3	-129%	3	155%
6	-51%	6	7%
9	-8%	9	32%
12	14%	12	32%
15	7%	15	5%
18	13%	18	33%
21	36%	21	38%
24	68%	24	30%
27	71%	27	33%
30	47%	30	13%
33	38%	33	12%
36	41%	36	14%
39	67%	39	6%

Fuente: Elaboración propia.

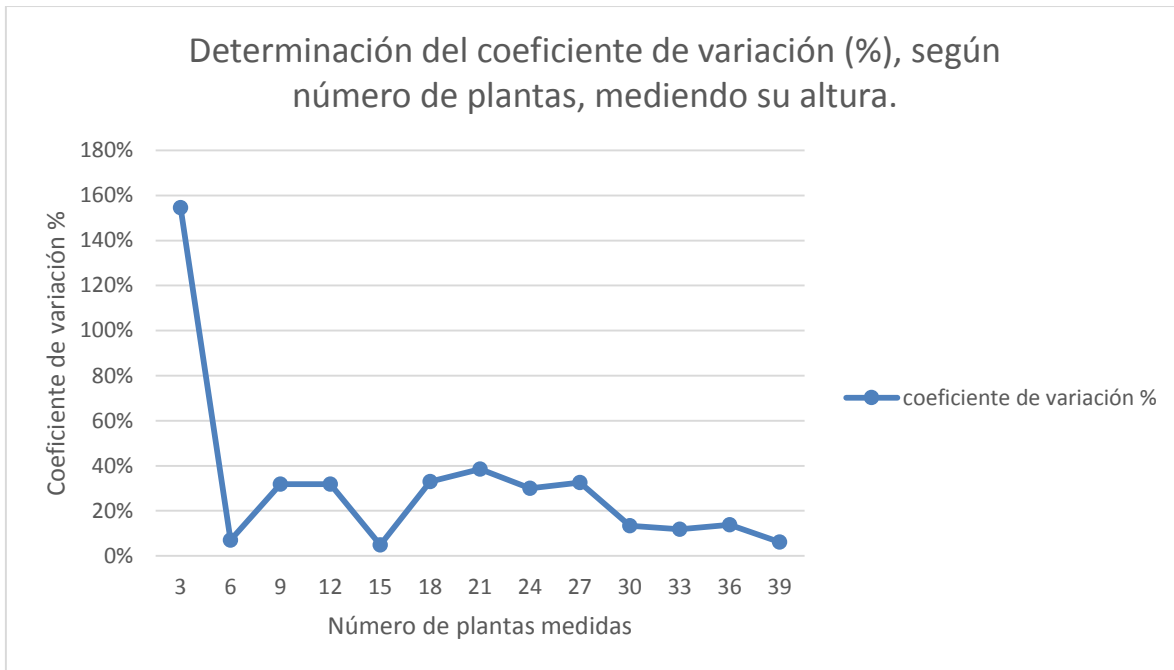


**Figura 21.** Línea del coeficiente de variación con diferente número de plantas muestreadas en la bandola en dirección norte.



**Figura 22.** Línea del coeficiente de variación con diferente número de plantas muestreadas en la bandola en dirección sur.

Se observa en la Figura 18. Que el coeficiente de variación es estable a partir de la planta número 12 hasta la 33, siendo menor a un 40% de variación.



**Figura 23.** Línea del coeficiente de variación con diferente número de plantas muestreadas, midiendo su altura.

A partir de la planta 30 el coeficiente de variación es menor a 20%, por lo que para el muestreo en cada parcela se determinó que se tomarán 30 plantas para muestreo en cada parcela.

### 3.1.4.2 Materiales y plan de manejo

La plantación se dividió en dos parcelas de 33 filas de plantas, el manejo cultural de la finca fue el mismo para los dos tratamientos, y únicamente se evaluó el plan de nutrición foliar de la finca o convencional y el plan de nutrición de la empresa Bioprocesos.

Cuadro 25. Manejo Cultural de la finca

Manejo cultural de la finca 2013			
PRODUCTO	Mezcla	Dosis/área	Dosis
18-6-13			
Aplicación de cal al suelo (CaCO <sub>3</sub> )	cal al suelo	425 kilos/ha	3 onzas por mata
24/06/2013			
Chapeo de malezas			

Fuente: Datos de campo.

### 3.1.4.3 Modelo estadístico

Se utilizó para determinar diferencias estadísticas entre las dos muestras que se realizaron fueron, MEDIAS INDEPENDIENTES, y se utilizó para el análisis estadístico de prueba T DE STUDENT.

El tamaño de la muestra a tomar por parcela fue de 30 plantas según el ensayo en blanco que sirvió para la determinación de un coeficiente de variación adecuado y menor a 20% entre los datos.

Se muestrearon tres partes de cada una de las 30 plantas seleccionadas al azar en cada parcela, estas plantas fueron identificadas previamente con cinta, las tres partes de la planta muestreadas fueron:

- Bandola en dirección norte
- Bandola en dirección sur, y
- Altura de la planta.


### 3.1.4.4 Metodología de evaluación

Antes de iniciar con la aplicación de tratamientos, se tomó un análisis de suelo de la parcela completa, y también se tomaron los datos de longitud de bandolas y altura de planta en las parcelas, y se midieron las mismas variables a los 6 meses después de iniciado el experimento, para la determinación de la diferencia estadística del experimento, se aplicó una prueba de T, a las deferencias de longitud que obtuvieron las dos parcelas en los 6 meses del experimento, el experimento se inició en abril y finalizó en octubre del 2013. Así mismo se tomó un análisis foliar en los diferentes tratamientos para evaluar si las plantas se encontraron en un rango adecuado de nutrición foliar luego de la aplicación de los diferentes tratamientos.

### 3.1.4.5 Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos, siendo este el manejo finca y el manejo con productos Bioprocesos, con un plan de fertilización que se derivó de un análisis foliar del cultivo.

Cuadro 26. Análisis foliar de la plantación donde se realizó el experimento.

													
<b>INFORME DE ANALISIS FOLIAR</b>													
FECHA:	07/05/2013												
CLIENTE:	Bioprocesos (Finca Carvajal)												
PROVINCIA:	Alajuela	CANTON:	San Ramón	DISTRITO:									
CULTIVO:	Café												
No. LAB.	IDENT. DE CAMPO	%						mg/Kg					
		N-TOTAL	P	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	Fe	Cu	Zn	Mn	B	
F-352-13	Lote #1 Café Variedad Valencia L19	2.75	0.17	1.66	1.62	0.37	0.38	399	6	48	798	44	

Fuente: Laboratorio de suelos y foliares CAFESA. S.A., Costa Rica.

Al momento de obtener los resultados del análisis foliar, se procedió a realizar el plan de nutrición del cultivo con los productos de Bioprocesos S.A., para este propósito se utilizó la tabla siguiente:

**Cuadro 27. Rangos de suficiencia de nutrientes foliares para el cultivo de Café.**

Recomendación adecuada										
%						mg/Kg				
N-TOTAL	P	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	Fe	Cu	Zn	Mn	B
0.8-2.32	0.11-0.15	1.9-2.5	1.1-1.5	0.29-0.35	0.16-0.25	91-105	6-9	14-18	50-150	41-90

Fuente: (Fierro, 2000)

Interpretación de análisis foliar de las plantas de café:

N: Este elemento se encontró arriba de los rangos adecuados, pero el producto sinérgico foliar Rocky incluye este elemento ya que es necesario en todas las etapas fenológicas del cultivo, se suministró nitrógeno en todas las aplicaciones.

P: Se encontró arriba de los rangos adecuados, por lo que no se incluyó en las aplicaciones.

K: Se encontró en forma deficiente por lo que se aplicó el producto Bioplant K-35% en el primer atomizo con lo que se pretendió llevar la deficiencia a su rango de suficiencia en las hojas.

Ca: Se encontró en el rango de suficiencia, pero se aplicó en todos los atomizos para así hacer que la planta tuviera una pared celular fuerte y evitar las enfermedades.

Mg: Se encontró en el rango de suficiencia, por lo que se aplicó para mantener la suficiencia del elemento en la planta.

SO<sub>4</sub>: Se encontraba arriba del rango de suficiencia de la recomendación y no se aplicó.

Fe: Elemento con alta concentración en las hojas de la planta, no se aplicó.

Cu: Se aplicó en el producto Bioplant multiminerales por estar deficiente en las hojas.

Zn: Se encontró en forma suficiente en la planta.

Mn: No se aplicó ya que se encontró en forma suficiente.

B: Se aplicó para mantener el elemento en las plantas en el promedio.

### 3.1.4.6 Manejo Bioprocesos

Cuadro 28. Plan de manejo y fertilización foliar en café en crecimiento, parcela Bioprocesos.

Plan de fertilización en café en crecimiento			
PRODUCTO	Mezcla	Dosis/área	Dosis
PRIMERA APLICACIÓN (JUNIO) 24-6-13			
Rocky	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba**
Bioplant Magnesio 10%	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Bioplant K-35%	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Bioplant calcio 18%	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
SEGUNDA APLICACIÓN (JULIO) 30-7-13			
Rocky	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Bioplant Calcio-Boro 6%- 2%	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Bioplant multiminerales	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
TERCERA APLICACIÓN (Septiembre) 9-9-13			
Rocky	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Bioplant Calcio 18%	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Bioplant multiminerales	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
CUARTA APLICACIÓN			
Rocky	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Bioplant Calcio-Boro 6%- 2%	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Bioplant multiminerales	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba

\*estaño= 200 lts

\*\*bomba, vol. 20 lts.

\*\*\* Se utilizaron medio estaño por el tratamiento Bioprocesos (100 lts)

Fuente: Elaboración propia, (Rodríguez, 2013).

El plan de nutrición evaluado es propuesto en base al análisis de suelo realizado al inicio del experimento, el plan de nutrición foliar es un complemento a la fertilización al suelo que realiza esta finca como manejo convencional, y el objetivo de evaluar este plan de nutrición con los productos orgánicos-sinérgicos, es comparar el desarrollo de la planta cuando se aplica nutrición foliar como complemento y estimulación de crecimiento mediante los sinérgicos. (Rodríguez, 2013).

### 3.1.4.7 Manejo Convencional

Este tratamiento es el manejo convencional que realiza la finca en lo que respecta a fertilización y nutrición foliar.

**Cuadro 29. Manejo convencional de la nutrición foliar del cultivo de café, con 3 años de edad.**

Manejo fertilización convencional			
PRODUCTO	Mezcla	Dosis/área	Dosis
PRIMERA APLICACIÓN (JUNIO) 16-5-13			
Urea			
Bayfolan forte N 1%, P 6% K 5% S 1200 ppm	1 litros/estaño	2 litros/ha	65 cc/bomba
Oreus 25 EW terbuconazol	250 cc /estaño	400 cc/ha	20 cc/bomba

Fuente: (Solera, 2013)



### 3.1.4.8 Resultados y Discusión de Resultados

**Cuadro 30. Datos de medición de bandolas y altura de planta, muestreo inicial (izq.) y muestreo final (der) en la parcela manejo convencional.**

Parcela Manejo Convencional Inicial				
Fecha	08/04/2013	Dirección de bandola (longitud)		
Surco	Planta No. Dirección (Sur-Norte)	Norte (cm)	Sur (cm)	Altura (cm)
4	8	31	25	60
6	25	27	15	50
6	13	15	16	48
8	9	25	29	58
8	15	17	8	44
8	24	26	14	53
10	25	29	17	46
10	18	15	19.5	59
10	9	14	29	47
12	8	20	30	56
12	19	21	16	51
14	16	12	14	46
14	8	22	19	55
16	6	20	17	42
16	11	23	25	53
18	9	10	32	55
20	7	12	13.5	48
22	9	19	21	65
24	4	19	16	47
26	5	20	27	46
28	5	19	16	47
26	7	21	18	51
25	19	20	17	42
23	4	22	19	55
21	8	23	25	53
19	9	14	29	47
17	21	19	21	65
16	2	20	17	42
15	7	19	20	42
13	10	18	18	44

Parcela Manejo Convencional Final				
Fecha	OCTUBRE	Dirección de bandola (longitud)		
Surco	Planta No. Dirección (Sur-Norte)	Norte (cm)	Sur (cm)	Altura (cm)
4	8	40	36	77
6	25	36	31	70
6	13	25	27	63
8	9	31	37	64
8	15	18	23	58
8	24	38	22	70
10	25	42	27	63
10	18	25	25	70
10	9	30	33	70
12	8	30	37	62
12	19	18	30	60
14	16	21	15	69
14	8	28	31	65
16	6	27	22	50
16	11	31	33	56
18	9	26	38	60
20	7	24	27	55
22	9	29	33	78
24	4	27	31	61
26	5	29	40	58
28	5	30	37	72
26	7	43	36	58
25	19	41	53	50
23	4	28	34	66
21	8	35	23	56
19	9	25	30	72
17	21	28	32	80
16	2	23	21	50
15	7	16	18	50
13	10	24	26	52

Fuente: Datos de campo

**Cuadro 31. Datos de medición de bandolas y altura de planta, muestreo inicial (izq.) y muestreo final (der) en la parcela manejo Bioprocesos.**

Parcela manejo Bioprocesos				
Fecha	08/04/2013	Dirección de bandola (longitud)		
Surco	Planta No. Dirección (Sur-Norte)	Norte (cm)	Sur (cm)	Altura (cm)
3	3	34.3	21.3	58
6	4	20	18.5	55
10	6	16.5	20	49
13	12	22	22	61
13	6	20	24	60
16	7	36	30	64
16	16	19	22	52
19	7	23	20	63
19	15	25	11	52
22	9	30	15	59
26	20	26	16	41
29	16	12	20	56
33	21	26	32	54
33	8	22	24	54
35	4	11	15	46
35	12	15	16	44
35	22	15	23	45
37	24	12	12	38
37	17	36	26	59
37	7	16	12	50
36	8	36	26	59
34	10	22	24	54
32	6	35	25	58
28	8	19	22	52
26	21	15	17	41
25	23	15	18	42
24	18	20	19	55
22	15	36	26	60
18	8	15	16	45
16	9	16	13	48

Parcela manejo Bioprocesos				
Fecha	octubre	Dirección de bandola (longitud)		
Surco	Planta No. Dirección (Sur-Norte)	Norte (cm)	Sur (cm)	Altura (cm)
3	3	44	33	55
6	4	31	30	75
10	6	24	20	58
13	12	30	35	71
13	6	33	34	63
16	7	46	45	82
16	16	18	24	63
19	7	32	26	71
19	15	0	14	69
22	9	36	18	63
26	20	35	26	55
29	16	19	26	68
33	21	36	36	67
33	8	27	25	76
35	4	20	23	58
35	12	35	28	63
35	22	23	28	46
37	24	20	10	80
37	17	44	33	70
37	7	23	14	65
36	8	38	26	70
34	10	28	38	77
32	6	42	19	70
28	8	32	23	62
26	21	32	23	60
25	23	21	29	60
24	18	38	31	73
22	15	34	29	70
18	8	21	29	60
16	9	40	34	65

Fuente: Datos de campo.

Los datos de los Cuadros 31, 32 y 33, muestran los datos recopilados de la longitud de bandolas y la altura de las plantas seleccionadas como muestra para la evaluación.

**Cuadro 32. Crecimiento promedio de las plantas de café en el tratamiento Convencional (izq.) y en el tratamiento Bioprocesos (der.).**

Crecimiento promedio de las plantas de café del 8/4/13 al octubre en Experimento MANEJO CONVENCIONAL			
Planta	Long(cm) norte bandola	Long(cm) sur bandola	Altura (cm)
1	9	11	17
2	9	16	20
3	10	11	15
4	6	8	6
5	1	15	14
6	12	8	17
7	13	10	17
8	10	5.5	11
9	16	4	23
10	10	7	6
11	18	14	9
12	9	1	23
13	6	12	10
14	7	5	8
15	8	8	3
16	16	6	5
17	12	13.5	7
18	10	12	13
19	8	15	14
20	9	13	12
21	11	21	25
22	22	18	7
23	21	36	8
24	6	15	11
25	12	-2	3
26	11	1	25
27	9	11	15
28	3	4	8
29	-3	-2	8
30	6	8	8
Desviación estándar	5.28	7.49	6.36
Promedio	9.90	10.17	12.27

Crecimiento promedio de las plantas de café del 8/4/13 al octubre en Experimento MANEJO BIOPROCESOS			
Planta	Long(cm) norte bandola	Long(cm) sur bandola	Altura (cm)
1	9.7	11.7	-3
2	11	11.5	20
3	7.5	0	9
4	8	13	10
5	13	10	3
6	10	15	18
7	-1	2	11
8	9	6	8
9	0	3	17
10	6	3	4
11	9	10	14
12	7	6	12
13	10	4	13
14	27	1	22
15	9	8	12
16	20	12	19
17	8	5	1
18	8	-2	42
19	8	7	11
20	7	2	15
21	2	0	11
22	6	14	23
23	7	-6	12
24	13	1	10
25	17	6	19
26	6	11	18
27	18	12	18
28	-2	3	10
29	6	13	15
30	24	21	17
Desviación estándar	6.57	5.99	8.11
Promedio	9.44	6.77	13.70

Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento de Bioprocesos mostró un rendimiento en altura superior al tratamiento convencional, siendo el promedio de altura de 13.70 cm y el promedio de altura del tratamiento convencional mostró 12.27 cm.

#### **3.1.4.9 Hipótesis y Naturaleza de los datos.**

Naturaleza de los datos: provienen de poblaciones normales e independientes

Planteamiento de las hipótesis:

##### **3.1.4.10 Hipótesis de Altura**

Ho: la media de altura de tratamiento FINCA = media de altura de tratamiento BIOPROCESOS

Ha: la media de altura de tratamiento FINCA  $\neq$  media de altura de tratamiento BIOPROCESOS

##### **3.1.4.11 Hipótesis de longitud norte.**

Ho: la media de longitud norte de bandola de tratamiento FINCA = media longitud norte de bandola tratamiento BIOPROCESOS

Ha: la media de la longitud norte de bandola de tratamiento FINCA  $\neq$  media de la longitud norte de bandola tratamiento BIOPROCESOS

##### **3.1.4.12 Hipótesis de longitud Sur**

Ho: la media de longitud sur de bandola de tratamiento FINCA = media longitud sur de bandola tratamiento BIOPROCESOS

Ha: la media de la longitud sur de bandola de tratamiento FINCA  $\neq$  media de la longitud sur de bandola tratamiento BIOPROCESOS.

**Cuadro 33. Análisis estadístico con la prueba de T de student para altura de plantas en los dos tratamientos, Convencional y Bioprocesos.**

significancia	Estadístico prueba t de student		gl	var/2
5%	(tt) t tabulado (tabla)	2	38	2.5%
	Tc	-0.7618		
Altura	SX1SX2	1.88160077		
	S2P	53.10632184		
Decisión:	tc<tt, se acepta hipótesis nula.			
Conclusiones	El promedio de altura de las plantas de café de los dos tratamientos son iguales estadísticamente			

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 34. Análisis estadístico con la prueba de T de student para Longitud en dirección sur de bandola de plantas en los dos tratamientos, Convencional y Bioprocesos.**

significancia	Estadístico prueba t de student		Gl	var/2
5%	(tt) t tabulado (tabla)	2	38	2.5%
	Tc	1.9376		
Longitud Sur de Bandola	SX1SX2	1.75134278		
	S2P	46.00802299		
Decisión:	tc<tt, se acepta hipótesis nula.			
Conclusiones	El promedio de longitud sur de bandolas en las plantas de café de los dos tratamientos son iguales estadísticamente			

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 35. Análisis estadístico con la prueba de T de student para Longitud en dirección norte de bandola de plantas en los dos tratamientos, Convencional y Bioprocesos.**

significancia	Estadístico prueba t de student		Gl	var/2
5%	(tt) t tabulado (tabla)	2	38	2.5%
	Tc	0.2988		
Longitud Sur de Bandola	SX1SX2	1.53938038		
	S2P	35.54537931		
Decisión:	tc<tt, se acepta hipótesis nula.			
Conclusiones	El promedio de longitud norte en las plantas de café de los dos tratamientos son iguales estadísticamente			

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 36. Actividades realizadas en los servicios profesionales de EPS, Ensayos demostrativos en San Ramón, Alajuela, Costa Rica.**

Actividad	Año 2013																											
	abril				mayo				junio				julio				agosto				septiembre				octubre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Servicio 1 (ensayo)</b>																												
Planeación																												
Reconocimiento de parcelas y muestreo inicial																												
Marcación de área																												
Medición de datos																												
Marcación de datos bases																												
Muestreo de hojas																												
Envío de muestreos a Laboratorio (CAFESA)																												
Aplicación de tratamientos																												
Medición de resultados																												
Análisis de resultados																												
Seguimiento de la investigación																												
Presentación de resultados																												

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.5 Conclusiones

1. El promedio de altura en las plantas de café de los dos tratamientos no mostró diferencias significativas, estadísticamente con un 5% de confiabilidad.
2. El promedio de longitud de bandolas en dirección sur y norte de plantas de café de los tratamientos Convencional y Bioprocesos fueron iguales estadísticamente, con un 5% de confiabilidad.

### 3.1.6 ANEXOS



Figura 24A. Toma de datos de la longitud de bandola.



Figura 25A. Aplicación del tratamiento Bioprocesos a las plantas de Café.

## **SERVICIO 2**

**3.2 Apoyar en el aumento de la venta y comercialización de los fertilizantes y sinérgicos foliares de la empresa Bioprocesos S.A.**



### 3.2.1 Objetivos

#### General

1. Apoyar en el aumento de la venta y comercialización de los fertilizantes y sinérgicos foliares de la empresa Bioprocesos S.A.

#### Específicos

2. Aumento de las ventas de los productos que ofrece la Empresa Bioprocesos.
3. Apoyo en la distribución de productos los productos a los diferentes puntos de venta.
4. Realizar estrategias de marketing y publicidad en campo y en los puntos de ventas.

### **3.2.2 Metas esperadas**

1. Aumento de un 15% de las ventas con respecto al año 2012.
2. Aumento de 3 nuevos centros de venta de los productos de la empresa.
3. Asistencia a 4 ferias importantes de la comercialización de productos agrícolas.

### **3.2.3 Indicadores**

1. Porcentaje (%) de venta por agricultor o empresa aumentada respecto al 2012 en los mismos meses de ventas.
2. Número de ferias a las que se asistió, promoción del producto.

### **3.2.4 Metodología**

#### **3.2.4.1 Materiales y manejo implementado**

Se desarrolló un plan de ventas destinado a mejorar las ventas en el Centro Agrícola, de Santa Bárbara de Heredia, se consultó literatura y se tuvo asesoramiento del Coaching en ventas Nissim Altalef Alcanzi de Guatemala, por medio telefónico y por correo electrónico, y se siguió el siguiente plan en los centros de venta, para aumentar el volumen e ingreso por ventas en dichos puntos de distribución.

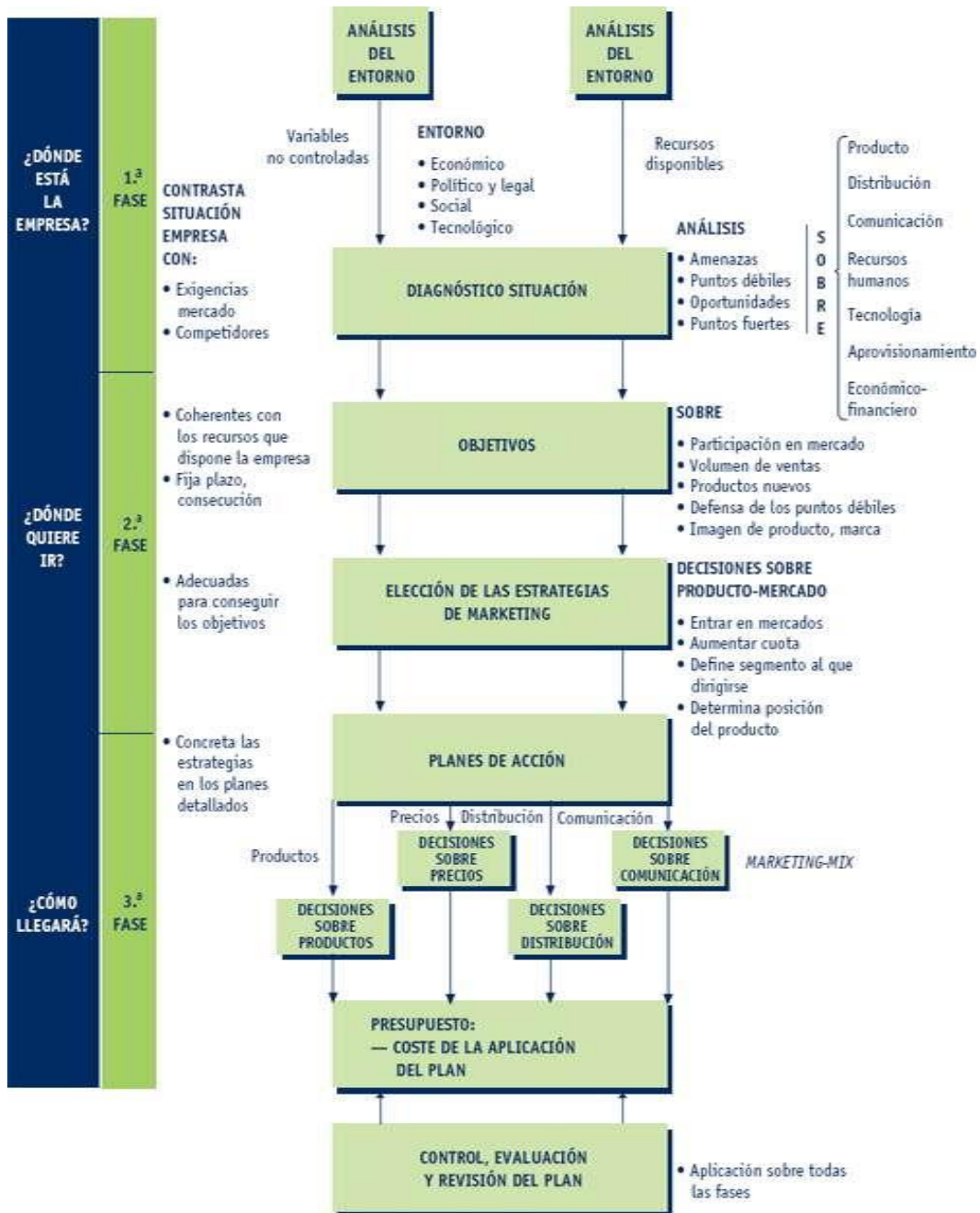


Figura 26. Desarrollo de las fases del Plan de marketing. Fuente: (F. M. Pinilla, 1995)

Mediante la Figura 20. se realizó la metodología de implementación de este método de marketing, para aumentar las ventas en el Centro Agrícola Cantonal de Santa Bárbara.

La etapa de diagnóstico de la situación y objetivos fue planteada en el trabajo de diagnóstico y plan de servicios, las etapas de elección de la estrategia de marketing y fue la siguiente etapa que se estudio y se implementó.

#### **3.2.4.2 Elección de la estrategia de marketing**

De los cuatro aspectos que se muestran en el cuadro de estrategias de marketing, se tomó la estrategia de aumentar cuota de venta, adicionando cierto porcentaje de bonificación al centro de venta por cumplir la meta, esta estrategia fue realizada sugerida por el coach de negocios (Alcanzi, 2013).

#### **3.2.4.3 Planes de acción**

##### **3.2.4.4 Decisión sobre distribución y bonificación**

Se realizó una carta modelo para aumento de venta en un 50%, tomando en cuenta que si se superaba la meta de venta de un 50% se le asignaría a la factura un porcentaje de 2% en regalías de producto Anexo 5. Esta carta fue entregada al gerente general del centro de ventas.

Se programó un horario de visitas, para el centro agrícola, siendo esté un día martes todas las semanas, donde se mantendría el stock de productos satisfecho y así también se entregaría producto cada semana.

Se utilizaron las estrategias de venta planteadas en la figura 10, y se visitaron los siguientes lugares donde se podrían vender los productos.

Coope Libertad, Naranjo, Agrimar, Zarcero y Asociación de Cañeros de Alajuela.

Las negociaciones solo se realizaron con Coope Agrimar, y las otras instituciones no aceptaron en sus centros de ventas los productos de la empresa Bioprocesos.

### 3.2.5 Resultados y Discusión de Resultados

El Centro de venta asignado al estudiante epeista para mejorar la comercialización y apoyar en el aumento de las ventas fue el centro Agrícola Cantonal Santa Bárbara, ubicado en Santa Bárbara de Heredia.

**Cuadro 37. Ventas al centro Agrícola Cantonal en el 2012 de los meses de Junio a septiembre.**

Ventas al centro Agrícola Cantonal de Santa Bárbara			
Fecha	Monto	Monto en dólares	Número de factura
27/07/2012	₡ 281,012.00	₡ 562.02	6637
23/08/2012	₡ 51,352.00	₡ 102.70	7343
	<b>₡ 332,364.00</b>	<b>₡ 664.73</b>	

Fuente: Ventas Bioprocesos (García, 2013).

**Cuadro 38. Ventas al centro Agrícola Cantonal en el 2013 de los meses de junio a septiembre.**

Ventas al centro Agrícola Cantonal de Santa Bárbara			
Fecha	Monto colones	Monto en dólares	Número de factura
08/05/2013	₡ 31,665.00	₡ 63.33	7286
31/05/2013	₡ 117,900.00	₡ 235.80	7343
25/06/2013	₡ 49,320.00	₡ 98.64	7437
03/07/2013	₡ 119,245.00	₡ 238.49	7474
10/07/2013	₡ 94,545.00	₡ 189.09	7496
17/07/2013	₡ 117,145.00	₡ 234.29	7504
31/07/2013	₡ 109,205.00	₡ 218.41	7559
31/07/2013	₡ 83,210.00	₡ 166.42	7562
05/08/2013	₡ 107,886.00	₡ 215.77	7573
12/08/2013	₡ 100,399.00	₡ 200.80	7610
21/08/2013	₡ 32,374.00	₡ 64.75	7626
	<b>\$962,894.00</b>	<b>\$1,925.79</b>	

Fuente: Datos de venta (García, 2013).

**Aumento del monto de ventas en el año  
2013, con respecto al año 2012,**

**190%**

En el Cuadro 37. Se presentan los datos de las ventas que la empresa realizó en el 2012 en los meses de junio a septiembre al centro de ventas, así también en el Cuadro 39. Se presentan las ventas que se realizaron en los meses de junio a septiembre del 2013 bajo la responsabilidad del estudiante epesista, con la aplicación de las estrategias de venta de marketing implementadas a los productos agrícolas de la empresa Bioprocesos, se aumentó en un 190% las ventas con respecto al mismo periodo del año pasado.

**Cuadro 39. Gastos en la comercialización y venta de productos Bioprocesos S.A. al centro agrícola Cantonal Santa Bárbara, junio a septiembre 2013.**

Gastos en la comercialización y venta de productos de Bioprocesos S.A.						
Insumo	Unidad de medida	precio/unidad	No. unidades	Total Costo (colones)	Total Costo Bioprocesos	
					Colones	Dólares
<b>Mano de obra</b>						
Asesoría técnica	Jornal	₡ 7,000.00	75	₡ 525,000.00	₡ 525,000.00	\$ 1,050.00
viáticos	día	₡ 3,000.00	50	₡ 150,000.00	₡ 150,000.00	\$ 300.00
<b>Transporte</b>				₡ -	₡ -	\$ -
Combustible	día	₡ 3,000.00	50	₡ 150,000.00	₡ 150,000.00	\$ 300.00
Depreciación	día	₡ 300.00	75	₡ 22,500.00	₡ 22,500.00	\$ 45.00
Repuestos	por mes	₡ 5,000.00	3	₡ 15,000.00	₡ 15,000.00	\$ 30.00
<b>Materiales publicidad</b>				₡ -	₡ -	\$ -
Gorras	unidad	₡ 5,000.00	1	₡ 5,000.00	₡ 5,000.00	\$ 10.00
Estantes	unidad	₡ 25,000.00	3	₡ 75,000.00	₡ 75,000.00	\$ 150.00
Camisas	unidad	₡ 5,000.00	25	₡ 125,000.00	₡ 125,000.00	\$ 250.00
Lapiceros	unidad	₡ 300.00	50	₡ 15,000.00	₡ 15,000.00	\$ 30.00
Volantes	unidad	₡ 100.00	200	₡ 20,000.00	₡ 20,000.00	\$ 40.00
Tarjetas presentación	unidad	₡ 100.00	100	₡ 10,000.00	₡ 10,000.00	\$ 20.00
libretas de campo	unidad	₡ 2,000.00	2	₡ 4,000.00	₡ 4,000.00	\$ 8.00
<b>Gasto total</b>					<b>₡ 1,116,500.00</b>	<b>\$ 2,233.00</b>

Fuente: Datos de campo.

### 3.2.6 Actividades realizadas

Cuadro 40. Servicios profesionales de EPS, en ventas, Santa Bárbara de Heredia, Costa Rica.

Actividad	Año 2013																															
	abril				mayo				junio				julio				agosto				septiembre				octubre							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
planeación																																
contacto de cliente																																
visita al cliente																																
colocación de publicidad en lugar de venta																																
asistencia a ferias agrícolas																																
propuestas de venta a Centros de distribución																																
visita y recomendación al cliente																																
envío de producto																																
evaluación de resultados																																

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.7 Conclusiones

1. Las ventas se aumentaron en el centro agrícola Cantonal en 190% en los meses de junio a septiembre del 2013, con respecto a los mismos meses del año 2012.
2. Se asistió a una feria agrícola para promoción de los productos, la cual fue realizada en el mes de mayo de 2013 en la Cooperativa Agrícola Victoria, COOPEVICTORIA S.A.
3. Se instaló un nuevo centro de venta de los productos de la empresa, siendo este la Cooperativa Agrícola Agrimar, COOPEAGRIMAR S.A.