

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**Evaluación morfoagronómica de variedades de *Coffea arabica* L. y su relación con la sustentabilidad de fincas cafeteras del cantón Cotacachi, provincia de Imbabura**

**PLAN DE TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERAS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORAS:**  
**NAOMI ANAHÍ ARAGUILLIN SALAZAR**  
**FERNANDA GISELL BENAVIDES FIGUEROA**

**DIRECTOR:**  
MSc. Miguel Alejandro Gómez Cabezas

**JULIO, 2023**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004402721		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Araguillin Salazar Naomi Anahí		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ciudadela Imbaya – Otavalo		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:naaraguillins@utn.edu.ec">naaraguillins@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062525676	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0991007239

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004151906		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Benavides Figueroa Fernanda Gisell		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra – Imbabura		
<b>EMAIL:</b>			
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2545439	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0989210330

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Evaluación morfoagronómica de variedades de <i>Coffea arabica</i> L. y su relación con la sustentabilidad de fincas cafeteras del cantón Cotacachi, provincia de Imbabura
<b>AUTOR (ES):</b>	Naomi Anahí Araguillín Salazar Benavides Figueroa Fernanda Gisell
<b>FECHA DE APROBACIÓN:</b>	26 de junio del 2023
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	MSc. Miguel Gómez

## 2. CONSTANCIAS

El autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de julio del 2023

Los autores:

Fernanda Benavides

Fernanda Benavides

Naomi Araguillín

Naomi Araguillín



**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ibarra, 25 de julio del 2023.

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "Evaluación morfoagronómica de variedades de *Coffea arabica* L. y su relación con la sustentabilidad de fincas cafeteras del cantón Cotacachi, provincia de Imbabura", de autoría de las señoritas Naomi Anahi Araguillín Salazar y Fernanda Gisell Benavides Figueroa estudiantes de la Carrera de INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES el tribunal tutor CERTIFICAMOS que las autoras han procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

**TRIBUNAL TUTOR**

MSc. Miguel Gómez  
**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**

FIRMA

MSc. Melissa Layana  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

PhD. Doris Chalanpunte  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**



**CERTIFICACIÓN ENTREGA TRABAJO TITULACIÓN**  
**TRIBUNAL TUTOR**

Ibarra, 25 julio 2023

Para los fines consiguientes, CERTIFICAMOS que las señoritas ARAGUILLIN SALAZAR NAOMI ANAHI Y BENAVIDES FIGUEROA FERNANDA GISSEL autoras del trabajo de titulación: "EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES DE *Coffea arabica* L. Y SU RELACIÓN CON LA SUSTENTABILIDAD DE FINCAS CAFETERAS DEL CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA", estudiantes de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** entrega el documento en digital.

Atentamente,

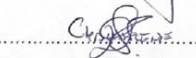
**TRIBUNAL DE GRADO**

**FIRMA**

MSc. Miguel Gómez  
**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**



PhD. Doris Chalampunte  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**



MSc. Melissa Layana B.  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**



## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, quien ha sido nuestro guía de vida y enseñarnos que el actúa de maneras misteriosas y que sus tiempos son perfectos, por brindándonos sabiduría y poner a las personas correctas en los momentos indicados.*

*A nuestros padres, hermanos y familiares, por sus palabras de aliento y siempre estar prestos para ayudarnos en todo momento, sobre todo por no dejar de confiar en nosotras y animarnos en este proceso de titulación.*

*A nuestro director de tesis, MSc. Miguel Gómez y asesoras MSc. Melissa Layana y Dra. Doris Chalampunte que estuvieron prestos para suplir cada duda e impartirnos sus conocimientos para poder culminar con éxito esta etapa universitaria. De menara especial a la Dra. Julia Prado que de forma desinteresada analizó nuestros datos estadísticos. Al Ing. Hugo Vallejos quien nos dio acogida en su hogar en la fase de campo realizada en la Zona de Intag.*

*Al Sr. Darío Cevallos y su señora esposa Gladis Vallejos propietarios de la finca San Rafael; Sr. Eduardo Cevallos y su señora esposa Cecilia Vallejos propietarios de la Finca Conrralá, por recibirnos en sus hogares y estar prestos para compartir su vida en el café que fueron punto clave para culminar este proceso de titulación.*

***Fernanda y Naomi***

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Carlos y Angelita, que con sabiduría y amor han hecho de mí una mujer fuerte y a todo terreno. Por ser los primeros apoyarme en cada una de mis decisiones y en darme un empujón cuando lo han visto necesario.*

*De manera especial a mi hermano Gabriel que ha sido mi soporte en la tierra, quien con sus locuras y amor ha sido el pilar más importante en mi vida, por quien he buscado mejorar cada día para que vea en mí una inspiración para lograr todos sus propósitos.*

*A mis abuelos Carmen, Gloria, Fabian y Gilberto que tengo la dicha de tenerlos junto a mí y nunca me ha faltado sus bendiciones acompañadas de palabras llenas de amor y cariño.*

*A mi tía Consuelo Salazar, por ser un apoyo constante a lo largo de mi carrera universitaria, por cada acto, palabra y muestras de cariño han sido un empujón para seguir sin decaer.*

*Por último y no menos importante, a Fernanda, mi compañera y amiga de tesis, quien ha sido mi complemento perfecto, con quien pase risas y lágrimas y que hoy, juntas marcamos la culminación y el comienzo de una nueva etapa en nuestras vidas.*

**Naomi Araguillin**

## **DEDICATORIA**

*Este logro va dedicado a mis Padres Héctor Benavides y Tania Figueroa que han sido un impulso fundamental y un claro ejemplo de la perseverancia para alcanzar mis metas.*

*A mis hermanas Katerin y Karen y a mi sobrina Amelia, que han creído en mi capacidad y son mi mayor inspiración para esforzarme en cada paso, para poder convertirme en mi mejor versión.*

*A mi familia, en especial a mis abuelitos Carlos, Elvia y Carmen que con la confianza en su apoyo he avanzado con firmeza y ahínco aún en los caminos de dificultad.*

*A las amistades que he formado en el transcurso de esta carrera universitaria que con su espíritu de competitividad me han motivado y con sus palabras de aliento y amor he podido continuar para convertirme en excelente profesional.*

*A mi amiga y compañera de tesis Naomi que compartió este proceso de sacrificio, lleno de sentimientos y hemos podido culminar esta carrera universitaria*

***Fernanda Benavides***



## Tabla de contenido

AGRADECIMIENTO .....	6
DEDICATORIA .....	8
Tabla de contenido.....	9
Índice de tablas .....	10
Índice de ecuaciones.....	11
Índice de figuras .....	11
RESUMEN .....	12
CAPÍTULO I .....	14
INTRODUCCIÓN.....	14
1.1.    Antecedentes .....	14
1.2.    Problema de investigación y justificación.....	17
1.3.    Preguntas directrices .....	18
1.4.    Objetivos .....	18
1.4.1.  Objetivo general.....	18
1.4.2.  Objetivos específicos .....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1.  Generalidades del café.....	19
2.2.  Variedades de café.....	19
2.3.  Factores agroecológicos para el cultivo del café .....	20
2.4.  Función de los agroecosistemas .....	20
2.5.  Recursos de un agroecosistema .....	21
2.6.  Métodos para medir sustentabilidad en los agroecosistemas .....	21
2.2.  Marco legal.....	22
2.2.1.  Constitución del Ecuador.....	22
2.2.2.  Reglamento al Código Orgánico del Ambiente .....	22
2.2.3.  Ley de Gestión Ambiental .....	23
2.2.4.  Código orgánico de la producción, comercio e inversiones, COPCI ..	23
CAPÍTULO III .....	24
METODOLOGÍA.....	24
3.1.    Área de estudio.....	24
3.2.    Métodos.....	25
3.2.1.  Selección de fincas.....	25
3.2.2.  Selección de la muestra.....	25

3.2.3.	Características agronómicas.....	25
3.2.4.	Prácticas agroecológicas .....	26
3.2.5.	Determinación del nivel de sustentabilidad mediante el método MESMIS	27
3.3.	Materiales y equipos.....	31
CAPÍTULO IV .....		32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		32
4.1.	Comparación de características agronómicas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.)...	32
4.2.	Analizar las prácticas agroecológicas del manejo de cafetales en la Zona de Intag	40
4.2.1	Generalidades de la Finca San Rafael y Finca Conrralá .....	40
4.2.3.	Profundidad del suelo .....	44
4.2.5.	Control y manejo de plagas .....	45
4.2.6.	Producción de bioinsumos.....	47
4.3.	Determinar el nivel de sustentabilidad de las fincas agroecológicas de Intag 49	
CAPÍTULO V.....		55
CONCLUSIONES.....		55
RECOMENDACIONES .....		57
Referencias .....		58
Anexos .....		63

### Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Clasificación taxonómica del café.....	19
<i>Tabla 2.</i>	Indicadores de sustentabilidad de las fincas cafeteras .....	29
<b>Tabla 3.</b>	Escala de valoración de sustentabilidad .....	31
<b>Tabla 4.</b>	Equipos y materiales para la investigación.....	31
<b>Tabla 5.</b>	Calendario de actividades agrícolas que se realizan en la Finca San Rafael .....	41
<b>Tabla 6.</b>	Detalle de egresos de la Finca San Rafael.....	41
<b>Tabla 7.</b>	Calendario de actividades agrícolas que se realizan en la Finca Conrralá	42
<b>Tabla 8.</b>	Detalle de egresos de la Finca Conrralá .....	43
<b>Tabla 9.</b>	Parámetros químicos del suelo de las Fincas San Rafael y Conrralá .....	44
<b>Tabla 10.</b>	Resultado final de los indicadores en la Finca San Rafael .....	49
<b>Tabla 11.</b>	Resultado final de los indicadores en la Finca Conrralá .....	51

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b> Ecuación de severidad .....	27
--	----

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Mapa de ubicación de la zona de Intag</i> .....	24
<b>Figura 2.</b> Diagrama de MESMIS .....	28
<b>Figura 3.</b> Peso de grano por planta de distintas variedades de café cultivadas en dos en el valle de Intag- Peñaherrera.....	33
<b>Figura 4.</b> Resultado de la cantidad de granos vanos de cuatro variedades de café de las Fincas San Rafael y Conrralá.....	34
<b>Figura 5.</b> Total de número de nudos por rama productiva presentes en las variedades de café Rojo y Amarillo, Colombia y Típica Mejorada en las fincas estudiadas de la zona de Peñaherrera.....	35
<b>Figura 6.</b> Comparación del total de ramas por árbol de la Finca San Rafael y Conrralá .....	36
<b>Figura 7.</b> Total de ramas productivas presentes en cuatro variedades de café arábigo de la Finca San Rafael y Conrralá. ....	37
<b>Figura 8.</b> Comparación de la longitud de ramas entre la Finca San Rafael y Conrralá .....	38
<b>Figura 9.</b> Resultado del diámetro de granos de variedades de café y su comparación en las fincas.....	39
<b>Figura 10.</b> Daños de la hoja de <i>Coffea arabica</i> L por la presencia de Roya.....	45
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de severidad de las Fincas San Rafael y Conrralá.....	46
<b>Figura 12.</b> Vermicompost compuesto de gallinaza, tierra negra, abono de cuy, ceniza y melaza, realizado por el propietario de la Finca San Rafael. ....	47
<b>Figura 13.</b> Aplicación de vermicompost alrededor de los cafetales de la finca San Rafael. ....	48
<b>Figura 14.</b> Compost realizado por la finca Conrralá a partir de la mezcla de gallinaza, ceniza, abono de ganado y melaza. ....	48
<b>Figura 15.</b> Resultado de la aplicación de abono orgánico en los cafetos de la finca Conrralá.....	49
<b>Figura 16.</b> Valores de sustentabilidad en las Fincas Café .....	53

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**“EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES DE *Coffea arabica* L.  
Y SU RELACIÓN CON LA SUSTENTABILIDAD DE FINCAS CAFETERAS DEL  
CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA”**

Naomi Anahí Araguillin Salazar y Fernanda Gisell Benavides Figueroa

**RESUMEN**

El estudio se llevó a cabo en la zona de Intag, provincia de Imbabura, con el objetivo de evaluar la morfología de las variedades de café y el nivel de sustentabilidad de las fincas cafeteras San Rafael y Conrralá. Estas fueron seleccionadas con ayuda del criterio de los propietarios donde se tomó en cuenta la similitud en la edad del cultivo, variedades de café y prácticas agrícolas. Se recopiló información sobre las características agronómicas y prácticas agroecológicas para evaluar el nivel de sustentabilidad en el que se encuentran los cultivos de las variedades de *Coffea arabica* L. Además, se evaluó las dimensiones: sociales, ambientales, económicas y humanas que representan a las familias entrevistadas, además, de las características del sistema vinculado con el manejo de los recursos naturales (SMRN). Para conocer las características agronómicas fueron evaluadas cuatro variedades; Típica Mejorada, Colombia, Caturro Rojo y Caturro Amarillo, en donde a pesar de que las fincas se encuentran en altitudes diferentes no existe una diferencia significativa en la producción, porcentaje de granos vanos y longitud de ramas productivas. Por último, la información generada de las encuestas permitió identificar el nivel de sustentabilidad de las fincas caficultoras, dando como resultado que se encuentran en camino a la sustentabilidad. La Finca Conrralá destaca en la dimensión ambiental con un puntaje de 2.41 esto se debe al aporte de nutrientes al suelo, mientras que San Rafael sobresale en el ámbito económico con un puntaje de 2.67 gracias a la generación de ingresos de su marca registrada como BUNTURA.

Palabras claves: SMRN, agroecológicos, agronómicas, recursos naturales, sustentabilidad.

## **ABSTRACT**

The study was carried out in the area of Intag, province of Imbabura, with the objective of evaluating the morphology of the coffee varieties and the level of sustainability of the San Rafael and Conrralá coffee farms. These were selected with the help of the criteria of the owners where the similarity in the age of the crop, coffee varieties and agricultural practices were taken into account. Information was collected on the agronomic characteristics and agroecological practices in order to evaluate the level of sustainability in which the crops of the varieties of *Coffea arabica* L. are cultivated. In addition, the social, environmental, economic and human dimensions that represent the families interviewed were evaluated, as well as the characteristics of the system linked to the management of natural resources (SMRN). Four varieties were evaluated for agronomic characteristics: Típica Mejorada, Colombia, Caturro Rojo and Caturro Amarillo, where, despite the fact that the farms are located at different altitudes, there is no significant difference in production, percentage of empty grains and length of productive branches. Finally, the information generated from the surveys made it possible to identify the level of sustainability of the coffee farms, with the result that they are on the road to sustainability. Finca Conrralá stands out in the environmental dimension with a score of 2.41 due to its contribution of nutrients to the soil, while San Rafael stands out in the economic dimension with a score of 2.67 thanks to the generation of income from its registered trademark BUNTURA.

Key word: SMRN, agroecological, agronomic, natural resources, coffee farms.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

A nivel mundial, casi 80 países tropicales y subtropicales cultivan café (*Coffea* spp.), de tal modo que ocupa el segundo lugar después del petróleo en las cifras de comercio internacional (León, 1987). Al comienzo del siglo XX, el café se posicionó en América Latina con más del 90% de la producción proveniente de Brasil, Colombia y Guatemala (Quintero y Rosales, 2014). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020), 5 000 mega hectáreas (Mha), es decir el 38% de la superficie de la tierra, son destinadas a la agricultura; de los cuales alrededor de 10.5 millones de hectáreas son destinadas al café con una producción de 7.7 millones de toneladas en café oro (YARA, 2013). De acuerdo con Figueroa, Pérez y Montoya (2019) entre el 2013 y 2015 el 59.3% cultivado a nivel mundial es café arábico y 40.7% es robusta.

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y Cultura (UNESCO), alrededor del 5% al 10% de los habitantes del mundo, es decir más de 25 millones de personas, en especial pequeños agricultores, se encuentran dedicados al sector cafetero; mientras que, 75 millones de personas son dependientes de la producción y venta de café para subsistir (Arnés y Astier, 2018).

Arnés (2011) señala que los pequeños agricultores se dedican a una agricultura tradicional donde esta requiere de mano de obra intensiva de todos los miembros de la familia, las técnicas utilizadas en esta agricultura son básicas, con un uso mínimo o nulo de tecnología. Por lo que la agricultura tradicional se encuentra en transición a un sistema agroecológico sustentable a pesar de ser más complejo y de requerir implementación de tecnologías (Gliessman et al., 2001).

Un claro ejemplo de este cambio es la producción de café, que se abre paso hacia un nuevo mercado internacional, especialmente en Europa, Japón y Estados Unidos, ofreciendo productos orgánicos de calidad y haciendo uso de una producción sustentable, lo que ha proporcionado grandes beneficios ambientales, sociales y un considerable cambio económico debido al aumento de demanda y producción (International Coffee Organization, 2015).

Ecuador es reconocido por la exportación de café a nivel mundial, debido a su ubicación geográfica y sus ecosistemas generados por diferentes pisos altitudinales, 20 de las 24 provincias son aptas para su cultivo (Delgado et al., 2002). Paima (2017) menciona que los pisos altitudinales inducen en las características físicas y químicas del grano, como la acidez, tamaño, color y densidad; y, a su vez, la altitud define su valor económico. Ecuador cuenta con 199 215 ha cultivadas de sus dos especies, el 68% corresponde al cultivo de café

arábigo que se produce en el país desde 1983, mientras que café robusta llega a Ecuador desde los años 1950 y representa el 32% de producción total (Venegas et al., 2018).

En Ecuador, *Coffea arabica* L., es cultivado en una diversidad de climas y suelos, pudiendo cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2 500 m.s.n.m., aunque presenta mejor producción entre los rangos de 1 000 y 2 000 m.s.n.m., con precipitaciones estacionales y moderadas, temperaturas que oscilan entre los 18 a 30 °C, climas templados y suelos ricos en nutrientes, de preferencia franco arcillosos, franco arenoso o franco limoso (Delgado et al., 2002). Dadas estas características se puede considerar a Intag, que es un valle de transición hacia la costa noroccidental ecuatoriano, ideal para el cultivo de café arábico (Proaño, 2019).

En esta zona, el cultivo data de hace unos 25 años atrás, como una necesidad de buscar una alternativa económica que pueda ofrecer un estilo de vida más sostenible de toda la población (Cuertán, 2017). La asociación Agro Artesanal de Caficultores ‘Río Intag’ – AACRI fue fundada en 1998 con el fin de preservar los recursos naturales y reducir los costos de producción en Intag, donde se han enfocado en sistemas forestales amigables con el medio ambiente y en el beneficio de los pequeños agricultores, implementando tecnología que permite conservar y utilizar correctamente los recursos como el suelo y el agua; a su vez, protege el bosque nativo y especies que se encuentran en el agroecosistema para alcanzar una producción sostenible (AACRI, 2020). Además, esta asociación cuenta con certificados internacionales de sostenibilidad que abren opciones de mercado como: Kiwa BCS Öko-Garantie, Certificación orgánica Ecuador, USDA ORGANIC y Certificado de producción sostenible de la Unión Europea (AACRI, 2020).

En este contexto, la FAO (2021), debido a la preocupación por alcanzar una agricultura sostenible, los líderes mundiales crean la Agenda 2030 donde proponen objetivos para el desarrollo sostenible. El ODS número dos “Hambre cero”, tiene como objetivo alcanzar la agricultura sostenible en las dimensiones: económica, social y ambiental, para poder aumentar la producción y garantizar prácticas agrícolas que conserven el medio ambiente y mejoren la calidad del suelo (FAO, 2016).

En la actualidad, se utilizan distintas herramientas que permiten evaluar la sostenibilidad de la producción campesina, dentro de ellas está el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales que incorporan indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), donde su objetivo principal es la evaluación de sostenibilidad de manejo de los recursos naturales para mejorar las propuestas de sistemas de nuevos para los productores (Arnés, 2011).

Existen varios estudios donde utilizan esta herramienta, como es el caso de la autora Arnés (2011), utilizan el MESMIS para la evaluación de sustentabilidad en 30 fincas cafeteras con prácticas de técnicas convencionales y 26 fincas con un manejo con productos orgánicas en la Región San Martín de Perú. La metodología utilizada fue la recopilación de datos en base a encuestas bajo los atributos de productividad, estabilidad, resistencia y

confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión con un total de 17 indicadores. Para que las fincas sean consideradas sustentables era necesario un valor mayor o igual a 5, considerando que la escala de valoración era de 2 (no sustentable) y 10 (sustentable). Se concluyó que las fincas productoras de café orgánico son más sustentables que las fincas con producción convencional, sin embargo, existe la presencia de roya de café, por lo que recomendaron trabajar en el manejo de enfermedades para aumentar la sustentabilidad.

Otro estudio realizado en tres municipios de Honduras, utilizaron el MESMIS para evaluar los sistemas productivos de café. La metodología consistió en aplicar encuestas a 16 productores de café convencional del municipio de Morocelí, 16 productores de café orgánico de Marcala y 18 productores de café de especialidad en Santa Elena, mediante 17 indicadores clasificados en tres categorías; ambiental, social y económico, utilizando una escala del 1 (menos sustentable) y 6 (más sustentable).

En esta investigación el MESMIS, de manera general en los tres municipios, ayudó a conocer los puntos críticos de las tres categorías antes mencionadas que fueron: mano de obra infantil, pocas capacitaciones para el componente social, precios en los mercados, nivel de tecnología, apalancamiento financiero, manejo de residuos de sólidos y líquidos, manejo de agroquímicos y conservación del agua. Sin embargo, el sistema que resultó con mayor sustentabilidad, considerando los tres aspectos, fue los caficultores orgánicos con una valoración de 4.56, el éxito de este fue que se destacó en 11 de los 17 indicadores propuestos, además los autores propusieron recomendaciones entre ellas estaba contar con más capacitaciones, crear un plan económico eficiente y mejorar el aspecto ambiental considerando los puntos críticos (Jameson, 2019).

Para finalizar cabe mencionar el estudio realizado por Lemus y González (2020), donde su objetivo principal fue evaluar la sustentabilidad de las unidades productivas de café en los municipios de San Gil, Páramo y Valle de San José, ubicados en el departamento de Santander al noreste colombiano, se evaluaron dos fincas por cada departamento dando un total de seis. Se establecieron 24 indicadores, en una escala de uno (menos sustentable) y cinco (mayor sustentabilidad). Además de las tres categorías ya conocidas: ambientales, sociales y económicas, incluyó cuatro indicadores que es institucionales, que permitió lograr evaluar y caracterizar la permanencia de la producción de café en pequeñas cantidades productivas.

El resultado de este análisis fue que las seis fincas presentaban un comportamiento diferente de sustentabilidad, sin embargo, la dimensión con mejor nivel es el ambiental y concluye que los datos obtenidos se tomarán como una línea base para ser evaluadas en un futuro cuando los productores de las seis fincas se encuentren mejor establecidas con las sugerencias dadas.



## **1.2. Problema de investigación y justificación**

Pese a que la agricultura del café ha sido registrada desde hace 25 años aproximadamente en Intag y la asociación AACRI intenta obtener una producción sostenible con métodos, tecnologías y capacitaciones dirigidas a campesinos del sector, no existen estudios ni datos que garanticen que la aplicación de estas herramientas cree sistemas agrícolas sostenibles en el ámbito: social, ambiental y económico.

En la actualidad se discuten las características de los sistemas alimentarios sostenibles y el papel de agricultores y productores, por tal motivo se enfrentan a desafíos al momento de querer alcanzar sostenibilidad en sus sistemas agrícolas (Julca y Borjas, 2016).

Los pequeños agricultores y campesinos necesitan la creación de metodologías aplicables para mejorar las prácticas en los sistemas de producción ya existentes y la asistencia para anticipar y prevenir los resultados inesperados en los sistemas de manejo de los recursos naturales (Arnés y Astier, 2018).

El presente estudio evaluó y comparó las fincas cafeteras bajo varias dimensiones de sustentabilidad de forma simultánea mediante el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS) y de esta forma se detectaron los aspectos críticos que impiden el logro de la sustentabilidad y las medidas para corregir dichos aspectos limitantes en los sistemas agrícolas.

### **1.3. Preguntas directrices**

¿Qué fincas muestran las mejores características agronómicas en sus variedades de café?

¿Cuál es la finca con mejores prácticas agroecológicas aplicadas en el cultivo de café?

¿Las fincas cafeteras de la Asociación Agroartesanal de Caficultores Río Intag “AACRI” tienen un sistema de producción sustentable?

### **1.4. Objetivos**

#### ***1.4.1. Objetivo general***

Evaluar las características morfoagronómicas de las variedades de *Coffea arabica* L. y la sustentabilidad de las fincas cafeteras del cantón Cotacachi.

#### ***1.4.2. Objetivos específicos***

Comparar las características agronómicas de la diversidad de café (*Coffea arabica* L.) en las fincas bajo estudio.

Analizar las prácticas agroecológicas del manejo de cafetales en la Zona de Intag.

Determinar el nivel de sustentabilidad de las fincas agroecológicas de Intag.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Generalidades del café

El café es un árbol tropical cuyo fruto es un grano y su uso está destinado para el consumo humano, se considera una bebida universal ya que es consumida alrededor de todo el mundo (Figuerola et al., 2014). La palabra café, significa vino o bebidas embriagantes que se deriva del vocablo árabe Qah'wa que a su vez proviene del vocablo turco Kahve (Caiza, 2016). Cafeto es el nombre con el cual se identifican a las plantas del género *Coffea* que cuenta con al menos 90 especies, sin embargo, las que presentan mayor importancia productiva es *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* (Farah y dos Santos, 2015).

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica del café

<i>Clasificación</i>	<i>Taxonomía</i>
Reino	Vegetal
Clase	Dicotiledónea
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Coffea</i>
Especie	<i>Coffea arabica</i> L

*Fuente.* (Farah y Dos Santos, 2015)

Con lo que respecta a la especie *Coffea arabica* L, no se conoce a ciencia cierta como ingresó a Ecuador, no obstante, en varios documentos a partir de 1830, se han registrado los primeros cultivos de siembras de cafetos de la variedad de Café arábigo (Quezada, 2021).

En Ecuador gracias a sus óptimas características agroecológicas, han permitido su adaptabilidad y el desarrollo del cultivo, en la actualidad es uno de los países en donde el cultivo de café se puede desarrollar en todo su ámbito geográfico (Quezada, 2021). Este tipo de café arábigo es una planta perennifolia, de producción bianual y leñosa.

#### 2.2. Variedades de café

##### 2.2.1. Caturra

Es una mutación de la variedad Borbón, Es una planta de porte bajo, con una altura promedio de 1.80 metros, con eje principal grueso y entrenudos cortos, con ramas secundarias abundantes. Sus hojas son lanceoladas, grandes y anchas, de color verde oscuro y textura un poco áspera. Sus frutos pueden ser rojos o amarillos, con susceptibilidad a la roya (Asociación Nacional del Café, 2019).

### **2.2.2. Colombia**

Esta variedad es muy parecida a Caturra, es una especie mejorada, mezcla de numerosas progenies para favorecer atributos. Es clasificada de porte bajo (Ramos y Criollo, 2002)

### **2.2.3. Típica**

Es un arbusto de porte alto, puede alcanzar cuatro metros de altura, tiene forma cónica. Posee un tronco vertical de un solo eje, las ramas laterales forman un ángulo de 50 a 70 grados con el eje central. Sus hojas son oblongas, elípticas, con base y ápice agudos, de textura lisa y fina y presenta entrenudos largos (Astorga, 1999).

## **2.3. Factores agroecológicos para el cultivo del café**

Para el cultivo de café, uno de los factores más influyentes es la altitud, ya que cambia las características físicas del grano; el café cultivado a una menor altura presenta un color verde gris azulado, con un tamaño menor, pero más denso, mientras que, las variedades de mayor altura desarrollan mayor acidez y aroma razón por la cual su sabor es mejor y por ende su valor económico aumenta, por otro lado, la temperatura óptima para su cultivo oscila entre los 18° y 22°C, con una precipitación pluvial de un rango amplio que va desde los 1 000 y 3 000 mm anuales, en lo que respecta a la humedad relativa se encuentra entre los 70% y 95% (Alaniz y Martínez, 2013). El fotoperiodismo óptimo es de 4 a 7 horas de luz/día mejora el rendimiento y la calidad del café (Arcilla et al., 2007).

Para un buen crecimiento del café, el suelo debe contener un 50% de agua y aire y 50 % restantes de sólidos, de los cuales solo el 8% debe corresponder a materia orgánica, además debe permitir la aireación y retención de la humedad, esto con el fin de garantizar que la raíz pueda respirar y que los nutrientes sean absorbidos (Valdés, 2016). Con lo que respecta a la textura, debe ser franca arenosa, o franca arcillosa con una estructura granular y horizonte A profundo (Columbus y Mejia, 2002).

El viento como elemento climático también es necesario para un buen desarrollo del café, las corrientes de aire pueden ayudar al crecimiento y a la conservación de la humedad en la planta y el suelo o perjudicar resecaando y rompiendo las hojas brotes tiernos y yemas florales (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2019).

## **2.4. Función de los agroecosistemas**

Se conoce como agroecosistema a un sistema complejo que se encuentra integrado por componentes bióticos y abióticos de una zona que ha sido modificada para satisfacer necesidades de las personas que manejan la producción agrícola o ganadera, estos

agroecosistemas pueden ser de varios tamaños que van desde parcela hasta una región (Abdoellah y Christanty, 1986).

Las funciones de los agroecosistemas se encuentran ligados con el reciclaje y el flujo de energía, que suceden a través de componentes del sistema y depende los niveles de manejo de insumos pueden ser modificados. Con lo que respecta al flujo de energía, se hace referencia a la fijación por medio de la fotosíntesis dentro del agroecosistema, el reciclaje de materiales abarca una circulación permanente de elementos desde una forma inorgánica a orgánica y viceversa (Altieri, 1991).

## **2.5. Recursos de un agroecosistema**

Según Norman (1979) menciona que existen cuatro categorías que se encuentran dentro de un agroecosistema. El primero es el Recurso Natural, que comprende a todos los elementos provenientes del clima, suelo, agua y vegetación que son utilizados por el hombre para usarlos en la producción agrícola. Por otro lado, las personas que se sustentan y viven dentro del agroecosistema son la segunda categoría denominada recursos humanos. El tercer recurso es de producción que son los productos que se obtienen a partir del sistema agrícola para convertirse en el cuarto recurso, el capital y los residuos de estos retornan al sistema.

## **2.6. Métodos para medir sustentabilidad en los agroecosistemas**

Este término sustentabilidad fue presentado en la cumbre de Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro en el año de 1992, por la ex ministra de medio ambiente Gro Harlem Brundtland, definiendo como Sustentabilidad a un modelo de desarrollo social y económico fundado en el aprovechamiento reglamentado de los recursos naturales a largo plazo, con la finalidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras (Gelasio, 2019).

### **2.6.1. Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad**

Es una herramienta con la cual se puede medir la sustentabilidad de sistemas de manejo de los recursos naturales, se basa en los sistemas productivos que realizan los campesinos ya que son de permanente construcción. Esta herramienta evalúa a través de seis pasos, que van desde la caracterización de los sistemas agroecosistémicos hasta las conclusiones y recomendaciones a través de la integración de los distintos indicadores evaluados a lo largo de la investigación (Arnés y Astier, 2018).

### **2.6.2. Indicadores de Sustentabilidad**

Esos indicadores son variables que representan a una o más variables en un modelo sintetizado de un estudio, con el objetivo de medir la distancia y variación de un sistema

ambiental, tomando en cuenta el estado inicial y el estado de transición que sufre este sistema ambiental hacia un escenario sustentable para el crecimiento de la sociedad (Achkar, 2005).

### **2.6.3. Esquema FESLM**

El Marco para la evaluación del manejo sustentable de las tierras, fue desarrollado por la FAO y la Comisión Internacional para la Investigación y el Management (IBSRAM), el cual se encuentra compuesto por aspectos ambientales, sociales y económicos, busca el cumplimiento de las normas de sustentabilidad, uno de sus pilares es la productividad, donde se debe garantizar la protección a los recursos naturales, la salud del suelo y agua, así esta se mantenga o aumente. Otro pilar es la estabilidad, donde se debe reducir los problemas de producción. Con lo que respecta a la viabilidad, menciona que este sistema productivo debe resultar rentable económicamente hablando y por último la aceptabilidad, donde propone que el sistema debe ser aceptado por la sociedad (Kruger, 2006).

## **2.2. Marco legal**

### **2.2.1. Constitución del Ecuador**

El 20 de octubre del 2008 bajo la publicación del Registro Oficial No. 499, fue publicada la Constitución de la República del Ecuador, consta de artículos aplicables sobre la conservación de los ecosistemas como el Art. 57, el cual promueve las buenas prácticas de manejo de la biodiversidad y el entorno natural

Por otro lado, el Art. 276 nos menciona la garantía de la soberanía nacional y su integración en un contexto internacional. Con lo que respecta a la producción y exportación, el Art. 306, menciona que el Estado debe promover las exportaciones de pequeños medianos productores del mercado artesanal que generen empleo.

En cuanto al desarrollo sustentable, la Constitución Ecuatoriana reconoce ciertos principios ambientales que se encuentran detallados en el Art.935 en la sección de naturaleza y ambiente, donde garantiza un modelo sustentable de desarrollo, respeto ante la diversidad cultural, conservación de la biodiversidad, ambiente equilibrado y una capacidad de regeneración natural de ecosistemas.

### **2.2.2. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente**

Dicho Código fue reformado mediante el Registro Oficial No.507 el 12 de junio del 2019, en su título IX de la producción y consumo sostenible menciona en su art 668, literal j, el fomento de actividades, obras o proyectos que respalden la seguridad y soberanía alimentaria en el marco de una gestión ambiental eficaz. Por otra parte, en la vigesimosegunda disposición general recalca que la Autoridad Ambiental Nacional junto a

las demás autoridades competentes, se encargarán de las medidas fitosanitarias, prevención, detección y control de plagas y enfermedades forestales.

### ***2.2.3. Ley de Gestión Ambiental***

Esta ley se encuentra vigente desde el año 2004, habla sobre el desarrollo sustentable, donde menciona leyes para proteger y conservar los recursos naturales, buscando un aprovechamiento sustentable que se encuentra enmarcado en el Plan Ambiental Ecuatoriano, los artículos correspondientes son 14,15,16,17 y 18 de la Ley de Gestión Ambiental.

### ***2.2.4. Código orgánico de la producción, comercio e inversiones, COPCI***

En el título tres, de la generación de un sistema integral de innovación, capacitación técnica y emprendimiento. En el artículo 11 del sistema de innovación, capacitación y emprendimientos, menciona que el consejo sectorial de la producción anualmente tiene el deber y de diseñar un plan de captación técnica en diferentes áreas, según lo requieran los emprendedores y/o productores que les servirá como materia para planificar y prevalecer el sistema de innovación en función de la Agenda de Transformación Productiva y del Plan Nacional de Desarrollo, lo que les ayudara a utilizar nuevas tecnologías que serán de provecho para su negocio.

# CAPÍTULO III

## METODOLOGÍA

### 3.1. Área de estudio

La zona de Intag está ubicada al occidente de la provincia de Imbabura, en el cantón Cotacachi. Esta zona comienza a los pies del volcán Cotacachi y se extiende hacia el occidente de la cordillera de los Andes, limitando con la provincia de Esmeraldas al occidente, cubre un rango latitudinal de 4 000 m.s.n.m. hasta 1 100 m.s.n.m. Presenta temperaturas entre 16° a 32 °C y precipitación de 1 2846 mm con una variedad de climas que pueden ser templado, sub andino y subtropical y se encuentra rodeada por la cordillera del Toisán lo que da paso a la existencia de una gran diversidad de microclimas, paisajes andinos y la presencia de una gran diversidad de flora y fauna (Gonzalez, 2008).

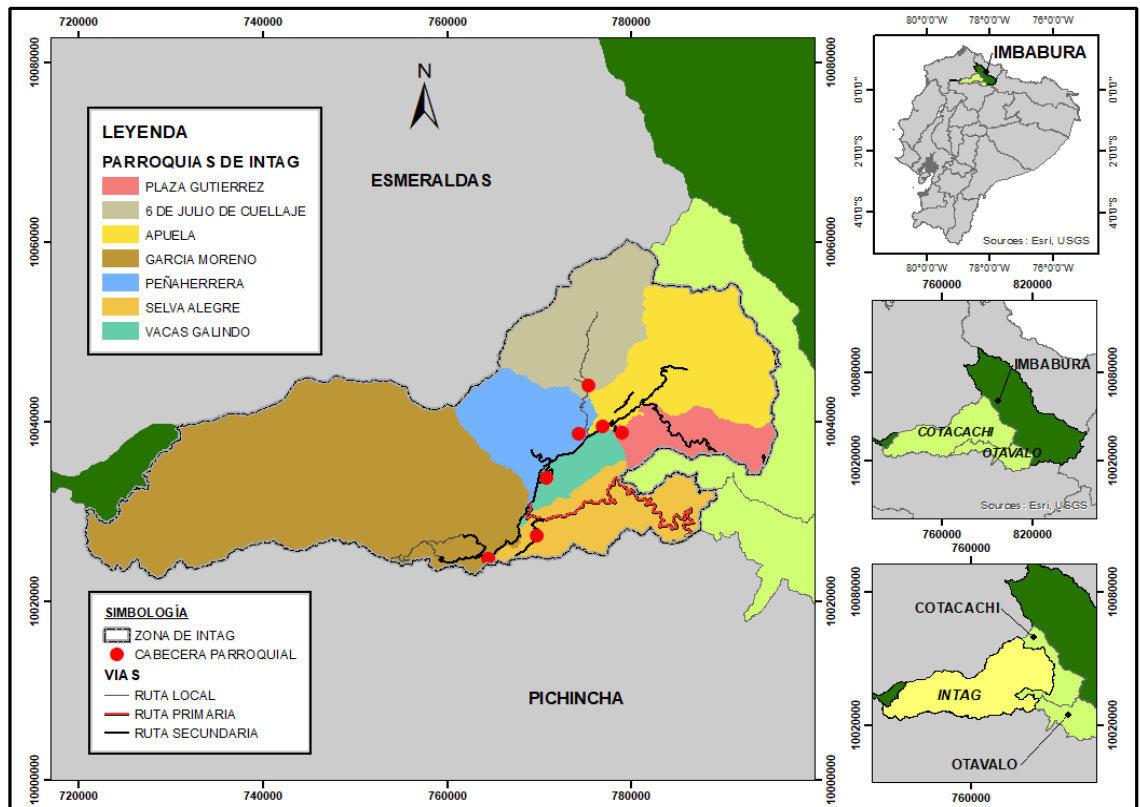


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de Intag



## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Selección de fincas

En coordinación con los técnicos de AACRI se seleccionaron a la Finca Conrralá y San Rafael que cumplen con los siguientes criterios:

- Fincas con las mismas variedades de café y edad de cultivo similar.
- Las fincas deben tener un manejo agronómico similar

La Finca San Rafael está ubicada en la parroquia de Peñaherrera, con una altitud de 1450 m.s.n.m tiene una dimensión de 27 hectáreas de las cuales tres hectáreas corresponden al cultivo de café. Consta de una asociación de cultivos de árboles de naranja (*Citrus × sinensis*), limón (*Citrus limon*), mandarina (*Citrus reticulata*) y plátano (*Musa × paradisiaca*) que son utilizados por su sinergia, produce sombra para los cafetos e ingresos económicos a las fincas, con lo que respecta a las variedades de café cuenta con variedades como son: Colombia, Caturro Rojo y Amarillo, Típica Mejorada, Típica Nacional, Villalobos, geisha tomate, borbón cidra y una nueva siembra de Catucaí.

De igual manera la Finca Conrralá, se encuentra ubicada Peñaherrera, con una altitud a 1700 m.s.n.m, cuenta con cuatro hectáreas de las cuales dos son destinadas a la siembra de café. La finca se maneja con una asociación de cultivos entre café de diferentes variedades como geisha, borbón, Catucaí, Caturro Rojo y Amarillo, Típica Mejorada, Nacional y Colombia, también arboles cítricos, guayaba (*Psidium guajava*), plátano (*Musa × paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para dar sombra a los cafetos.

### 3.2.2. Selección de la muestra

Los individuos fueron evaluados con ayuda de los propietarios de las fincas, donde se seleccionaron alrededor de 10 árboles representativos, tomando en cuenta la similitud en las siguientes características: edad, variedad, altura y condiciones de manejo. Por lo que, tanto de la Finca San Rafael como de Conrralá se tomó 10 árboles de las variedades: Caturro Rojo, Caturro Amarillo, Típica Mejorada y Colombia, teniendo un total 40 árboles por finca para ser evaluadas.

### 3.2.3. Características agronómicas

Para comparar las características agronómicas se seleccionaron siete características cuantitativas, las mismas que fueron evaluadas en época de cosecha.

Se tomó en cuenta la metodología propuesta por el INIAP (Vasco Medina et al., 2002):

- **Total de ramas por árbol:** se registró el número total de las ramas en los cafetos

- **Total de ramas productivas:** de cada planta se registró solo las ramas en producción
- **Longitud de ramas productivas (cm):** se contabilizó de cada planta, una rama productiva que fue tomando al azar del tercio medio. Esto se midió con una regleta graduada en centímetros.
- **Números de nudos por rama:** aquí se realizó un registro de la misma rama de la variable anterior y se contó la cantidad de entrenudos presentes.
- **Rendimiento de café cereza:** se tomó un registro del peso de la cosecha de cada una de las plantas de cada progenie de la parcela útil. Esta producción se determinará en kg de cereza/planta.
- **Porcentaje de granos vanos:** se tomó al azar 100 cerezas maduras y sanas de cada planta que se formen al momento de la cosecha para luego colocarlas en un recipiente de agua y contar el número de cerezas que floraron, tomando esta cifra para estimar una base del porcentaje de granos vanos.
- **Diámetro del grano (cm):** se tomó 10 cerezas como submuestra por planta y se midió el diámetro de una cereza en la parte media con un calibrador, este resultado se obtuvo en mm y luego se expresó en cm.

#### ***3.2.4. Prácticas agroecológicas***

Para conocer la estructura y la función de las fincas pertenecientes a AACRI, se aplicó una entrevista semiestructurada con preguntas abiertas y cerradas (Anexo1), complementadas con salidas de campo con los miembros pertenecientes a las fincas para corroborar información (Calderón y Vélez, 2017).

Con lo que respecta al instrumento de recopilación de datos se aplicó una encuesta dividida en cinco secciones.

- La primera sección fue enfocada a conocer los datos generales de la finca.
- En la segunda sección se buscó conocer los aspectos familiares y su intervención en el proceso del café, así como también los aspectos culturales que se toman en cuenta en el manejo del cultivo.
- La sección tercera evaluó la ayuda económica y social, que reciben los miembros de la finca.
- La sección cuarta se enfocó en la estabilidad e independencia de la finca.
- La sección quinta se focalizó en conocer el control y manejo de plagas y las prácticas agrícolas que se realizan dentro de las fincas.

Los registros obtenidos de las encuestas de productividad y manejo del café arábigo fueron corroborados en campo.

**Parámetros físicos:** La profundidad del suelo es un factor determinante para la productividad de los cultivos, para su medición se utilizó un barreno donde se penetra en el suelo hasta donde alcance el barreno, luego con la ayuda de una cinta métrica se midió la profundidad para luego identificar la clasificación correspondiente como indica en la Tabla 2 (García, 2017).

**Parámetros químicos:** Se realizó un análisis de laboratorio para conocer las propiedades físico-químicas del suelo pH, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y textura (Aranguren et al., 2012). Para la toma de muestras se tomaron muestras de 10 a 15 plantas por lote a través de transectos en zigzag o cruz dependiendo del terreno, a una profundidad de 30 cm y posteriormente se homogenizaron con la finalidad de obtener una sola muestra por cada finca agroecológica. Este método fue aplicado en cada una de las fincas evaluadas. Las muestras fueron enviadas al laboratorio agrar PROJEKT S.A en la ciudad de Quito.

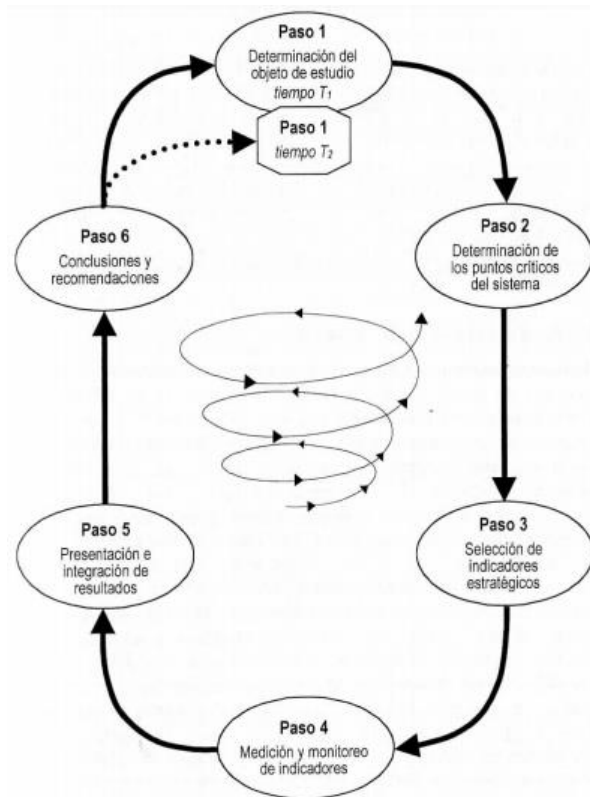
**Severidad:** Se tomó en cuenta la rama productiva y se contó el total de hojas y el total de número de hojas enfermas, para aplicar la siguiente fórmula (Ivancovich y Lavilla, 2016).

#### **Ecuación 1.** Ecuación de severidad

$$Severidad (S) = \frac{\text{Número de individuos enfermos}}{\text{Número de individuos evaluados}} \times 100$$

#### **3.2.5. Determinación del nivel de sustentabilidad mediante el método MESMIS**

El Método MESMIS fue utilizado para evaluar la sustentabilidad de los productores campesinos, mediante la aplicación de los seis pasos (Masera et al., 2000).



**Figura 2.** Diagrama de MESMIS

Fuente. (Maser et al., 2000)

En la figura 2 se encuentra el esquema de pasos realizados en el MESMIS, con el primer paso se determinó los objetivos de investigación, para el paso dos y tres se realizó una Tabla (Tabla 2) en donde una vez identificados los puntos críticos de las fincas, se establecieron los indicadores basándose en el estudio de la Evaluación participativa del aporte de fincas integrales a los servicios ecosistémicos y a la calidad de vida de las familias en el Área de Conservación Tortuguero, Costa Rica, realizado por Navarro, (2012). A su vez estos indicadores se basan en la seguridad alimentaria: Disponibilidad, accesibilidad, demanda de consumo, utilización biológica de alimentos y estabilidad (Annan, 2002) y la sostenibilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y auto seguridad, enfocados en las dimensiones: ambiental, financiera, social y humana.

La recopilación de información se realizó en el objetivo uno y dos a través de encuestas y valoración en campo en cada finca, esto permitió asignar un valor en cada indicador (Tabla 2).

**Tabla 2. Indicadores de sustentabilidad de las fincas cafeteras**

Dimensiones	Punto Crítico	Indicadores	Criterio de valoración	Valor asignado		
Ambiental	Conservación del suelo	Profundidad del suelo	Medición por barreno	Muy Sómoros <20 cm	1	
				Sómoros-moderadamente profundos 21-89 cm	2	
				Profundos >90cm	3	
		Prácticas de labranza	Labranza en chacras	Profunda (maquinaria)	1	
				Reducida (yunta, animales)	2	
				Labranza cero	3	
		Prácticas agrícolas	Número de prácticas integradas al manejo de nutrientes: policultivos, abonos orgánicos, cobertura vegetal	Menos de 2 prácticas	1	
				De 2 a 3 prácticas	2	
				Más de 3 prácticas	3	
		Reciclaje de nutrientes	Producción de abonos orgánicos	No	1	
				Si	3	
			Tipo de abono	Abono químico	1	
				Abono químico y orgánico	2	
				Abono orgánico	3	
		Análisis químico	Características del suelo	Materia orgánica 5-15	Fuera del rango óptimo	1
	Dentro del rango óptimo				3	
	Conductividad 0.3-0.6			Fuera del rango óptimo	1	
				Dentro del rango óptimo	3	
	pH (en KCl) 5.5-7.0		Fuera del rango óptimo	1		
			Dentro del rango óptimo	3		
			(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )-N 25-40	Fuera del rango óptimo	1	
				Dentro del rango óptimo	3	
	Macronutrientes			Fósforo (P) 20-35	Fuera del rango óptimo	1
					Dentro del rango óptimo	3
			Potasio (K) 110-220	Fuera del rango óptimo	1	
				Dentro del rango óptimo	3	
	Severidad de plagas	Severidad en roya ( <i>Puccinia graminis</i> )	57.78-88 Poco susceptible	1		
			20.56-57.78	2		
			Medianamente susceptible			
			53.33-20.56 Muy susceptible	3		
Actividades preventivas y supresivas		No	1			
		Si	3			
		Número de actividades Preventivas (variedades resistentes, cultivos trampa, diversidad de cultivos) y Supresivas (control biológico, insecticidas botánicos, prácticas culturales, productos químicos y orgánicos)	No realiza ninguna actividad	1		
			Realiza al menos una actividad	2		
			Realizan actividades preventivas y supresivas	3		
Control y manejo de plagas	Uso de agroquímicos	Si	1			
		No	3			
		Tipo de agroquímico	Sello rojo	1		

Continuación tabla 2...

			Sello amarillo y azul	2
			Sello verde	3
		Diversidad del cultivo	Número de variedades	Una variedad
				Dos variedades
				3 o más variedades
	Uso de recurso hídrico	Agua de riego	Agua de riego	Si
				No
			Menor al precio establecido	1
		Ingresos económicos	Valor de venta de café cereza en ACCRI \$250,00 por saco	Dentro del precio establecido
				Mayor al precio establecido
		Productos de venta	Cantidad de productos derivados de café en venta	Un producto
				De 2 a 3 productos
				Más de 3 productos
		Distribución de producto	Puntos de venta	Ninguna
				Comercialización directa
				Venta con el uso de tecnología
				Compradas
				Donadas
				Propias
				Compradas
				Donadas
				Propias
				Compradas
				Donadas
				Propias
				Compradas
				Donadas
				Propias
		Ayuda económica, social y humana	Donaciones	Si
				No
				No tiene capacitación
				De 2 a 3 capacitaciones
				Más de 3 capacitaciones
				Tercer grado
				Segundo grado
				Primer grado
		Participación de familia	Miembros de la familia que participan en la producción del café	No
				Si
		Participación de la mujer	Mujeres que participan en la producción de café	No
				Si
		Participación de la comunidad	Generación de empleo	No
				Si

El paso cuatro, fue realizado de manera conjunta con las investigadoras y miembros de asesoría de tesis donde se resolvió otorgar una escala de valoración de uno a tres de acuerdo con la Tabla 3, donde uno representa el valor más bajo y tres el valor más alto.

**Tabla 3.** *Escala de valoración de sustentabilidad*

<b>Escala</b>	<b>Interpretación</b>
1	No sustentable
2	Medianamente sustentable
3	Sustentable

Una vez obtenidos todos los resultados se procedió a realizar el paso cinco expresando los resultados en un gráfico de araña que permitió apreciar los puntos fuertes y los puntos a mejorar en cada finca. Por último, el paso seis que corresponde a conclusiones y recomendaciones que se pudo dar a las fincas cafeteras para que mejoren su sistema de manejo.

### **3.3. Materiales y equipos**

A continuación, se detallan los materiales y equipos empleados en la recopilación de información para llevar a cabo el estudio.

**Tabla 4.** *Equipos y materiales para la investigación*

<b>Equipos</b>	<b>Materiales</b>
GPS	Libreta de campo
Balanza electrónica	Lapiceros
Pie de rey	Guantes
Computadora portátil	Bolsas plásticas herméticas
Barreno	

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Comparación de características agronómicas de café (*Coffea arabica* L.)

##### 4.1.1. Productividad planta

De acuerdo con el ADEVA para la variable productividad por planta (anexo 2), se puede observar que existe una interacción entre los factores finca y variedad ( $F=0.88$ ;  $gl= 3$ ,  $57$ ;  $p = 0.049$ ).

En la figura 3, se puede observar que, en la Finca San Rafael, las variedades Caturro Rojo y Colombia muestran una productividad similar, con un promedio de 2286.1 g/planta, siendo este superior por 52.17% al promedio mostrado por la variedad Caturro Amarillo que fue la que obtuvo una menor productividad. Adicionalmente, se observa que Típica Mejorada presenta un rendimiento similar al resto de variedades.

Con respecto a la Finca Conrralá, se observa que la variedad con mayor productividad fue la Colombia con 2753.63 g/planta, superando a las variedades Caturro Amarillo, Caturro Rojo y Típica Mejorada por 98.69, 43.43 y 44.85%, respectivamente. A su vez, la variedad Caturro Rojo fue más productiva que la variedad Caturro Amarillo por 38.64%. Por otro lado, la variedad Típica Mejorada tiene una productividad similar a la observada en las variedades Caturro Rojo y Amarillo.

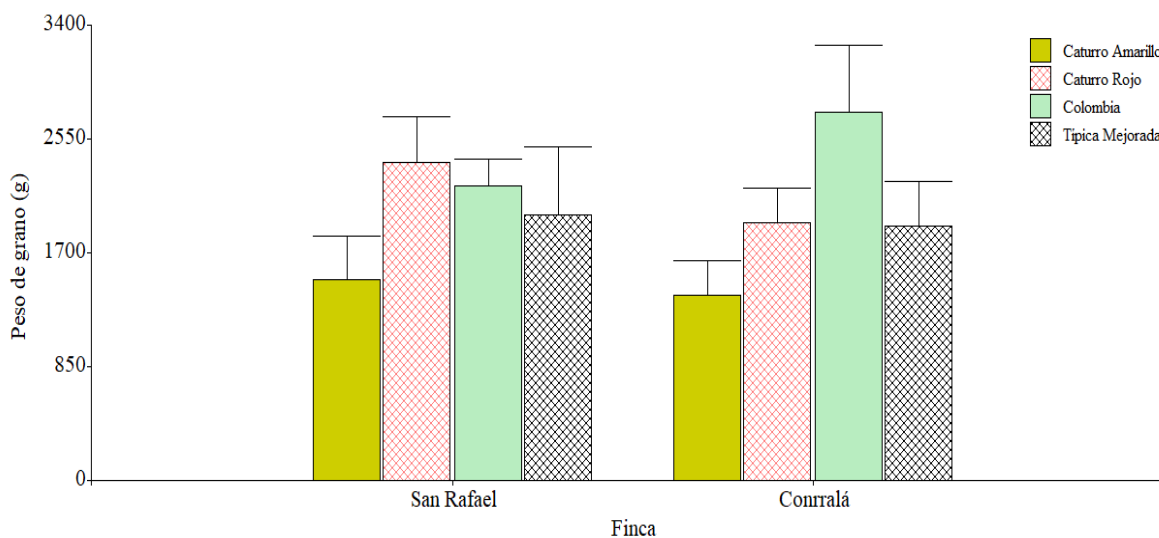
Finalmente, se puede observar que la localidad de las fincas no afectó la productividad de cada variedad, obteniéndose 1444.09, 2147.30, 2476.3 y 1943.43 g/planta para las variedades Caturro Amarillo, Caturro Rojo, Colombia y Típica Mejorada, respectivamente.

Los autores López, Escamilla, Zamarripa y Cruz (2016), mencionan que en México los cultivos con variedades de porte bajo: Caturro Rojo, Catucaí Amarillo, Caturro Amarillo, Pacamara, Garnica F, Garnica Iquimite, Colombia Brote Verde, Colombia Brote Café, Garnica (TCPB) y Oro Azteca, obtuvieron una producción de café cereza acumulado en 5 años por arriba de los 20 kg/planta, lo que supera a las variedades de porte alto evaluadas: Typica 947, Bourbon Salvadoreño, Batie, Blue Mountain, Typica Xhantocarpa, Pluma Hidalgo 177, Dessie, Garnica (TCPA), Typica Tres Cruces (TC) y Bourbon Tres Cruces (TC). Sin embargo, en el presente estudio solo la variedad Colombia de la Finca Conrralá presenta una mayor producción que la variedad de porte alto Típica Mejorada con una media de 2753.63 g/planta.

Por otro lado, Salazar et al. (1988) en su estudio realizan una comparación del promedio de las variedades Caturro Rojo y Colombia y Colombia durante tres años de



cosecha y no se encontró una diferencia significativa en producción. Lo que de igual manera se puede evidenciar en el presente estudio con las variedades de Caturro Rojo y Colombia teniendo una media de 2373.2 g/planta y 2199 g/planta respectivamente en la Finca San Rafael y de 1921.4 g/planta y 2753.63 g/planta y 2753.63 g/planta en la Finca Conrralá.



**Figura 3.** *Peso de grano por planta de distintas variedades de café cultivadas en dos fincas en el valle de Intag- Peñaherrera.*

#### 4.1.2. Granos vanos

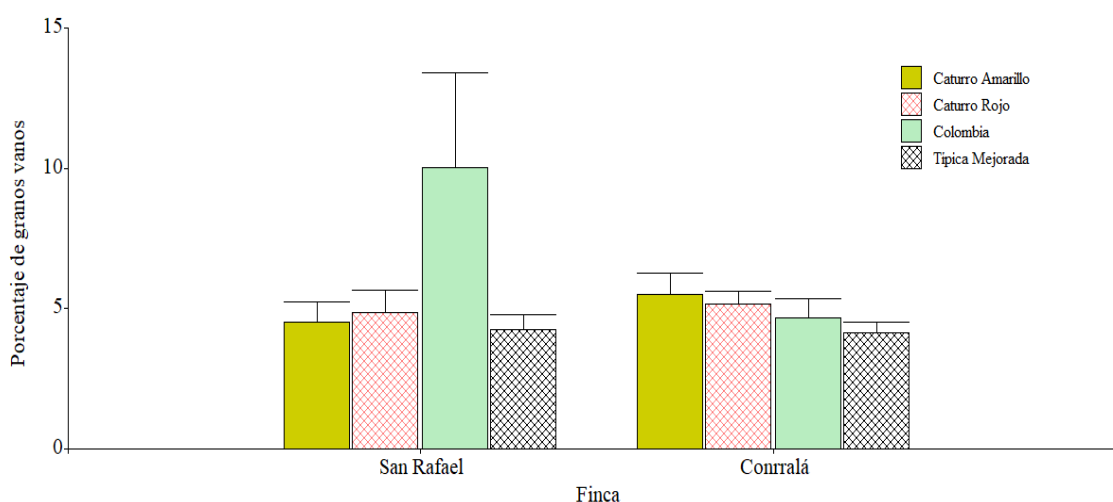
Al analizar el ADEVA para la variable de porcentaje de granos vanos (Anexo 3) se aprecia que existe una interacción entre los factores finca y variedad con  $F= 1.19$ ;  $gl= 3,57$  y  $p= 0.041$ .

En la figura 4 se puede observar que en la Finca San Rafael existe una similitud de porcentaje de granos vanos entre las variedades Típica Mejorada, Caturro Amarillo y Caturro Rojo, mientras que la variedad Colombia tiene un mayor porcentaje con una media de 10.02%, superando por 57.68%, 55.08% y 51.39% respectivamente.

Por otro lado, se puede apreciar en la Finca Conrralá que las variedades Caturro Amarillo y Caturro Rojo tienen una similitud de granos vanos con un promedio de 5.33%, y superando en porcentaje a Típica Mejorada con 22.26%. Por último, Colombia presenta una similitud en el porcentaje de granos vanos con las demás variedades.

Al realizar una comparación entre variedades de las dos fincas se puede apreciar que la variedad Colombia de la Finca San Rafael tiene un mayor porcentaje de granos vanos con una media de 10.02%, superando a Conrralá con un 56.9%. Mientras que las variedades Caturro Amarillo, Caturro Rojo y Típica Mejorada no presentan diferencia entre fincas.

En el estudio realizado por López et al. (2016) antes mencionado, también analizan los granos vanos en diferentes variedades de *Coffe arabica* L. entre ellos Caturro Rojo, Caturro Amarillo y Típica Mejorada, obteniendo como resultado que no hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), además los valores de porcentaje de frutos vanos (sin semilla) fueron de 3.2 a 10 %. Al comparar se puede recalcar que, si se encontró diferencias entre las variedades, como es el caso de Colombia de la Finca San Rafael, siendo la variedad con mayor porcentaje y en la Finca Conrralá el caso de que Típica Mejorada se diferencia de Caturro Rojo y Amarillo. No obstante, los valores de porcentaje obtenidos de las variedades en las dos fincas van desde los 4.14 a 10.02% lo que coincide con el estudio de López et al. (2016).



**Figura 4.** Resultado de la cantidad de granos vanos de cuatro variedades de café de las fincas San Rafael y Conrralá.

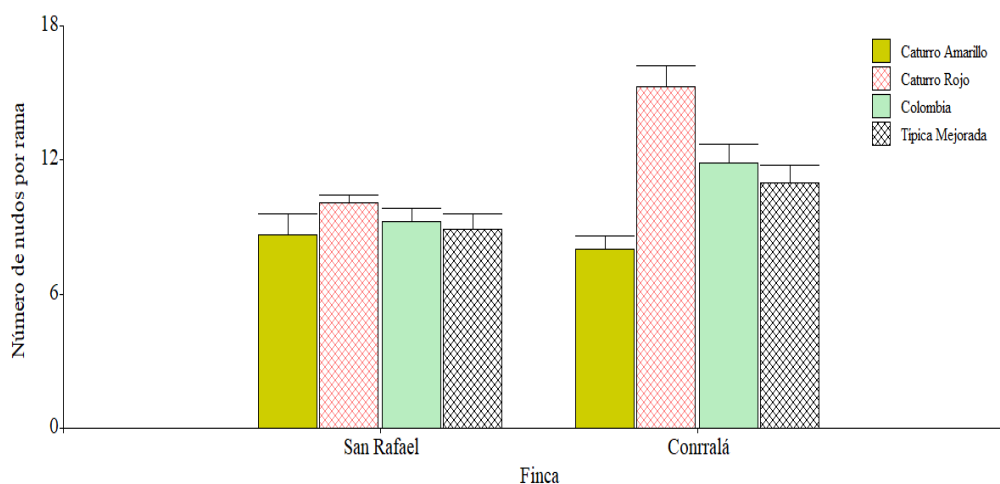
#### 4.1.3. Número de nudos por rama productiva

El resultado para el número de nudos por rama según el ADEVA (anexo 4), indica que existe una interacción entre los factores finca y variedad ( $F= 1.19$ ;  $gl=3,57$ ;  $p=0.041$ ).

Como se observa en la figura 5, en Finca San Rafael, las variedades Caturro Rojo, Colombia y Típica Mejorada presentan un total de número de nudos por rama similares, con un promedio de 9.4167, superando por un 7.93% a Caturro Amarillo que fue la variedad que presento un menor número de granos vanos. Por otro lado, en la Finca Conrralá se puede observar que la variedad que presenta mayor total de número de nudos por rama es Caturro Rojo sobrepasado a la variedad Caturro Amarillo con un 47.72% que es la que presenta menor nudo por rama. Adicionalmente, las variedades Colombia y Típica Mejorada presentan un total número de nudos por rama productiva similar con un promedio de 11.44.

Por último, realizando una comparación entre fincas, las variedades Caturro Amarillo, Colombia y Típica Mejorada presentan un total de número de nudos por rama similares con 8, 10 y 10 nudos respectivamente. Sin embargo la variedad Caturro Rojo de la Finca Conrralá presenta mayor cantidad de nudos por rama, sobrepasando a la misma variedad de la Finca San Rafael con un 33.99%.

Teodoro (2018) en su investigación realiza la comparación entre cinco variedades de porte bajo, entre tres a cinco años, en donde no se identifica una diferencia significativa, entre las variedades que coinciden con la investigación son Caturro Rojo y Colombia y tienen 10 nudos por rama, un número similar a las variedades de la investigación. Para las variedades de porte alto como es Típica Mejorada no se encontraron datos disponibles, por lo que el estudio servirá como precedente para futuras investigaciones.



**Figura 5.** Total de número de nudos por rama productiva presentes en las variedades Caturro Rojo y Amarillo, Colombia y Típica Mejorada en las fincas estudiadas de la Parroquia de Peñaherrera.

#### 4.1.4. Total de ramas por árbol

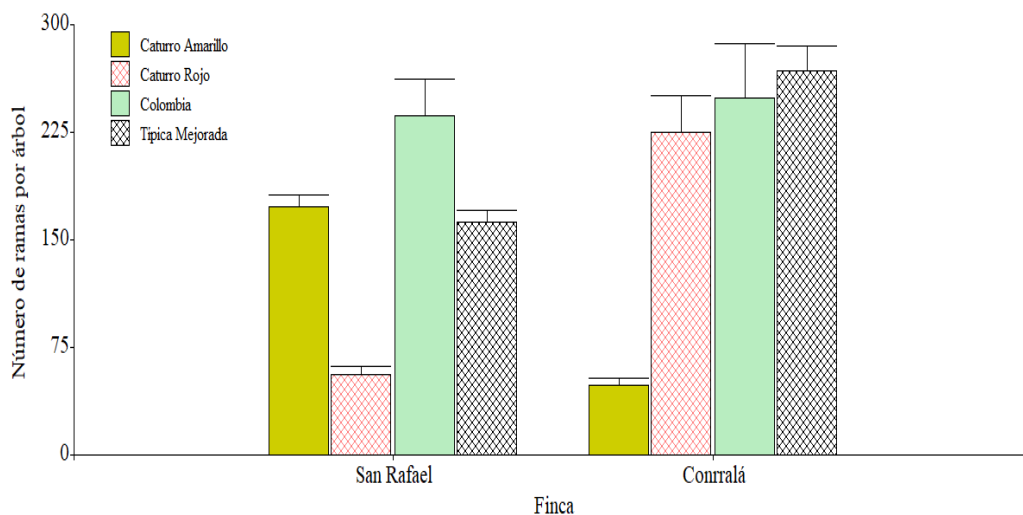
Al observar el anexo 5, se observa que existe una interacción entre finca y variedad para la variable de total de ramas por árbol ( $F=25.30$ ;  $gl\ 3.57$   $p= 0.0001$ ).

Realizando un análisis del total de ramas por árbol de los cafetos de la Finca San Rafael, se puede observar en la figura 6 que las variedades Caturro Amarillo y Típica Mejorada presentan una similitud con respecto a sus ramas por árbol con un promedio de 167.75. Sin embargo, la variedad Colombia es la que presentó mayor total de ramas por árbol superando a Caturro Rojo con un 167.75 que es la variedad con menor total de ramas por árbol. En cuanto a la Finca Conrralá, se puede observar que las variedades Típica Mejorada,

Colombia y Caturro Rojo presentan un total similar en sus ramas por árbol con una media de 247.277, sin embargo, estas superan a la variedad Caturro Amarillo que es la que presentó menor total de ramas por árbol con un 80.23%.

En la comparación entre fincas, podemos observar que existe una similitud en el total de ramas por árbol para la variedad Colombia con un promedio de 242.75. En cuanto a Caturro Amarillo, la variedad de la finca San Rafael la supera por 71.74% a Conrralá, Caturro Rojo de la Finca Conrralá supera a la misma variedad con un 75% y por último Típica Mejorada de la Finca Conrralá supera a San Rafael con 39.32%.

En el estudio realizado por Vargas-Silva (2019) sobre la morfología y biomecánica de los árboles de café menciona que existen factores que pueden incidir en el número de ramas como la competencia por luz y el entorno umbófilo. Cabe agregar que no existen estudios realizados que nos ayuden a comparar el número de ramas de los árboles por las variedades seleccionadas ni en diferentes altitudes, por esta razón, esta investigación puede servir como punto de comparación para futuras investigaciones.



**Figura 6.** Comparación del total de ramas por árbol de la Finca San Rafael y Conrralá

#### 4.1.5. Total de ramas productivas (rpa)

De acuerdo con el ADEVA para la variable de ramas productivas en el anexo 6 se puede observar que existe una interacción entre los factores finca y variedad ( $F=21.81$ ;  $gl=3,57$ ;  $p = 0.0001$ ).

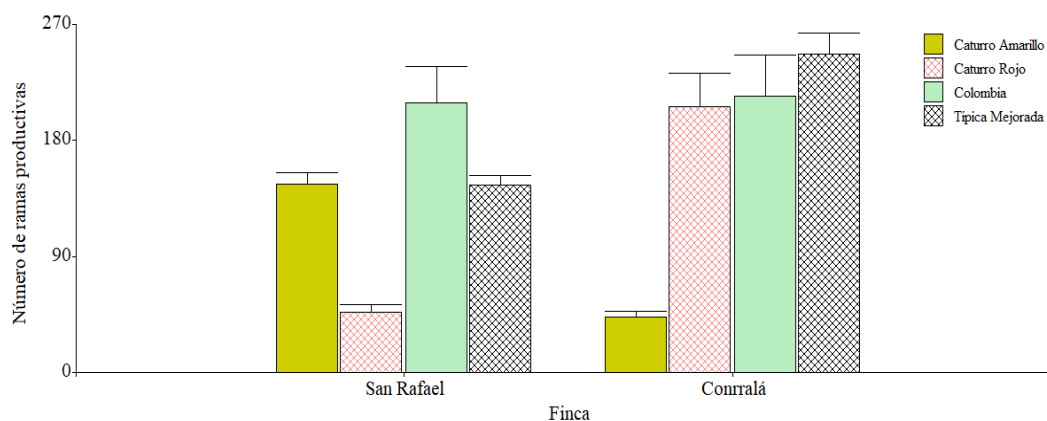
En la figura 7 se puede observar que en Finca San Rafael que la variedad Colombia registra un mayor número de ramas en comparación al resto de variedades superando a

Caturro Amarillo, Típica Mejorada y Caturro Rojo en un 46.17%. Adicionalmente Caturro Amarillo y Típica Mejorada tienen una similitud en el número de ramas productivas, con un promedio de 145.54 ramas por árbol, siendo Caturro Rojo la variedad con menor número de ramas con 46.6 rpa.

Por otro lado, en la Finca Conrralá las variedades Caturro Rojo, Colombia y Típica Mejorada presentan una similitud con una media de 206.3, 214.38, 246.8 respectivamente, superando a Caturro Amarillo (43.33 rpa) en un 80.52%.

Al comparar las variedades similares entre Fincas, es evidente que Colombia es la única variedad con similitud, con 211.75 rpa. Además, la Finca San Rafael tiene mayor cantidad de ramas productivas en las demás variedades superando a Conrralá con 41.12% en Típica Mejorada, 44.46% en Caturro Rojo y 70.27% en Caturro Amarillo.

Salazar et al. (1988) mencionan que las variedades de café Caturro Rojo y Colombia tienen un aproximado del 45 % de ramas productivas con respecto al total de ramas. En el caso del presente estudio se registra un 85.25% de ramas productivas con relación al total en Caturro Amarillo, un 91.12% en Típica Mejorada, un 90% en Caturro Rojo y un 87.25% en Colombia, lo que discrepa del estudio de Salazar. Sin embargo, las condiciones específicas de la región, tiempo, condiciones climáticas, distribución de lluvias y balance hídrico explica las variaciones del número de las ramas productivas. Adicional a eso no existe información sobre la variación de ramas productivas en café.



**Figura 7.** Total de ramas productivas presentes en cuatro variedades de café arábigo de altura de la Finca San Rafael y Conrralá.

#### 4.1.6. Longitud de ramas productivas

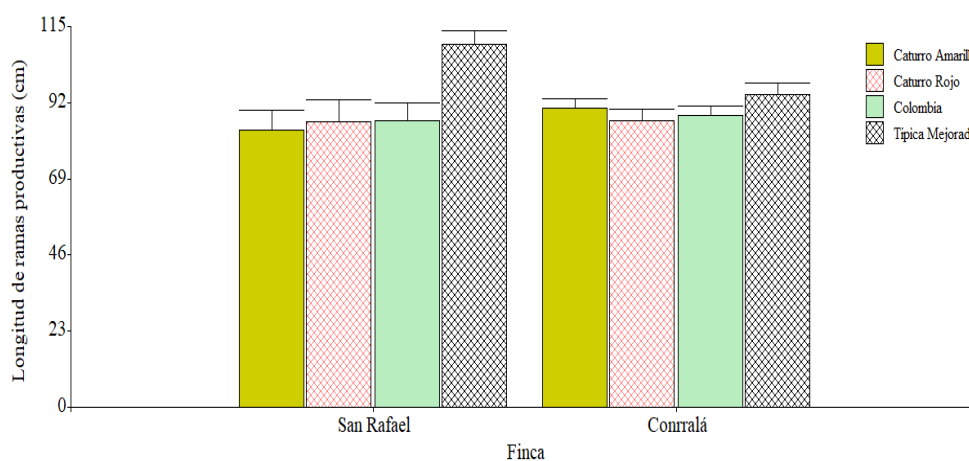
En el ADEVA para la variable longitud de ramas productivas en el anexo 7 se puede observar que existe una interacción entre los factores finca y variedad ( $F=2.18$ ;  $gl= 3,57$ ;  $p = 0.040$ ).

En la Finca San Rafael la variedad Típica Mejorada presenta una mayor longitud de ramas productivas con una media de 109.6 cm superando a las demás variedades en un 21.92%.

Como indica la figura 8, en la Finca Conrralá las variedades Caturro Amarillo, Caturro Rojo y Colombia presentan una similitud con un promedio de longitud de ramas productivas de 88.24 cm, sin embargo, en el caso de Típica Mejorada se visualiza una similitud con Colombia y Caturro Amarillo con un promedio de 90.87 cm, adicionalmente se puede observar Típica Mejorada presenta una diferencia con Caturro Rojo, teniendo una mayor longitud Típica Mejorada, siendo superior por 8.38%.

En una comparación entre las mismas variedades de las diferentes fincas, se puede observar que existe una diferencia en Típica Mejorada superando la Finca San Rafael con 13.87%. Mientras que en las variedades Caturro Rojo, Caturro Amarillo y Colombia se aprecia que la ubicación no afectó a la longitud de las ramas teniendo 86.4 cm, 87 cm y 102 cm respectivamente.

No existen estudios en donde se analice la longitud de las ramas productivas en el café no obstante, existen estudios en otras especies frutales perennes como lo es en *Passiflora edulis* Sims, en donde se analiza la influencia del Zinc, a partir del día 45 se evidencia que este elemento es fundamental para el desarrollo de las ramas productivas (Ivonne et al., 2012).



**Figura 8.** Comparación de la longitud de ramas entre la Finca San Rafael y Conrralá

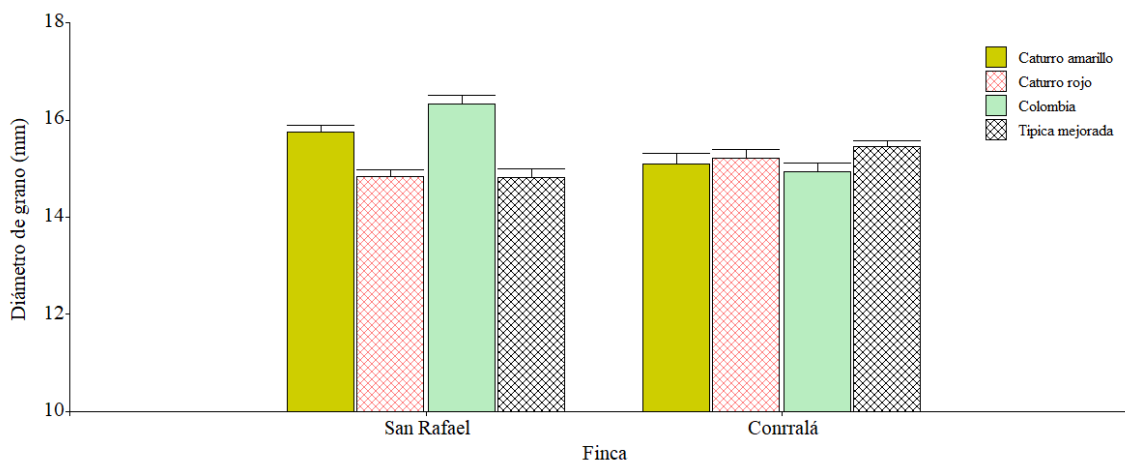
#### 4.1.7. Diámetro de grano

El anexo 8, indica que existe una interacción entre finca y variedad para el diámetro de grano ( $F=15.00$ ;  $gl\ 3.733$   $p=0.0001$ ).

En la Finca San Rafael las variedades Caturro Rojo y Típica Mejorada presentan un diámetro de grano similar con un promedio de diámetro de grano de 14.835 mm siendo superadas por las Caturro Amarillo y Colombia con 6.16% y 10.07% respectivamente. Por otro lado, como se puede observar en la figura 9 en la Finca Conrralá las cuatro variedades presentan una similitud en su diámetro de grano.

Al comparar las variedades Caturro Amarillo, Caturro Rojo, Colombia y Típica Mejorada de San Rafael y Conrralá, se puede observar que la altitud de cada una de las fincas no incide en el diámetro del grano, ya que las variedades presentan una similitud con promedios de 15.42 mm, 15.04 mm, 15.63 mm y 15.13 mm respectivamente.

Según el estudio de Long et al. (2015) los cafetales con menor tamaño de grano tienen mayor carga de frutos, es decir mayor producción. Sin embargo, en el presente estudio solo se evidencia el supuesto en la variedad de Caturro Amarillo. Además, Long et al. (2015) pudo observar que algunos factores como la sombra pueden causar pequeños cambios al diámetro, calidad y cantidad de primeros frutos caídos.



**Figura 9.** Resultado del diámetro de granos de variedades de café y su comparación entre fincas.

## **4.2. Analizar las prácticas agroecológicas del manejo de cafetales en la Zona de Intag**

### **4.2.1 Generalidades de la Finca San Rafael y Finca Conrralá**

#### **4.2.1.1. Aspectos familiares y culturales de la Finca San Rafael**

Con lo que respecta a los aspectos familiares en las actividades de trazabilidad que son: labranza, deshierba, siembra, aplicación de agroquímicos y abonos, aplicación foliar, control de enfermedades, poda, despulpa, seca, envase, que se realiza dentro de la finca, se pudo observar que existe una interacción de entorno familiar, la señora Gladys Vallejos esposa del dueño de la finca con la edad de 58 años, es la encargada de cosechar, despulpar y secar el café no tiene capacitaciones, por otro lado Ana Cevallos con 38 años de edad es hija e inversionista de la marca Buntura, es la encargada de cosechar y procesar el café para su venta con la ayuda de su esposo Roberto Castillo con 38 años de edad que aparte de dedicarse a la venta es el encargado de la publicidad y manejo de redes sociales, ambos tienen diferentes capacitaciones en cata de café, ventas y tueste, el sobrino Cristian Vallejos con 23 años de edad ayuda en la finca con el deshierbe, la siembra, despulpe y el secado de café, no cuenta con capacitaciones, por último, el dueño Darío Cevallos se encarga de realizar y supervisar todas las actividades antes mencionadas con ayuda de sus familiares, cuenta con diferentes capacitaciones sobre fertilización, poda, manejo de suelo, catación y tueste. Las actividades de tueste y trillado son realizadas en las instalaciones de la Asociación Agroartesanal de Caficultores Río Intag “AACRI”.

Sin embargo, para la época de cosecha, por la dimensión del terreno, se realiza la contratación de personal especialmente de mujeres de la zona ya que su participación es valiosa porque a lo largo de la historia han sido ellas las encargadas de hacer la recolección, la selección y el secado del grano, que son los puntos clave para que se determine la calidad del producto. Según la Asociación de Cafés Especiales (SCA Specialty Coffe Association) el 70% de la mano de obra en la producción y cultivo de café son mujeres, esto se debe a que la mujer se diferencia del hombre por la capacidad para realizar actividades que impliquen delicadeza y cuidado, justificándose así su participación en la recolección del café.

En lo que se refiere a las actividades culturales, se pudo observar que realizan todas las actividades de acuerdo con el calendario lunar, de igual manera realizan la preparación del suelo, la siembra y el control de plagas. En el siguiente calendario se puede observar las fechas donde realizan cada una de las actividades.



**Tabla 5.** *Calendario de actividades agrícolas que se realizan en la Finca San Rafael*

CALENDARIO DE ACTIVIDADES												
Actividad \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Labranza												
Deshierba												
Siembra												
Agroquímico												
Abono												
Aplicación foliar												
Riego												
Control de enfermedades												
Cosecha												
Poda												
Despulpa												
Seca												
Tuesta												
Envasa												
Venta												

#### 4.2.1.2. Vinculación social y estabilidad de la Finca San Rafael

La Finca San Rafael no recibe ayuda o donativos por entidades del gobierno o por personas particulares, cuentan con un semillero donde germinan sus semillas y almacena sus plántulas de café, sin embargo, al principio de la primera siembra se realizó la compra de 350 plántulas de diferentes variedades de café y de abono a AACRI. Es importante mencionar que el señor Darío Cevallos cuenta con una marca de café registrada como “BUNTURA” es por eso que el total de café cosechado de la temporada, que se estima que es de 15 quintales, es destinado a la producción y comercialización de su marca.

#### 4.2.1.3. Ingresos y egresos de la Finca San Rafael

Los ingresos de la Finca San Rafael provienen de la venta de café molido, se estima que por temporada se obtiene un valor de 6 000 \$, de los cuales existe los siguientes egresos:

**Tabla 6.** *Detalle de egresos de la Finca San Rafael*

Actividad	Detalle	Valor	Valor total
Trabajadores	Tres personas	\$15	\$45
Plaguicidas	Un quintal por temporada	\$60	\$60
Fertilizantes	Tres quintales	\$60	\$180
Transporte	Durante cuatro meses	\$50	\$200
Servicios básicos	Por cuatro meses	\$95	\$95
Cata de café	Tres veces por temporada	\$80	\$240
<b>Total</b>			<b>\$1495</b>

#### 4.2.1.4. Aspectos familiares de la Finca Conrralá

Es una finca familiar perteneciente al señor Marcelo Cevallos que se encuentra a cargo de sus padres: la señora Cecilia Vallejo con 70 años y el señor Eduardo Cevallos con 77 años son los que se encargan del mantenimiento de toda la finca y cuentan con capacitaciones respecto al manejo y cultivo de café. En el proceso de poda, labranza, deshierba y aplicación de abono y agroquímicos necesitan la ayuda de dos trabajadores adicionales. Las actividades de trillado y tuesta son realizadas en “AACRI”. Al igual que en la Finca San Rafael, la participación de la mujer es indispensable al momento de la cosecha.

A diferencia de la Finca San Rafael, en Conrralá en las prácticas agrícolas no se realizan la poda, ni el control de enfermedades de los cafetales. Por otro lado, basan las actividades agrícolas en un calendario lunar, en la siguiente tabla podemos observar el calendario el que se llevan a cabo todas las actividades.

**Tabla 7.** Calendario de actividades agrícolas que se realizan en la Finca Conrralá

		<b>CALENDARIO DE ACTIVIDADES</b>											
Actividad	Mes	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Labranza													
Deshierba													
Siembra													
Agroquímico													
Abono													
Cosecha													
Despulpa													
Seca													
Tuesta													
Venta													

#### 4.2.1.5. Vínculo social y estabilidad de la Finca Conrralá

La Finca Conrralá no recibe donativos por parte de ninguna entidad, sin embargo, una parte de las plántulas de café son compradas al vivero de la Finca San Rafael o a ACCRI para luego reproducirlas en su vivero al igual que el abono. Gran parte de la producción es destinada al autoconsumo y repartición familiar, mientras que un saco es vendido a AACRI y otro saco a BUNTURA, de ser necesario.

#### 4.2.1.6. Ingresos y Egresos Finca Conrralá

Los ingresos a la finca provienen de la venta de café cereza a ACCRI en un valor de \$200 cada quintal y a pequeños caficultores cuando estos lo requieran a un valor de \$250 el quintal. Los egresos de la finca se encuentran detallados en la Tabla 8.

**Tabla 8.** *Detalle de egresos de la Finca Conrralá*

<b>Actividad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor total</b>
<b>Trabajadores</b>	Dos personas	\$15	\$60
<b>Transporte</b>	Durante cuatro meses	\$10	\$40
<b>Servicios básicos</b>	Por cuatro meses	\$26	\$26
<b>Compra de abono</b>	--	--	--
<b>Total</b>			\$126

#### 4.2.1.7. Análisis químico del suelo Finca Conrralá y San Rafael

Uno de los parámetros que se debe tomar en cuenta en el cultivo de café es el pH debido a que es un indicador que sirve antes de la fertilización e influye en la disponibilidad de nutrientes en las plantas, los suelos cafeteros demandan un pH entre 5.0 y 5.5 para que mejore la actividad de los microorganismos logrando que la mayoría de los elementos sean aprovechables por las plantas, en especial el N,P,S (Sánchez, 2015) lo que indica que el pH del suelo de la Finca San Rafael se encuentra en un rango medio con un valor de 5.0, mientras que el pH de la Finca Conrralá que presenta un valor de 5,5 que se encuentra en un rango óptimo. Según el autor Encomenderos y López (2008) mencionan que si el pH está por debajo o igual a 5.0 puede generar escasez de Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Boro (B), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y si el pH se encuentra por encima de 5.5 puede generar falta de Fósforo (P), Boro (B), Hierro (He), Cobre (Cu), Zinc (Zn).

Dado lo antes mencionado, se puede evidenciar en los resultados de la Tabla 9 para la Finca San Rafael, nos indica que presenta una deficiencia en el P y K, mientras que los valores de Mg, Ca, Zn, B se encuentran en rangos óptimos, por otro lado los valores de Cu se encuentra elevados, lo que ocasionar efectos tóxicos en la planta, al mismo tiempo se puede presentar una deficiencia de hierro, sin embargo, en este caso se registra que también existe un exceso de Fe, estos valores elevados se pueden observar tanto en la Finca San Rafael y Conrralá. No obstante, en la investigación realizada por los autores Sánchez y Rodríguez (2023), en el informe de resultados de análisis químico de los suelos de la Zona de Intag se puede observar que los valores de Hierro y Cobre se encuentran elevados, por tal motivo se puede ultimar que estos suelos son ricos en Hierro y Cobre (Rodríguez y Sánchez, 2023). En la Finca Conrralá los valores de P, Mg, Ca, B se encuentran dentro de los rangos óptimos.

Con lo que respecta a la Materia Orgánica (MOS), es uno de los componentes de mayor importancia para el desarrollo sostenible del cultivo del café, además ayuda a mejorar

la capacidad del suelo para tolerar los cambios de pH, en la Finca San Rafael el valor para la MOS el valor es de 4,9 y en la Finca Conrralá 5.9 lo que indica que se encuentran en los rangos óptimos, ya que en la investigación realizada por los autores mencionan que los suelos con un valor de 2% tiene bajo contenido de materia orgánica y de 2 a 5% presentan contenido medio tomándolo como óptimo, mientras que es favorable que el valor sea superior a un 5%.

**Tabla 9.** Parámetros químicos del suelo de las Fincas San Rafael y Conrralá

<b>PARÁMETROS QUÍMICOS</b>				
	<b>Análisis</b>	<b>Niveles óptimos</b>	<b>Resultado Finca San Rafael</b>	<b>Resultado Finca Conrralá</b>
<b>Características del suelo</b>	Materia Orgánica	5 - 15	4.9	5.9
	Conductividad (CE)	0.3 – 0.6	0.15	0.14
	pH (en H <sub>2</sub> O)	-	6.0	6.4
	pH (en KCl)	5.5 – 7.0	5.0	5.5
<b>Macronutrientes</b>	(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )-N	25 - 40	24.1	22.2
	Fósforo (P)	20 - 35	14.6	55.5
	Potasio (K)	110 - 220	45.0	190
	Magnesio (Mg)	40 - 100	100	80.0
	Calcio (Ca)	400 - 1200	457	400
	Azufre (SO <sub>4</sub> -S)	10 - 15	4.4	3.3
<b>Micronutrientes</b>	Hierro (Fe)	10 - 40	12.3	301
	Manganeso (Mn)	6 - 30	26.3	16.5
	Cobre (Cu)	1.0 – 4.0	6.6	6.8
	Zinc (Zn)	1.2 – 6.0	1.8	6.6
	Boro (B)	0.15 – 0.60	0.25	0.17
<b>Peligro de salinidad</b>	Sodio (Na)	< 140	6.5	2.7
	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	< 210	11.2	11.6
	Sales Totales	< 2000	127	117

#### **4.2.3. Profundidad del suelo**

Una de las condiciones físicas del suelo analizada es la profundidad en donde se registró en la Finca San Rafael un suelo moderadamente profundo, casi llegando a considerarse suelos sómeros con un aproximado de 30 cm.

En la profundidad de suelo analizada de la Finca Conrralá fue similar a la Finca San Rafael con una profundidad de 32 cm, llegando a considerarse moderadamente profundos.

Según Rodríguez y Sánchez (2023) la Zona de Intag presenta 68 500.5 ha de zonas moderadamente óptimas para el cultivo de café, de las cuales 865.65 ha son suelos poco profundos, pero con características, a las cuales pertenece la parroquia de Peñaherrera y por ende las Fincas de San Rafael y Conrralá.

Según Rodríguez y Sánchez (2023) la Zona de Intag presenta 68 500.5 ha de zonas moderadamente óptimas para el cultivo de café, de las cuales 865.65 ha son suelos poco

profundos, pero con características, a las cuales pertenece la parroquia de Peñaherrera y por ende las Fincas de San Rafael y Conrralá.

#### **4.2.5. Control y manejo de plagas**

Para evitar las plagas y enfermedades, la Finca San Rafael se maneja a través de policultivos, al igual que variedades de café mejorados genéticamente para ser más resistentes. Realizan un control biológico mediante la aplicación del fertilizante ‘Yaramila’ y un ‘Enraizador’ al comienzo de cada ciclo del café, además de la aplicación de abono orgánico.

De igual manera, la Finca Conrralá realiza policultivos para minimizar las plagas y enfermedades, usan variedades de plántulas modificadas y más resistentes y sus cultivos están organizados en forma de bloques, también realizan la aplicación de abonos químicos y orgánicos.

#### **Severidad.**

A pesar de los métodos empleados para el manejo de enfermedades, se pudo identificar la presencia de Roya en las cuatro variedades estudiadas, registrando un 100% de incidencia, en la Figura 10 se evidencia los daños que causa en el haz y envés de la hoja.



**Figura 10.** Daños de la hoja de *Coffea arabica* L por la presencia de Roya.

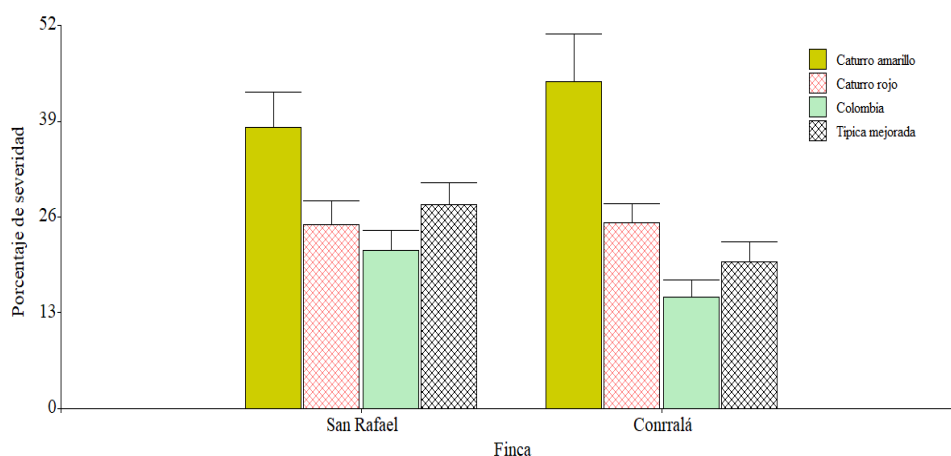
La variedad que presenta una mayor susceptibilidad a la Roya en la Finca San Rafael es Caturro Amarillo que supera a las variedades Caturro Rojo, Colombia y Típica Mejorada con 35.33%. La variedad Caturro Rojo y Típica Mejorada presentan una susceptibilidad similar con un promedio de 26.31%, mientras que la variedad más resistente es Colombia y presenta una similitud con Caturro Rojo con un promedio de 23.22%.

En la Finca Conrralá la variedad Caturro Amarillo presenta mayor susceptibilidad a Roya sobrepasando a las demás variedades con 54.83%. La variedad Caturro Rojo supera a Colombia y Típica Mejorada con 30.53%. Por último, las variedades más resistentes fueron Colombia y Típica Mejorada con un promedio de 17.50%.

Con lo que respecta a la comparación entre variedades entre fincas, se puede observar que las variedades Caturro Amarillo y Caturro Rojo tienen un porcentaje de susceptibilidad similar entre fincas, con un promedio de 41.32% y 25.06% respectivamente. Por otro lado, en las variedades Colombia y Típica Mejorada, la Finca San Rafael presenta mayor susceptibilidad superando a Conrralá con 29.84% y 28.06% respectivamente.

En el estudio de Salazar et al. (1988) en la comparación de diversas variedades de Café entre ellas Caturro Rojo, Caturro Amarillo, Típica y Colombia, en donde se identificó que Colombia es la variedad más resistente a esta enfermedad, ya que es derivada del Híbrido de Timor X Caturra, una de las variedades modificadas genéticamente para reducir la severidad. Lo que se corrobora con el presente estudio.

Según Avelino et al. (2019), los umbrales de alarma de incidencia y severidad dependen de muchos factores como época de lluvia o etapa del cultivo, las muestras en las Fincas de Peñaherrera fueron tomadas después de la cosecha, por lo que es normal tener un porcentaje alto de la epidemia.



**Figura 11.** Porcentaje de severidad de las Fincas San Rafael y Conrralá



#### 4.2.6. Producción de bioinsumos

La Finca San Rafael realiza abono orgánico de tipo vermicompost donde mezclan un saco entero de gallinaza, tierra negra, abono de ganado y cuy, ceniza y dos o tres canecas de melaza que con la ayuda de lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) son descompuestos para luego ser utilizado.



**Figura 12.** Vermicompost compuesto de gallinaza, tierra negra, abono de cuy, ceniza y melaza, realizado por el propietario de la Finca San Rafael.

La aplicación del abono orgánico en los lotes de café se realiza una vez al inicio de cada ciclo, una vez que el terreno esté libre de malezas y los cafetos hayan recibido su poda, el vermicompost es colocado alrededor del árbol, como se puede observar en la figura 12, la cantidad es un “talo” que aproximadamente pesa una libra. Antes del abono orgánico se aplica una cantidad de 100 g de un abono químico que contiene una alta cantidad de nitrógeno, potasio y fósforo, que luego es tapado con la mezcla orgánica y se deja que la planta asimile todos los nutrientes.



**Figura 13.** *Aplicación de vermicompost alrededor de los cafetales de la finca San Rafael.*

En la Finca Conrralá, su compost tipo bocashi contiene gallinaza, ceniza, abono de ganado y dos o tres canecas de melaza, este compuesto es dejado al aire libre por tres meses para que se descomponga y una vez que sea aplicado al cultivo aporte nutrientes para que estimule el crecimiento.



**Figura 14.** *Compost realizado por la finca Conrralá a partir de la mezcla de gallinaza, ceniza, abono de ganado y melaza.*



La aplicación se realiza de igual manera que en la Finca San Rafael, primero se pone un 100 g de fertilizante a base de potasio, azufre y fósforo alrededor de todo el cafeto y luego se aplica la mezcla de bocashi hasta tapar por completo el fertilizante químico, como se puede observar en la figura 14.



**Figura 15.** Resultado de la aplicación de abono orgánico en los cafetos de la finca Conrralá.

#### 4.3. Determinar el nivel de sustentabilidad de las fincas agroecológicas de Intag

Al suplir la información de los indicadores de sustentabilidad (Tabla 2) aplicados a las dos Fincas, se obtuvieron las siguientes Tablas 9 y 10, donde se estableció tres colores diferenciales, para sustentable color verde, medianamente sustentable color amarillo y no sustentable color rojo.

**Tabla 10.** Resultado final de los indicadores en la Finca San Rafael

Dimensiones	Criterio de valoración	Valor otorgado	Valor total
<b>Ambiental</b>	Medición por barreno	3	2.19
	Labranza en chacras	3	
	Número de prácticas integradas al manejo de nutrientes: policultivos, abonos orgánicos, cobertura vegetal	3	
	Producción de abonos orgánicos	3	
	Tipo de abono	2	

	Materia orgánica 5-15	1	
	Conductividad 0.3-0.6	1	
	pH (en KCl) 5.5-7.0	1	
	(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )-N 25-40	3	
	Fósforo (P) 20-35	1	
	Potasio (K) 110-220	1	
	Severidad en roya ( <i>Puccinia graminis</i> )	2	
	Actividades preventivas y supresivas	3	
	Número de actividades Preventivas y Supresivas	3	
	Uso de agroquímicos	1	
	Tipo de agroquímico	2	
	Número de variedades	3	
	Agua de riego	3	
<b>Económico</b>	Valor de venta de café cereza en ACCRI \$250,00 por saco	3	
	Cantidad de productos derivados de café en venta	3	
	Puntos de venta	3	2.67
	Semillas	1	
	Plántulas	3	
	Abono	3	
<b>Social</b>	Donaciones	3	
	Capacitaciones en manejo de agroecosistemas, catación, fermentación de café, sustentabilidad	3	2.33
	Estado de carreteras	1	
<b>Humano</b>	Miembros de la familia que participan en la producción del café	3	
	Mujeres que participan en la producción de café	3	3.00
	Generación de empleo	3	

Por lo tanto, basándonos en la tabla de valoración se puede inferir que el componente ambiental de manera general se encuentra en un estado medianamente sustentable con un valor de 2,19/3. En este componente se incluyen como indicadores los resultados del análisis químico del suelo, donde algunos de estos presentan valores bajos al momento de calificarlos como es el caso de P y K que presentan deficiencia en los rangos óptimos, con respecto a la materia orgánica y a pesar de que su abono es realizado de manera artesanal aun no proporciona en su totalidad los nutrientes necesarios al suelo, esto se debe tomar en cuenta al momento de la fertilización para mejorar los niveles de sustentabilidad.

Mientras que la severidad en roya dio un valor de rangos entre 21%-58% lo que da un estado medianamente sustentable, por otro lado existen puntos críticos eficientes que se encuentran en un estado de sustentabilidad que son: medición de barreno, labranza de chacras, número de prácticas integradas al manejo de nutrientes: policultivos, abonos orgánicos, cobertura vegetal, producción de abonos orgánicos, nivel de nitrógeno, actividades preventivas y supresivas, número de actividades preventivas y supresivas, número de variedades, agua de riego.

De igual manera, la dimensión económica se encuentra en un estado medianamente sustentable con un valor de 2.66/3, esto se debe a que existe un punto crítico deficiente que corresponde a la compra de semillas al realizar la primera siembra, posterior a la compra comenzaron a producir sus propias semillas hasta contar con su propio vivero de plántulas de todas variedades de café, por otro lado, los de más criterios que corresponden a la cantidad de productos derivados del café, punto de venta físicos y on line, plántulas y abono, además de los ingresos generados por la venta de productos en su marca de café “Buntura”.

La dimensión social se encuentra en un estado medianamente sustentable 2.33/3. Debido a su autonomía, la Finca San Rafael no recibe ninguna ayuda ni donativos por entidades del gobierno o personas particulares, sin embargo, existe un punto crítico deficiente que en este caso es el estado de las carreteras, esto se debe a que la vía Cotacachi – Peñaherrera no cuenta con un buen asfaltado y el camino se encuentra en un estado de deterioro, que imposibilita el paso de cualquier tipo de carros.

Finalmente, el componente humano es sustentable con un valor de 3/3 ya que se pudo observar que existe una interacción de entorno familiar en la finca, sin embargo, para ciertos procesos que se requiere más personal como es el caso de la cosecha donde prepondera la mano de obra de la mujer inteña, así como también para la poda y limpia de la finca se requiere la ayuda de personas de la comunidad generando empleo a las personas del sector.

**Tabla 11.** Resultado final de los indicadores en la Finca Conrralá

Dimensiones	Criterio de valoración	Valor otorgado	Valor total
<b>Ambiental</b>	Medición por barreno	3	2.41
	Labranza en chacras	3	
	Número de prácticas integradas al manejo de nutrientes	3	
	Producción de abonos orgánicos	3	
	Tipo de abono	2	
	Materia orgánica 5-15	3	
	Conductividad 0.3-0.6	1	
	pH (en KCl) 5.5-7.0	3	
	(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )-N 25-40	1	
	Fósforo (P) 20-35	1	
Potasio (K) 110-220	3		

	Severidad en roya ( <i>Puccinia graminis</i> )	2	
	Actividades preventivas y supresivas	3	
	Número de actividades Preventivas y Supresivas	3	
	Uso de agroquímicos	1	
	Tipo de agroquímico	2	
	Número de variedades	3	
	Agua de riego	3	
<b>Económico</b>	Valor de venta de café cereza en ACCRI \$250,00 por saco	2	1.5
	Cantidad de productos derivados de café en venta	1	
	Puntos de venta	1	
	Semillas	1	
	Plántulas	1	
	Abono	3	
<b>Social</b>	Donaciones	3	2.33
	Capacitaciones en manejo de agroecosistemas, catación, fermentación de café, sustentabilidad	3	
	Estado de carreteras	1	
<b>Humano</b>	Miembros de la familia que participan en la producción del café	3	3
	Mujeres que participan en la producción de café	3	
	Generación de empleo	3	

Con lo que respecta a la dimensión ambiental, se puede observar que se encuentra en un estado medianamente sustentable con un valor de 2.41/3. Se puede identificar que un punto crítico de conservación del suelo es el uso de abonos químicos para complementar al abono orgánico, ya que el abono orgánico es producido de forma empírica, sin medidas exactas. En el análisis químico se pudo identificar tres puntos críticos con valor de uno, la conductividad y (NO<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>)-N tienen valores bajos al límite permisible con 0.14 y 22.22 respectivamente, mientras que en Fósforo (P) se registró un exceso. El porcentaje de severidad registrado es de 26.11, lo que ubica al cultivo como medianamente susceptible asignando una valoración de dos, además existe el uso de agroquímicos de sello amarillo y azul, recomendados por el ministerio de agricultura.

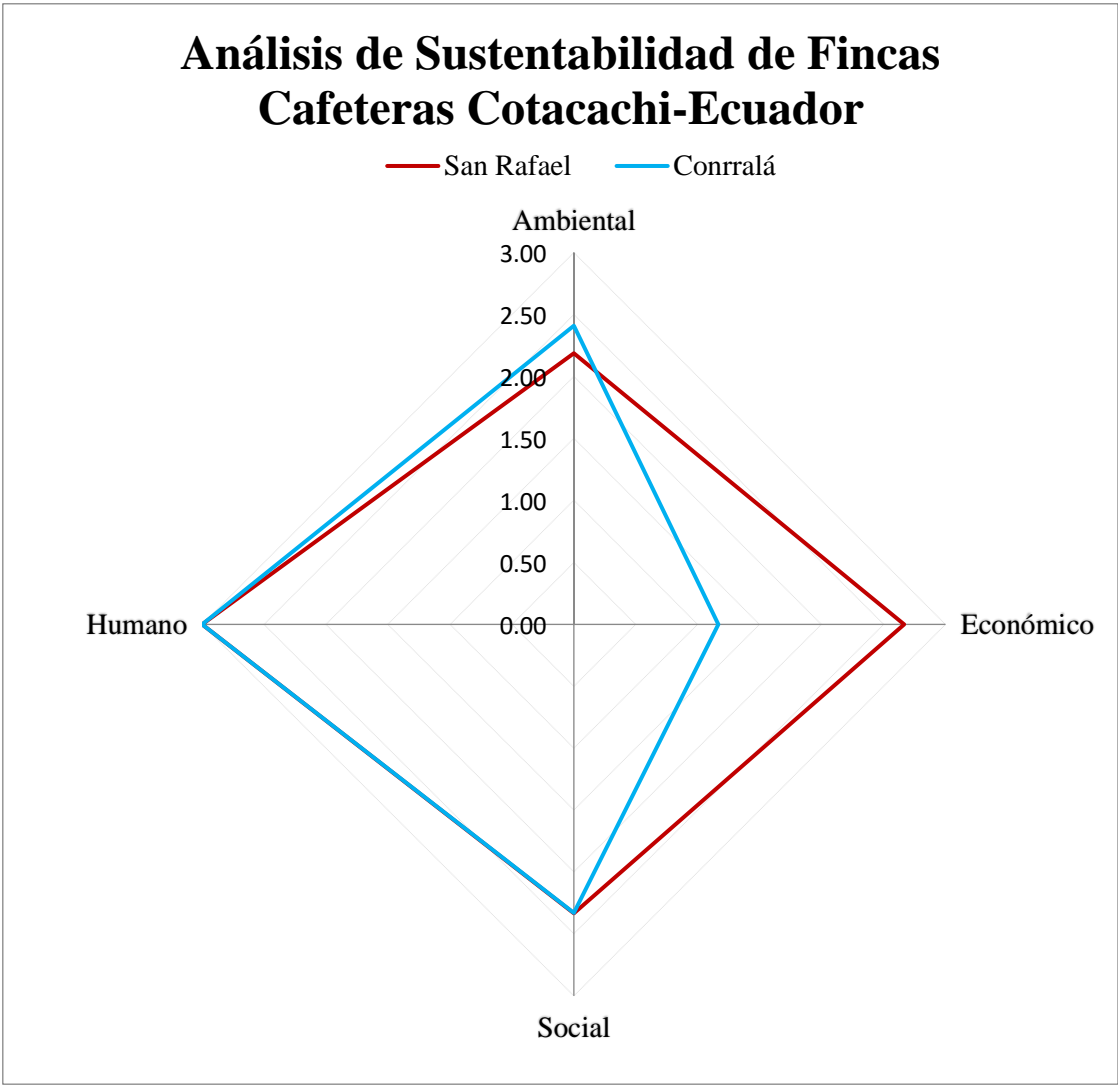
Por otro lado, la dimensión económica se encuentra en un estado no sustentable con un valor de 1.5/3. Esto se debe a que la Finca Conrralá vende el café al precio establecido por ACCI y Buntura, sin tener una marca propia, ni puntos de distribución. Además, compra sus semillas, plántulas y abonos, mismos que pueden ser producidos por la misma finca.

En la dimensión social, se puede ver que está en un estado no sustentable con el valor de 2.33/3. La accesibilidad al punto de producción tiene una puntuación de 1, esto se debe a

que el camino de Quiroga a Apuela está en mal estado y el acceso a Peñaherrera tiene un camino de tercer orden.

La dimensión humana se obtuvo un valor de 3/3, esto se debe a que existe una participación de toda la familia, se genera plazas de empleo destinadas a la mujer y la comunidad.

Por último, tomando en cuenta la escala de valoración de sustentabilidad (Tabla 3), se estima que las Fincas San Rafael y Conrralá se encuentran en camino hacia la sustentabilidad con valores de 2.55 y 2.06, respectivamente, como se puede observar en la figura 16.



**Figura 16.** Valores de sustentabilidad en las Fincas Café

Los autores Alteri y Nicholls (2002), realizan un método agroecológico rápido para evaluar la sostenibilidad de dos fincas cafeteras en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica, basándose principalmente en indicadores ambientales de calidad del suelo y salud del cultivo tomando en cuenta criterios como, profundidad del suelo, materia orgánica, enfermedades, rendimiento del cultivo, diversidad genética, sistema de manejo, entre otras. Ambas fincas obtuvieron un valor de bajo a medianamente sustentable, por tal razón los autores recomendaron a ambas fincas cafeteras sembrar cultivos de cobertura y variar con árboles frutales, iniciar una producción de lombricompost, introducir animales para la producción de estiércol y añadir cultivos anuales con valor comercial. Al realizar una comparación con la presente investigación, se evidencia que la mayoría de esas prácticas mencionadas por los autores, ya son utilizadas en las fincas estudiadas e indican que la implementación de estas son técnicas que ayudan a subir el nivel de sustentabilidad ya que los valores obtenidos de los indicadores ambientales relacionadas a las prácticas agroecológicas son altos y han ayudado a que estas puedan alcanzar la sustentabilidad.

Con lo que respecta a la dimensión económica, el autor Chayanov (1974), menciona que la economía campesina se basa en una producción familiar donde interviene la fuerza de trabajo doméstico, los recursos sociales, financieros y naturales que busca garantizar la subsistencia familiar para así satisfacer las necesidades del hogar. Sin embargo, el autor señala que para garantizar una sustentabilidad a nivel de finca esta debe generar ingresos económicos a partir de la venta de sus productos, además de la generación de empleo que ayudara a mejorar la economía de personas del sector. Dicho esto, en la presente investigación, la Finca San Rafael presenta mayor nivel de sustentabilidad en el ámbito económico puesto que el total de su producción es destinada a la venta de café con su marca BUNTURA, además de utilizar mano de obra de la mujer inteñas lo que genera empleo. Por otro lado, la Finca Conrralá, a pesar de requiere personal para el manejo de su cultivo, no realizan la venta de café en grandes cantidades, esto se debe a que la producción de café es realizada para autoconsumo y familiar.

Para la parte social y humana el autor Rojas et al. (2014) menciona que las alianzas estratégicas y la creación de equipos de trabajo, tanto con instituciones públicas y privadas, pueden traer varios beneficios como: mayor capital para trabajo, personal capacitado y accesibilidad a mayores oportunidades. No obstante, en la investigación realizada, se ha establecido una vinculación con AACRI que tiene limitantes, ya que existe preferencia por miembros de la asociación, en el momento de acceder a capacitaciones e insumos, además establecer un precio de café bajo. Cabe recalcar que la asociación con organizaciones puede crear una dependencia de donaciones en los pequeños caficultores.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Después de haber realizado una comparación de las características agronómicas de la Finca San Rafael y Conrralá, se puede concluir que, a pesar de que las fincas se encuentran ubicadas en altitudes diferentes no existe una diferencia en su productividad, porcentaje de granos vanos y longitud de ramas productivas ya que las variedades estudiadas Caturro Amarillo, Caturro Rojo, Colombia y Típica Mejorada presentaron valores similares. Sin embargo, para el de número de nudos, total de ramas por árbol, total de ramas productivas y diámetro de grano se observa que la diferencia de altitud, con 1450 m.s.n.m en la Finca San Rafael y 1700 m.s.n.m en la Finca Conrralá y las prácticas agroecológicas si influyen en el desarrollo de estas características.

Uno de los criterios para la selección de fincas era que estas tengan un manejo agroecológico similar, por tal razón, las fincas San Rafael y Conrralá presentan técnicas similares que son correctas y aportan a la conservación del suelo como es la labranza cero, policultivos y cobertura vegetal, sin embargo con respecto al manejo de plagas y a pesar de realizar actividades preventivas y supresivas se observa la presencia de Roya en sus cafetos. Las actividades de trazabilidad del café en ambas fincas son realizadas por sus familiares. Por último, ambas fincas son totalmente autónomas, no reciben donaciones ni ayuda de diferentes entidades gubernamentales y no gubernamentales.

Al determinar el nivel de sustentabilidad, se puede concluir que la Finca San Rafael presenta un nivel de sustentabilidad medio, con un valor de 2.55, destacándose en la dimensión económica. Esto se debe a que la producción es destinada a la venta de su marca registrada como BUNTURA.

Los puntos críticos que se identificaron son:

- La elaboración de abonos orgánicos de forma empírica y la aplicación de abonos químicos sin un estudio previo han causado un déficit y exceso de macro y micro nutrientes.
- La aplicación de actividades preventivas y supresivas para el control de Roya, no son suficientes, siendo Colombia la variedad de mayor resistencia con una severidad de 21.51%.
- Peñaherrera al ser una parroquia rural sus caminos se encuentran en mal estado, debido a la falta de interés de las autoridades competentes lo que dificulta el acceso en ciertas épocas del año.

Por otra parte, el nivel de sustentabilidad de la Finca Conrralá es medio, con un valor de 2.23. Los puntos críticos identificados fueron:

- Déficit y exceso de macronutrientes en el suelo por la aplicación de abonos orgánicos sin un previo análisis de contenido de nutrientes y el uso de abonos químicos, sin tener cantidades establecidas.
- Una incidencia de 100% en Roya y una severidad de 26.11%, siendo la variedad menos susceptible Colombia con 15.09%. Por lo que se puede concluir que las prácticas preventivas y supresivas aplicadas en la finca no son suficientes.
- La finca no recibe mayor compensación económica de la venta de café; del total de su producción, un saco es destinado a la venta en AACRI y otro a BUNTURA, dando como prioridad de su cosecha al autoconsumo y repartición familiar.
- El acceso a la parroquia de Peñaherrera se encuentra en mal estado.



## RECOMENDACIONES

- Existen factores ambientales como: entornos umbófilos, déficit de macronutrientes y micronutrientes, prácticas agroecológicas y tiempo atmosférico, que influyen en el diámetro de grano, granos vanos, productividad, número de nudos, ramas de árbol, ramas productivas y longitud, por lo que se recomienda se utilice este estudio como línea base para poder levantar información y reconocer las condiciones óptimas para potenciar estas características agronómicas y mejorar la producción.
- Considerando que las fincas presentan un déficit en el análisis químico del suelo, se recomienda establecer medidas exactas para la elaboración del abono orgánico y realizar un análisis químico antes de ser aplicado, para conocer el contenido de macro y micro nutrientes y satisfacer de mejor manera las necesidades del suelo.
- Dado que el porcentaje de incidencia de roya en los cafetos es del 100% en la época de cosecha, se sugiere se realicen estudios en todo el ciclo del café para identificar la época más vulnerable y establecer medidas preventivas y supresivas que brinden mejores resultados.
- La Finca Conrralá puede mejorar en la dimensión económica, buscando asociaciones o marcas que compren su café a un mejor precio, enfocarse más en la venta de café y encontrar puntos de distribución

## Referencias

- Achkar, M. (2005). Indicadores de sustentabilidad. *Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorial*.
- Alaniz, H. y Martínez, H. (2013). *Incidencia de los procesos de beneficios y factores ambientales en la calidad de Café obtenido por los productores de las cooperativas* [Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://ribuni.uni.edu.ni/365/1/Agro3.pdf>
- Alteri, M. y Nicholls, C. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 64, 17–24.
- Altieri, M. (1991). Por qué estudiar la agricultura tradicional. *Agroecología y Desarrollo*.  
<http://ecaths1.s3.amazonaws.com/sociolog%C3%ADaagraria/TP2apunte1.pdf>
- Annan, K. (2002). Seguridad Alimentaria y Nutricional Conceptos Básicos. *FAO*.
- Aranguren, J. y Lugo, C. y Rondón, E. (2012). *Guía de Actividades Prácticas de Ecología*.
- Arcilla, J. y Farfán, F. y Moreno, A. y Salazar, L. y Hincapié Edgar. (2007). Factores que determinan la productividad. En *Sistema de producción de café en Colombia*. Cenicafé.  
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/4/3.%20Factores%20que%20determinan%20productividad%20cafetal.pdf>
- Arnés, E. (2011). *Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua)*.
- Arnés, E. y Astier, M. (2018). Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en paisajes andinos. *UNESCO*.  
[https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook\\_file/MESMIS.pdf](https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/MESMIS.pdf)
- Asociación Agroartesanal de Caficultores “Río Intag”. (2020). *AACRI*.  
<http://aacri.com/>
- Asociación Nacional del Café. (2019). Guía de variedades Anacafé. *Anacafé*.  
<https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Astorga, C. (1999). Caracterización de variedades cultivadas de café (*Coffea arabica* L.) conservadas en el banco de germoplasma del CATIE. *CATIE*.

- Avelino, J. y Treminio, E. y Casanoves, F. y Vílchez, S. y Cárdenas, J. y Lizardo, C. (2019). *Guía para la vigilancia de la roya del café (Hemileia vastatrix)*.
- Caiza, M. (2016). *Diseño de una planta para beneficio por vía húmeda para café arábigo (Coffea arabica L.) de altura, en la parroquia de Pacto* [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16862/1/CD-7441.pdf>
- Calderón, P. y Vélez, J. (2017). *Evaluación de la sustentabilidad de chacras familiares de la comunidad Fakcha Llakta, Cantón Otavalo*. Universidad Técnica del Norte.
- Chayanov, A. (1974). *Organización de la unidad económica campesina* (Nueva Visión SAIC).
- Christanty, L. y Abdoellah, O. (1986). Traditional agroforestry in Southeast Asia: A Human Ecology Perspective. *Westview Press*, 6, 132–158. <http://www.cabdirect.org/abstracts/19866760890.html>
- Columbus, M. y Mejia, M. (2002). Proyecto de producción de café orgánico para exportación como una nueva alternativa comercial para Ecuador. *Dspace*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/3807>
- Cuertán, J. (2017). *Valoración de los servicios ecosistémicos hídricos en la cadena de valor de café orgánico de la zona de Íntag* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6724/1/02%20IEF%20161%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Delgado, P. y Larco, A. M. y García, C. E. y Alcívar, R. y William, P. y Patiño, M. (2002). *Café en Ecuador, Manejo de la Broca del Fruto*. [http://www.ico.org/projects/cabi\\_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf](http://www.ico.org/projects/cabi_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf)
- Encomenderos, I. y López, G. (2008). EPCP de cafés especiales en la Región San Martín. *Soluciones Prácticas ITDG*. <https://docplayer.es/62344630-Informe-del-tercer-gran-evento-epcp-de-cafes-especiales-en-la-region-san-martin-realizado-por-ivo-encomenderos-gaston-lopez.html>
- FAO. (2016). *La agricultura y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.
- FAO. (2020, mayo 7). *Uso de la tierra en la agricultura según las cifras*. <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1279267/>
- Farah, A. y dos Santos, T. F. (2015). The Coffee Plant and Beans: An Introduction. En *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 5–10). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00001-2>
- Figueroa, E. y Pérez, F. y Godínez, L. (2014). La producción y el consumo del café. En *ECORFAN*. ECORFAN. [https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO\\_CAFE.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf)

- Figuroa, E. y Pérez, F. y Godínez-Montoya, L. y Perez-Figuroa, R. A. (2019). Los precios de café en la producción y las exportaciones a nivel mundial. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 14(1), 41–56. <https://doi.org/10.21919/remef.v14i1.358>
- García, L. (2017). *Metodologías de campo para determinar profundidad, densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y pH en el suelo*. <https://cenida.una.edu.ni/documentos/NP33G216m.pdf>
- Gelasio, S. (2019). *¿Qué significa sustentabilidad?* [https://ceiba.org.mx/publicaciones/Consejo%20Editorial/190501\\_QuelaSustentabilidad\\_VictorSS.pdf](https://ceiba.org.mx/publicaciones/Consejo%20Editorial/190501_QuelaSustentabilidad_VictorSS.pdf)
- Gonzalez, E. (2008). *Impacto Ambiental Ocasionado por la Minería Debido a la Explotación del Cobre (Cu) en la Zona de Intag – Cotacachi, Imbabura* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/726/3/06%20NUT%20008%20TESIS.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2019). *Manual de producción sostenible de café* (J. Romero, Ed.). <http://www.iica.int>
- Ivancovich, A. y Lavilla, M. (2016). *Manejo integrado de enfermedades*.
- Ivonne, A. y Marroquín, M. y Martínez, L. (2012). Efecto del zinc sobre la inducción de ramas productivas en gulupa (*Passiflora edulis* Sims). *CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 6(2), 152–160. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v6n2/v6n2a04.pdf>
- Jameson, A. (2019). *Análisis de indicadores de sostenibilidad en tres sistemas de producción de café: convencional, orgánico y especial, en los municipios de Morocelí, Marcala y Santa Elena, en Honduras*. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6542>
- Julca, A. y Borjas, R. (2016). Sustentabilidad de fincas productoras de café en Jipijapa (Manabí-Ecuador). *Universidad Nacional Agraria La Molina*.
- Kruger, H. (2006). Recursos naturales y medioambiente. Sostenibilidad del desarrollo agrario. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-1\\_\\_sustentabilidad\\_de\\_empresas\\_agropecuarias.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-1__sustentabilidad_de_empresas_agropecuarias.pdf)
- Lemus, C. y González, W. (2020). Análisis de la sustentabilidad de unidades productivas cafeteras en tres municipios de la provincia de Guantán, Santander. *Ciencia y Agricultura*, 17(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.11615>
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*.
- Long, N. Van y Ngoc, N. Q. y Dung, N. N. y Kristiansen, P. y Yunusa, I. y Fyfe, C. y Long, N. Van y Ngoc, N. Q. y Dung, N. N. y Kristiansen, P. y Yunusa, I. y Fyfe, C. (2015). The Effects of Shade Tree Types on Light

- Variation and Robusta Coffee Production in Vietnam. *Engineering*, 7(11), 742–753. <https://doi.org/10.4236/ENG.2015.711065>
- López, F. y Escamilla, E. y Zamarripa, A. y Cruz, G. (2016). Producción y variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Fitotec*, 39(3), 297–304. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v39n3/0187-7380-rfm-39-03-00297.pdf>
- Masera, O. y Astier, M. y López, S. (2000). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. En *El Marco de evaluación MESMIS*. Mund-Prensa. [https://www.researchgate.net/publication/299870632\\_Sustentabilidad\\_y\\_manejo\\_de\\_recursos\\_naturales\\_El\\_Marco\\_de\\_evaluacion\\_MESMIS](https://www.researchgate.net/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS)
- Navarro, M. (2012). *Evaluación participativa del aporte de fincas integrales a los servicios ecosistémicos y a la calidad de vida de las familias en el Área de Conservación Tortuguero, Costa Rica*.
- Norman, M. (1979). *The Rationalization of Intercropping*. University Presses of Florida.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *Indicator of agricultural sustainability*. Objetivos de Desarrollo Sostenible . <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/241/es/>
- Paima, J. (2017). *Incidencia de tres pisos altitudinales en las características físicas y sensoriales del café (Coffea arabica L.) variedad Catimor en los distritos de Lamas y Alonso de Alvarado Roque*. Universidad Nacional de San Martín.
- Proaño, C. (2019). *Factores que determinan el éxito en la producción de café de la asociación agroartesanal de caficultores río Intag “AACRI” [Universidad Técnica del Norte]*. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9707/2/02%20IEF%20230%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Quezada, L. (2021). *Los tipos de poda y su relación con la producción de café en el Ecuador*.
- Quintero, M. y Rosales, M. (2014). El mercado mundial del café: tendencias recientes, estructura y estrategias de competitividad. *Visión Gerencial*, 291–307. <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545897005.pdf>
- Rodríguez, R. y Sánchez, J. (2023). Evaluación de las características agroecológicas del recurso biológico Café (*Coffea arabica* L.) en la Zona de Intag, Cantón Cotacachi. *Universidad Técnica del Norte*.
- Rojas, M. y Rincón, C. y Mesa, S. (2014). Alianzas estratégicas: alternativas generadoras de valor. *Universidad & Empresa*, 17(25), 289–310.
- Salazar, J. y Orozco, F. y Clavijo, J. (1988). Características morfológicas productivas y componentes del rendimiento de dos variedades de café:

- Colombia y Caturra. *Cenicafé*, 39(2), 43–60.  
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/901/1/arc039%2802%2943-60.pdf>
- Sánchez, J. (2015). *PLAN DE MANEJO DE CAFÉ EN EL AMBITO DEL VRAEM - PDF Descargar libre*. Ministerio de Agricultura y Riego.  
<https://docplayer.es/87138239-Plan-de-manejo-de-cafe-en-el-ambito-del-vraem.html>
- Teodoro, G. (2018). Fenología de 5 variedades de Café (*Coffea arabica* L.) .  
*UNESUM*.
- Valdés, D. (2016). Zonificación agroecológica del cultivo de café en la Isla Santa Cruz Galápagos-Ecuador. *Universidad de Salzburg*.
- Vargas-Silva, G. (2019). Biomechanics of trees: Growth, anatomy and morphology. *Madera y Bosques*, 25(3).  
<https://doi.org/10.21829/myb.2019.2531712>
- Vasco Medina, S. A. y Duicela Guambi, L. y Guerrero Castillo, H. E. y Amores Puyutaxi, F. M. y Quijano Rivadeneira, G. C. (2002). Metodología de evaluación de variedades de café. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1719>
- Venegas, S. y Orellana, D. y Pérez, P. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO*, 2(2), 72–91.  
[https://doi.org/10.26820/RECIMUNDO/2.\(2\).2018.72-91](https://doi.org/10.26820/RECIMUNDO/2.(2).2018.72-91)
- YARA. (2013). La producción global de café. *YARA*.

## Anexos

Anexo 1. Encuesta realizada a los propietarios y colaboradores de las fincas San Rafael y Conrralá.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**Tesis:** “EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES DE *Coffea arabica* L. Y SU RELACIÓN CON LA SUSTENTABILIDAD DE FINCAS CAFETERAS DEL CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA”

**Consentimiento informativo:** Naomi Araguillín y Fernanda Benavides, estudiantes de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica Del Norte – UTN, estamos desarrollando nuestro trabajo de tesis en las fincas cafeteras de la Zona de Intag-Peñaherrera y es parte de la investigación “EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES DE *Coffea arabica* L. Y SU RELACIÓN CON LA SUSTENTABILIDAD DE FINCAS CAFETERAS. Todas las respuestas son importantes. No existen respuestas correctas o incorrectas. La participación en esta entrevista es totalmente voluntaria (si no desea participar o si existe alguna pregunta que no desea contestar puede informárnoslo). Gracias por su colaboración.

### Sección 1. Datos generales

Encuesta N.º \_\_\_\_\_

#### DATOS GENERALES

Nombre del propietario: \_\_\_\_\_ Nombre de la finca:

\_\_\_\_\_

Dimensión de la finca: \_\_\_\_\_ (ha) Coordenadas UTM: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





## 2.2. Actividades culturales

<b>Actividad</b>	<b>X</b>
Calendario lunar	
Preparación del suelo	
Siembra	
Control de plagas	
Cosecha	
Intercambio de semillas	

Otro:

## 2.3 Uso de calendario lunar

<b>Actividad</b>	<b>X</b>
Siembra	
Control de plagas	
Poda de producción	
Trasplante	
Cosecha	
Elaboración de abono	
Fertilización	

Otro:



### Sección 3. Vinculación social

#### 3.1 Ayuda económica, social o humana

¿Recibe ayuda o donativos por entidades del gobierno o por personas particulares?

NO \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_

Institución de apoyo	Económico	Capacitación	Semillas	Plántulas	Insumos	Otros	Observaciones

### Sección 4. Estabilidad

#### 4.1 Independencia de insumos externos

¿Depende de insumos externos para el manejo de su finca? Si ... No ...

	Semillas	Plántulas	Abono
<b>Compradas</b>			
<b>Donadas</b>			
<b>Propias</b>			

Otros:

#### 4.2. Productos de venta

- ¿Cuál es la cantidad de producto adquirido por cosecha? \_\_\_\_\_
- Usted comercializa sus productos Si.... No ....

Producto	Destinatario	Cantidad de venta	Ingresos por venta	Observaciones

#### 4.3. Ingresos y egresos

##### 4.3.1. Gastos por producción

Trabajadores		Insumos				Transporte		Servicios básicos	
Nro. trabajadores	Pago	Pesticidas	Herbicida	Plaguicida	Fertilizante	Trabajadores	Movilización de café	Luz	Agua

#### 4.3.2. Gastos por comercialización de productos

Empaquetado		Catación				Distribución	
Nro. trabajadores	pago	Pesticidas	Herbicida	Plaguicida	Fertilizante	Trabajadores	Movilización de café

#### 4.3.3. Ingreso por producción

Producto	Precio de venta	Cantidad

### Sección 5. Control y manejo de plagas

#### 5.1 Control y manejo de plagas y enfermedades practica agrícola

Acciones preventivas	X	Acciones supresivas	X
Uso de variedades resistentes		Control biológico	
Cultivos trampa		Insecticidas botánicos	
Diversidad de cultivos		Prácticas culturales	
Rotación de cultivos		Productos químicos	

Otro:

Otro:

5.2 Uso de agroquímicos (herbicida, plaguicida, fertilizante)

Agroquímicos	Nombre	Costo por aplicación	Observaciones

5.3 Abono orgánico

Abono orgánico	Fuente de materia orgánica	Observaciones

5.4. Prácticas agrícolas y tipo de labranza

Tipos de labranza	X	Prácticas agrícolas	X
Labranza cero (manual)		Rotación	
Labranza reducida (yunta)		Asociación	
Labranza profunda (tractor)		Barbecho	
Otro		Otro	

Anexo 2. Prueba de hipótesis secuenciales para la variable de productividad de planta

	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
(Intercept)	1	57	84,52	<0,0001
Finca	1	57	0,06	0,8056
Variedad	3	57	3,43	0,0230
Finca:Variedad	3	57	0,88	0,0449

Anexo 3. Prueba de hipótesis secuencial para la variable de granos vanos

	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
(Intercept)	1	57	230,47	<0,0001
Finca	1	57	0,06	0,8063
Variedad	3	57	1,86	0,1464
Finca:Variedad	3	57	1,19	0,0410

Anexo 4. Prueba de hipótesis secuencial para número de nudos por rama

	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
(Intercept)	1	57	1573,96	<0,0001
Finca	1	57	21,13	<0,0001
Variedad	3	57	12,59	<0,0001
Finca:Variedad	3	57	5,53	0,0021

Anexo 5. Prueba de hipótesis secuencial para la variable total de ramas por árbol.

	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
(Intercept)	1	57	450,90	<0,0001
Finca	1	57	13,44	0,0005
Variedad	3	57	22,51	<0,0001
Finca:Variedad	3	57	25,30	<0,0001

Anexo 6. Prueba de hipótesis secuencial para la variable total de ramas productivas

	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
(Intercept)	1	57	389,63	<0,0001
Finca	1	57	14,27	0,0004
Variedad	3	57	19,54	<0,0001
Finca:Variedad	3	57	21,81	<0,0001

Anexo 7. Prueba de hipótesis secuencial para la variable longitud de ramas productivas

	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
(Intercept)	1	57	2768,49	<0,0001
Finca	1	57	0,46	0,5006
Variedad	3	57	5,77	0,0016
<u>Finca:Variedad</u>	<u>3</u>	<u>57</u>	<u>2,18</u>	<u>0,0405</u>

Anexo 8. Prueba de hipótesis secuencial para la variable diámetro de grano

	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
(Intercept)	1	733	13643,39	<0,0001
Finca	1	733	5,01	0,0254
Variedad	3	733	5,97	0,0005
<u>Finca:Variedad</u>	<u>3</u>	<u>733</u>	<u>15,00</u>	<u>&lt;0,0001</u>

Anexo 9. Correlación entre fincas para la característica agronómica de productividad

<u>Finca</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
1	2,42	0,05	A
<u>2</u>	<u>2,41</u>	<u>0,05</u>	<u>A</u>

Anexo 10. Correlación entre fincas para la característica de granos vanos

<u>Finca</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
1	5,86	0,68	A
<u>2</u>	<u>4,82</u>	<u>0,68</u>	<u>A</u>

Anexo 11. Correlación entre fincas para la característica de longitud de rama productiva

<u>Finca</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
1	91,58	2,38	A
<u>2</u>	<u>89,79</u>	<u>2,38</u>	<u>A</u>

Anexo 12. Promedios de la Finca San Rafael y Conrralá

<b>Finca</b>	Conrralá	San Rafael
	11.55	9.23
Medias	197.69	156.95
	177.69	136.69
	15.17	15.42
<b>Promedio</b>	<b>100.53</b>	<b>79.57</b>

Anexo 13. Cuadro comparativo de dimensiones de las fincas estudiadas.

	<b>San Rafael</b>	<b>Conrralá</b>
<b>Ambiental</b>	2.19	2.28
<b>Económico</b>	2.33	1.5
<b>Social</b>	2.33	1.67
<b>Humano</b>	3.78	3.56
<b>Total</b>	10.63	9.01