

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**EVALUACIÓN DE LA FINCA CAFETALERA DON VICENTE A  
TRAVÉS DE INDICADORES AGROAMBIENTALES  
FUNDAMENTADOS EN AGRICULTURA SOSTENIBLE, SANTA  
CLARA, RENACIMIENTO**

**FRANKLIN DE LEÓN**  
**4-774-2299**

**DAVID CHIRIQUÍ**  
**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2017**

**EVALUACIÓN DE LA FINCA CAFETALERA DON VICENTE A TRAVÉS DE  
INDICADORES AGROAMBIENTALES FUNDAMENTADOS EN  
AGRICULTURA SOSTENIBLE, SANTA CLARA, RENACIMIENTO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERÍA EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL  
DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**APROBADO:**

**PROF. MSc. OVIDIO NOVOA**

\_\_\_\_\_  
**DIRECTOR**

**PROFA. MSc. FELÍCITA GONZÁLEZ**

\_\_\_\_\_  
**ASESOR**

**PROF. MSc. JOSÉ PINEDA**

\_\_\_\_\_  
**ASESOR**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2017**

# *Agradecimiento*

*A Dios quien es el que merece el honor y la gloria por cada meta que pueda cumplir en mi vida, nada en nuestras vidas sería posible sin su voluntad, gracias Padre por dejarme llegar a esta importante etapa de mi vida.*

*A mis padres y mis hermanas por el incondicional apoyo, amor y respeto que siempre me han brindado para salir adelante a pesar de todas las adversidades de la vida.*

*A la familia Yángües por permitirme incluir su finca cafetalera como sitio de estudio, además por su valioso tiempo y colaboración en cada una de las etapas de la investigación.*

*A todas las personas que de forma directa o indirectamente participaron para que fuera posible alcanzar los objetivos de esta investigación.*

*Finalmente, extiendo mis agradecimientos al profesor Ovidio Novoa por todos sus aportes, observaciones y sugerencias como director de tesis y a la profesora Felícita González y el profesor José Pineda por su paciencia en la revisión de mi trabajo, así como sus numerosas apreciaciones y sugerencias.*

## *Dedicatoria*

*Dedico este trabajo a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí y permitirme gozar de amor, salud y sabiduría para lograr cada uno de los objetivos que me propongo.*

*A mis familiares y amigos por su incondicional apoyo en todo momento, por sus dedicados consejos, valores y por la constante motivación que me ha permitido ser una persona de bien.*

*A todas aquellas personas que tengan pasión por la conservación de la naturaleza y sus recursos, sin intervenir de manera negativa en la producción de alimentos y en el adecuado desarrollo sostenible del país.*

*A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a todos sus profesores, estudiantes y funcionarios por toda su ayuda y conocimiento durante los cinco años de estudio.*

## **EVALUACIÓN DE LA FINCA CAFETALERA DON VICENTE A TRAVÉS DE INDICADORES AGROAMBIENTALES FUNDAMENTADOS EN AGRICULTURA SOSTENIBLE, SANTA CLARA, RENACIMIENTO**

De León, F. 2017. Evaluación de la finca cafetalera Don Vicente a través de indicadores agroambientales fundamentados en la agricultura sostenible, Santa Clara, Renacimiento. Tesis Ing. Manejo de Cuencas y Ambiente. Chiriquí. Panamá. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuaria. 84p.

### **RESUMEN**

El estudio se realizó en la Finca cafetalera Don Vicente, ubicada en el corregimiento de Santa Clara, distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí. Se caracterizó el sistema agroforestal de café bajo sombra y se realizó la evaluación del nivel de desempeño ambiental con base a criterios e indicadores fundamentados en agricultura sostenible. Los principales aspectos evaluados fueron el sistema agroforestal, el servicio ambiental de fijación de carbono, la conservación del suelo y el agua como recursos fundamentales para el desarrollo de la agricultura, manejo integrado de desechos y algunos indicadores sobre salud, seguridad y bienestar laboral. Se utilizó una metodología de tipo descriptiva cualitativa cuantitativa, para lo que se adoptó una propuesta metodológica planteada por Sarandón y Flores (2009) que consiste en la utilización de una serie de indicadores que darán como resultado datos confiables sobre el estado de los agroecosistemas. Dentro del componente agroforestal se evaluó la diversidad de especies nativas, densidad y abundancia, resultados que se obtuvieron a través del análisis de diez parcelas de muestreo distribuidas aleatoriamente dentro del sistema agroforestal; además se midió el porcentaje de sombra mediante el método propuesto por Werner (2009), utilizando el densiómetro cóncavo (modelo-C). Para la estimación de carbono en el sistema se utilizaron modelos alométricos en el caso de los árboles y los arbustos de café y además se midieron otras variables como densidad aparente y materia orgánica del suelo para determinar el carbono en los demás componentes. Los otros aspectos fueron evaluados mediante entrevistas, encuestas y recorridos de verificación por la finca y las instalaciones. Finalmente, la finca resultó tener deficiencia muy marcadas, en algunos indicadores sobre todo aquellos relacionados a la salud y bienestar laboral y el manejo de los desechos sólidos. Por otro lado, la finca resultó tener un buen desempeño en cuanto al manejo de los desechos orgánicos, la conservación del recurso suelo, destacándose en su alto potencial como sumidero de carbono. La investigación, conjuntamente integra un plan de mejoramiento que servirá como herramienta para corregir o mejorar los aspectos de bajo desempeño que pueden tener un impacto para el desarrollo sostenible de la actividad.

**PALABRAS CLAVES:** Agricultura Sostenible, Indicador agroambiental, conservación, desempeño ambiental, finca cafetalera.

## **EVALUATION OF THE COFFEE FARM DON VICENTE THROUGH AGRI-ENVIRONMENTAL INDICATORS BASED ON SUSTAINABLE AGRICULTURE, SANTA CLARA, RENACIMIENTO.**

De Leon, F. 2017. Evaluation of the coffee farm Don Vicente through agri-environmental indicators based on sustainable agriculture, Santa Clara Renacimiento. Eng. thesis management of watersheds and environment. Chiriqui. Panama. University of Panama. Agricultural Sciences Faculty. 85 p.

### **ABSTRACT**

The study, was performed at the coffee farm Don Vicente , located in the district of Santa Clara, district of Renacimiento, in the Chiriqui Province. The agroforestry system of shade coffee was characterized and the evaluation of agri-environmental performance based on criteria and indicators Based on sustainable agriculture. We used a qualitative descriptive quantitative methodology, which adopted the methodological proposal raised by Sarandon and Flores (2009). Which consists in the use of a series of indicators that will result in reliable data on the state of agroecosystems. Within the forestry component was evaluated the diversity of native species, density and abundance, results obtained through the analysis of ten sample plots distributed randomly within the agroforestry system; Also the percentage of shadow was measured by the method proposed by Werner (2009), Using the concave spherical densitometer (model-C). For the estimation of carbon in the system, allometric models were used in the case of trees and coffee bushes and also other variables such as density and organic matter of the soil were measured to determine the carbon in the other components.

Other aspects were evaluated through interviews, surveys, and tours of verification by the estate and facilities. The property handles an agroforestry system of shaded coffee, with an average density of trees of 51 individuals per hectare, where we identified 11 native species of shade trees; the average percentage of shadow was 34.7 percent. The farm proved to have a high potential in the environmental service of carbon capture, the amount estimated for the agroecosystem was 118.07 Ton C Ha<sup>-1</sup>. Finally, the farm proved to have very marked deficiency, in some indicators particularly those related to health, safety and labour welfare and the handling of solid waste. On the other hand, the farm turned out to have a good performance in terms of the management of organic waste (brushwood of coffee), the conservation of the soil resource. The research, jointly integrates an improvement plan that will serve as a tool to correct or improve aspects of poor performance that may have an impact for the sustainable development of the activity.

**KEYWORDS:** Sustainable Agriculture, Agro-environmental indicator, conservation, environmental performance, coffee farm.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN-----                                 | ii   |
| AGRADECIMIENTO -----                                      | iii  |
| DEDICATORIA -----   | iv   |
| RESUMEN -----   | v    |
| ABSTRACT-----   | vi   |
| ÍNDICE DE CONTENIDO -----                                 | vii  |
| ÍNDICE DE CUADROS-----                                    | x    |
| ÍNDICE DE FIGURAS -----                                   | xi   |
| ÍNDICE DE ANEXOS -----                                    | xii  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                      | 1    |
| 1.1. Planteamiento del problema.....                      | 2    |
| 1.2. Antecedentes .....                                   | 3    |
| 1.3. Justificación.....                                   | 4    |
| 1.4. Objetivos .....                                      | 5    |
| 1.4.1. General.....                                       | 5    |
| 1.4.2. Específicos.....                                   | 5    |
| 1.5. Hipótesis de la investigación .....                  | 6    |
| 1.6. Alcances y Limitaciones .....                        | 6    |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA.....                            | 7    |
| 2.1. El cultivo de café .....                             | 7    |
| 2.2. La actividad cafetalera en Panamá .....              | 7    |
| 2.2.1. Generalidades.....                                 | 7    |
| 2.2.2. Variedades de café que se cultivan en el país..... | 8    |
| 2.2.3. Problemática de la caficultura en Panamá.....      | 9    |
| 2.3. Café bajo sombra .....                               | 9    |
| 2.4. Café sostenible.....                                 | 10   |
| 2.5. Agricultura sostenible .....                         | 12   |
| 2.6. Agroecología .....                                   | 14   |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 2.7.     | Evaluación de la sostenibilidad por medio de Indicadores .....   | 18 |
| 2.8.     | Red de agricultura sostenible (RAS) .....  | 20 |
| 2.9.     | Aspectos legales aplicables a la evaluación.....   | 21 |
| 3.       | MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 22 |
| 3.1.     | Materiales:.....   | 22 |
| 3.2.1.   | Vegetación .....   | 24 |
| 3.2.2.   | Clima.....   | 24 |
| 3.2.3.   | Zona de Vida.....  | 24 |
| 3.2.4.   | Hidrología.....  | 25 |
| 3.3.     | Metodología.....   | 25 |
| 3.3.1.   | Etapa 1: Planificación .....   | 25 |
| 3.3.2.   | Etapa 2: Selección y evaluación de los indicadores .....   | 26 |
| 3.3.2.1. | Elección de los indicadores .....  | 26 |
| 3.3.2.2. | Construcción de la escala de valoración de indicadores para la<br>determinación de puntos críticos. .... | 27 |
| 3.3.2.3. | Recolección de los datos.....  | 28 |
| 3.3.3.   | Diseño de las parcelas para el inventario de árboles de sombra....                                       | 29 |
| 3.3.4.   | Metodología utilizada para estimar el carbono atmosférico. ....  | 30 |
| 4.       | RESULTADOS Y DISCUSIONES.....  | 34 |
| 4.1.     | Uso actual de la tierra.....   | 34 |
| 4.2.     | Aspectos e indicadores evaluados dentro de la finca .....  | 36 |
| 4.2.1.   | Componente agroforestal .....  | 36 |
| 4.2.1.1. | Número de especies nativas .....   | 37 |
| 4.2.1.2. | Densidad de árboles por hectárea .....   | 39 |
| 4.2.1.3. | Porcentaje de sombra .....   | 39 |
| 4.2.1.4. | Número de estratos.....  | 42 |
| 4.2.1.5. | Manejo de la poda.....   | 42 |
| 4.2.2.   | Almacenamiento de carbono en el agroecosistema .....   | 43 |
| 4.2.2.1. | Biomasa arriba del suelo .....   | 43 |
| 4.2.2.2. | Biomasa seca en la Hojarasca .....   | 44 |
| 4.2.2.3. | Biomasa bajo del suelo .....   | 44 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 4.2.2.4. | Estimación del carbono almacenado.....                              | 45 |
| 4.2.3.   | Conservación del recurso hídrico.....                               | 48 |
| 4.2.3.1. | Protección de las fuentes de aguas .....                            | 48 |
| 4.2.3.2. | Manejo de las aguas contaminadas .....                              | 49 |
| 4.2.4.   | Conservación de suelos.....   | 50 |
| 4.2.4.1. | Fertilización del café.....   | 50 |
| 4.2.4.2. | Incidencia de erosión.....  | 51 |
| 4.2.4.3. | Prácticas de conservación de suelo .....                            | 52 |
| 4.2.5.   | Manejo integrado de desechos .....                                  | 53 |
| 4.2.5.1. | Manejo de desechos orgánicos.....                                   | 53 |
| 4.2.5.2. | Manejo de residuos solidos .....                                    | 53 |
| 4.2.6.   | Salud, seguridad y bienestar laboral.....                           | 54 |
| 4.2.6.1. | Uso de equipo de protección personal y capacitaciones.....          | 54 |
| 4.2.6.2. | Señalizaciones de seguridad.....                                    | 55 |
| 4.2.6.3. | Equipo de primeros auxilios .....                                   | 56 |
| 4.2.6.4. | Equipo de control de incendios .....                                | 56 |
| 4.2.6.5. | Salario acorde y aspectos laborales.....                            | 57 |
| 4.3.     | Desempeño ambiental y puntos críticos de la finca Don Vicente ..... | 57 |
| 4.4.     | Evaluación de los indicadores de cuerdo al nivel de desempeño ..... | 59 |
| 4.5.     | Plan de mejoramiento de la finca Don Vicente.....                   | 61 |
| 5.       | CONCLUSIONES .....  | 66 |
| 6.       | RECOMENDACIONES .....   | 68 |
| 7.       | BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA.....                                       | 68 |
| 8.       | ANEXOS .....  | 76 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO   | PÁG. |
|--|------|
| I. INDICADORES Y ASPECTOS DE EVALUACIÓN-----   | 27   |
| II. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN EN LA TOMA DE DATOS-----   | 28   |
| III. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS NUEVE LOTES DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ-----   | 35   |
| IV. PORCENTAJE DE SOMBRA EN LOS DIFERENTES LOTES DE LA FINCA-----  | 40   |
| V. TONELADAS DE CARBONO ALMACENADA POR HECTÁREA EN CADA UNO DE LOS RESERVORIOS-----  | 45   |
| VI. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS INDICADORES DE ACUERDO AL NIVEL DE DESEMPEÑO, FINCA DON VICENTE, RENACIMIENTO, SANTA CLARA, 2017 ----- | 60   |
| VII. PLAN DE MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA FINCA DON VICENTE, 2017-----  | 61   |

## ÍNDICE DE FIGURA

| FIGURA  | PÁG. |
|---|------|
| I. MAPA DE UBICACIÓN REGIONAL DE LA FINCA DON VICENTE ---   | 23   |
| II. ESQUEMA DE LAS PARCELAS RECTANGULARES UTILIZADAS PARA EL MUESTREO DE CARBONO -----  | 30   |
| III. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS 12 ESPECIES DE SOMBRÍO INVENTARIADAS EN LA FINCA CAFETALERA DON VICENTE, RENACIMIENTO, 2017 -----           | 38   |
| IV. PORCENTAJE DE SOMBRA EN LOS DIFERENTES LOTES DE LA FINCA DON VICENTE, RENACIMIENTO, 2017-----   | 41   |
| V. CARBONO ALMACENADO POR HECTÁREA EN LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL AGROECOSISTEMA CAFETALERO, FINCA DON VICENTE, RENACIMIENTO, 2017 ----- | 46   |
| VI. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA FINCA CAFETALERA DON VICENTE, 2017 -----   | 58   |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO   | PÁG. |
|---|------|
| I. ESCALA Y CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES -----   | 76   |
| II. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LAS MUESTRAS DE HOJARASCA -----   | 79   |
| III. PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA Y DENSIDAD APARENTE DE LA MUESTRA DE SUELO -----  | 79   |
| IV. DENSIDADES DE ÁRBOLES POR HECTÁREA EN LAS DIFERENTES PARCELAS Y LOTES DE LA FINCA, DIÁMETRO PROMEDIO Y ESPECIES INVENTARIADAS ----- | 80   |
| V. RECOMENDACIONES Y EVIDENCIAS GENERADAS DURANTE LA INVESTIGACIÓN -----  | 81   |
| VI. DATOS DE CAMPO PARA EL CÁLCULO DE CARBONO ALMACENADO EN LOS ÁRBOLES DE SOMBRA Y PLANTAS DE CAFÉ -----                               | 82   |
| VII. MAPA BIOFÍSICO DE LA FINCA DON VICENTE -----   | 83   |
| VIII. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE MUESTREO -----   | 84   |
| IX. MAPA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS -----  | 85   |

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los desafíos que enfrentan los productores agrícolas, extensionistas e investigadores; es saber en que estado de salud se encuentran los agroecosistemas. La agricultura con todas sus técnicas y modalidades representa uno de los mayores avances realizados y mejorados por el hombre durante su historia. Según la FAO (2001), la actividad agrícola representa el mayor uso de la tierra por los humanos y casi dos terceras partes del agua se destinan a labores relacionadas con esta actividad.

En la actualidad la actividad cafetalera y las otras prácticas agrícolas aun siendo de tanta importancia para la sociedad y la economía agrícola tienen efectos profundos en el medio ambiente, como la contaminación de las aguas, la generación de gases de efecto invernadero y la colaboración en la pérdida de biodiversidad; además pone en riesgo su propio futuro a través de la erosión y el uso inadecuado de los recursos naturales (FAO 2012). Esta situación conduce a que los productores apliquen nuevas técnicas de producción sostenibles que garanticen una responsabilidad social y medioambiental.

El estudio que se plantea a continuación representa las experiencias de evaluación de un agroecosistema cafetalero, a través de indicadores ambientales y técnico-productivos basados en criterios de agricultura sostenible. Esta evaluación permitió conocer las potencialidades y deficiencias que tiene la finca, generando un plan de mejoramiento continuo como una herramienta para tomar acciones concretas fundamentadas en los principios del desarrollo sostenible.

### **1.1. Planteamiento del problema**

El éxito logrado por el café de Panamá, hace que cada día crezca el interés por él, estableciéndose muy ventajosamente en el segmento de los cafés especiales en el mercado nacional e internacional. Éxito que se atribuye principalmente a las condiciones agroecológicas en que se cultiva y sus particulares cualidades organolépticas (MIDA 2011).

El café está asociado a algunos problemas ambientales y sociales, por ejemplo: la contaminación del suelo, el agua y el aire a causa del inadecuado uso y manejo de los agroquímicos o subproductos de la producción, la falta de implementación de medidas de salud y seguridad en el trabajo; haciéndose necesario emprender acciones para contrarrestar estos impactos, entre ellos las prácticas de agricultura sostenible que pueden ser una opción para mitigar o disminuir estos impactos.

Esto y otros aspectos hicieron necesario caracterizar y evaluar el nivel de desempeño de la unidad productiva (Finca Don Vicente), basándose en la identificación de indicadores pertinentes, verificables o cuantificables que evidencien el estado actual del agroecosistema cafetalero y a la vez disponer de un sistema de información que permita conocer las variables implicadas en el sistema productivo, así como monitorear los mecanismos de control e innovación implementados.

Este planteamiento genera la siguiente interrogante de tipo exploratorio en la investigación: ¿Cuáles son las acciones necesarias para mejorar el desempeño de la finca desde el punto de vista de la agricultura sostenible?

## **1.2. Antecedentes**

La zona cafetalera más importante de Panamá se encuentra altitudinalmente sobre los bosques montanos y pre-montanos de la Provincia de Chiriquí y en la Cordillera de Talamanca de Panamá. Esta zona enfrenta graves amenazas por la drástica eliminación de los ecosistemas y el creciente aislamiento de áreas silvestre de tierras altas (WWF 2013).

La actividad cafetalera desarrollada en las tierras altas de la provincia de Chiriquí, se reporta su inicio a partir de 1894. Desde entonces se constituye una actividad de alto valor económico con aportes a la economía regional y nacional, siendo de gran importancia para el desarrollo de las comunidades aledañas a estas zonas (MIDA 2011).

Según Lezcano (2011), Café Don Vicente, cultivado en tierras altas de Renacimiento desde 1997, es un proyecto agroindustrial de beneficiado ecológico, localizado en Santa Clara Abajo, Corregimiento de Monte Lirio, Distrito de Renacimiento; se encuentra aproximadamente a cinco kilómetros del Parque Internacional La Amistad (PILA) y forma parte importante de la zona de amortiguamiento de dicho parque. La finca forma parte de la Asociación de Café Especiales de Panamá, a través de los cuales se promueven los sistemas agroforestales de café bajo sombra como una práctica de uso racional de los recursos naturales y conservación de la vida silvestre.

Los esquemas del Instituto Nacional de Estadística y Censo de la República de Panamá en el 2016, demuestran que la producción cafetalera en quintales ha

disminuido considerablemente, al igual que la superficie de hectáreas sembradas y el número de árboles de café. Sin embargo, en el mundo cada vez son más las personas dispuestas a convertirse en consumidores responsables, así como las empresas que trabajan por ser productores sostenibles (INEC 2016).

### **1.3. Justificación**

Las fincas cafetaleras al ser evaluadas y certificadas bajo criterios agroambientales, generan oportunidades y estrategias que contribuyen a mejorar las prácticas agrícolas y los sistemas de gestión. Estos aspectos, a su vez, contribuyen a mejorar la conservación de la biodiversidad, los recursos naturales, la productividad y la resiliencia de las fincas, así como también garantizan la protección de los empleados y sus familias.

La realización de una evaluación en la Finca Don Vicente con base en criterios agroambientales de Agricultura Sostenible, es de especial interés para generar una lista de recomendaciones concretas que serán tomadas como referencia para la elaboración del Plan de Mejoramiento continuo de la calidad y manejo ambiental de la finca. Este plan será elaborado con la finalidad de tener una guía para ejecutar y controlar las acciones necesarias para cumplir con los objetivos de la empresa, mejorar la calidad de la finca, tener viabilidad económica y ser competitiva en el mercado. De igual manera optimizar la utilización de los recursos en el proceso productivo del café, mediante mecanismos ambientales y sociales, en busca de la sostenibilidad de la actividad cafetera.

Otras de las razones que impulsaron la realización del proyecto es que las prácticas productivas amigables con el ambiente y la sociedad agregan valor al producto, sobre todo teniendo en cuenta que las tendencias del mercado internacional están privilegiando dichos esfuerzos.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

- Evaluar y documentar el nivel de desempeño ambiental de la Finca Don Vicente a través de indicadores agroambientales fundamentados en la agricultura sostenible, Santa Clara, Renacimiento.

### **1.4.2. Específicos**

- Ubicar y delimitar geográficamente, los lotes seleccionados y las áreas de interés dentro de la finca de estudio.
- Seleccionar los criterios e indicadores más idóneos para evaluar y comparar el desempeño agroambiental de la finca.
- Analizar el comportamiento de los indicadores en la unidad productiva.
- Generar una línea base para Identificar potencialidades en la finca y situaciones de bajo desempeño.
- Elaborar un plan de mejoramiento continuo para la Finca Don Vicente, como una herramienta que permita planificar las acciones necesarias a nivel de campo e infraestructura para mejorar su desempeño ambiental.

### **1.5. Hipótesis de la investigación**

**Hi=** Los indicadores agroambientales a evaluar en la Finca Don Vicente permitirán elaborar un plan de mejoramiento continuo.

### **1.6. Alcances y Limitaciones**

#### **Alcances**

Se evaluó el nivel actual de desempeño ambiental en la Finca Don Vicente con base en criterios ambientales de Agricultura Sostenible. La investigación abarca únicamente la totalidad el área geográfica dentro de los límites de la finca y todos los recursos naturales, humanos y económicos, e infraestructura, así como cierta información administrativa y de gestión pertinente.

Esta investigación está enfocada especialmente para aquellas fincas cafetaleras que tienen dentro de sus objetivos, garantizar una producción amigable con el ambiente y viable social y económicamente. La misma aplica para grandes y pequeños productores. De igual manera servir como fuente de consulta para técnicos, estudiantes y extensionistas.

#### **Limitaciones**

Las principales limitaciones en este estudio fueron la lejanía de la finca y las condiciones climáticas para la toma de datos. La ubicación de las parcelas de muestreo, la toma de datos y medición de algunos parámetros también fueron afectados a causa de las características topográficas propias de la región.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. El cultivo de café**

El café es un arbusto perenne originario de África en diferentes regiones geográficas y climáticas. Como grupo botánico está constituido por más de 100 especies de una gran “familia”, conocida como el género *Coffea*. De acuerdo a la región y clima de origen se desarrollaron diferentes tipos de cafetos, con constituciones genéticas diversas (tamaño y forma de las plantas y frutos, resistencia a enfermedades y plagas, sabor de la bebida, etc.). De este centenar, dos se cultivan comercialmente: *Coffea arábica* integrada por diferentes variedades de Arábica, y *Coffea canephora* formada por diferentes grupos de Robusta (ANACAFE 2013).

En el caso de Latinoamérica las variedades tradicionales de Arábica provienen de semillas de unas pocas plantas del centro de origen en Etiopía. Estas variedades son Típica y Borbón, y las variedades que se derivan de ellas por cruzamientos espontáneos o dirigidos, y mutaciones naturales: Caturra, Mundo Novo, Catuaí, Pache, Villa Sarchí, Pacas, Maragogipe, etc. (ANACAFE 2013).

### **2.2. La actividad cafetalera en Panamá**

#### **2.2.1. Generalidades**

La caficultura en Panamá data del tiempo de la colonia, procedente de Cartagena, Colombia. En la década de los cuarenta se estima existían en el país alrededor de 3, 803,000 cafetos, con pocas plantaciones, dispersas. A lo largo

de los años, esta actividad fue creciendo en forma comercial (Miranda, citado por MIDA 2006).

En Panamá el cultivo de café se produce en dos zonas bien marcadas o diferenciadas; las fincas que se encuentran a alturas superiores a los 1 000 metros sobre el nivel del mar, (café de altura). Donde los cultivares utilizados son de la variedad *Coffea arabica*. En ésta categoría caen la mayor parte de las áreas productoras de Chiriquí, parte de Veraguas y áreas de la comarca Ngöbe Buglé.

La otra zona corresponde a cultivos de bajura que cultivan la variedad *Coffea canephora* (Robusta) que están por debajo de los 1000 msnm y es donde se distribuye la mayor cantidad de explotaciones con bajo nivel de organización como cultivo comercial (MIDA 2006).

De acuerdo al Censo Agropecuario de 2010, en el país existían 35 269 explotaciones dedicadas al cultivo del café con una superficie productiva de 20 247.6 hectáreas. Esta cifra para el periodo productivo 2015-2016 muestra una disminución del 24.5 por ciento (INEC 2016).

### **2.2.2. Variedades de café que se cultivan en el país**

- ***Coffea arabica***: Typica, Caturra, Catui, Catimor, Mundo Novo, Geisha, Pacamara y Bourbon. Cabe indicar que las cuatro primeras son las que mayor superficie en producción hay en el país actualmente, en tanto que las otras la superficie en producción son pequeñas y se localizan en las Tierras Altas de Chiriquí y en zonas altas de la Comarca Ngöbe Buglé.

- ***Coffea canephora* (Robusta):** De esta especie sólo se cultiva la variedad Robusta y la densidad de siembra que manejan los productores es de 1 000 plantones por hectárea. Este cultivo se encuentra generalmente en fincas pequeñas que comúnmente son productores de autoconsumo.

### **2.2.3. Problemática de la caficultura en Panamá**

Según el MIDA (2006), la problemática asociada a la producción de café además de las variaciones en los precios es:

- ✓ Bajos rendimientos en la producción (inferiores a 30 qq ha<sup>-1</sup>)
- ✓ Baja disponibilidad de mano de obra, inadecuadas condiciones laborales y el mal estado de los caminos de producción.
- ✓ Baja asistencia técnica y capacitación permanente hacia los productores.

En la actualidad en las zonas productoras de café para exportación, los productores han tenido que incursionar hacia la venta de cafés especiales; cuya finalidad es lograr un mejor precio. A cambio de ello, el café debe reunir características especiales que sólo se logran si hay un buen manejo agronómico, buen beneficiado y un adecuado almacenamiento.

### **2.3. Café bajo sombra**

Es diversa la terminología empleada para definir un sistema de producción de café bajo árboles de sombra. En términos generales, el centro es la dicotomía sol-sombra, pero estos sistemas de producción forman un gradiente o escala de

aumento o disminución de la sombra en el cultivo del café, en cuyos extremos se ubican el cultivo a pleno sol y los bosques manejados o intervenidos (Farfán 2014). Por ejemplo, Hernández y Martínez (2008) lo definen como una práctica de combinación plantación-cultivo, con una estructura definida por dos elementos principales: la sombra del cafetal que es provista por el dosel de las especies arbóreas y la plantación de cafetos. Generalmente el principal producto económico es proporcionado por el cultivo de café y los árboles utilizados para dar sombra se consideran como árboles de servicio (Beer *et al.* 2003).

#### **2.4. Café sostenible**

Virginio y Abarca (2008), definen este término como un sistema de producción basado en los principios del desarrollo sostenible que busca mejorar las condiciones sociales, medioambientales y culturales.

El café sostenible se concibe como “un proceso de producción, industrialización, comercialización y consumo de café ambientalmente sano, socialmente justo y económicamente solidario, que garantiza la producción, la conservación de los recursos naturales y un desarrollo humano equilibrado” (Moguel y Soto s.f.)

La definición de café sustentable más que referirse únicamente al cultivo del café, se orienta a considerar a toda la estructura y funcionamiento del agroecosistema como unidad agroforestal donde se produce café y otros bienes y servicios bajo una cubierta arbórea de sombra. Es un sistema con una complejidad estructural y biológica en donde participan especies nativas e introducidas, anuales y

perennes, en varios estratos de diversas especies leñosas y herbáceas, las cuales se distribuyen con diseños espaciales y temporales determinados por los productores (Moguel y Soto s.f.).

Hoy día muchos organismos internacionales como la RAS (Red de Agricultura Sostenible) y ICO (Organización Internacional de Café), muestran preocupación por la necesidad de lograr una producción sostenible del café, haciendo que los participantes en el sector cafetero sean conscientes de la amenaza a la sostenibilidad social, ambiental y económica.

Según Aranda (2013), el concepto de café sostenible incluye los siguientes aspectos:

- **Calidad:** Café especial, que integra de manera definitiva a todo el proceso productivo y de comercialización las medidas requeridas para mejorar o mantener una calidad de café altamente competitiva en el mercado.
- **Un proceso de producción acorde con la norma aplicable, y con los principios de sostenibilidad.**
- **Manejo y conservación de los recursos naturales:** Producir un café que permita preservar el ecosistema, la biodiversidad y que pueda contribuir en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los sistemas de producción sostenible tienen como objetivos ser perdurables, lo que implica no agotar los recursos naturales en el tiempo y promover la organización social.

## **2.5. Agricultura sostenible**

La agricultura es una actividad basada en recursos renovables y no renovables, ésto se asocia a problemas de degradación ambiental como: la reducción de la fertilidad de los suelos, la erosión, la pérdida de recursos y la contaminación de las aguas (Altieri y Nicholls 2000). A nivel mundial ha emergido un consenso sobre la necesidad de crear nuevas estrategias de desarrollo agrícola para asegurar una producción estable de alimentos y que sea acorde con la calidad ambiental. Con este objetivo nace el concepto de agricultura sostenible que busca la seguridad alimentaria, erradicar la pobreza, conservar y proteger el medio ambiente y los recursos naturales (Corrales 2003).

Las recientes tendencias indican que la incorporación de principios científicos de manejo del ecosistema a las prácticas de manejo agrícola puede fortalecer la producción de cultivos especialmente los rendimientos. La producción sostenible de cultivos está dirigida a maximizar las opciones de intensificación de producción agrícola, por medio del manejo de los servicios de biodiversidad y de ecosistemas (FAO 2012).

Dentro los objetivos que promueve la agricultura sostenible se encuentran: Producción estable y eficiente de recursos productivos, seguridad alimentaria, uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo, preservación de la cultura local y de la pequeña propiedad, trato justo y seguridad de los trabajadores, un alto nivel de participación de la comunidad en decidir la dirección de su propio

desarrollo agrícola, conservación y regeneración de los recursos naturales (Altieri y Nicholls 2000).

Según este mismo autor, los elementos básicos de un agroecosistema sostenible son la conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al medio ambiente y el mantenimiento de niveles moderados pero sostenibles de productividad. Para tal fin el sistema de producción debe reducir el uso de energía, pérdidas de nutrientes, estimular la producción local de cultivos adaptados al conjunto natural y socioeconómico, aumentar la eficiencia y viabilidad económica de las fincas de pequeño y mediano tamaño; promoviendo así un sistema agrícola diverso y flexible además de sustentar una producción neta mediante la preservación de los recursos naturales.

Desde el punto de vista de manejo, los componentes básicos de un agroecosistema sostenible incluye: cubierta vegetal como medida efectiva de conservación del suelo y el agua, suplementación regular de materia orgánica, mecanismos de reciclado de nutrientes, regulación de plagas mediante el control biológico mejorando la biodiversidad. Los procesos de transformación biológica, desarrollo tecnológico y cambio institucional tienen que realizarse en armonía, de manera que el desarrollo sostenible no empobrezca a un grupo mientras enriquece a otro y no destruya la base ecológica que sostiene la productividad y la biodiversidad (Altieri y Nicholls 2000).

## **2.6. Agroecología**

La agroecología es la disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia. El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio, en estos sistemas los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo (Altieri y Nicholls 2000).

Los autores anteriores aseguran que la agroecología le interesa no sólo la maximización de la producción de un componente particular, sino la optimización del agroecosistema total. Esto tiende a reenfocar el énfasis en la investigación agrícola más allá de las consideraciones disciplinarias hacia interacciones complejas entre personas, cultivos, suelo, animales, etc. La agroecología provee las bases ecológicas para la conservación de la biodiversidad en la agricultura, las interacciones a nivel del cultivo ocurren porque los incrementos de rendimientos se derivan de ciertos cambios en los diseños de los sistemas de cultivo, como es el caso de los policultivos universalmente utilizados por los campesinos a nivel del predio.

Los principios básicos de la agroecología incluyen: el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos, el mejoramiento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo, la diversificación de las especies de plantas y los recursos genéticos de los agroecosistemas en tiempo y espacio, la

integración de los cultivos con la ganadería y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su totalidad, en lugar de los rendimientos aislados de las distintas especies (Altieri y Toledo 2011).

La agroecología integra y optimiza la producción del agroecosistema en tres dimensiones sostenibles, la primera es social; considerada como la necesidad de mantener niveles óptimos de bienestar (presentes y futuros), mediante la autosuficiencia alimentaria, satisfacción de necesidades locales (salud, vivienda, educación), independencia y autonomía, desarrollo endógeno y de pequeñas unidades, participación y toma de decisión. La segunda es la económica; basada en el uso eficiente de bienes, servicios (producción) y distribución equitativa, sin dañar la renovación, reproducción y distribución del agroecosistema, respetando la capacidad de carga del límite biofísico (rendimiento sostenible), dependencia del agroecosistema local (uso de recursos), consumo (generación de desechos), viabilidad económica y equidad. Por último, la dimensión ambiental; enmarca la extracción de materiales, energía y servicios del agroecosistema utilizando formas ecológicas de apropiación sostenible, donde la tasa no sobrepase la capacidad de regeneración del ecosistema (estabilidad, funciones agroecosistémicas, biodiversidad) (Martínez 2004).

### **2.6.1. Estrategias sociales, ambientales y económicas de la agroecología**

*2.6.1.1. Conservación de los suelos:* Uno de los objetivos de la agricultura sostenible es mejorar los suelos que soportan la producción agrícola a largo plazo. Las fincas deben realizar actividades para prevenir o controlar la erosión y así

disminuir la pérdida de nutrientes y los impactos negativos en los cuerpos de agua. Las fincas deberán contar con un programa de fertilización basado en las necesidades de los cultivos y en las características del suelo. El uso de coberturas de vegetación en los cultivos y el descanso del cultivo contribuye a la recuperación de la fertilidad natural de los suelos y disminuye la dependencia de agroquímicos para el control de plagas y malas hierbas.

*2.6.1.2. Diversificación de especies:* Se trata de integrar una gran cantidad de elementos al agroecosistema, asociando especies nativas, frutales, ornamentales y forestales, ocupando todo el espacio disponible con especies que sean productivas y protectoras; de esta manera también se promueve el cierre de ciclos biológicos, ya que los subproductos de un proceso determinado se convierten en materia prima para el siguiente. Otras prácticas útiles son los sistemas agroforestales, el establecimiento de cultivos multi-estratificados, es decir de diferente altura, hacer barreras vivas y rompevientos entre parcelas, etc.

*2.6.1.3. Uso sostenible del agua:* El agua es vital para la agricultura y para las familias que dependen de ella. Las fincas deben realizar acciones para conservar el agua y evitar su desperdicio. Prevenir la contaminación de aguas superficiales y subterráneas mediante el tratamiento y monitoreo de aguas residuales.

*2.6.1.4. Manejo integrado de desechos:* El propietario y trabajadores de las fincas cooperan con el aseo y deben de estar orgullosos de la imagen que presenta la finca. Existen programas para manejar los desechos según su tipo y

cantidad mediante actividades de reciclaje, reducción y reutilización de los desechos. Los destinos finales de los desechos en las fincas se deberán administrar y diseñar para minimizar posibles impactos en el medio ambiente y en la salud humana.

*2.6.1.5. Almacenamiento de carbono:* En la actualidad la fijación y el almacenamiento de carbono es uno de los servicios ambientales más importantes de los ecosistemas forestales y agrícolas (Segura 1997). Este se genera en el proceso de fotosíntesis realizado por hojas, tallos y otras partes verdes de las plantas, con el cual se captura el CO<sub>2</sub> atmosférico para la producción de carbohidratos y azúcares, al tiempo que se libera oxígeno. Así se forma la biomasa y la madera de los árboles que capturan el carbono llegando a ser sumideros de carbono. Las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales por sus estructuras complejas desempeñan un importante rol en el ciclo global de carbono, mediante su acumulación temporal de biomasa tanto aérea como radicular. Aunque el almacenamiento de carbono en los sistemas agroforestales muchas veces va a depender de su ubicación, de la funcionalidad, de su composición, de los factores ambientales y socioeconómicos, como también de las especies arbóreas y su manejo (Fournier 1996).

*2.6.1.6. Salud y seguridad ocupacional:* Todos los trabajadores que laboran en la finca y las familias que viven en esta, deben gozar de los derechos y condiciones expresadas en la legislación nacional o en su defecto la Organización Internacional del Trabajo (OIT). La finca debe realizar acciones para minimizar o

evitar los riesgos de accidentes en los sitios de trabajo, los trabajadores deberán recibir capacitaciones acerca de las formas en que se deben realizar las labores de manera segura especialmente en aquellas con mayores riesgos como es el caso de la aplicación de agroquímicos o utilización de maquinarias peligrosas.

## **2.7. Evaluación de la sostenibilidad por medio de Indicadores**

En los últimos años, la creciente conciencia sobre el negativo impacto ambiental, social y cultural de ciertas prácticas de la agricultura moderna, ha llevado a plantear la necesidad de un cambio hacia un modelo agrícola más sostenible (Gliessman 2001; Sarandón 2002).

Actualmente se han desarrollado una serie de metodologías para evaluar el desempeño de los agroecosistemas. Muchos autores que han intentado evaluar la sostenibilidad, tanto en el ámbito regional, como en el de finca han recurrido a la utilización de indicadores (Sarandón y Flores 2009). Sin embargo, es importante entender que no existe un conjunto de indicadores universales, la diferencia está en la escala de análisis (Lote, Finca, región), tipo de establecimiento, objetivos deseados, actividad productiva y características propias de la unidad de estudio.

Se han propuesto algunos marcos conceptuales para el desarrollo de indicadores como es el caso de MESIS (Metodología para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad), pero a pesar del valioso aporte de estos autores, aún quedan varios aspectos por discutir en la construcción de indicadores de sostenibilidad (Acevedo 2009).

Sarandón y Flores en el 2009, proponen una metodología para la construcción de indicadores, que consiste en una serie de pasos que conducen a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar los puntos críticos de la sostenibilidad de los agroecosistemas:

1. Establecer y definir el marco conceptual de la sostenibilidad.
2. Definir los objetivos de la evaluación
3. Caracterización breve del sistema a evaluar
4. Realizar un diagnóstico preliminar para obtener puntos de interés para el productor y el investigador.
5. Definir las dimensiones del análisis (ambiental, social, productiva o económica)
6. Definir categorías o diferentes niveles de evaluación.
7. Identificar y caracterizar los indicadores más idóneos.
8. Estandarizar los indicadores
9. Analizar la coherencia de los indicadores con los objetivos planteados.
10. Obtención y medición de los datos de campo.
11. Presentación de los resultados y determinación de los puntos críticos.
12. Elaboración de la propuesta de corrección (Plan de mejoramiento)

El objetivo principal de esta metodología es permitir detectar aquellos puntos críticos del manejo del sistema que atentan o comprometen la sostenibilidad.

## **2.8. Red de agricultura sostenible (RAS)**

La Red de Agricultura Sostenible (RAS) es una coalición de organizaciones conservacionistas independientes que promueve la sostenibilidad social y ambiental de la producción agrícola por medio del desarrollo de estándares, creando las llamadas normas de agricultura sostenible (Salazar 2011).

Nos indica el mismo autor, que la Red de Agricultura Sostenible promueve los sistemas agropecuarios productivos, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo humano sostenible mediante la creación de normas sociales y ambientales. La RAS impulsa mejores prácticas para la cadena de valor agropecuaria incentivando a los productores para que cumplan con sus normas, y anima a los comercializadores y consumidores a apoyar la sostenibilidad.

La Norma RAS para Agricultura Sostenible reconoce los retos que representa el cambio climático y busca abordarlos promoviendo de forma activa la Agricultura Climáticamente Inteligente y desarrollando la resiliencia de las fincas y las comunidades agropecuarias. Esto se logra protegiendo los ecosistemas nativos y la biodiversidad de la finca, evitando la deforestación, manteniendo suelos saludables, protegiendo las fuentes de agua y guiando a los productores en la selección y adopción de material de siembra y prácticas agrícolas climáticamente inteligentes (RAS 2016).

Adicionalmente, la Norma RAS busca reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero causadas por prácticas agrícolas relacionadas con el uso de energía, fertilizantes y plaguicidas, así como las emisiones de metano, y a la vez mantener

o promover las reservas de carbono en el suelo, bosques y otra vegetación dentro de la finca. Es así que la Norma RAS promueve los tres pilares de la Agricultura Climáticamente Inteligente: 1) incrementar de forma sostenible la productividad y los ingresos agropecuarios; 2) adaptar y desarrollar resiliencia al cambio climático; y 3) reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero cuando sea posible (RAS 2016).

Aquellas fincas que cumplen con los criterios y estándares de la Red de Agricultura Sostenible, pueden optar por recibir el sello de aprobación Rainforest Alliance Certified, que además se puede convertir en una herramienta de marketing, igualmente les permite a los productores una línea base para manejar sus fincas en armonía con la naturaleza (Salazar 2011).

### **2.9. Aspectos legales aplicables a la evaluación**

Toda la legislación y la normativa de prevención ambiental de un país tienen por objetivo evitar o minimizar las alteraciones desfavorables, así como los impactos medioambientales con efectos negativos (Salazar 2011).

Panamá cuenta con una serie de legislaciones ambientales vigentes que toda empresa debe considerar en el desarrollo de sus actividades, con el objetivo de impulsar su gestión referente al medio ambiente, uso de los recursos naturales, la salud y la seguridad de los trabajadores; contribuyendo favorablemente al mejor desempeño de la empresa (finca) desde el punto de vista de la sostenibilidad. Ejemplo de algunas normativas aplicables.

- Código de trabajo (Ley 44 de 1995)

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales:**

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Libreta de apuntes
- Lista de evaluación
- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Densiómetro
- Machete
- Bolsas de muestra
- pala
- Cinta de señalización (Flagging Tape)
- Altímetro
- Herramientas de análisis y redacción (softwares)

#### **3.2. Descripción del área de estudio**

Este estudio se realizó en la zona cafetalera de la Provincia de Chiriquí, ubicada al suroeste de Panamá, específicamente en la Finca Don Vicente, en las coordenadas geográficas 305508 metros Norte, 975424 metros Oeste.

Finca Don Vicente es una agroindustria dedicada a la producción, procesamiento y comercialización de café. Se encuentra ubicada en Santa Clara Abajo, Corregimiento de Monte Lirio, Distrito de Renacimiento. El agroecosistema cafetalero se encuentra aproximadamente a 1250 m.s.n.m y forma parte importante de la zona de amortiguamiento del Parque Internacional La Amistad y las Zonas de recarga hídrica de la Cuenca del Río Chiriquí Viejo (Lezcano 2011).

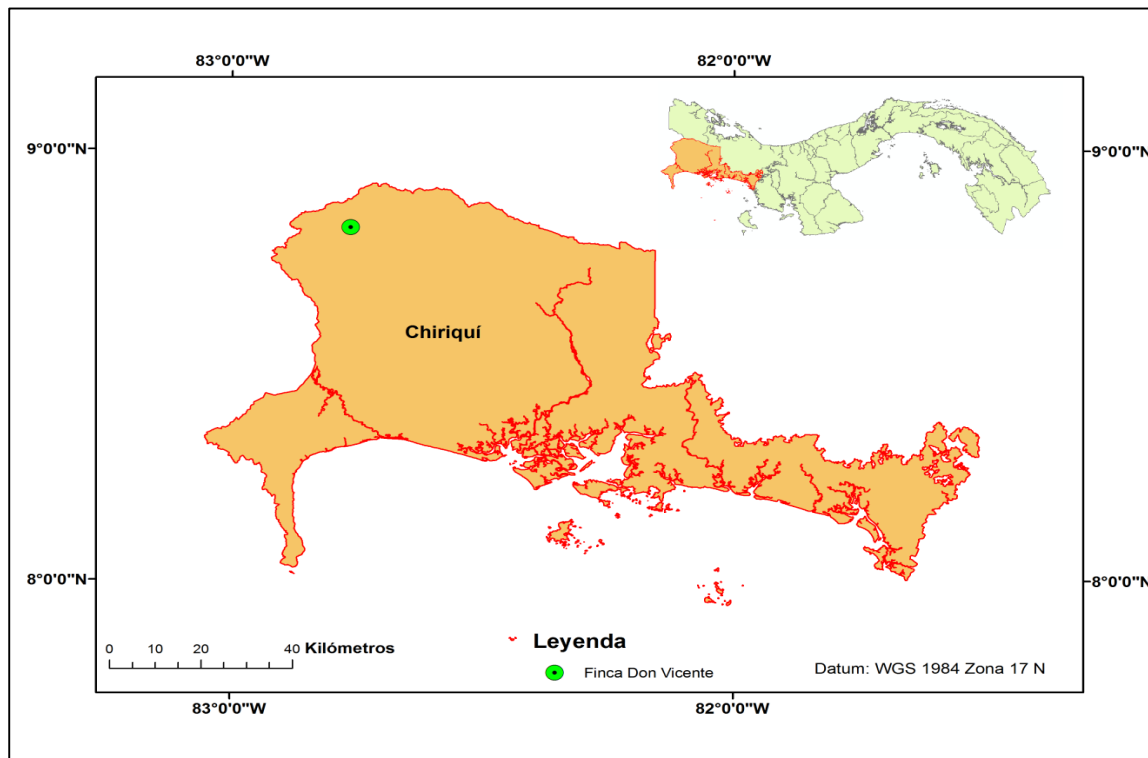


Figura 1. Mapa de ubicación regional de la Finca Don Vicente

### **Visión de la empresa**

Lograr un mercado de café de alta calidad dando valor agregado al Café Don Vicente, fomentando el desarrollo y la sostenibilidad de la zona cafetalera contigua al Parque Internacional La Amistad (Lezcano 2011).

### **Misión de la empresa**

Producir café amigable con el ambiente, dando un proceso de beneficiado ecológico al preciado grano y comercialarlo nacional e internacionalmente (Lezcano 2011).

### 3.2.1. Vegetación

La finca actualmente maneja el sistema agroforestal de café bajo sombra, donde se utilizan especies como: Poró (*Erythrina poeppigiana*), naranja injertada (*washington navel*), guaba de bejuco (*Inga edulis*), limones (*Citrus sp.*) y otras especies nativas que permiten mejorar las condiciones ambientales y edáficas para producir un café de alta calidad (Lezcano 2011).

### 3.2.2. Clima

La zona presenta temperaturas que oscilan entre 15 a 28 °C con un promedio anual de 21° C; la distribución de las precipitaciones pluviales que definen una estación seca muy marcada de 4 meses, comprendida entre enero a abril. La precipitación pluvial promedio para el área del corregimiento de Santa Clara alcanzan los 4095 milímetros anuales, respectivamente (ETESA 2016)

### 3.2.3. Zona de Vida

La Finca se encuentra en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Pre-montano (bmh-P), esta zona de vida posee un rango de precipitación amplio entre 2000 y 4000 mm como promedio anual (Bolaños et al, 2005). Según Tosí (1971), en esta misma zona se encuentran especies tanto del Bosque Húmedo Tropical, como del Muy Húmedo y en la faja más fresca por debajo de los 24°C, especies típicas del pre-montano. Algunos géneros importantes son: *Laplacea*, *Brunellia*, *Brosium sp*, *Ficus*, *Taonaba*, *Ouratea*, *Vochysia sp*, *Protium*, *Cupania*, *Ladenbergia*, *Rapanea*, *Alchornea*, *Vitex*, y algunos géneros de la familia Sapotaceae.

### **3.2.4. Hidrología**

El área de estudio está ubicada en la vertiente del Pacífico, en la parte alta de la cuenca de Río Chiriquí Viejo, se caracteriza por tener drenajes de buenos a excesivos con un patrón tipo centrífugo. Este río se encuentra entre los más caudalosos del país y los que tienen los mayores rendimientos de escorrentía por kilómetro cuadrado (MIDA 2011)

### **3.3. Metodología**

La investigación es de tipo descriptiva cualitativa cuantitativa, ya que se recolectan, miden, evalúan y comparan datos sobre diferentes variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar, con el fin de describir lo investigado (Hernández *et al.* 2006). Una manera de diagnosticar el desempeño actual de la finca es la construcción de indicadores fundamentados en la sostenibilidad agrícola, los cuales permiten conocer de manera particularizada las necesidades de manejo del sistema

**El proceso metodológico está dividido en las siguientes etapas:**

#### **3.3.1. Etapa 1: Planificación**

Esta etapa consistió en la elaboración y presentación de la propuesta de investigación a la administración de la finca. Además, obtención de información básica necesaria sobre el agroecosistema cafetalero, para lo que fue necesario aplicar algunas metodologías de diagnóstico donde se combinaron diversas herramientas tales como: recorridos exploratorios y entrevistas informales,

encuestas formales y diálogos semi-estructurados; de forma tal que se pudo obtener información preliminar acerca de los posibles aspectos a evaluar en la finca con respecto al tema planteado y así establecer indicadores de evaluación.

### **3.3.2. Etapa 2: Selección y evaluación de los indicadores**

#### **3.3.2.1. Elección de los indicadores**

A partir de los posibles aspectos a evaluar sobre agricultura sostenible determinados en la etapa anterior, se procedió con la formulación de posibles indicadores de medición. La selección de los indicadores se facilitó intentando responder a la pregunta ¿qué unidad de medida se puede construir para conocer las variaciones en este aspecto?; ¿qué me indica que está más o menos desarrollado ese aspecto? Los indicadores deberían de cumplir con los siguientes requisitos: ser fáciles de medir, comprensibles para alguien no experto, ser capaces de reflejar los procesos que ocurrían dentro de los agroecosistema y capaces de detectar tendencias en el ámbito de finca.

Partiendo de este hecho, y de los objetivos formulados anteriormente en esta propuesta, se plantean en el **cuadro I** los posibles aspectos críticos de evaluación y sus respectivos indicadores, todos contenidos dentro de la dimensión ambiental y técnico-productiva fundamentada en el desarrollo de una agricultura sostenible.

### 3.3.2.2. Construcción de la escala de valoración de indicadores para la determinación de puntos críticos.

Para construir la escala de medición se propuso una escala de uno a cinco, siendo uno (1) el nivel menos deseable en ese aspecto para la sostenibilidad o el punto más crítico, y cinco (5) el nivel óptimo o ideal para el mismo indicador (ver anexo I). La construcción de esta escala valorativa se fundamenta bajo criterios técnicos y legales generados de una detallada revisión de literatura, por ejemplo: Normas de agricultura sostenible (RAS), normas ambientales vigentes en el país y manuales de producción sostenible de café, entre otros documentos

**CUADRO Nº I. Indicadores y aspectos de evaluación**

| Dimensión de la evaluación | Aspectos a evaluar                   | Nº de indicadores | Indicadores                           |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Técnico-Productivo         | Componente agroforestal              | 5                 | Número de especies de árboles nativos |
|                            |                                      |                   | Número de árboles/Ha                  |
|                            |                                      |                   | Porcentaje de sombra                  |
|                            |                                      |                   | Número de estratos                    |
|                            |                                      |                   | Número de podas/año                   |
| Ambiental                  | Carbono Fijado                       | 1                 | Toneladas de carbono/Ha del sistema   |
|                            | Conservación del recurso hídrico     | 2                 | Protección de las fuentes de agua     |
|                            |                                      |                   | Manejo de las aguas contaminadas      |
|                            | Conservación de suelos               | 3                 | Incidencia de erosión                 |
|                            |                                      |                   | Fertilización del café                |
|                            |                                      |                   | Prácticas de Conservación de suelo    |
|                            | Manejo integrado de desechos         | 2                 | Manejo de desechos orgánicos          |
|                            |                                      |                   | Manejo de residuos sólidos            |
|                            | Salud, seguridad y bienestar laboral | 4                 | Uso del Equipo de Protección Personal |
|                            |                                      |                   | Señalizaciones de seguridad           |
|                            |                                      |                   | Equipo de primeros auxilios           |
|                            |                                      |                   | Salario mínimo y aspectos laborales   |

Fuente: Adoptado de CATIE 2008; RAS 2016 y Sarandón y Flores 2009.

### 3.3.2.3. Recolección de los datos

Los datos fueron recolectados utilizando las técnicas e instrumentos más confiables y validados para evitar posibles sesgos que pudieran afectar la calidad de la investigación. El cuadro I detalla las técnicas o instrumentos de medición, por ejemplo: la utilización de entrevistas, instrumentos de medición, revisión documental y utilización de metodologías apropiadas.

**Cuadro N° II. Técnicas e instrumentos de medición en la toma de datos.**

| Aspectos a evaluar                   | Indicadores                                       | Instrumento para la toma de datos.                                   |
|--------------------------------------|---|--|
| Componente agroforestal              | Número de especies de árboles nativos.            | Mediciones directamente en campo utilizando metodologías apropiadas. |
|                                      | Número de árboles ha <sup>-1</sup>                |  |
|                                      | Porcentaje de sombra                              |  |
|                                      | Número de estratos                                |  |
|                                      | Número de podas año <sup>-1</sup>                 | Entrevista   |
| Carbono Fijado                       | Toneladas de carbono ha <sup>-1</sup> del sistema | Mediciones directamente en campo utilizando metodologías apropiadas  |
| Conservación del recurso hídrico     | Protección de las fuentes de agua                 | Entrevista, recorrido por la finca, revisión de registros.           |
|                                      | Manejo de la contaminación del agua               |  |
| Conservación de suelos               | Incidencia de erosión                             | Recorridos por la finca  |
|                                      | Fertilización del café                            | Entrevista   |
|                                      | Prácticas de Conservación de suelo                | Entrevistas y recorridos por la finca.                               |
| Manejo integrado de desechos         | Manejo de desechos orgánicos                      | Entrevistas e interpretación de evidencias                           |
|                                      | Manejo de residuos sólidos                        | Entrevistas e interpretación de evidencias                           |
| Salud, Seguridad y bienestar laboral | Uso del Equipo de Protección Personal             | Entrevistas con empleados, empleador y evidencia.                    |
|                                      | Señalizaciones de seguridad                       | Recorrido por las instalaciones y finca.                             |
|                                      | Equipo de primeros auxilios                       | Recorrido e interpretación de la evidencia.                          |
|                                      | Salario mínimo y aspectos laborales               | Entrevistas con empleados y empleador.                               |

Fuente: El autor

### 3.3.3. Diseño de las parcelas para el inventario de árboles de sombra

Se establecieron parcelas de 25 x 60 metros (0.15 hectáreas) distribuidas aleatoriamente en toda la finca (ver anexo VIII, mapa 2). El tamaño de la muestra estuvo dado por la superficie total en café bajo sombra en toda la finca (27.6 hectáreas), tomando en cuenta una intensidad de muestreo de 6 por ciento de acuerdo a Duaber (1995). En la Finca Don Vicente se instalaron 10 parcelas que corresponden a un área total de muestreo de 1.5 hectáreas.

En cada parcela se realizó un inventario de los árboles que dan sombra a los cafetos para conocer el número de especies de árboles nativos, la abundancia total (número de árboles por hectárea) y número de estratos que se manejan en el sistema.

Se contabilizaron todos los arboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 centímetros. Aquellos árboles que no fueron posible identificarlos *in situ* se les tomó una muestra para ser identificados por especialistas. El número de estratos fue registrado y clasificado directamente en campo en cada una de las parcelas.

**Porcentaje de sombra:** Fue registrado de forma directa en cada uno de los lotes mediante un densiómetro esférico cóncavo, siguiendo el procedimiento mencionado por (Werner 2009). En cada lote se realizaron cuatro lecturas en cada punto cardinal, con lo que se obtuvo un promedio por lote, luego se multiplicó este valor por 1.04 (propia del instrumento) obteniendo así el porcentaje de apertura o luminosidad del dosel, luego este valor se le restó a 100 para obtener el porcentaje de sombra real del lote.

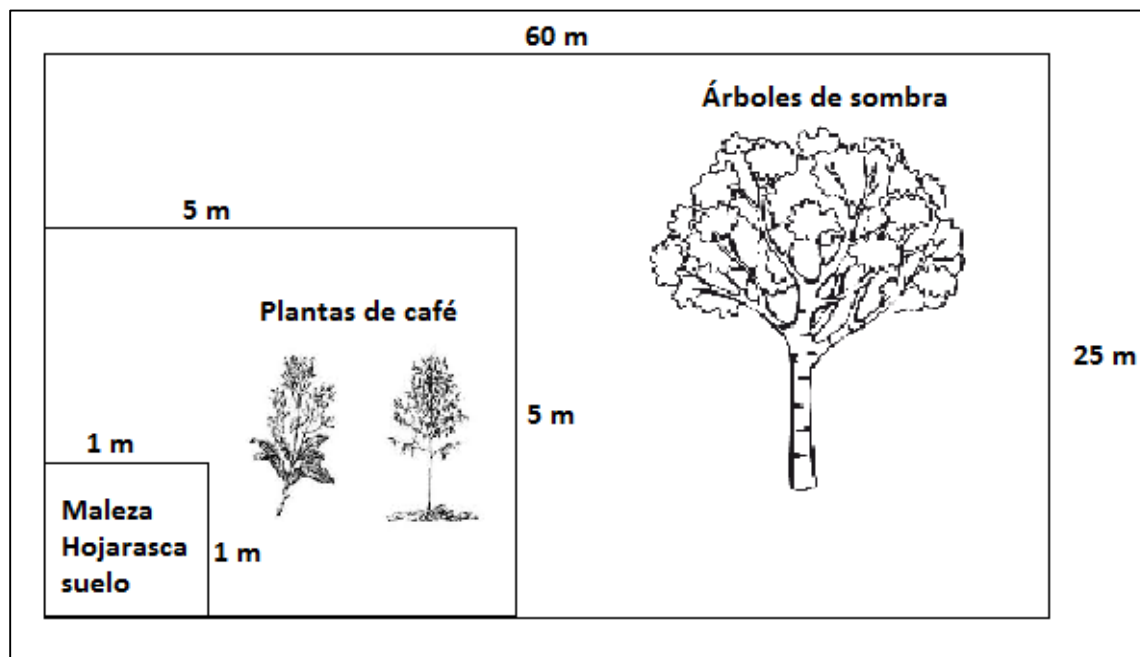
### 3.3.4. Metodología utilizada para estimar el carbono atmosférico.

Los procedimientos descritos a continuación se derivan de las experiencias previas de medición de carbono en sistemas agroforestales de café de diferentes investigadores e instituciones (Castellanos, *et al.* 2010 y MIDA 2011).

#### Establecimiento de las parcelas:

Se utilizaron las mismas parcelas del inventario del componente agroforestal, las cuales tienen un área de 1500 metros cuadrados (figura 2).

La razón de escoger parcelas rectangulares en este caso fue debido a que el sistema agroforestal de café es bastante ordenado por lo que se facilitó delimitar el área utilizando las calles o surcos como referencia, a diferencias de las parcelas circulares, más adecuadas al muestreo de carbono en bosques naturales.



**Figura 2.** Esquema de las parcelas rectangulares utilizadas para el muestreo de carbono en los diferentes componentes del sistema agroforestal de café bajo sombra.

En cada una de las parcelas se determinaron los siguientes parámetros:

### **Diámetro a la altura del pecho de los árboles de sombra.**

Es la medida más típica de un árbol. Se representa con las letras (DAP), y se refiere al diámetro que tiene el fuste del árbol a 1,30 m sobre el nivel del suelo. Para la medición de este parámetro se utilizó una cinta diamétrica.

### **Altura total del café**

Es la medida longitudinal de un árbol o arbusto desde la base del tronco hasta el ápice de la copa. Para la estimación de esta variable se utilizó una estadia.

### **Biomasa seca de las hojarasca y hierbas**

Corresponde a la cantidad de materia acumulada por hojarasca y hierbas, excluyendo el agua. Este componente fue muestreado utilizando un marco de madera de 0.25 m<sup>2</sup> cuatro veces en cada parcela, se tomó el peso fresco total de la muestra y la submuestra que fue llevada al horno (80°C hasta peso constante) para registrar el peso seco.

La ecuación utilizada para estimar la biomasa seca es:

$$\mathbf{Bs} = \frac{\mathbf{Ps}}{\mathbf{Pf}} * \mathbf{Pft}$$

**Donde:**

Bs= Biomasa seca (Kg)

Ps= Peso seco de la submuestra (Kg)

Pf= Peso fresco de la submuestra (Kg)

Pft= Peso fresco total de la muestra (Kg)

La cantidad de carbono por hectárea ( $TCh^{-1}$ ) de la biomasa seca de los componentes árbol, cultivo y hojarasca se determinó utilizando la siguiente ecuación:

$$TCh^{-1} = \left( \frac{Bs/1\,000\,000 * 0.5}{Total\ de\ metros\ muestreados} \right) * 10\,000$$

**Donde:**

**TCh<sup>-1</sup>**= Toneladas de carbono por hectárea.

**Bs**= Biomasa seca total (gramos).

**0.5**= Factor que corresponde al porcentaje de carbono presente en la biomasa según el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC).

Para la determinación de la biomasa seca de los árboles de sombra y las plantas de café se utilizaron ecuaciones alométricas no destructivas propuestas en otras investigaciones sobre fijación de carbono en estos sistemas.

|                   | Ecuación                             | Referencia         |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Café              | $Y = a + (b * \exp^{-H/c})$          | MacDicken, K. 1997 |
| Árboles de sombra | $Y = 21.297 - 6.953(D) + 0.740(D^2)$ | Brown, 1996        |

**Árboles de sombra:**

Y= Biomasa en kilogramos

D= Diámetro a la altura del pecho (cm)

R<sup>2</sup>: 0.90

**Café:**

Y= Biomasa en kilogramos

a= 0.67134058 (constante)

b= 0.00072208395 (constante)

H= 0.40531445 (constante)

c= altura en metros

exp= logaritmo inverso

R<sup>2</sup>: 0.98

**Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>):** Es el peso por unidad de suelo, y permite conocer el peso de cierto volumen de suelo para hacer las estimaciones del carbono orgánico por unidad de área. La ecuación utilizada para determinar dicha variable

es:

$$DA = \frac{Pss}{Vi}$$

**Donde:**

DA= Densidad aparente g/cm<sup>3</sup>.

Pss= Peso del suelo seco (Gr).

Vi= Volumen interno del cilindro de muestreo (cm<sup>3</sup>).

**Porcentaje de materia orgánica del suelo**

Para la obtención de este parámetro se realizaron tres muestreos de suelo a 20 centímetros de profundidad en cada una de las parcelas, finalmente se homogenizaron para su posterior análisis en el laboratorio mediante el método de Walkley-Black. Una vez obtenido los porcentajes de materia orgánica se procedió a determinar la concentración de carbono orgánico del suelo que corresponde al 58% de la materia orgánica (Fassbender 1980)

**Carbono orgánico del suelo (CO):**

Se refiere al carbono almacenado en el suelo y se determine con base a las variables densidad aparente (DA), profundidad de suelo (Ps) y porcentaje de concentración de carbono orgánico (%CO).

$$CO \text{ (ton ha}^{-1}\text{)} = \%CO * DA * \text{profundidad de suelo}$$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Uso actual de la tierra

El tamaño total de la finca Don Vicente es de 38.09 hectáreas, de las cuales 27.6 de éstas son destinadas al sistema agroforestal de café bajo sombra; 1.8 hectáreas se encuentran en bosque natural como zona de protección hídrica y el restante pertenece a zonas de barbecho y áreas de infraestructuras (ver anexo VII, mapa 1).

De las 27.6 hectáreas utilizadas para la producción de café, el 30 por ciento (8.28 hectáreas) pertenece a la variedad borbón y el 70 por ciento (19.32 hectáreas) corresponde a la variedad caturra. El área está constituida en nueve lotes de diferentes tamaños y características, descritas a continuación en el cuadro III.

**CUADRO III. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS NUEVE LOTES DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ, FINCA DON VICENTE, RENACIMIENTO, 2017.**

| Lote   | Área(Has) | Altitud (media) | Variedad de café | Sombra predomin. |
|--------|-----------|-----------------|------------------|------------------|
| Lote 1 | 0.8       | 1250            | Borbón           | Limón ;Guayaba   |
| Lote 2 | 2.2       | 1220            | Caturra          | Guaba y poró     |
| Lote 3 | 3.2       | 1225            | Borbón           | Poró             |
| Lote 4 | 6.9       | 1288            | Caturra          | Poró             |
| Lote 5 | 3.4       | 1214            | Caturra          | Poró             |
| Lote 6 | 1.4       | 1194            | Caturra          | Poró             |
| Lote 7 | 4         | 1151            | Caturra          | Poró             |
| Lote 8 | 4.2       | 1164            | Borbón           | Poró             |
| Lote 9 | 1.5       | 1175            | Caturra          | Guaba            |

Fuente: El autor

Evidentemente el uso de la tierra más común en toda la finca es el sistema agroforestal de café bajo sombra, que a la vez pasa a representar un espacio importante, tanto relacionado a los servicios ambientales, como al suministro de productos suplementarios de los árboles y demás especies en asocio.

## **4.2. Aspectos e indicadores evaluados dentro de la finca**

Los agroecosistemas cafetaleros en los últimos años se han convertido en el centro de interés de muchas investigaciones, debido a que ciertos sistemas además de la producción, asemejan gran parte de la estructura y características de los bosques naturales; por lo tanto, son base ecológica para la conservación de muchos de los recursos naturales. Partiendo de este supuesto, en la finca cafetalera Don Vicente se han evaluado una serie de aspectos e indicadores agroambientales que permitieron conocer el estado actual en que se encuentra dicha unidad productiva.

Los resultados que se muestran a continuación sobre el sistema de indicadores fue adoptado de la metodología propuesta por Sarandón y Flores (2009), incluyendo la evaluación de seis aspectos a través de 17 indicadores, todos ellos enmarcados dentro del concepto de agricultura sostenible.

### **4.2.1. Componente agroforestal**

La finca maneja el sistema agroforestal (SAF) de café bajo sombra, el cual suele clasificarse como un SAF de tipo simultáneo (de interacción directa), en donde el componente agrícola y arbóreo se encuentran en el mismo terreno durante toda la duración del sistema. El objetivo principal de los sistemas simultáneos es la diversificación de la producción, aunque también pueden lograrse aumentos en la productividad a través de algunas interacciones en el componente arbóreo; por ejemplo, regulación del sombrero, tipo de especies, frecuencia de las podas, entre otra.

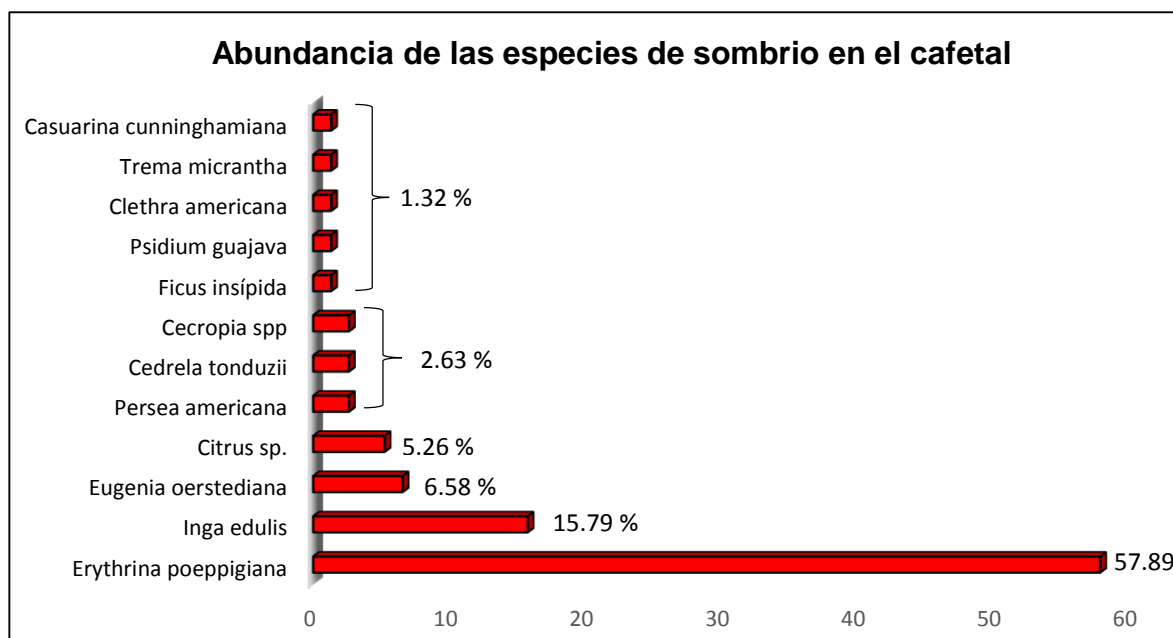
El arreglo dentro del sistema agroforestal es de tipo mixto, lo que indica que el componente arbóreo no está dispuesto geométricamente dentro de todos los lotes, es decir que los arboles fueron establecidos de forma deliberada.

#### **4.2.1.1. Número de especies nativas**

Fue el primer indicador evaluado dentro del componente agroforestal, ya que permite analizar cómo se encuentra el sistema desde el punto de vista de diversidad de especies. Además, permite conocer si las características de estas especies desempeñan un papel importante dentro de la producción y la conservación de los recursos naturales allí presentes.

Dentro del área muestral (1.50 hectáreas) se contabilizaron un total de 76 árboles de 12 especies diferentes, de las cuales 11 forman parte de la flora nativa de la región. Estas especies tienen un importante papel ecológico en el agroecosistema, sobre todo aquellas que por sus propias características aportan grandes cantidades de materia orgánica al suelo; son fuente de alimentos para animales; refugio para la vida silvestre, entre otras. Cabe destacar que dentro de la finca se identificaron otras especies nativas que no fueron contabilizadas debido a que se encontraban fuera de las parcelas de muestreo; entre ellas se observaron: sigua (*Ocotea serua*), guanábana (*Annona muricata*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), maria (*Calycophyllum candidissimum*) y naranja (*Citrus spp*). Las dos especies más abundantes que determinan la estructura del dosel y que interactúan directamente como árboles de sombra dentro del cafetal

son: *Erythrina poeppigiana* (poró) con una abundancia relativa de 57.89 por ciento e *Inga edulis* (guaba bejuco), con 15.79 por ciento.



**Figura 3. Abundancia relativa de las 12 especies de sombrío inventariadas en la finca cafetalera Don Vicente, Renacimiento, 2017.**

La diversidad y abundancia de especies de árboles de sombra que se encuentran dentro de la finca Don Vicente se muestran en la figura 3. Las especies que se determinaron con la menor abundancia dentro de la finca fueron zaino (*Trema micrantha*), guayaba (*Psidium guajava*), carná (*Clethra americana*) y el pino (*Casuarina cunninghamiana*); la especie limón común (*Citrus sp.*) mostró tener una abundancia relativa de 5.26 por ciento, y las especies poró y guaba de bejuco fueron las de mayor abundancia dentro del cafetal. Estos resultados nos indican la importancia de diversificar la finca con otras especies nativas; por ejemplo, maderables o frutales que no solo brindan servicios al cafetal sino también a los animales silvestres y en un futuro al productor y empleados de la finca.

#### **4.2.1.2. Densidad de árboles por hectárea**

Este indicador permite conocer la abundancia total de los árboles de sombra dentro del sistema agroforestal (SAF). Luego de analizada la muestra, se obtuvo como resultado que la densidad en forma general es de 51 individuos por hectárea. Sin embargo, este resultado es muy variable entre los diferentes lotes de la finca, razón por lo que fue necesario analizar la muestra más a detalle.

El anexo N° IV presenta los resultados de las densidades obtenidas en cada una de las parcelas muestreadas, ubicadas en los diferentes lotes de la finca, esto permite analizar cómo se encuentran las densidades en cada uno de ellos. Las parcelas que se encuentran en los lotes uno, dos, siete y ocho resultaron tener una densidad de 60 individuos por hectárea, mientras que cuatro de los nueve lotes resultaron tener una densidad de 47 individuos por hectárea.

#### **4.2.1.3. Porcentaje de sombra**

Es el tercer indicador evaluado en el SAF, el porcentaje de sombra es de mucha importancia dentro de la plantación de café, ya que influye directamente sobre las condiciones microambientales en que se desarrollan las plantas de café, por ejemplo: temperatura, humedad relativa, calidad e intensidad de la luz.

El sistema de café con sombrío de la finca Don Vicente tiene una sombra de tipo permanente, donde se utilizan árboles de poró y guaba de bejuco que por sus hábitos de crecimiento y duración conviven con los cafetos, proporcionándole sombra durante todo el ciclo productivo.

Se determinó que el porcentaje de sombra general en la Finca Don Vicente es de 34.7 por ciento. Según las conclusiones mencionadas por Farfán (2014), este valor se encuentra por debajo de los rangos óptimos de sombrero para cafetales con altitudes superiores a los 1 000 metros sobre el nivel del mar, que son de (35 a 45) por ciento; sin embargo, la normativa de la Red de Agricultura Sostenible, fundamento para las certificaciones sostenibles (Rainforest Alliance) indica que el porcentaje mínimo de sombra que deben de tener los cafetales es de 40 por ciento, valor que coincide con los criterios en que se basan los demás agentes certificadores.

En estos tipos de sistemas es muy común observar algunos lotes de la finca con muy poca sombra y otros con demasiada sombra, situación que depende de la estructura del árbol, la arquitectura de la copa, la densidad de siembra de los árboles de sombra, la regulación de la poda, entre otras. Son estas las razones por las que cada lote se evaluó independientemente el porcentaje de sombrero.

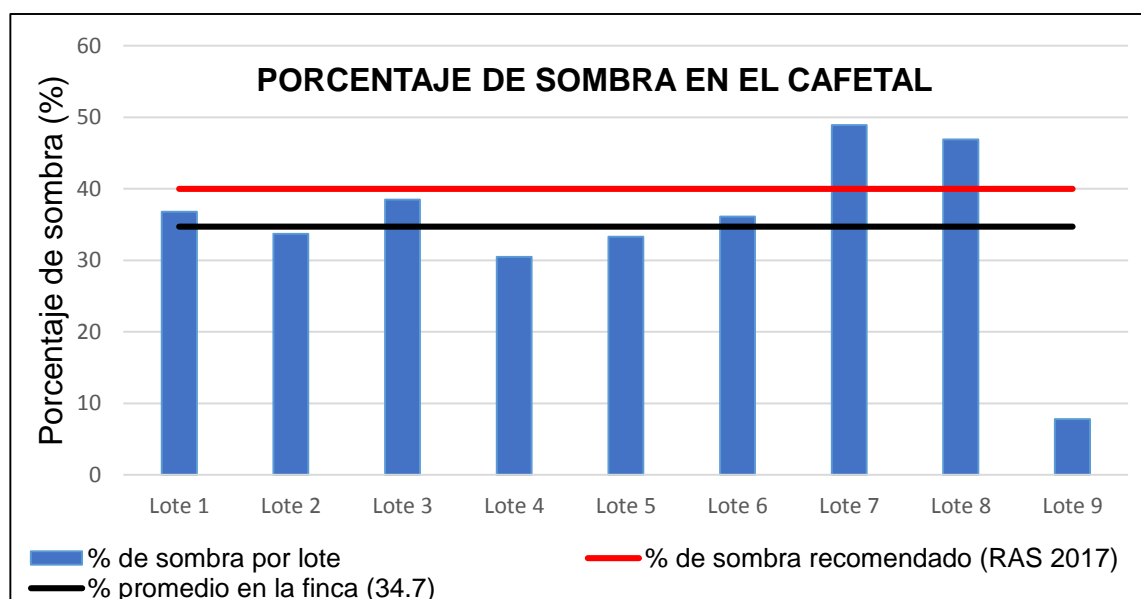
#### **CUADRO Nº V. PORCENTAJE DE SOMBRA EN LOS DIFERENTES LOTES.**

| Nº de lote | Lecturas promedio (%) |       |       |       | Promedio (%) |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------|--------------|
|            | Norte                 | Sur   | Este  | Oeste |              |
| Lote 1     | 37.1                  | 45.3  | 48.7  | 16.3  | <b>36.8</b>  |
| Lote 2     | 32.74                 | 35.6  | 44.8  | 22.7  | <b>33.7</b>  |
| Lote 3     | 35.52                 | 47.48 | 49.04 | 22.26 | <b>38.5</b>  |
| Lote 4     | 32.4                  | 10.3  | 34.48 | 44.88 | <b>30.5</b>  |
| Lote 5     | 32.4                  | 49.3  | 35.0  | 16.54 | <b>33.3</b>  |
| Lote 6     | 38.12                 | 45.4  | 32.66 | 28.24 | <b>36.1</b>  |
| Lote 7     | 31.36                 | 57.1  | 68.8  | 38.38 | <b>48.9</b>  |
| Lote 8     | 43.06                 | 50.34 | 42.28 | 52.16 | <b>46.9</b>  |
| Lote 9     | 2.24                  | 6.4   | 16.28 | 6.4   | <b>7.8</b>   |

Fuente: El autor

La figura 4, muestra detalladamente la relación que existe entre los porcentajes promedio de sombra de cada uno de los nueve lotes de la finca (cuadro IV), en relación al mínimo recomendado por la Red de Agricultura Sostenible. Igualmente se puede observar que el lote siete resultó tener un porcentaje promedio de 48.9 y el lote ocho de 46.9, ambos por arriba de los rangos recomendados por Farfán (2014). Esto se debe a la densidad (60 árboles por hectárea) y estructura de los árboles de sombra que se encuentran dentro de esta área, que en su mayoría es la especie *Erythrina poeppigiana* (poró).

Es evidente que el menor porcentaje de sombra se encuentra en lote nueve, con un valor de 7.8 % de cobertura, dicho resultado se le atribuye a que los árboles de sombra que allí se encuentran pertenecen a una plantación joven con diámetros que oscilan entre 10 y 15 centímetros.



**Figura 4. Porcentaje de sombra en los diferentes lotes de la finca Don Vicente, Renacimiento, 2017.**

Según el porcentaje de sombra de los lotes uno; tres y seis; se encuentran dentro de los rangos mencionados por Farfán (2014), que coincide también con las recomendaciones dadas por ANACAFE (2013).

Los lotes dos, cuatro y cinco; se encuentran por debajo del nivel mínimo mencionado por los anteriores autores, por lo tanto, se deberán tomar algunas medidas de manejo para mejorar dichos niveles de sombra en estos lotes.

#### **4.2.1.4. Número de estratos**

La disposición de los árboles en la Finca se clasifica como multiestrato, es decir que existen varios estratos. En este caso un estrato bajo que está compuesto principalmente por las especies de *Inga edulis*, *Eugenia oerstediana* y *Citrus* sp; por otro lado, el estrato alto que está compuesto principalmente de la especie *Erythrina poeppigiana*.

#### **4.2.1.5. Manejo de la poda**

En la finca la poda de los árboles de sombra se realiza cuando el productor o sus trabajadores lo juzgan necesario, ya sea a lo largo de los ciclos estacionales o multianuales no regulares, por lo cual fue difícil cuantificar este indicador. Sin embargo, si se puede mencionar que esta práctica no se está llevando a cabo de la mejor manera, debido a la forma en que se está realizando.

#### **4.2.2. Almacenamiento de carbono en el agroecosistema**

Los impactos del cambio climático, como los eventos meteorológicos extremos; los brotes de plagas; las perturbaciones en los ciclos de cultivos; son cada vez más comunes y comprometen más la capacidad de los productores en generar nuevas prácticas de manejo que mejoren la resiliencia de las fincas al cambio climático y promuevan la conservación de los recursos naturales y se asegure un desarrollo sostenible.

Una forma de disminuir los impactos del cambio climático es a través de las masas forestales que actúan como reservorio de carbono. Los cultivos de café con árboles de sombra tienen un importante potencial de almacenar carbono.

En la finca cafetalera Don Vicente los resultados de la estimación del carbono almacenado fueron los siguientes:

##### **4.2.2.1. Biomasa arriba del suelo**

En este componente solo se incluyeron los árboles de sombra mayores a diez centímetros de diámetro y las plantas de café.

La biomasa fue determinada a través de fórmulas alométricas generadas en otras investigaciones, que son alimentadas por diámetro a la altura del pecho en el caso de los árboles y la altura total para las plantas de café.

Los árboles analizados dentro de la muestra reflejaron tener un diámetro promedio de 38.14 centímetros (máximo 89.0 cm y mínimo de 10.5 cm). Las plantas de café resultaron con una altura promedio de 2.01 metros (máximo 3.30 m y mínimo 0.75 m)

La cantidad promedio estimada de biomasa seca en los árboles de sombra del cafetal es de 48.7 Ton Ha<sup>-1</sup>, con valores mínimos de 2.7 Ton Ha<sup>-1</sup> y máximos de 114.9 Ton Ha<sup>-1</sup>. Con respecto a la biomasa en las plantas de café resultaron tener un valor promedio de 3.8 Ton Ha<sup>-1</sup>, para un total de 52. 58 Toneladas por hectárea de biomasa seca arriba del suelo.

#### **4.2.2.2. Biomasa seca en la Hojarasca**

En este componente se incluyó toda la materia muerta que se encontraba en proceso de descomposición. La biomasa estimada para este componente es de 9.8 Ton Ha<sup>-1</sup>, reflejando valores mínimos de 6.4 y máximos de 12.9 Ton Ha<sup>-1</sup>. La principal variable involucrada en esta estimación fue el porcentaje de materia seca que resultó tener un valor promedio de 66%. Los resultados para cada una de las 10 muestra se encuentran en el anexo II. Estos resultados de biomasa indican que en la finca existe una importante fuente de materia orgánica en descomposición que permitirá mejorar las condiciones del suelo y continuar el ciclo de nutrientes.

#### **4.2.2.3. Biomasa bajo del suelo**

Se refiere a la biomasa contenida en las raíces de la vegetación del agroecosistema estudiado, para fines de este estudio se determinó considerando el 15 % de la biomasa arriba del suelo.

La biomasa abajo del suelo para los árboles de sombra se estima que es de 7.5 Ton Ha<sup>-1</sup> y para las plantas de café 0.58 Ton Ha<sup>-1</sup>; dando un total de 8. 08 Ton Ha<sup>-1</sup>.

#### 4.2.2.4. Estimación del carbono almacenado

El cuadro V muestra las cantidades de carbono almacenado en los diferentes reservorios del agroecosistema cafetalero de la finca Don Vicente. Para las estimaciones del carbono se utilizó el factor 0.5, que es una aproximación universal aceptable de la fracción de carbono en la biomasa seca de los árboles y la hojarasca. En el caso del suelo, en la muestra se analizó la densidad aparente y el contenido de carbono orgánico, datos que se citan en el anexo III.

**CUADRO V. TONELADAS DE CARBONO ALMACENADA POR HECTÁREA EN CADA UNO DE LOS RESERVORIOS, FINCA DON VICENTE, RENACIMIENTO, 2017.**

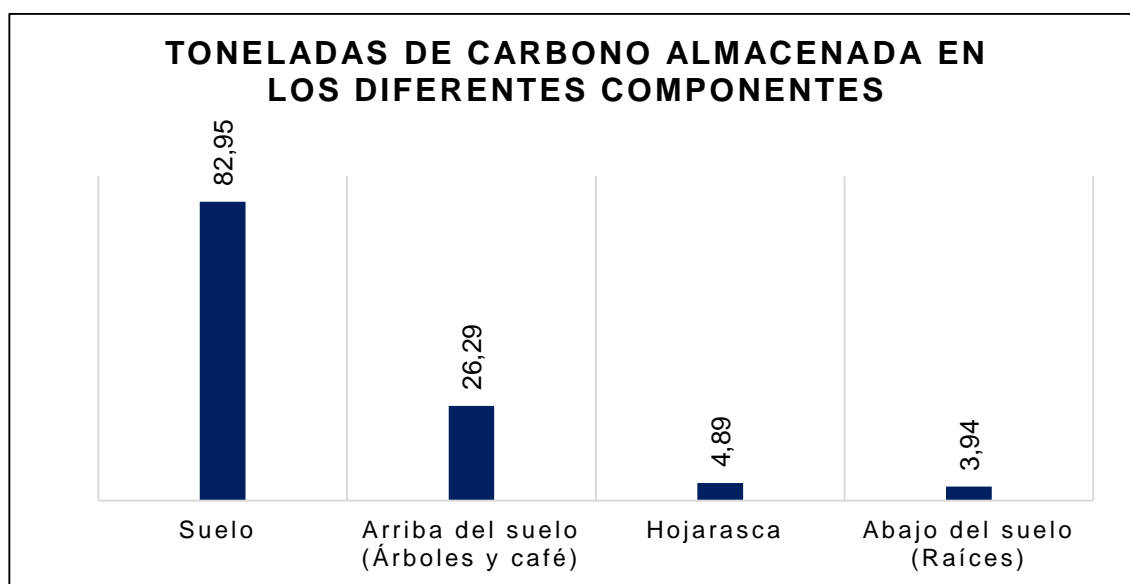
| Parcela de muestreo (PM)                 | Suelo        | Arriba del suelo |             | Bajo el suelo | Hojarasca   |
|--|--------------|------------------|-------------|---------------|-------------|
|  |              | Árboles          | Café        | Raíces        |             |
| PM 1                                     | 133.58       | 55.83            | 2.69        | 8.78          | 5.04        |
| PM 2                                     | 76.15        | 57.44            | 1.79        | 8.88          | 4.31        |
| PM 3                                     | 77.77        | 1.33             | 1.23        | 0.38          | 3.22        |
| PM 4                                     | 55.22        | 20.10            | 1.51        | 3.24          | 3.97        |
| PM 5                                     | 87.52        | 26.98            | 1.90        | 4.33          | 4.00        |
| PM 6                                     | 105.85       | 8.13             | 1.92        | 1.51          | 6.03        |
| PM 7                                     | 48.08        | 25.43            | 1.80        | 4.08          | 6.46        |
| PM 8                                     | 107.06       | 10.24            | 1.74        | 1.80          | 5.61        |
| PM 9                                     | 60.93        | 21.88            | 2.41        | 3.64          | 4.76        |
| PM 10                                    | 77.29        | 16.35            | 2.18        | 2.78          | 5.43        |
| <b>Carbono almacenado en la finca/Ha</b> | <b>82.95</b> | <b>24.37</b>     | <b>1.92</b> | <b>3.94</b>   | <b>4.89</b> |

Fuente: El autor

En el cuadro V se observan las toneladas de carbono almacenadas en cada una de las parcelas analizadas y en los diferentes componentes evaluados, las

parcelas uno y dos mostraron los mayores resultados, esto debido a que los árboles de estos lotes son plantaciones viejas con diámetros grandes que alcanzaron hasta 89 centímetros de DAP, además fueron los que obtuvieron las mayores densidades de árboles de sombra.

La figura 5 indica que el componente que almacena más carbono en el sistema agroforestal es el suelo con 82.95 Ton C Ha<sup>-1</sup> (70.2%); seguidamente el carbono arriba del suelo (árboles y cultivo) con 26.29 Ton C Ha<sup>-1</sup> (22.3%), la hojarasca con 4.89 Ton C Ha<sup>-1</sup> (4.2%) y el sistema radicular o carbono bajo el suelo con un promedio de 3.94 Ton C Ha<sup>-1</sup> (3.3%). La cantidad de carbono almacenada en cada uno de estos componentes está determinada por las condiciones del suelo, manejo del agroecosistema, tipo de cultivo y especie arbórea que se esté utilizando (Montagnini y Nair 2004)



**Figura 5. Carbono almacenado por hectárea en los diferentes componentes del agroecosistema cafetalero, finca Don Vicente, Renacimiento, 2017.**

El valor promedio estimado de almacenamiento de carbono en la finca Don Vicente es de 118.07 Toneladas por hectárea, superior a los valores registrados por Salgado (2010) para sistemas agroforestales de café bajo sombra, donde concluye que estos sistemas tienen capacidad de almacenar entre 50 y 70 Toneladas de carbono por hectárea.

De acuerdo a Jaramillo (2008), la cantidad carbono almacenada en los sistemas agroforestales de café bajo sombra en la región de Boquete es de aproximadamente 170 Ton C Ha<sup>-1</sup>, valor que se asemeja a los resultados publicados por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario en el 2011, en el estudio de Caracterización de los Sistemas Productivos de Café en Tierras Altas de Chiriquí en el que se determinó que el almacenamiento promedio de carbono en las fincas cafetaleras es de 152 Ton C Ha<sup>-1</sup>.

El total de carbono capturado en la Finca Don Vicente es de 3 258. 7 Toneladas, incluyendo únicamente la parte de café bajo sombra (27.6 hectáreas). Estos resultados indican el alto potencial que tiene la finca para la captura de carbono y futuras ventas de bonos de carbono como un servicio ambiental. Por su parte Soto (2000) indica que la renovación de la sombra y el aumento en la densidad de los árboles, incrementa el carbono que puede ser capturado y por ende los beneficios económicos generados por pagos de servicios ambientales. Sin embargo, es importante diseñar el sistema de tal manera que mantenga un nivel de sombra adecuado en el cafetal 35 - 45% con el fin de mantener los niveles adecuados de producción.

### **4.2.3. Conservación del recurso hídrico**

La gestión integrada del recurso hídrico en la caficultura hace referencia a la conservación y uso racional de este preciado líquido en la zona cafetalera y comprende el manejo adecuado de las aguas superficiales y subterráneas, involucrando aspectos ecológicos y prácticas sostenibles de prevención de la contaminación y conservación del recurso.

La finca cafetalera Don Vicente, consciente de la necesidad de conservar el recurso hídrico ha instalado un sistema de captación de agua lluvia con capacidad de reserva de 1 000 galones de agua que son utilizados durante las actividades de beneficiado.

En los indicadores de conservación de recurso hídrico, se identificaron tres fuentes de aguas superficiales permanentes (quebraditas), con nacientes dentro de la misma finca (ver anexo VI, mapa 1); además se analizaron las acciones de protección y manejo de las aguas contaminadas que se describen a continuación:

#### **4.2.3.1. Protección de las fuentes de aguas**

Se evaluó si existían evidencias de siembras de vegetación para proteger las fuentes de aguas, dando como resultado que el 45 por ciento de las fuentes de aguas que posee la finca se encuentran protegidas y además cumplen con los parámetros RAS de protección. Por otro lado, el 55 por ciento se mantiene con una vegetación protectora deficiente compuesta básicamente de las especies (*Musa spp.*, *xanthosoma spp.*) la misma además incumple con los parámetros establecidos en la norma de la Red de Agricultura Sostenible.

#### **4.2.3.2. Manejo de las aguas contaminadas**

Este indicador incluyó la evaluación de las acciones de manejo en las aguas mieles producto del proceso de beneficiado del café y aquellas generadas durante el lavado de equipos utilizados en la aplicación de agroquímicos.

Las aguas residuales generadas en el beneficiado de café en la finca Don Vicente, son conducidas por medio de tuberías y gravedad a dos tinajas, para su posterior filtración hacia aguas subterráneas; dichas tinajas anualmente reciben mantenimiento de limpieza y remoción del material orgánico sedimentado, el cual es trasladado a las parcelas de producción de café.

Según la encuesta aplicada a los empleados claves dentro de la finca, los equipos de fumigación (Bombas, envases, tanques, etc.) son lavados en sitios con bajo riesgo de contaminación para ecosistemas acuáticos o que afecten la salud de los empleados o familias.

Una pequeña fuente de contaminación de las aguas encontrada durante la evaluación fue el lixiviado que se produce en el patio de acumulación de la broza. Sin embargo, es importante destacar que este foco de contaminación posee un impacto ambiental poco significativo y que se puede mejorar rápidamente a través de recomendaciones sencillas.

Estos resultados coinciden con los mencionados por (Mendoza, 2011), donde concluye que la mayor parte de los productores de café en Costa Rica que cuentan con beneficio no realizan tratamiento a las aguas mieles y solamente son filtradas o esparcidas en los campos de producción. Por otro lado, el Centro Nacional de

Investigación de Café en Colombia (CENICAFE), destaca la urgente necesidad de implementar sistemas de tratamientos de aguas residuales en la caficultura; realizar un monitoreo constante de la calidad de las aguas, para garantizar la salud de los ecosistemas naturales y lograr una agricultura más sostenible.

#### **4.2.4. Conservación de suelos**

La finca cafetalera Don Vicente se caracteriza por tener zonas de laderas con fuertes pendientes (35-75 por ciento), donde la conservación de los suelos se convierte en una valiosa herramienta para lograr uno de los objetivos de la agricultura sostenible “mejorar y mantener la capacidad de los suelos para sostener la actividad agrícola a largo plazo”.

En los indicadores de conservación de suelos en la finca se buscó identificar las evidencias de erosión, las prácticas de conservación de suelos y las características de la fertilización de los suelos obteniendo los siguientes resultados:

##### **4.2.4.1. Fertilización del café**

Los resultados de la encuesta realizada al propietario y a los empleados indica que la fertilización del café en la finca se realiza dos veces al año en la mayoría de los lotes, y de tres a cuatro veces para los lotes de cafés especiales. Se utiliza el análisis de suelo como una herramienta para tomar las decisiones de fertilización (cantidad y frecuencia). Al momento de realizar la labor los empleados incorporan el fertilizante a unos 10 centímetros de distancia del arbusto de café en la parte superior de la pendiente y en lo posible formando una media luna, de

tal modo que el fertilizante sea acarreado hasta las raíces absorbentes de la planta y este pueda ser aprovechado. Además, se utiliza este método como una práctica conservacionista para evitar la lixiviación de nutrientes y prevenir los impactos negativos que esto puede causar.

Los fertilizantes más comunes utilizados en la finca don Vicente es completo (12-24-12), el Nutrical (calcio y nitrógeno), Nitroboro (Nitrógeno y boro) y el Fitobolic (fertilizante foliar).

Adicionalmente el propietario de la finca mencionó que cada vez que sea posible se le da prioridad a la fertilización orgánica, utilizando los residuos orgánicos generados en la finca.

#### **4.2.4.2. Incidencia de erosión**

Este indicador se avaluó cualitativamente debido a la complejidad y el tiempo que requiere hacer este tipo de medición. Se logró recorrer la finca a detalle identificando pequeños deslizamientos, acumulaciones de sedimentos y las zonas más propensas a la erosión.

La incidencia de erosión en la finca Don Vicente es baja, ya que no se encontraron rasgos significativos dentro de esta unidad productiva, resultados que se le atribuyen a la buena cobertura que tienen los suelos en la finca, al sistema agroforestal, la capa de hojarasca, el tipo de siembra (en contorno), entre otros. Sin embargo, es importante mencionar que se pueden realizar acciones de mejora para disminuir la erosión existente; por ejemplo, el anexo V en la figura V,3 muestra un pequeño deslizamiento ubicado entre la división de los lotes ocho -

nueve y la figura V,4 que muestra una pequeña acumulación de sedimento generada de las áreas adyacentes al camino vehicular que se encuentra dentro del lote tres.

#### **4.2.4.3. Prácticas de conservación de suelo**

Las prácticas de conservación de suelo buscan disminuir o anular el efecto de los factores que favorecen la erosión, por ejemplo, amortizar la energía del golpe de las gotas de lluvia, disminuir la velocidad de las aguas de escorrentía y mantener la estructura de los suelos. Las principales prácticas que se realizan en la finca para la conservación de este recurso son:

**La siembra de cultivo en contorno**, se utiliza como parte de las prácticas agronómicas más tradicionales que contribuyen a prevenir los riesgos de erosión en la finca. Del total de los nueve lotes que tiene la finca dos (22 por ciento) no cuentan con esta importante práctica (lote seis y ocho) por lo tanto es importante considerarlo dentro de las acciones de mejora.

**Cobertura de suelo**, el control de malezas en la finca se realiza por medios mecánicos (chapia) y se evita el uso de herbicidas para garantizar la existencia de la vegetación protectora en el suelo y así evitar que las gotas de lluvia impacten directamente con el suelo aumentando el riesgo de erosión.

**Incorporación de materia orgánica al suelo**, la finca garantiza de retorno de los residuos orgánicos a las plantaciones como una medida para mejorar la fertilidad y la estructura de los suelos suelo reduciendo también los costos de fertilización.

En la finca no se identificaron obras de conservación de suelos que permitieran captar o disipar las aguas de escorrentía generada en los lotes de producción, por lo que es necesario implementar algunos métodos sencillos para prevenir la erosión y conservar los suelos como capital fundamental para la agricultura.

#### **4.2.5. Manejo integrado de desechos**

El manejo integrado de los desechos generados en la finca durante los diferentes procesos de producción, es una de las buenas prácticas agrícolas fundamentales para lograr el desarrollo sostenible en agricultura.

##### **4.2.5.1. Manejo de desechos orgánicos**

Se identificó que la principal fuente de desechos orgánicos en la finca Don Vicente se produce durante el beneficiado del café, donde se generan grandes acumulaciones de pulpa de café (broza); cantidades que varían cada año dependiendo de la producción. Para evitar focos de contaminación, los empleados de la finca trasladan este desecho y lo esparcen entre las calles de los cafetos, donde se descomponen con el tiempo. Estos resultados coinciden con los mencionados por Mendoza (2011), donde indica que esta es una práctica usual en las fincas certificadas en Costa Rica.

##### **4.2.5.2. Manejo de residuos sólidos**

De acuerdo a una entrevista realizada al propietario y algunos empleados de la finca, no se realiza un manejo apropiado a los desechos sólidos, sobre todo

aquellos generados en los campamentos familiares (figura V, 5). No se cuenta con un plan de manejo escrito que permita, manejar, clasificar, reducir, reutilizar y medir estos tipos de desechos.

Las practicas más comunes planteadas por algunos entrevistados es la quema de plásticos, y el amontonamiento de basura en huecos dentro de la finca, prácticas que están prohibida por las normas de la red de agricultura sostenible.

#### **4.2.6. Salud, seguridad y bienestar laboral**

Teniendo en cuenta que la caficultura es una de las actividades agrícolas que requiere de una cantidad importante de mano de obra; y conscientes de que los sistemas de certificación requerirían no solo de prácticas ambientales sostenibles si no también prácticas laborales responsables; se evaluaron cinco indicadores relacionados a la salud, seguridad y el bienestar laboral de los empleados de la finca, obteniéndose los siguientes resultados:

Durante la evaluación realizada en la finca Don Vicente se determinó que la misma no cuenta con un plan de seguridad ocupacional que permita identificar, minimizar o eliminar los riesgos ocupacionales de los trabajadores.

##### **4.2.6.1. Uso de equipo de protección personal y capacitaciones**

De acuerdo a los resultados de la encuesta aplicada a los trabadores de la Finca Don Vicente, no se utiliza equipo de protección personal (EPP) durante las aplicaciones de plaguicidas en los cafetales; práctica que puede representar un

peligro a la salud de los empleados de la finca. Uno de los empleados (encargado de las actividades del beneficio), detalló en una entrevista que durante los procesos de beneficiado del café los colaboradores utilizan cascos y guantes como una medida de seguridad para evitar accidentes en esta actividad.

Los empleados de la finca durante la entrevista aseguraron no haber recibido ningún tipo de capacitación en relación al uso adecuado de los equipos de protección personal, prevención y mitigación de riesgos durante la formulación de los plaguicidas y procedimientos para la atención de emergencias en casos de intoxicaciones causadas por agroquímicos.

#### **4.2.6.2. Señalizaciones de seguridad**

Este indicador se evaluó específicamente dentro de las instalaciones utilizadas para el beneficiado del café (Beneficio), dando como resultado que la falta de señalizaciones de seguridad es evidente, no se encontraron señales de obligaciones, advertencias, evacuación, etc.

Según la Red de Agricultura Sostenible (2017), la implementación de un sistema de señalización permite mejorar las condiciones y medio ambiente de trabajo, para la prevención de accidentes y enfermedades profesionales. Por otra parte, Farfán (2011) considera que las señalizaciones de seguridad en los beneficios es una de las buenas prácticas agrícolas en la caficultura y que además, es un aspecto clave para la aprobación de las auditorias de certificaciones.

#### **4.2.6.3. Equipo de primeros auxilios**

A través del recorrido por las instalaciones de procesamiento (Beneficio), se determinó que no existe equipo de primeros auxilios, que permita tener acceso para prestar una primera asistencia en caso de accidentes de trabajo o cualquiera eventualidad que requiera ser atendida dentro de la finca. Según la encuesta aplicada a los empleados de campo no se les ha proporcionado un botiquín de primeros auxilios que les permita atender cualquier emergencia, además indicaron no haber recibido ningún tipo de capacitación sobre la asistencia en caso de primeros auxilios.

#### **4.2.6.4. Equipo de control de incendios**

En las instalaciones de procesamiento que se encuentran dentro de la finca (beneficio), según el recorrido de verificación se determinó que cuentan con el equipo adecuado para el control de incendio (extintores, ver figura V, 6), que además cumplen con otros requisitos, así como: altura, accesibilidad, visibilidad, cantidad, otros.

Según la entrevista realizada al empleado encargado del beneficio, se pudo conocer que se han realizado capacitaciones sobre la utilización de extintores y los procedimientos necesarios para este tipo de emergencia. Sin embargo, no están documentados dichos procedimientos, por lo que se debe de tomar en consideración al momento de desarrollar un plan de seguridad ocupacional.

#### **4.2.6.5. Salario acorde y aspectos laborales**

La finca maneja un total de siete colaboradores, de los cuales cuatro son permanentes y tres son de tiempo parcial, todos mayores de edad. El empleador (propietario de la finca) cumple con todas sus obligaciones laborales con respecto al tema de salario acorde y contrataciones.

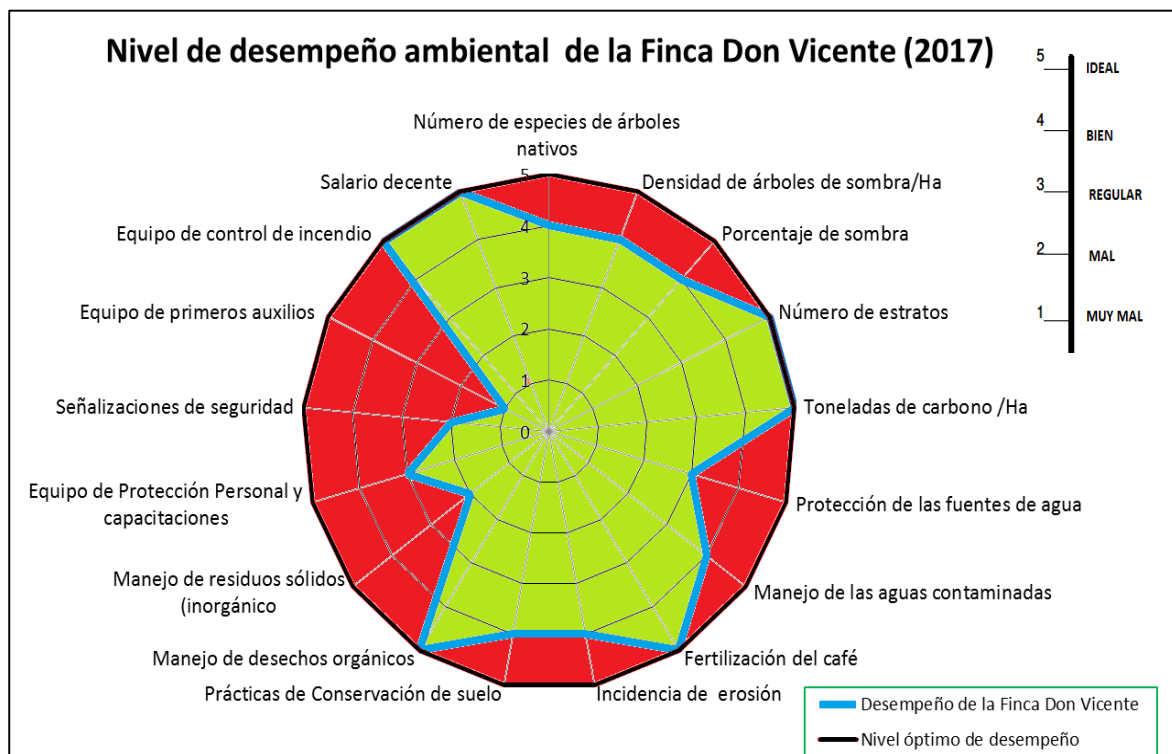
A todos los empleados se les paga un salario mínimo promedio de 1.46 balboas por hora, cantidad que varía desde 1.30 hasta 1.75 dependiendo de las funciones de cada uno, cumpliéndose así con los montos establecidos por la legislación nacional vigente para este tipo de actividad (Decreto Ejecutivo N° 293 de 2015). En la finca se trabaja seis días a la semana, ocho horas por día y cada trabajador goza de sus respectivas vacaciones remuneradas.

#### **4.3. Desempeño ambiental y puntos críticos de la finca Don Vicente**

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos durante la investigación, los 17 indicadores fueron evaluados de forma integral a través de un gráfico tipo radar, así como lo recomiendan Sarandón y Flores (2006) para estos tipos de evaluación.

La figura 6 representa con una visión holística el comportamiento o desempeño de cada uno de los indicadores evaluados en la finca Don Vicente. Se puede apreciar la situación actual de la finca (línea azul) versus una situación ideal (línea

negra). Los valores asignados a cada uno de los indicadores y las características de dicho valor se encuentran contenidos en el anexo I. La zona de color rojo comprendida entre el valor ideal y el valor obtenido en la finca representa los puntos críticos de manejo que atentan o comprometen la sostenibilidad del agroecosistema cafetalero.



**Figura 6. Representación gráfica del desempeño ambiental de la finca cafetalera Don Vicente, 2017.**

Al evaluar de forma integrada los indicadores de la unidad productiva, se pudo evidenciar un bajo nivel de desempeño (puntos más alejados del borde) en los indicadores relacionados con la salud y la seguridad ocupacional, por ejemplo: equipo de primeros auxilios, equipo de protección personal y señalizaciones de seguridad; otros indicadores que mostraron nivel de desempeño regular fueron el manejo de los residuos sólidos y la protección de las fuentes de aguas. Estos

resultados se le atribuyen a la falta de capacitaciones a los empleados y el bajo nivel de implementación de prácticas de seguridad laboral enfocadas a la prevención de riesgos, entre otras.

De la misma manera se identificó un adecuado nivel de desempeño en los indicadores número de estratos, servicio ambiental de captura de carbono, fertilización del café, manejo de los desechos orgánicos, equipo de control de incendio y salario decente. Lo que indica que esta unidad de producción ya ha estado trabajando sobre algunos aspectos de importancia agroecológica y ambiental que forman parte de los criterios básicos para lograr la sostenibilidad.

Otros indicadores como la diversidad de especies nativas, densidad de árboles, porcentaje de sombra, manejo de las aguas contaminadas, incidencia de erosión y prácticas de conservación de suelos, mostraron tener un avance importante para llegar al nivel adecuado, por lo que se requiere de una intervención baja sobre estos aspectos.

#### **4.4. Evaluación de los indicadores de acuerdo al nivel de desempeño**

El cuadro VI muestra la evaluación cualitativa de los 17 indicadores que se utilizaron para conocer el desempeño ambiental de la Finca Don Vicente. Se determinó que seis de los 17 indicadores fueron evaluados con un desempeño ideal, seis con buen desempeño, dos con un desempeño regular, dos con mal desempeño y uno de los indicadores fue evaluado como muy malo.

**CUADRO VI. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS INDICADORES DE ACUERDO AL NIVEL DE DESEMPEÑO, FINCA DON VICENTE, RENACIMIENTO, SANTA CLARA, 2017.**

| Aspectos a evaluar                   | Indicadores                                       | Desempeño actual de la finca                                   | Evaluación |
|--------------------------------------|---|--|------------|
| Componente agroforestal              | Número de árboles ha <sup>-1</sup>                | 51 árboles ha <sup>-1</sup>                                    | BUENO      |
|                                      | Número de especies de árboles nativos.            | 11 especies de árboles nativos                                 | BUENO      |
|                                      | Porcentaje de sombra                              | 34.7 por ciento  | BUENO      |
|                                      | Número de estratos de sombra                      | Dos estratos   | IDEAL      |
| Carbono Fijado                       | Toneladas de carbono ha <sup>-1</sup> del sistema | 118.07 Toneladas de carbono ha <sup>-1</sup>                   | IDEAL      |
| Conservación del recurso hídrico     | Protección de las fuentes de agua                 | Moderado cumplimiento de los parámetros RAS.                   | REGULAR    |
|                                      | Manejo de la contaminación del agua               | La mayoría de las aguas son tratadas adecuadamente.            | BUENO      |
| Conservación de suelos               | Incidencia de erosión                             | Baja incidencia  | BUENO      |
|                                      | Fertilización del café                            | Se aplica la dosis y la frecuencia adecuada.                   | IDEAL      |
|                                      | Prácticas de Conservación de suelo (PCS)          | Utiliza algunas PCS y acciones de recuperación de suelo        | BUENO      |
| Manejo integrado de desechos         | Manejo de desechos orgánicos                      | Se manejan adecuadamente                                       | IDEAL      |
|                                      | Manejo de residuos sólidos                        | Se manejan inadecuadamente                                     | MALO       |
| Salud, Seguridad y bienestar laboral | Uso del Equipo de Protección Personal             | Solo se proporciona en algunas actividades.                    | REGULAR    |
|                                      | Señalizaciones de seguridad                       | El sistema de señalización es deficiente                       | MALO       |
|                                      | Equipo de primeros auxilios                       | No cuenta con el equipo y no capacita el personal.             | MUY MALA   |
|                                      | Equipo de control de Incendios                    | Cuenta con el equipo y capacita al personal                    | IDEAL      |
|                                      | Salario mínimo y aspectos laborales               | Paga salario mínimo y cumple con los demás aspectos laborales. | IDEAL      |

Fuente: El autor

#### 4.5. Plan de mejoramiento de la finca Don Vicente

Según la Red de agricultura Sostenible, el plan de mejoras es un documento sistemático en el cual se detallan las actividades y tareas necesarias que se realizarán para mejorar los aspectos críticos encontrados durante la evaluación o diagnóstico de la finca. Su principal objetivo es proporcionar una herramienta a la administración de la finca que permita planificar una serie de actividades necesarias para mejorar su nivel de desempeño.

**CUADRO N° VII. PLAN DE MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA FINCA DON VICENTE, RENACIMIENTO, SANTA CLARA, 2017.**

| Indicadores críticos de la unidad productiva | Actividades y acciones de mejora   | Objetivo de la mejora   | Recomendaciones y sugerencias  | Responsable   |
|--|--|---|--|---------------|
| Equipo de primeros auxilios                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprar un botiquín de primeros auxilios.</li> <li>• Capacitar a los empleados sobre el uso del botiquín y procedimientos en caso de emergencias.</li> <li>• Ubicar el equipo en un lugar visible y accesible para todos los trabajadores.</li> </ul> | Contar con adecuados elementos y recursos para garantizar la protección de los empleados de la finca en caso de accidentes o lesiones y brindar los primeros auxilios de ser necesario. | <p>Actualizar frecuentemente la lista de medicamentos y elementos esenciales para dar los primeros auxilios.</p> <p>Tener disponibles manuales de procedimientos y dosificaciones en caso de utilizar este equipo.</p> | Administrador |

|                               |   |  |  |                           |
|-------------------------------|---|--|--|---------------------------|
| Señalizaciones de seguridad   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar un sistema de señalización en las infraestructuras del beneficio (advertencias, obligaciones, evacuación, otras)</li> </ul>  | Llamar rápidamente la atención sobre una situación o peligro, haciendo que las personas reaccionen de forma preventiva.                    | Se recomienda utilizar como guía la Norma de seguridad y señalizaciones de la ACP,   | Administrador             |
| Manejo de residuos solidos    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un programa de manejo integrado de desechos sólidos.</li> <li>• Evitar los botaderos y la incineración de basura dentro de la finca.</li> <li>• Capacitar a los empleados y sus familias en reducir, reutilizar y reciclar.</li> <li>• Implementar el uso de tubetes de germinación como una medida para reducir el uso de bolsas plásticas en la finca.</li> </ul> | Evitar los impactos negativos al ambiente y garantizar que los empleados y familiares colaboren con el orden y el aseo dentro de la finca. | Ubicar tanques de recolección de basura en áreas estratégicas dentro de la finca e incluirlos en el programa de manejo integrado de desechos. Evitar la quema de basuras dentro de la finca, de no ser posible diseñar un incinerador para disminuir los impactos negativos. (ver modelo en la figura V,1) | Administrador y empleados |
| Equipo de protección personal | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar un programa de salud y seguridad ocupacional, haciendo énfasis en el uso de equipos de protección personal.</li> </ul>   | Identificar, minimizar o eliminar los riesgos ocupacionales causados por la falta de implementación de                                     | Se recomienda utilizar la guía técnica para la prevención de los riesgos profesionales en las actividades de la agricultura.   | Administrador y empleados |

|                                    |  |  |  |                           |
|------------------------------------|--|--|--|---------------------------|
|                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar un programa permanente de capacitación, diseñado para facilitar el aprendizaje a los trabajadores.</li> </ul>   | equipos de protección personal.  | Capacitar a los empleados sobre la importancia del uso de los equipos de protección laboral.   |                           |
| Prácticas de conservación de suelo | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecutar un programa de prevención y control de erosión en la finca.</li> <li>Incluir en el programa el uso de barreras vivas y corredores biológicos.</li> </ul>       | Garantizar la conservación del suelo, como recurso fundamental para el desarrollo de la agricultura. | Para barreras vivas utilizar especies como vetiver, caña india, hierba de limón. Para los corredores biológicos se recomienda el uso de cítricos. Ver modelo en el mapa de conservación de suelos y aguas. | Administrador y empleados |
| Incidencia de erosión              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecutar acciones de monitoreo continuo en zonas más vulnerables a la erosión e incorporarlas en el programa de prevención y control de erosión de la finca.</li> </ul> | Evitar las pérdidas de suelo en las zonas más vulnerables a causa de la erosión.                     | Se recomienda hacer recorridos temporales para identificar acumulación de sedimento, cárcavas, derrumbes, canalículos. Las áreas más propensas en la finca, identificadas en esta investigación se         | Administrador y empleados |

|                                   |   |   |   |                           |
|-----------------------------------|---|---|---|---------------------------|
|                                   |   |   | encuentran en el mapa de conservación de suelos y aguas.  |                           |
| Protección de las fuentes de agua | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar un programa de restauración de la vegetación protectora de las fuentes de agua.</li> <li>• Registrar el consumo de agua en las diferentes actividades de la finca (beneficiado, fumigación, consumo humano, otros)</li> </ul>   | Proteger las fuentes de aguas de la finca para garantizar su existencia, sobre todo en la época seca.   | Se recomienda la utilización de especies como Espavé ( <i>Anacardium excelsum</i> ), Guabino ( <i>Pithecelobium longifolius</i> )<br>La vegetación protectora debe de tener como mínimo cinco metros a cada lado de la fuente de agua (ver mapa 3). | Administrador y empleados |
| Manejo de las aguas contaminadas  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar un programa de monitoreo continuo de calidad de las aguas mieles para verificar el cumplimiento de acuerdo a la normativa nacional.</li> <li>• Implementar acciones para evitar la generación de lixiviados generados en el patio de acumulación de broza.</li> </ul> | Verificar y garantizar que no se están contaminando las capas de aguas subterráneas dentro de la finca. | La normativa nacional vigente para comparaciones es el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000   | Administrador y empleados |

|                               |  |   |   |                           |
|-------------------------------|--|---|---|---------------------------|
| Porcentaje de sombra          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar un programa de regulación de sombrero, a través de las podas frecuentes e incorporación de árboles de sombra.</li> <li>• Realizar monitoreos periódicos del porcentaje de sombra en los diferentes lotes de producción.</li> </ul> | Mantener niveles adecuados de sombrero en los diferentes lotes del cafetal.   | Diferentes autores recomiendan que los niveles más adecuados de sombrero para plantaciones de café se encuentran entre 35 a 45 %, siendo 40% el valor mínimo recomendado por la Red de agricultura Sostenible (RAS) | Administrador y empleados |
| Densidad de árboles de sombra | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la densidad de árboles de sombra, a través de la siembra, sobre todo en los lotes con menor cantidad de árboles (lote cuatro; uno y nueve)</li> <li>• Sembrar especies de estratos bajo o medio.</li> </ul>                        | Alcanzar los niveles más adecuados de densidad de árboles de sombra que permitan mantener niveles de sombrero adecuado y que aporten otros servicios ambientales al agroecosistema. | Sembrar los árboles aproximadamente a 12 metros de distancia uno de otro, manteniendo densidades entre 60 y 70 árboles por hectárea.<br>Consultar el anexo IV para ver densidades actuales por lote.                | Administrador y empleados |
| Número de especies nativas    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificar la finca mediante la siembra de especies nativas que no se encuentren en la finca.</li> </ul>  | Aumentar la diversidad de especies nativas en la finca.   | Utilizar árboles frutales y de alta importancia ecológica.  | Administrador y empleados |

Fuente: El autor

## 5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, se acepta la hipótesis de investigación que indica que la evaluación de los indicadores agroambientales en la Finca Don Vicente permitiría la elaboración de un plan de mejoramiento continuo.

Los criterios e indicadores seleccionados para evaluar y comparar el desempeño agroambiental de la Finca Don Vicente permitieron conocer el estado actual de esta unidad productiva, logrando determinar sus debilidades y fortalezas.

Dentro del componente agroforestal se pudo determinar la presencia de 12 especies de plantas leñosas que interactúan en el cafetal, la densidad de árboles de sombra en la finca resultó ser de 51 individuos  $\text{Ha}^{-1}$ . Se determinó el porcentaje promedio de sombra en cada uno de los lotes, siendo los lotes nueve; cuatro y cinco los que presentaron los valores más bajos; el promedio general calculado para la finca fue de 34.7 % valor muy cercano a los rangos recomendados por la mayoría de las investigaciones de este tipo (35-45%). El sistema agroforestal está compuesto por dos estratos bajo y alto por lo que se considera multiestrato.

En cuanto al servicio ambiental de captura de carbono se determinó que la fijación de carbono en la finca Don Vicente (área de producción de café), es de 118.07 Toneladas de Carbono  $\text{Ha}^{-1}$

Los indicadores relacionados a la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores, mostraron tener un nivel de desempeño muy bajo con respecto a los demás

aspectos evaluados dentro de la finca; lo que sugiere implementar una serie de estrategias que estén enmarcadas a mejorar estas situaciones de bajo desempeño dentro de la unidad productiva.

Un mejor manejo de los recursos suelo y agua, mediante la integración de prácticas de conservación y protección de los suelos y las fuentes hídricas puede mejorar la sostenibilidad de la actividad cafetalera en la finca Don Vicente.

El plan de mejoramiento continuo generado en la investigación se convertiría en herramienta de planificación y mejora de las actividades que se llevan a cabo dentro de la Finca Don Vicente.

## 6. RECOMENDACIONES

Se recomienda replicar este tipo de evaluación temporalmente en la finca, para verificar que se estén realizando las mejoras correspondientes para mejorar el nivel de desempeño en esta unidad productivo.

Se sugiere realizar este tipo de investigación en otras fincas cafetaleras, sobre todo en aquellas que cuentan con certificación ya sea ecológica, orgánica o sostenible, con el objetivo de comparar los resultados con las fincas tradicionales.

Continuar con la fase de implementación de las acciones planteadas anteriormente en el plan de mejoramiento de la finca, donde se han identificado los puntos críticos que requieren de la implementación de algunas prácticas para mejorar el nivel de desempeño ambiental de la finca.

Considerar análisis biométricos cuando se realicen otras investigaciones para comparar las diferencias entre las fincas tradicionales no certificadas y aquellas que cuentan con algún tipo de certificación.

Buscar nuevas herramientas y metodologías de medición para determinar el nivel de desempeño de los agroecosistemas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

**Acevedo A. 2009.** ¿Cómo evaluar el nivel de sostenibilidad de un programa agroecológico?. (en línea). Bogotá. Colombia. 72 p. consultado 8 ene 2017.

Disponible en:

<http://www.udla.edu.co/documentos/docs/Programas%20Acevedo.pdf>

**Altieri, M; Nicholls, C. 2000.** Teoría y práctica para una agricultura sustentable. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1° ed. (en línea). Loma de Virreyes. Mexico. 257 p. consultado 25 de ene 2017. Disponible en: <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>.

**Altieri, M; Toledo, M. 2011.** La Revolución Agroecológica de América Latina. Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. 41 p. ILSA. Bogotá. Colombia.

**ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 2013.** Variedades de café resistentes a la roya. Costa Rica. (en línea). El Cafetal, la revista del caficultor. Consultado 14 ene 2017. Disponible en: [http://www.anacafe.org/glifos/images/c/c2/2013\\_36\\_El\\_Cafetal.pdf](http://www.anacafe.org/glifos/images/c/c2/2013_36_El_Cafetal.pdf)

**Aranda, J. 2013.** Guía de buenas prácticas para café sustentable. Mejores prácticas para la producción de café en el estado de Oaxaca con enfoque a mitigación del cambio climático. (USAID) Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Oaxaca. Mexico. 120 p.

**Beer, J. et al. 2003.** Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. Editores Cordero, J. y Boshier, H. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. 1079 p.

**Bolaños, R; Watson, V; Tosi, J. 2005.** Mapa ecológico de Costa Rica (Zonas de Vida), según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge), Escala 1:750 000. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.

**Brown, J. 1996.** Biomass estimation for tropical forest with applications to forest inventory data. Citado en Manual de Monitoreo de carbono en Sistemas agroforestales (Delgadillo, M; Quechulpa, S. 2006) 43p.

**Castellanos, E; Quilo, A; Pons, D. 2010.** Estudio de línea base de carbono en cafetales. Universidad del valle de Guatemala. 48 p.

**CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2008.** Propuesta metodológica para la evaluación de servicios ambientales. (en línea). Costa Rica. 17 p. consultado 5 ene 2017. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11528e/A11528e.pdf>

**Código de trabajo. Ley 44 de 1995.** Título I. Higiene y seguridad en el trabajo. Panamá. 12 ago.

**Corrales, E. 2003.** Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos. IER (Instituto de Estudios Rurales). (en línea). Bogotá. Colombia. 49 p. Consultado 20 de ene 2017. Disponible en: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102706/AVA\\_20142/Lecturas/cuaderno\\_no5.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102706/AVA_20142/Lecturas/cuaderno_no5.pdf)

**Decreto ley N° 35 de 1966.** Por el cual se reglamenta el uso de las aguas en la República de Panamá. Panamá. 22 sep.

**Duaber, E. 1995.** Guía Práctica y Teórica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento. Santa Cruz. Bolivia. 24 p. USAID. Proyecto BOLFOR. Documento técnico.

**ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica, Panamá). 2016.** Datos históricos (en línea). Consultado 21 ene 2017. Disponible en: [http://www.hidromet.com.pa/datos\\_diarios.php](http://www.hidromet.com.pa/datos_diarios.php).

**FAO (Food and Agriculture Organization). 2001.** Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030: Informe resumido (en línea). Consultado 3 ene del 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y3557s/y3557s11.htm#TopOfPage>.

**FAO (Food and Agriculture Organization). 2012.** División de Protección Vegetal: Intensificación sostenible de la producción agrícola. (en línea). Consultado 17 ene 2017. Disponible en <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/spi/es/>.

**Farfán, F. 2014.** Agroforestería y sistemas agroforestales con café (en línea). Manizales, Colombia. 342 p. CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café). Consultado 10 ene 2017. Disponible en: [http://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa\\_y\\_sistemas\\_agroforestales\\_con\\_caf%C3%A9.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa_y_sistemas_agroforestales_con_caf%C3%A9.pdf)

**Fassbender, H. 1980.** Química de Suelo con énfasis en suelos de América Latina. San José. Costa Rica. 398 p.

**Fournier, L. 1996.** Fijación de carbono y diversidad biológica en el agroecosistema cafetero. Boletín PROMECAFE. (IICA). No. 71. 13 P.

**Gliessman, R. 2001.** Agroecology: Ecological processes in sustainable agricultura. (en línea). Turrialba. Costa Rica. 359 p. consultado 17 ene 2017. Disponible en: [https://books.google.com.pa/books?id=rnqan8BOVNAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.pa/books?id=rnqan8BOVNAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true)

**Hernández, H; Martínez, G. 2008.** Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. INECOL. México. 13 p.

**Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2006.** Metodología de la investigación. Enfoque cualitativo y cuantitativo de la investigación. Cuarta edición. México. 882 p.

**INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2016.** Cosecha de café en la República de Panamá año agrícola 2006/07-2015/16. (en línea). Panamá. Consultado 12 ene 2017. Disponible en: <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P7821Gr%C3%A1fica%201.pdf>

\_\_\_\_\_. **2016.** Hectáreas ocupadas con árboles de café en la República de Panamá. (en línea). Panamá. 2 p. consultado 20 ene 2017. Disponible en: <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P7821CUADRO%20312-07.pdf>

**Jaramillo, J. 2008.** Valoración de la captura de carbono, en los agroecosistemas cafetaleros de Boquete, en tres condiciones estructurales, café como monocultivo, bajo sombra arbórea en asocio con otros cultivos. Universidad de Panamá. Tesis de ingeniería. 85 p.

**Lezcano, J. 2011.** Empresa Don Vicente Coffee. Técnico en mercadeo agrícola. Informe de Practica Profesional. UNACHI (Universidad Autónoma de Chiriquí). Chiriquí. Panamá. 25p.

**MacDicken, K. 1997.** A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects. Winrock International Institute for Agricultural Development. 91 p.

**Martínez, R. 2004.** Fundamentos culturales, sociales y económicos de la agroecología. (en línea). Colombia. 140p. Consultado 19 ene 2017. Disponible en: <http://revistacienciassociales.ucr.ac.cr/wp-content/revistas/103-104/07-MARTINEZ-93-102.pdf>

**Mendoza, J. 2011.** Evaluación de servicios ambientales en sistemas agroforestales de café en fincas bajo diferentes tipos de certificación. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 109 p.

**MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). 2006.** Plan Estratégico de Café para zonas productoras de 1,000 m.s.n.m. en adelante 2007-2013. (en línea). Panamá. 39 p. consultado 25 ene 2017. Disponible en <http://www.mida.gob.pa/upload/documentos/plan-estrategic-de-cafe-de-tierras-altas-2007-2013%5B1%5D.pdf>

\_\_\_\_\_. **2011.** Caracterización del sistema productivo de café en tierras altas de la provincia de Chiriquí (en línea). Panamá. Consultado 6 ene 2017. Disponible en: [http://www.mida.gob.pa/upload/documentos/tierras\\_altas.pdf](http://www.mida.gob.pa/upload/documentos/tierras_altas.pdf)

**Moguel, P; Soto, L. s.f.** Tome café, tome conciencia: concepto, principios y ética de la cafeticultura sustentable. (en línea). 4 p. consultado 25 ene 2017. Disponible en <http://revistas.ecosur.mx/filesco/341.pdf>.

**Montagnini, F; Nair, P. 2004.** Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. Agroforestry systems 61. P 281-295

**RAS (Red de Agricultura Sostenible). 2016.** Norma para la agricultura sostenible. Para la producción agrícola y ganadera. Versión 2017. (en línea). Consultado 22 ene 2017. Disponible en [http://www.san.ag/biblioteca/docs/NormaRAS-2017-11\\_04.pdf](http://www.san.ag/biblioteca/docs/NormaRAS-2017-11_04.pdf)

**Salazar, N. 2011.** Diseño para desarrollar un proyecto piloto de la implementación de la norma de agricultura sostenible en INDUPALMA y las fincas de palma de aceite, con base en la Rainforest Alliance. Tesis Lic. Administración Ambiental. Santiago de cali. Colombia. 118 P.

**Salgado, J. 2010.** Fijación de carbono en biomasa aérea y rentabilidad financiera de sistemas agroforestales con café en Turrialba, Costa Rica y Masatepe, Nicaragua. Tesis Maestría, Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. CATIE, Turrialba. 250 p.

**Sarandón, S. 2002.** El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas. En Agroecología. El camino hacia una agricultura sostenible. Buenos Aires. Argentina. 414 p.

**Sarandón, S; Flores, C. 2009.** Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. (en línea). Buenos Aires. Argentina. 10 p. consultado 10 ene 2017. Disponible en file:///C:/Users/Einar/Downloads/117131-464431-1-PB%20(1).pdf

**Segura, M.1997.** Almacenamiento y fijación de carbono en *Quercus costaricensis*, en un bosque de altura en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis Lic. Heredia, Costa Rica, UNA. 127 p.

**Soto, P. 2001.** Aprovechamiento forestal y servicios ambientales en comunidades indígenas de Chiapas. Captura de Carbono. México. ECOSUR. 250 p.

**TOSI, J. 1971.** Inventariación y demostraciones forestales de Panamá: Zonas de vida, basado en la labor de Roma. FAO. 89 p. informe técnico 2.

**Virginio, E; Abarca, S. 2008.** Cafetales para servicios ecosistémicos, con énfasis en el potencial de sumideros de carbono. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (en línea). 61 p. Costa Rica. Informe Final. Consultado 16 ene 2017. Disponible en <http://www.coocafe.com/cafeforestal/docs/cafe-servicios-ecosist-co2.pdf>.

**Werner, L. 2009.** Standard Operating Procedure for Determining Canopy Closure using a Concave Spherical Densiometer – Model C for the Extensive Riparian Status and Trends Monitoring Program. Washington State Department of Ecology.

**WWF (WORLD WILD FUND). 2013.** Central América: Costa Rica and Western Panamá. (en línea). Consultado 3 ene 2017 <http://worldwildlife.org/ecoregions/nt0167>.

## 8. ANEXOS

### ANEXO N° I. ESCALA Y CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES

| <b>DIMENSIÓN: TÉCNICO-PRODUCTIVA</b>  |   |
|---|---|
| <b>Aspecto a evaluar: Componente agroforestal</b>   |   |
| <b>Indicador</b>  | <b>Escala y criterio de evaluación</b>                  |
| <b>Número de especies de árboles nativos</b><br><br><i>Referencia: Farfán 2014.</i>                   | 1. Muy bajo número de especies <3                       |
|   | 2. Bajo número de especies 3-6                          |
|   | 3. Moderado número de especies 7-9                      |
|   | 4. Regular número de especies 10-12                     |
|   | 5. Adecuado número de especies 12 o mas                 |
| <b>Densidad de árboles de sombra/Ha</b><br><br><i>Referencia: Farfán 2014</i>                         | 1. Muy baja densidad < 40 arboles                       |
|   | 2. Alta densidad de siembra > 70 árboles                |
|   | 3. Baja a muy baja densidad 40-50 árboles               |
|   | 4. Moderada densidad 50-60 árboles                      |
|   | 5. Adecuada densidad 60-70 árboles                      |
| <b>Porcentaje de sombra</b><br><br><i>Referencia: Farfán 2014 y RAS, 2016</i>                         | 1. Más de 60% o menos de 25 % de sombra                 |
|   | 2. 15% por encima del nivel adecuado                    |
|   | 3. Más del 15% por debajo del nivel adecuado            |
|   | 4. 15% por debajo del nivel adecuado                    |
|   | 5. Nivel adecuado de sombrío 40 %                       |
| <b>Número de estratos</b><br><br><i>Referencia: Farfán 2014</i>                                       | 1. Demasiado número de estratos >12                     |
|   | 2. Muy alto número de estratos 10-12                    |
|   | 3. Alto número de estratos 7-9                          |
|   | 4. Moderado número de estratos 5-6                      |
|   | 5. Adecuado número de estratos 1-4                      |
| <b>Número de podas/año</b><br><br><i>Referencia: Farfán 2014.</i>                                     | 1. 0 Ninguna regulación del sombrío                     |
|   | 2. 4 Exceso de regulación de sombrío                    |
|   | 3. 3 Alta regulación de sombrío                         |
|   | 4. 1 Baja regulación de sombrío                         |
|   | 5. 2 Adecuada regulación del sombrío                    |
| <b>DIMENSIÓN: AMBIENTAL</b>   |   |
| <b>Aspecto a evaluar: Fijación de carbono</b>   |   |
| <b>Toneladas de carbono /Ha del sistema agroforestal</b><br><br><i>Ref. Salgado 2010 y CATIE 2008</i> | 1. Menos de 10 Ton/Ha                                   |
|   | 2. Entre 10-20 Ton/Ha                                   |
|   | 3. Entre 20-30 Ton/Ha                                   |
|   | 4. Entre 30-40 Ton/Ha                                   |
|   | 5. De 50-60 Ton/Ha o más                                |
| <b>Aspecto a evaluar: Conservación del recurso hídrico</b>  |   |
| <b>Protección de las fuentes de agua</b><br><br><i>Referencia: RAS 2016</i>                           | 1. No cumple con los parámetros RAS                     |
|   | 2. Mínimo cumplimiento con los parámetros RAS           |
|   | 3. Moderado cumplimiento con los parámetros RAS         |
|   | 4. La mayoría de la finca cumple con los parámetros RAS |
|   | 5. Toda la finca cumple con los parámetros RAS          |

|  |   |
|--|---|
| <b>Manejo de las aguas contaminadas.</b><br><br><i>Referencia: RAS 2016</i>                      | 1. Se contaminan las aguas y no se realiza un manejo  |
|  | 2. Inadecuado manejo de las aguas contaminadas  |
|  | 3. Solo se manejan algunas aguas contaminadas   |
|  | 4. La mayoría de las aguas son tratadas adecuadamente   |
|  | 5. Las Aguas contaminadas son tratadas adecuadamente  |
| <b>Aspecto a evaluar: Conservación de suelos</b>   |   |
| <b>Fertilización del café</b><br><br><i>Referencia: Farfán 2014</i>                              | 1. No se fertiliza el café.   |
|  | 2. Se aplica cualquier dosis y sin análisis de suelo.   |
|  | 3. Se aplica la dosis a cualquier momento sin análisis  |
|  | 4. Se aplica la dosis y frecuencia, sin análisis de suelos  |
|  | 5. Se aplica la dosis y frecuencia, con análisis de suelos.   |
| <b>Incidencia de erosión</b><br><br><i>RAS 2016 y CATIE 2008</i>                                 | 1. Alta incidencia de erosión en toda la finca.   |
|  | 2. Grandes cárcavas y acumulaciones de sedimento.   |
|  | 3. Hay muestras muy marcadas de sedimentación y cárcavas  |
|  | 4. La incidencia de erosión en la finca es baja.  |
|  | 5. No hay muestras de erosión en toda la finca.   |
| <b>Prácticas de conservación de suelo</b><br><br><i>RAS 2016 y CATIE 2008</i>                    | 1. No se realiza ninguna práctica de conservación.  |
|  | 2. Solo utiliza una práctica de conservación de suelo.  |
|  | 3. Utiliza prácticas de conservación en algunas áreas.  |
|  | 4. Utiliza algunas PCS y acciones de recuperación en la finca.  |
|  | 5. Utiliza barreras vivas, acciones de recuperación y obras de captura e intercepción de agua de escorrentía. |
| <b>Aspecto a evaluar: Manejo integrado de desechos</b>   |   |
| <b>Manejo de desechos orgánicos</b><br><br><i>RAS 2016 y Rodríguez s.f.</i>                      | 1. No se realiza ningún tipo de manejo.   |
|  | 2. El manejo que se le da es mínimo.  |
|  | 3. Solo 50% de los desechos producidos se manejan.  |
|  | 4. El 75% de los desechos se maneja adecuadamente.  |
|  | 5. Se manejan adecuadamente y regresan a la finca.  |
| <b>Manejo de residuos sólidos (inorgánico)</b><br><br><i>Referencia: RAS 2016</i>                | 1. No se realiza ningún tipo de manejo.   |
|  | 2. Es evidente el inadecuado manejo de los residuos.  |
|  | 3. Solo se maneja una parte de todos los residuos.  |
|  | 4. Faltan algunas prácticas para manejarlo adecuadamente.   |
|  | 5. Todos los residuos se manejan adecuadamente.   |
| <b>Aspecto a evaluar: Seguridad y salud ocupacional</b>  |   |
| <b>Uso del Equipo de Protección Personal y capacitaciones</b><br><br><i>Referencia: RAS 2016</i> | 1. No se proporciona EPP a los trabajadores ni se capacitan para el adecuado uso de los mismos.               |
|  | 2. Solo se proporciona el EPP en una actividad en la finca  |
|  | 3. Solo se proporciona EPP para algunas actividades.  |
|  | 4. Se proporcionan los EEP pero no hay evidencia de las capacitaciones (Fotos o registros de asistencia)      |
|  | 5. Se capacitan a los trabajadores y se proporciona el EPP apropiado para cada una de las actividades.        |

|  |  |
|--|--|
| <b>Señalizaciones de seguridad</b><br><br><i>Referencia: RAS 2016</i>                                      | 1. No tiene señalizaciones   |
|  | 2. sistema de señalizaciones deficiente                                    |
|  | 3. sistema de señalizaciones regular                                       |
|  | 4. sistema de señalizaciones bueno   |
|  | 5. El sistema de señalización está muy bien manejado                       |
| <b>Equipo de primeros auxilios y capacitaciones</b><br><br><i>Normativa nacional y RAS 2016</i>            | 1. No tiene equipo y no capacita a los trabajadores en el tema.            |
|  | 2. Equipo incompleto y trabajadores no capacitados.                        |
|  | 3. Equipo completo y trabajadores no capacitados.                          |
|  | 4. Equipo completo con algunos trabajadores capacitados.                   |
|  | 5. Tiene equipo de primeros auxilios y capacita a los trabajadores         |
| <b>Equipo de control de incendio</b><br><br><i>Normativa nacional y RAS 2016</i>                           | 1. No cuenta con equipo, señales y no capacita el personal.                |
|  | 2. Cuenta con equipo insuficiente y no capacita el personal.               |
|  | 3. Cuenta con el equipo pero incumplen algunos requisitos.                 |
|  | 4. Cuenta con el equipo suficiente pero no capacita el personal.           |
|  | 5. Cuenta con el equipo adecuado y capacita el personal.                   |
| <b>Salario mínimo y requisitos legales en materia laboral.</b><br><br><i>Normativa nacional y RAS 2016</i> | 1. No paga salario mínimo ni cumple con las obligaciones legales.          |
|  | 2. El cumplimiento de las obligaciones legales es deficiente.              |
|  | 3. El cumplimiento de las obligaciones legales es regular.                 |
|  | 4. Paga salario mínimo e incumple algunas obligaciones legales.            |
|  | 5. El empleador paga salario mínimo y cumple con sus obligaciones legales. |

**NOTA:**

**RAS:** Red de agricultura Sostenible.

**Normativa aplicable:** Se refiere a todos aquellos documentos legales aplicables a la evaluación del indicador.

**Parámetros RAS sobre protección a las fuentes de agua:** Las distancias mínimas (el ancho de la corriente de agua se define como la anchura del flujo normal durante la época de lluvia, pero no en condiciones de inundación) son las siguientes:

- 5 m de ancho horizontal a lo largo de ambos lados de corrientes de agua con menos de 5 metros de ancho.
- 8 m de ancho horizontal a lo largo de ambos lados de corrientes de agua de 5-10 metros de ancho, y alrededor de manantiales, humedales y otros cuerpos de agua.
- 15 m de ancho horizontal a lo largo de ambos lados de ríos con más de 10 m de ancho.

**ANEXO N II. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LAS MUESTRAS DE HOJARASCA UTILIZADA PARA LA ESTIMACION DE CARBONO.**

| Número de muestra | Peso fresco total (Kg) | Peso fresco de la submuestra (g) | Peso seco de la submuestra (g) | Porcentaje de materia seca (%) |
|-------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1                 | 2.00                   | 162.6                            | 82.0                           | 50.4                           |
| 2                 | 1.36                   | 129.1                            | 81.6                           | 63.2                           |
| 3                 | 1.48                   | 180.0                            | 78.5                           | 43.6                           |
| 4                 | 1.36                   | 173.6                            | 101.2                          | 58.3                           |
| 5                 | 1.14                   | 146.1                            | 102.9                          | 70.4                           |
| 6                 | 1.59                   | 124.1                            | 94.6                           | 76.2                           |
| 7                 | 1.59                   | 92.2                             | 74.9                           | 81.2                           |
| 8                 | 1.36                   | 107.2                            | 88.2                           | 82.3                           |
| 9                 | 1.40                   | 130.4                            | 88.6                           | 67.9                           |
| 10                | 1.55                   | 143.7                            | 100.6                          | 70.0                           |

**ANEXO N° III. PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA Y DENSIDAD APARENTE DE LA MUESTRA DE SUELO.**

| Número de parcela | % de Materia orgánica | Carbono orgánico | Densidad Aparente gr/cm <sup>3</sup> | Profundidad de muestreo cm |
|-------------------|-----------------------|------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1                 | 10.9                  | 6.3              | 1.05                                 | 20                         |
| 2                 | 6.8                   | 3.9              | 0.96                                 | 20                         |
| 3                 | 7.0                   | 4.0              | 0.96                                 | 20                         |
| 4                 | 9.6                   | 5.5              | 0.50                                 | 20                         |
| 5                 | 11.0                  | 6.9              | 0.63                                 | 20                         |
| 6                 | 12.3                  | 7.1              | 0.74                                 | 20                         |
| 7                 | 4.9                   | 2.8              | 0.85                                 | 20                         |
| 8                 | 9.6                   | 5.5              | 0.97                                 | 20                         |
| 9                 | 8.9                   | 5.1              | 0.59                                 | 20                         |
| 10                | 8.9                   | 5.1              | 0.75                                 | 20                         |

**ANEXO IV. DENSIDADES DE ÁRBOLES POR HECTÁREA EN LAS DIFERENTES PARCELAS Y LOTES DE LA FINCA, DIÁMETRO PROMEDIO Y ESPECIES INVENTARIADAS.**

| Parcela de muestreo | Número de lote | Especies encontradas dentro de la parcela   | Diámetro promedio | Número total de individuos | Densidad de árboles por hectárea. |
|---------------------|----------------|---|-------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1                   | 7              | <i>Persea americana</i> (1)<br><i>Erythrina poeppigiana</i> (6)<br><i>Cedrela tonduzii</i> (1)<br><i>Ficus insípida</i> (1)                                       | 0.54              | 9                          | 60                                |
| 2                   | 8              | <i>Erythrina poeppigiana</i> (9)  | 0.55              | 9                          | 60                                |
| 3                   | 9              | <i>Inga edulis</i> (4)<br><i>Erythrina poeppigiana</i> (1)<br><i>Cecropia spp.</i> (1)  | 0.13              | 6                          | 40                                |
| 4                   | 6              | <i>Erythrina poeppigiana</i> (6)<br><i>Cecropia spp.</i> (1)  | 0.38              | 7                          | 47                                |
| 5                   | 5              | <i>Erythrina poeppigiana</i> (7)  | 0.44              | 7                          | 47                                |
| 6                   | 1-2            | <i>Erythrina poeppigiana</i> (3)<br><i>Citrus limonia</i> (4)<br><i>Psidium guajava</i> (1)<br><i>Persea americana</i> (1)  | 0.23              | 9                          | 60                                |
| 7                   | 2              | <i>Eugenia oerstediana</i> (3)<br><i>Erythrina poeppigiana</i> (3)<br><i>Inga edulis</i> (2)<br><i>Clethra americana</i> (1)                                      | 0.38              | 9                          | 60                                |
| 8                   | 3              | <i>Trema micrantha</i> (1)<br><i>Erythrina poeppigiana</i> (1)<br><i>Eugenia oerstediana</i> (1)<br><i>Inga edulis</i> (3)<br><i>Casuarina cunninghamiana</i> (1) | 0.28              | 7                          | 47                                |
| 9                   | 4              | <i>Eugenia oerstediana</i> (1)<br><i>Erythrina poeppigiana</i> (2)<br><i>Inga edulis</i> (3)<br><i>Cedrela tonduzii</i> (1)                                       | 0.40              | 7                          | 47                                |
| 10                  | 4              | <i>Erythrina poeppigiana</i> (6)  | 0.37              | 6                          | 40                                |

**ANEXO V.** Recomendaciones y evidencias generadas durante la investigación.

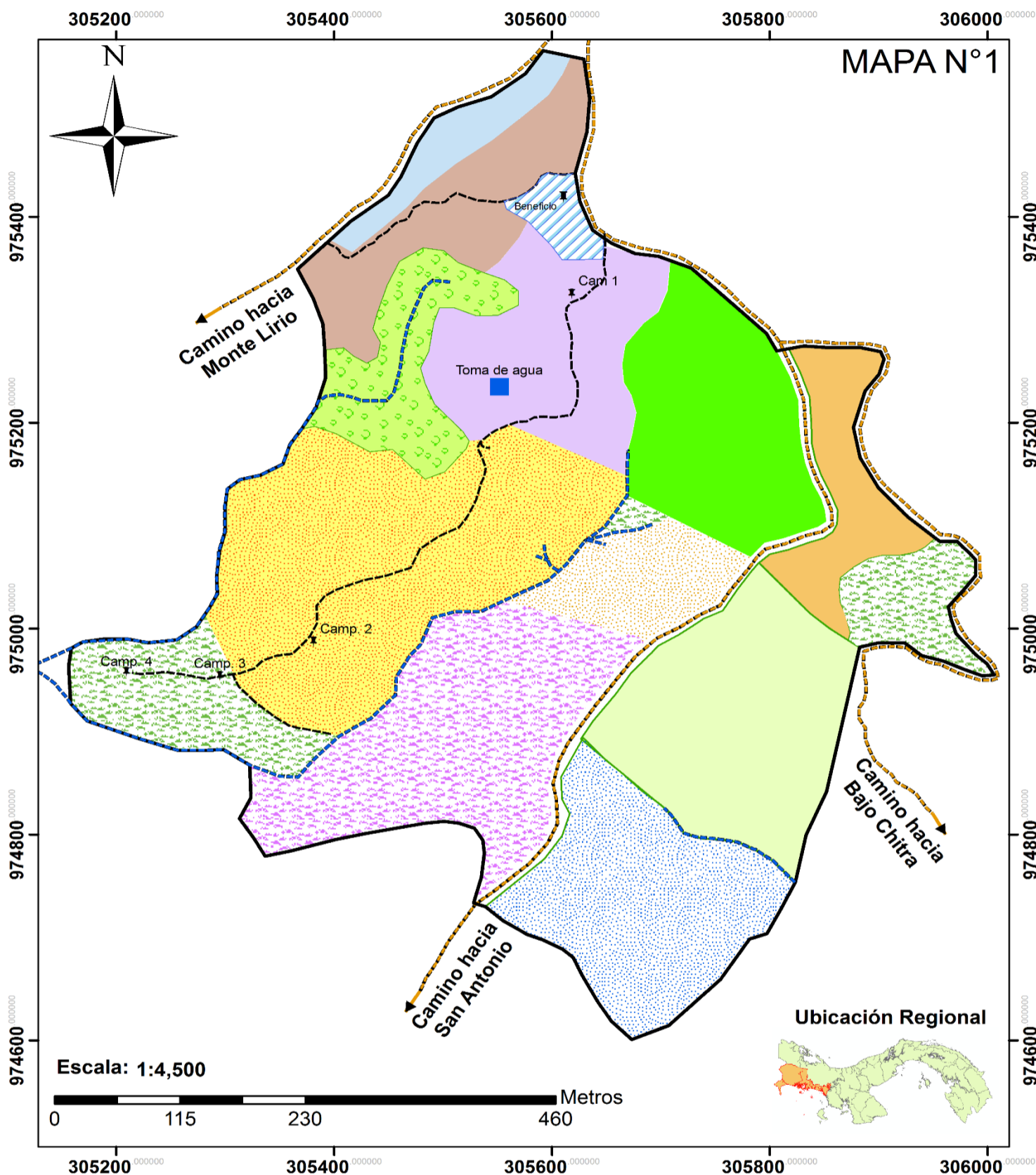
|   |  |
|---|--|
| <p><b>Figura V,1.</b> Incinerador para residuos sólidos recomendado</p>                   | <p><b>Figura V,2.</b> Bandejas de germinación (tubetes) recomendada para viveros.</p>    |
|          |        |
| <p><b>Figura V,3.</b> Deslizamiento encontrado entre la división del lote ocho-nueve.</p> | <p><b>Figura V,4.</b> Sedimento acumulado en el camino vehicular dentro de la finca.</p> |
|         |       |
| <p><b>Figura V,5.</b> Inadecuado manejo de los residuos sólidos.</p>                      | <p><b>Figura V,6.</b> Equipo de control de incendio.</p>                                 |
|        |      |

**ANEXO VI.** Datos de campo para el cálculo de carbono almacenado en los árboles de sombra y plantas de café.

| PM1      |            | PM2      |            | PM3      |            | PM4      |            | PM5      |            |
|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| Árbol    | Café       | Árbol    | Café       | Árbol    | Café       | Árbol    | Café       | Árbol    | Café       |
| DAP (cm) | Altura (m) | DAP (cm) | Altura (m) | DAP (cm) | Altura (m) | DAP (cm) | Altura (m) | DAP (cm) | Altura (m) |
| 89       | 2.2        | 45       | 2.2        | 12.5     | 0.9        | 43       | 2.15       | 47       | 1.65       |
| 86       | 2.45       | 48       | 2.1        | 14.5     | 1.5        | 14.5     | 3.0        | 26.5     | 2.8        |
| 44       | 2.45       | 65       | 2.4        | 10       | 1.3        | 75       | 2.9        | 50       | 2.75       |
| 15.5     | 2.4        | 70       | 1.5        | 14       | 0.85       | 23.5     | 1.4        | 43.5     | 2.55       |
| 26.5     | 2.25       | 65       | 2.0        | 15       | 1.7        | 10       | 2.65       | 46       | 2.45       |
| 77       | 1.75       | 70       | 2.5        | 17       | 0.85       | 80       | 2.95       | 50.5     | 2.45       |
| 72       | 2.4        | 52       | 2.6        |          | 0.75       | 25       | 2.2        | 45.5     | 2.55       |
| 25       | 2.45       | 37.5     | 2.2        |          | 1.3        |          | 2.0        |          | 2.4        |
| 58       | 2.25       | 47       | 1.85       |          | 1.15       |          |            |          | 2.3        |
|          | 1.95       |          | 2.2        |          |            |          |            |          |            |
|          | 2.3        |          | 2.0        |          |            |          |            |          |            |
|          | 2.5        |          |            |          |            |          |            |          |            |
|          | 2.55       |          |            |          |            |          |            |          |            |
|          | 2.55       |          |            |          |            |          |            |          |            |
|          | 2.4        |          |            |          |            |          |            |          |            |

| PM6      |            | PM7      |            | PM8      |            | PM9      |            | PM10     |            |
|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| Árbol    | Café       | Árbol    | Café       | Árbol    | Café       | Árbol    | Café       | Árbol    | Café       |
| DAP (cm) | Altura (m) | DAP (cm) | Altura (m) | DAP (cm) | Altura (m) | DAP (cm) | Altura (m) | DAP (cm) | Altura (m) |
| 49       | 1.4        | 27       | 1.5        | 22       | 1.85       | 27       | 2.45       | 52       | 2.55       |
| 16       | 1.7        | 29       | 1.2        | 38       | 1.45       | 36.5     | 2.32       | 46       | 2.3        |
| 12.5     | 1.55       | 77       | 1.4        | 42.5     | 2.2        | 33.5     | 2.4        | 34       | 2.2        |
| 17       | 1.55       | 59       | 1.55       | 25       | 1.3        | 38.4     | 2.24       | 28       | 2.15       |
| 13       | 1.6        | 43       | 1.15       | 74       | 1.25       | 40       | 2.0        | 43       | 2.4        |
| 11       | 2.3        | 44       | 1.3        | 19       | 2.45       | 43       | 2.4        | 24       | 2.35       |
| 13.4     | 2.2        | 14       | 1.35       | 19.5     | 3.3        | 63       | 1.8        |          | 2.33       |
| 45       | 1.8        | 19.5     | 1.4        |          | 1.25       |          | 2.35       |          | 2.25       |
| 36       | 1.5        | 34       | 1.25       |          | 1.6        |          | 2.1        |          | 2.4        |
|          | 1.56       |          | 1.15       |          | 1.55       |          | 1.95       |          | 2.3        |
|          | 1.6        |          | 1.45       |          | 1.5        |          | 2.55       |          | 2.55       |
|          | 2.5        |          | 1.55       |          | 1.3        |          | 2.45       |          | 2.4        |
|          | 2.5        |          | 1.25       |          |            |          | 2.25       |          |            |
|          |            |          |            |          |            |          | 2.3        |          |            |

# MAPA BIOFÍSICO DE LA FINCA DON VICENTE YANGUEZ

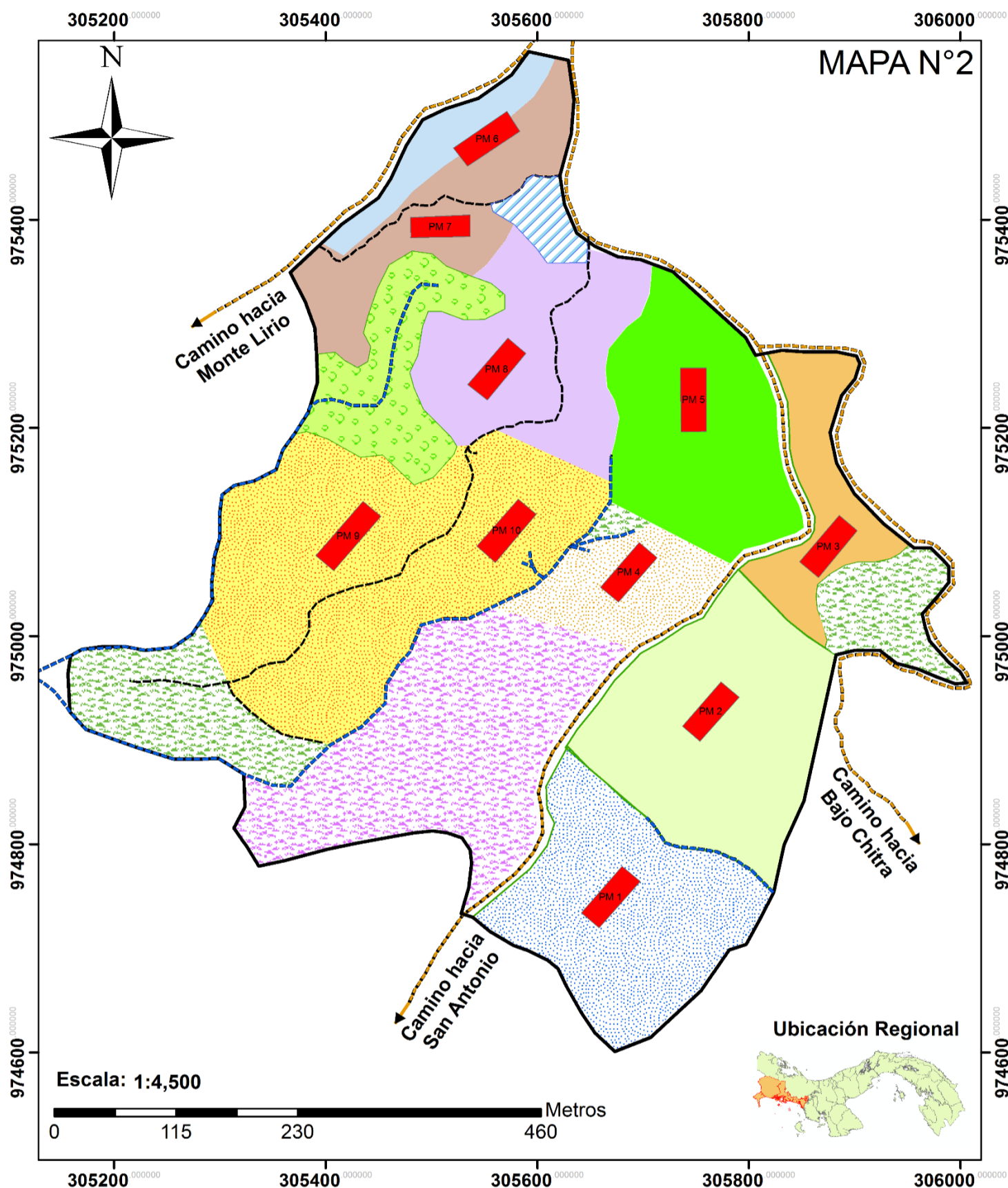


## Simbología

- Toma de agua
- Quebradas
- Área de la finca (38.09 Has)
- Área de beneficiado (0.4 Has)
- Terreno baldío (4.9 Ha)
- Camino público
- Caminos internos
- Barbecho
- Protección hídrica (1.8 Has)
- Lote 1 Tipica (0.8 Has)
- Lote 2 Caturra (2.2 Has)
- Lote 3 Borbón (3.2 Has)
- Lote 4 Caturra (6.9 Has)
- Lote 5 Caturra (3.4 Has)
- Lote 6 Caturra (1.4 Has)
- Lote 7 Caturra (4.0 Has)
- Lote 8 Borbón 4.2 (Has)
- Lote 9 Caturra (1.5 Has)

| <b>UNIVERSIDAD DE PANAMÁ</b>   |                              |
|--|------------------------------|
| <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS</b>  |                              |
| DISTRITO<br>RENACIMIENTO   | CORREGIMIENTO<br>SANTA CLARA |
| "EVALUACIÓN DE LA FINCA CAFETALERA DON VICENTE A TRAVÉS DE INDICADORES AGROAMBIENTALES FUNDAMENTADOS EN LA AGRICULTURA SOSTENIBLE" |                              |
| ESTUDIANTE INVESTIGADOR:   | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| PROPIETARIO DE LA FINCA  | FRANCISCO YANGUEZ            |
| LEVANTADO POR:   | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| DIBUJADO POR:  | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| FECHA DE ELABORACIÓN   | 16 DE MARZO DE 2017          |
| DATUM  | WGS 84 UTM ZONA 17 N         |
| NÚMERO DE MAPA   | 1                            |

# UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE MUESTREO EN LA FINCA

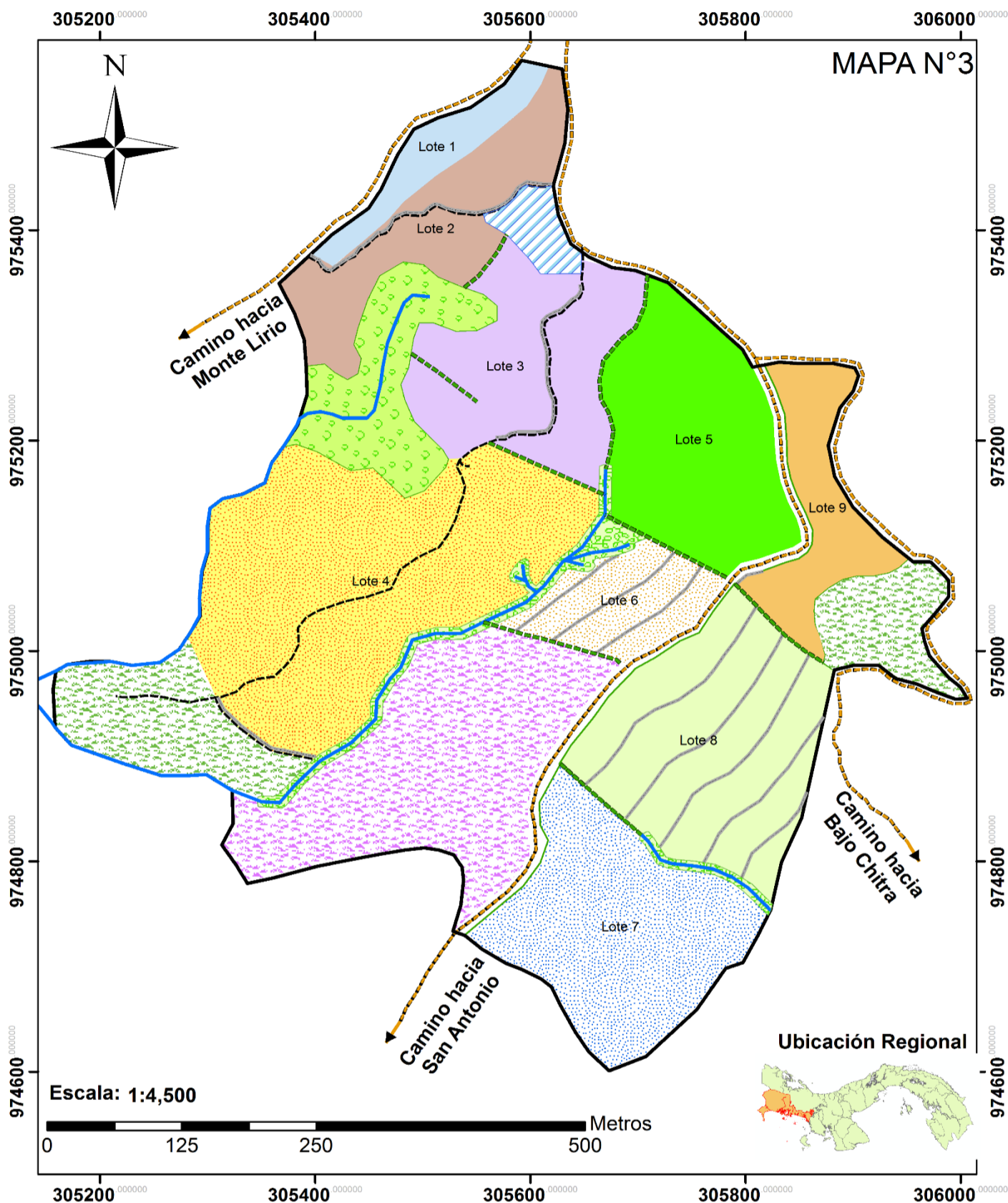


## Simbología

- Parcelas de muestreo
- Quebradas
- Área de la finca (38.09 Has)
- Área de beneficiado (0.4 Has)
- Terreno baldío (4.9 Ha)
- Camino público
- Caminos internos
- Barbecho
- Protección hídrica (1.8 Has)
- Lote 1 Tipica (0.8 Has)
- Lote 2 Caturra (2.2 Has)
- Lote 3 Borbón (3.2 Has)
- Lote 4 Caturra (6.9 Has)
- Lote 5 Caturra (3.4 Has)
- Lote 6 Caturra (1.4 Has)
- Lote 7 Caturra (4.0 Has)
- Lote 8 Borbón 4.2 (Has)
- Lote 9 Caturra (1.5 Has)

| <b>UNIVERSIDAD DE PANAMÁ</b>   |                              |
|--|------------------------------|
| <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS</b>  |                              |
| DISTRITO<br>RENACIMIENTO   | CORREGIMIENTO<br>SANTA CLARA |
| "EVALUACIÓN DE LA FINCA CAFETALERA DON VICENTE A TRAVÉS DE INDICADORES AGROAMBIENTALES FUNDAMENTADOS EN LA AGRICULTURA SOSTENIBLE" |                              |
| ESTUDIANTE INVESTIGADOR:   | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| PROPIETARIO DE LA FINCA:   | FRANCISCO YANGUEZ            |
| LEVANTADO POR:   | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| DIBUJADO POR:  | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| FECHA DE ELABORACIÓN   | 20 DE ABRIL DE 2017          |
| DATUM  | WGS 84 UTM ZONA 17 N         |
| NÚMERO DE MAPA   | 1                            |

# MAPA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS EN LA FINCA



## Simbología

- Corredores biológicos de conectividad
- Fuentes de agua (quebradas)
- Vegetación protectora de las fuentes de agua
- Barreras vivas para el control de erosión
- Área de la finca (38.09 Has)
- Barbecho
- Protección hídrica (1.8 Has)

| UNIVERSIDAD DE PANAMÁ<br>FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  |                              |
|--|------------------------------|
| DISTRITO<br>RENACIMIENTO   | CORREGIMIENTO<br>SANTA CLARA |
| "EVALUACIÓN DE LA FINCA CAFETALERA DON VICENTE A TRAVÉS DE INDICADORES AGROAMBIENTALES FUNDAMENTADOS EN LA AGRICULTURA SOSTENIBLE" |                              |
| ESTUDIANTE INVESTIGADOR:   | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| PROPIETARIO DE LA FINCA:   | FRANCISCO YANGUEZ            |
| LEVANTADO POR:   | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| DIBUJADO POR:  | FRANKLIN I. DE LEÓN B.       |
| FECHA DE ELABORACIÓN   | 20 DE MAYO DE 2017           |
| DATUM  | WGS 84 UTM ZONA 17 N         |
| NÚMERO DE MAPA   | 3                            |