

UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR  
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES  
LICENCIATURA EN INGENIERIA EN CIENCIAS  
FORESTALES

**DISEÑO DE SISTEMA AGROFORESTAL BASADO EN INTEGRACIÓN  
ECOSISTÉMICA Y EXPERIENCIAS DE FORESTERÍA ANÁLOGA EN LA VIRGEN DE  
SARAPIQUÍ, COSTA RICA**

Trabajo de graduación sometido a consideración por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal

Modalidad: Proyecto de Graduación

PABLO JOSÉ NAVARRO FLORES

Heredia, Costa Rica

Noviembre, 2022

## ACTA DE APROBACIÓN

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Costa Rica, para optar al grado de Licenciatura en **Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal**.

### MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

.....

**Lic. Henry Sánchez Toruño**

**Representante Decanato de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar**

.....

**MSc. Damián Sánchez Rodríguez**  
**Representante Dirección de EDECA**

.....

**Lic. Fabián Campos Boulanger**  
**Tutor**

.....

**MSc. Amelia Paniagua Vásquez**  
**Lectora**

.....

**MSc. María José Avellán Zumbado**  
**Lectora**

.....

**Bach. Pablo José Navarro Flores**  
**Postulante del trabajo**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme el don de la vida, por ser mi luz y guía para concluir con éxito este proyecto.

A mis padres, Roxana y Ulises por darme la oportunidad de estudiar y enseñarme a ser lo que soy.

A mis hermanos, Mónica, Kathia, Bernardo y Betsy, por su apoyo incondicional. A mi hermano Isaac, que desde el cielo me acompañó en este proceso y quien permanecerá siempre en mi alma.

A todas las personas que en el transcurso de la carrera me brindaron su amistad, cariño y apoyo incondicional, que me guiaron con sabios y sinceros consejos y me motivaron a seguir adelante.

Pablo Navarro Flores

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios por brindarme la sabiduría y perseverancia para concluir este proyecto.

A ustedes productores y propietarios de las vitrinas en forestería análoga de la Virgen de Sarapiquí, por su tiempo y sus valiosos aportes en esta construcción conjunta. Adilia y Pedro García, Antonio y Ericka Cedeño, Alexis y Elena Porras, Francisca y Hubert Godínez, Familia Sánchez, muchísimas gracias por su contribución.

Un agradecimiento muy especial al tutor de este proyecto, Lic. Fabián Campos Boulanger por asumir el compromiso y por sus consejos durante todo el proceso de investigación. Muchas gracias Fabián por toda la paciencia, el empeño y el tiempo dedicado en las reuniones y el trabajo de campo realizado.

A la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), por ofrecerme la oportunidad de realizar mi proyecto de graduación, fue un placer aportar con este trabajo a la organización.

A mis lectoras, MSc. Amelia Paniagua Vásquez y MSc. María José Avellán Zumbado, mi más sincero agradecimiento por brindarme sus valiosos aportes, su compromiso y esmero e impulsarme a mejorar siempre en las diferentes etapas de esta investigación.

Un agradecimiento a mi colega y gran amiga Ing. Sofía Hernández Garita, por brindarme su apoyo incondicional, por motivarme y llenar mi vida siempre con su luz. Gracias de todo corazón Sof.

Y a todas las personas que de una u otra forma me colaboraron para la realización de este proyecto.

¡A todos GRACIAS!

Pablo Navarro Flores

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>i</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 <i>Objetivo general</i> .....	3
2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
3.1 <i>Transformación del paisaje forestal</i> .....	3
3.2 <i>Importancia de integrar la producción agrícola-forestal dentro del ecosistema</i> .....	4
3.3 <i>Sistemas agroforestales</i> .....	5
3.4 <i>Forestería análoga</i> .....	7
3.5 <i>Sustentabilidad en agroecosistemas</i> .....	8
3.6 <i>Principios ecológicos, socioculturales y económicos en un sistema productivo</i> .....	9
3.7 <i>Servicios ecosistémicos en agrosistemas</i> .....	11
<b>4. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>12</b>
4.1 <i>Descripción del sitio de estudio</i> .....	12
4.1.1 <i>Sarapiquí</i> .....	12
4.2 <i>Enfoque de investigación</i> .....	15
4.3 <i>Descripción del estudio de campo</i> .....	15
4.3.1 <i>Etapas 1. Caracterización de los sistemas actuales en forestería análoga</i> .....	15
4.4 <i>Procesamiento y análisis de la información</i> .....	18
4.4.1 <i>Etapas 2. Análisis de la sustentabilidad del sistema análogo</i> .....	18
4.4.2 <i>Etapas 3. Construcción del diseño agroforestal</i> .....	21
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>21</b>
5.1 <i>Descripción de las áreas bajo forestería análoga</i> .....	21
5.2 <i>Caracterización ecológica, sociocultural y económica de las áreas bajo forestería análoga</i> ....	24
5.2.1 <i>Caracterización ecológica de las áreas bajo forestería análoga</i> .....	24
5.2.2 <i>Caracterización sociocultural de las áreas bajo forestería análoga</i> .....	30
5.2.3 <i>Caracterización económica de las áreas bajo forestería análoga</i> .....	35
5.3 <i>Indicadores de sostenibilidad para las fincas evaluadas</i> .....	40
5.3.1 <i>Análisis de indicadores de sostenibilidad para las fincas evaluadas</i> .....	43
5.4 <i>Matriz de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para las fincas evaluadas</i> .....	47
5.5 <i>Modelado y análisis de los diseños bajo forestería análoga</i> .....	53
5.5.1 <i>Diseño agroforestal de referencia propuesto para la zona con base en las experiencias de forestería análoga</i> .....	61
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>68</b>
<b>9. APÉNDICES</b> .....	<b>78</b>

## Tabla de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Información general de las fincas evaluadas en el distrito de La Virgen de Sarapiquí. ..	13
<b>Cuadro 2.</b> Resumen de indicadores y subindicadores para la evaluación ecológica, económica y sociocultural de los sistemas actuales en forestería análoga .....	16
<b>Cuadro 3.</b> Resumen de los valores para el cálculo de indicadores. ....	18
<b>Cuadro 4.</b> Descripción general de las fincas evaluadas, principales actividades y aspectos destacados.....	22
<b>Cuadro 5.</b> Caracterización de los aspectos ecológicos para las fincas evaluadas. ....	27
<b>Cuadro 6.</b> Caracterización de los aspectos socioculturales para las fincas evaluadas. ....	32
<b>Cuadro 7.</b> Caracterización de los aspectos económicos para las fincas evaluadas. ....	37
<b>Cuadro 8.</b> Resumen de valores de los indicadores empleados en las fincas con forestería análoga.	41
<b>Cuadro 9.</b> Matriz FODA para los sistemas actuales en forestería análoga. ....	49
<b>Cuadro 10.</b> Resumen de distanciamientos (metros) de las especies para el diseño agroforestal propuesto. ....	62

## Tabla de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación de los sitios evaluados en el distrito de La Virgen de Sarapiquí.....	13
<b>Figura 2.</b> Valor de los indicadores en las fincas con forestería análoga, según criterios ecológicos, socioculturales y económicos.....	42
<b>Figura 3.</b> Valor de los indicadores en las fincas con forestería análoga, según la combinación entre las dimensiones de la sustentabilidad.....	42
<b>Figura 4.</b> Representación gráfica de los indicadores de sustentabilidad para las fincas evaluadas. .	46
<b>Figura 5.</b> Perfil horizontal y vertical para la finca de Adilia y Pedro García.....	54
<b>Figura 6.</b> Perfil horizontal y vertical para la finca de Ericka y Antonio. ....	56
<b>Figura 7.</b> Perfil horizontal y vertical para la finca de Elena y Alexis. ....	56
<b>Figura 8.</b> Perfil horizontal y vertical para la finca de Francisca y Hubert. ....	58
<b>Figura 9.</b> Perfil horizontal y vertical para la finca de la Familia Sánchez. ....	59
<b>Figura 10.</b> Distribución de la cantidad de especies encontradas en las áreas bajo forestería análoga. ....	60
<b>Figura 11.</b> Perfil horizontal y vertical del diseño de referencia a partir de las características más sobresalientes de las parcelas demostrativas bajo forestería análoga. ....	62

## RESUMEN

En vista de la necesidad de modelos productivos para el desarrollo económico en zonas rurales en Costa Rica, los enfoques agroforestales mantienen una producción de alimentos, mejoran la calidad de vida de los productores y, simultáneamente; restauran los ecosistemas y conservan la biodiversidad. Aunado a ello, la forestería análoga se posiciona como un gran proceso de sucesión ecológica que imita la estructura de un bosque maduro cercano con el área productiva dentro de una finca, generando ventajas ecológicas, económicas y socioculturales para los productores. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue elaborar un diseño de sistema agroforestal a partir de sitios demostrativos de forestería análoga como modelo productivo sostenible para la zona de La Virgen de Sarapiquí. Para lo cual, la metodología planteada fue analizar productores que incursionan en sistemas bajo forestería análoga con el fin de aportar puntos débiles y fuertes en su diseño mediante una matriz de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, a la vez que los análisis de los componentes dentro de las fincas funcionen como elementos de construcción de un sistema modelo para la zona. El análisis de indicadores de sustentabilidad y la recopilación de los elementos clave en los sitios evaluados permitió definir los aspectos para la formulación de un diseño de referencia en el sitio, obteniendo así que la finca de Adilia y Pedro García, resultó ser rentable (2.69) dado a la estrategia de ubicación de las especies dentro de su finca, así como la inclusión de más especies a su sistema, el nivel de involucramiento en actividades como la venta de productos en diferentes canales de comercialización, así como la actividad del turismo, por su parte; la finca de Ericka y Antonio generó el valor más bajo según los indicadores que apoyan la sustentabilidad (1.24), por aspectos como: baja línea de productos, escaso mantenimiento al sistema, ingresos menores que los gastos. Los diseños aportaron a la propuesta final en la selección de especies como cedro (*Cedrela odorata*) y laurel (*Cordia alliodora*) los cuales fueron ubicados en líneas, además de cultivos agrícolas como cacao (*Theobroma cacao*), pimienta (*Piper nigrum*) y vainilla (*Vanilla fragans*) ubicados en bloques entre los árboles, con distanciamientos entre maderables de 10x10m, y entre cultivos agrícolas a 3x3m.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la conectividad de los ecosistemas boscosos, la fragmentación se ha considerado como un proceso que produce cambios en la estructura del paisaje, donde las principales amenazas que impiden la conexión del territorio son: la pérdida de hábitat y la fragmentación, causadas por barreras artificiales, naturales y culturales (Vargas, 2008; Fondo Mundial para la Vida Silvestre [WWF, por sus siglas en inglés], 2015).

El índice de desempeño ambiental para Costa Rica muestra, para el año 2018 y 2020, un descenso importante en aspectos relacionados con biodiversidad, cambio climático y se detectan patrones de uso del suelo que vulneran la sostenibilidad (Estado de la Nación, 2020). Por su parte, el Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2014a) estimó de 78 408 fincas destinadas a prácticas agro-conservacionistas, entendidas como aquellas que mejoran el modo de vida sostenible de las comunidades (Okot, 2019), para la provincia de Heredia se reporta la menor cantidad de estas, con alrededor de 4 016 que implementan el uso de cercas vivas (2 112), barreras rompevientos (652), cultivos intercalados (403) y sistemas agroforestales (46) (INEC, 2014a).

El sector agropecuario de la zona de Sarapiquí, en Heredia, presenta una serie de condiciones como: a) los productores plantan sus cultivos sin integrar en la planificación aspectos ecológicos, económicos y socioculturales que permitan una visión a futuro y una sostenibilidad de elementos funcionales dentro del sistema productivo, b) escasas herramientas metodológicas necesarias para instaurar las mejores prácticas agroforestales, con el fin de potenciar los servicios ecosistémicos de las fincas, c) la visión a mediano y largo plazo de que las condiciones climáticas obligarán a generar cambios en la producción agroforestal, y de no realizarse ajustes adaptativos, se podría aumentar la vulnerabilidad de la población (Campos, 2021).

Lo anterior ha reflejado una serie de problemáticas como: a) escasas alternativas productivas para el desarrollo económico, orientadas a las particularidades de las zonas rurales; y b) limitada diversificación de modelos productivos. La primera problemática planteada se fundamenta en que, actualmente el costo de vida es muy alto y que los productores tienen que alimentar a sus familias, donde los mismos se han visto en la necesidad de vender sus terrenos o dedicar más área en sistemas de producción convencional, dándole paso a la expansión agrícola (Campos, 2021). Seguidamente, en relación con la segunda problemática, autores como Guillén et al. (2015, mencionado en Hernández et al., 2014) señalan que en las experiencias del pasado donde se han generado errores en la planificación de los proyectos así, por ejemplo: integración de elementos ecosistémicos, selección

de especies, tamaño del proyecto y el mercado ha generado en los productores, proyectos que no cumplen sus expectativas, lo que trae como consecuencia el desinterés de invertir de nuevo en la actividad.

Por otro lado, como parte de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs), al posicionar en un nivel de paisaje rural a los territorios rurales como áreas climáticamente inteligentes, es de suma importancia considerar diseños atractivos de producción con especies maderables y agrícolas que aporten ventajas económicas a los propietarios de fincas, mejorando los modos de vida de las comunidades a través de la implementación de sistemas agroforestales sostenibles en estas zonas, donde el sector agro y forestal compartan el mismo territorio, con el fin de mejorar la capacidad de adaptación de los productores agropecuarios mediante programas de desarrollo verde e inclusivo (Alpízar et al., 2018).

Aunado a lo anterior, la conectividad espacial del territorio es clave para mantener ecosistemas funcionales, los servicios ecosistémicos que proveen y la conservación de la biodiversidad (Vargas, 2008 y WWF, 2015). Asimismo, los enfoques agroforestales previenen la erosión, mejoran el contenido de materia orgánica en el suelo y el balance hidrológico, además, bien diseñados ayudan a restaurar los ecosistemas, conservan la biodiversidad y contribuyen a la adaptación del cambio climático, a la vez que mantienen una producción de alimentos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, por sus siglas en inglés], 2017; Díaz, 2017).

En este contexto, la Red Internacional en Forestería Análoga (2015a) define la forestería análoga, como un gran proceso de sucesión ecológica que imita la estructura de un bosque maduro cercano con la parcela a intervenir, entendiendo ésta como aquella área productiva dentro de una finca.

El presente proyecto de graduación se enmarca dentro de la iniciativa denominada: “Bloques Ecológicos: soluciones climáticas sostenibles para la producción agroforestal”, de la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), ubicada en Puerto Viejo de Sarapiquí, donde se elabora una propuesta de diseño agroforestal para la zona, mediante la integración del ecosistema con la producción, potenciando la sustentabilidad de las fincas a través del análisis de sitios demostrativos en forestería análoga (vitrinas). De esta manera, la pregunta de investigación planteada es la siguiente: ¿Cómo establecer un diseño agroforestal que permita a las personas productoras la integración del contexto ecosistémico y cultural? Para esto, se busca

estudiar la articulación de los sistemas análogos y la dimensión ecológica, económica y sociocultural, considerados en este estudio como sistemas claves de evaluación, ya que sus principios están basados en una profunda conciencia social, ecológica y ambiental, donde, al tomar como base estas experiencias, se fortalezcan las capacidades de las familias productoras de Sarapiquí, mediante la formulación de un modelo diversificado e innovador, como una alternativa en fincas de pequeños productores que contribuyan a la adaptación del cambio climático, potenciando a su vez bienes y servicios ecosistémicos dentro de la dinámica productiva.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Elaborar un diseño de sistema agroforestal a partir de sitios demostrativos de forestería análoga como modelo productivo sostenible para la zona de La Virgen de Sarapiquí.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar los sistemas actuales en forestería análoga, para la identificación de los componentes y su distribución espacial.
- Analizar la sustentabilidad de los sistemas análogos, a partir de elementos ecológicos, económicos y socioculturales para la propuesta del diseño agroforestal.
- Diseñar un sistema agroforestal, basado en experiencias de forestería análoga para la zona de La Virgen de Sarapiquí.

## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1 Transformación del paisaje forestal**

La deforestación se define como la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica, y la complejidad de los ecosistemas forestales que origina la disminución a largo plazo del suministro de beneficios derivados de los bosques, por ejemplo, los bienes como la madera y servicios como la regulación hídrica y biodiversidad (FAO, 2020).

A nivel mundial, se observa una tensión en torno a los precios de las materias primas y de los alimentos para la sociedad, producto de la pérdida de biodiversidad, donde la extinción de especies y el deterioro de los ecosistemas están inevitablemente ligados al bienestar del ser humano. Es

importante emprender acciones correctoras, pues los costos de la inacción para el año 2050 producirán graves consecuencias producto de la pasividad. Lo anterior, se refleja en el hecho de que prácticamente el 40% de la tierra actualmente explotada mediante prácticas extensivas habrá pasado a un uso intensivo; así, también, el 11% de las zonas naturales existentes en el año 2000 se habrán perdido producto de la conversión de terrenos de uso agropecuario sin integración, a la expansión de la infraestructura y el cambio climático, generando pérdida de la biodiversidad (Sukhdev, 2008).

En Costa Rica, la degradación de los bosques ha sido la principal amenaza para la conservación de los ecosistemas, donde históricamente la producción a gran escala, el aumento poblacional, el desarrollo de infraestructuras para el turismo, urbanizaciones, la contaminación por exceso de agroquímicos y el cambio climático, influyen en la pérdida y afectan los ecosistemas naturales, disminuyendo la integridad ecológica que pone en peligro el suministro de elementos funcionales necesarios para la sociedad (Ugalde et al., 2009).

Los mecanismos de restauración son una oportunidad existente en todos los continentes y en la que muchos países pueden participar, donde en áreas y terrenos forestales, la restauración de mosaicos es una alternativa aplicable en sitios con una densidad poblacional de entre 10 y 100 habitantes\*km<sup>2</sup>, en la cual se fomenta una restauración a un nivel de mezcla entre personas, árboles y cultivos, con alternativas como: sistemas agroforestales, sistemas de bosques análogos, barbecho agrícola mejorado, así como la siembra a lo largo de los cursos de agua (Laestadius et al., 2011). La regeneración natural asistida es una técnica sencilla, de bajo costo y eficaz para restaurar los bosques, reduciendo los obstáculos que impiden la sucesión natural, mejorando la resiliencia, proporcionando múltiples productos forestales y servicios ecosistémicos, lo cual se puede lograr utilizando enfoques de siembra y plantaciones de árboles de manera directa, donde se recupere la biodiversidad y las interacciones entre las especies, mediante la regeneración de recursos genéticos locales, adaptados a las condiciones edafológicas y climáticas del sitio (FAO, 2020).

### **3.2 Importancia de integrar la producción agrícola-forestal dentro del ecosistema**

*Ecosistema* significa el conjunto de organismos y su medio físico interactuando en un lugar, identificados y delimitados en el territorio e integrados con elementos sociales, culturales y económicos, de suma importancia para la preservación de la naturaleza y la sociedad (Armenteras et al., 2016).

Por su parte, el concepto de *producción agrícola* hace referencia al tipo de productos y beneficios generados, donde, al visualizarlo como sistema, se define como el conjunto de técnicas,

mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas, asimismo, caracterizados como dinámicos y complejos e influenciados por el medio rural externo (Vargas, 2017). La *producción forestal* se define como la función indicativa de la utilidad económica y social de los recursos forestales para las economías nacionales y las comunidades locales, que dependen de los bosques, otras tierras boscosas y árboles fuera de bosque, aportando una amplia gama de productos maderables y no maderables; además, se busca al mismo tiempo la sostenibilidad, sin comprometer las opciones de ordenamiento forestal de las generaciones futuras, en cuanto a funciones productivas de los bosques (FAO, 2010).

El crecimiento económico y la conversión de ecosistemas naturales para la explotación agrícola sin integración, son aspectos que van a continuar siendo difíciles de evitar, dado las legítimas aspiraciones de los países y de las personas al desarrollo económico, no obstante, es esencial garantizar que en dicho desarrollo se tenga en cuenta el valor real de los ecosistemas naturales, propiciando un equilibrio de la gestión económica con la medioambiental (Sukhdev, 2008).

La *biodiversidad*, como concepto, abarca una serie de elementos de vital importancia para el ser humano, ya que se obtiene una gran variedad de bienes y servicios indispensables para la sobrevivencia de las personas a partir de sus recursos (Ugalde et al., 2009), por tanto, los enfoques de integración del ecosistema con la producción agroforestal son una herramienta para conservar la biodiversidad. En este sentido, varios autores señalan que, mediante un sistema agrícola integrado, es posible crear simultáneamente bienes y servicios ambientales, así como ayudar a liberar áreas marginales estratégicas pero frágiles donde se lleve a cabo la conservación (Calle et al., 2012). La restauración, a nivel de paisaje y sus acciones, debe tener como objetivo ir más allá de la reforestación y de la restauración ecológica, con el fin de mejorar los medios de vida humanos y la integridad ecosistémica (Minnemeyer, 2011), siendo trascendental la integración de los componentes como la ganadería o cultivos agrícolas con actividades forestales para generar beneficios entre los elementos y propiciar una restauración del ecosistema en balance con la producción (Calle et al., 2012).

### **3.3 Sistemas agroforestales**

Un *sistema* es un arreglo o conjunto de componentes unidos o relacionados de tal manera que forman una entidad o un todo, en este sentido el concepto de *sistema agropecuario* es aquel en el que sus componentes incluyen poblaciones de plantas cultivadas y animales, con características

estructurales y funcionales, donde estructuralmente es un diseño físico de cultivos y/o animales en el espacio a través del tiempo, y físicamente es una unidad que procesa ingresos tales como luz solar, agua, nutrimentos, y produce egresos como: alimentos, madera, leña, fibras entre otros (Mendieta y Rocha, 2007).

Los *sistemas agroforestales* implican una serie de técnicas que incluyen la combinación simultánea o secuencial, de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o todos los tres elementos (Mendieta y Rocha, 2007). En este sentido, los componentes agroforestales (plantas leñosas perennes, animales y cultivos agrícolas) dan origen a las categorías tales como: sistemas agrosilvícolas (alterna árboles y cultivos de temporadas ya sean anuales o perennes), sistemas silvopastoriles (combina árboles y pastizales para sostener la producción animal), y sistemas agrosilvopastoriles (el cual involucra los tres componentes) (Palomeque, 2009). En cuanto a sus objetivos se encuentran: diversificar la producción, aumentar los niveles de materia orgánica en el suelo, fijar el nitrógeno atmosférico, reciclar los nutrientes, modificar el microclima y optimizar la productividad del sistema, respetando el concepto de producción sostenible (Palomeque, 2009).

En el mundo, se reportan experiencias como el caso del municipio de Rosana en Brasil, donde el sistema agroforestal con función ecosistémica en asentamientos rurales, se muestra como una alternativa viable porque puede ser muy similar al sistema natural, permitiendo un mejor equilibrio entre el suelo, el agua, los bosques, la vida silvestre, el microclima y los seres humanos, por lo que desarrollan un proyecto para pequeños productores de la zona, evaluando los perfiles de pequeños agricultores y las características de sus propiedades, para caracterizar sus componentes y determinar la productividad de las fincas, demostrando con sus resultados que incluso en suelos de baja fertilidad natural, los árboles pueden desarrollarse, mejorando la calidad de estos a través del tiempo (Piroli y Borsa, 2018).

Asimismo, se evidencian experiencias en agroforestería en México, como las expuestas por Moreno et al. (2020), donde particularmente se analizan aspectos como la influencia del cambio climático en el sistema de café bajo sombra, mediante la adaptación de los productores a las condiciones adversas en la zona, con el fin de disminuir los impactos negativos en los sistemas productivos, de tal forma que la metodología empleada fue a través del acercamiento y participación con los productores con el fin de obtener evidencias dasonómicas y climatológicas medibles, caracterizando el manejo, asimismo obteniendo datos descriptivos y cuantitativos que permitan evaluar la relación causa-efecto del impacto ambiental en el sistema agroforestal, concluyendo que

la investigación sobre la productividad de los sistemas agroforestales requiere de estudios técnico-científicos para la valoración ambiental de corredores biológicos.

En Costa Rica se han realizado ensayos, específicamente en Turrialba, para evaluar la sostenibilidad y el sinergismo en diferentes sistemas de producción con café bajo sombra con el objetivo de evaluar los efectos de la composición y el tipo de sombra, así como medir el crecimiento y el desarrollo de diferentes estratos, lo anterior con el fin de promover enfoques integrados (Haggar et al., 2001).

### **3.4 Forestería análoga**

La *forestería análoga* se define como un proceso de sucesión ecológica, cuyo fin es restaurar tierras deforestadas o erosionadas; asimismo, se trata de una alternativa que posibilita la innovación en las fincas y terrenos comunales a través del embellecimiento de los sitios y la conservación de los recursos naturales, al mismo tiempo que provee alimentos y otros productos no maderables del bosque, generando ingresos económicos (RIFA, 2015a). Varios autores señalan que en la creación y funcionamiento de un bosque análogo se debe: definir las necesidades y objetivos del finquero, seguir los principios de la técnica, hacer que la naturaleza trabaje a favor, e investigar sobre las especies análogas que aumenten los bienes y servicios que provee el bosque, demostrando que es una actividad sostenible económica, social y ambientalmente, porque mejora la productividad agrícola y ambiental del sistema cultural (Jiménez, 2008).

Los principales principios de la forestería análoga son los siguientes: observar y registrar, comprender y evaluar, dejarse guiar por las necesidades del paisaje y seguir la sucesión ecológica (CATIE, 2010). La fórmula fisionómica sirve para describir la estructura arquitectónica de cualquier bosque y sitio, la cual asigna una letra por especie y por estrato al que pertenece; así, al establecer un bosque análogo, y antes de iniciar con este diseño, se determina la fórmula fisionómica del bosque maduro más cercano al sitio y la fórmula de la parcela a intervenir, seguidamente se calcula la brecha o diferencia estructural entre ambas, las cuales serían las especies faltantes en la parcela a restaurar (RIFA, 2015a).

Por otro lado, se registran experiencias tomando como base la forestería análoga, con el fin de proponer programas de reforestación en sitios con enfoques análogos, tal es el caso de la finca “El Palmar”, ubicada en Pinar del Río, Cuba, donde a partir de un área total de cinco hectáreas, se selecciona una parcela de una hectárea para enfocarla a un sistema análogo, mediante la metodología RIFA y la aplicación de encuestas y entrevistas al productor, así como el método de

observación visual, para lo cual se realiza una valoración de indicadores ecológicos, para evaluar el nivel de sostenibilidad del ecosistema, identificando puntos críticos en fauna, productividad y descomposición de residuales (Suárez y Pacheco, 2014).

En Latinoamérica, experiencias entorno a la forestería análoga se hacen evidentes con estudios como el de Romero y Valdovinos (2016) en Jalisco, México, donde se realiza una valoración ecológica con forestería análoga, cuyo objetivo es proporcionar una herramienta para la producción orgánica con este enfoque, generando información para favorecer la restauración de ecosistemas, donde se conserve el recurso suelo y se obtengan alimentos sanos en la zona.

Estudios como el de Jiménez (2008), realizado en Costa Rica, específicamente en Londres de Quepos, detalla resultados importantes en el análisis de la estructura, composición y diversidad en bosques naturales y con forestería análoga, donde para el caso de esta última comunidad, resultó ser más diversa en especies arbóreas  $\geq 10$  cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) que la comunidad de bosque natural, siendo ambos sistemas muy similares en composición, ya que comparten mayor variedad de especies, demostrando en cuanto a valoración ecológica que son sistemas sostenibles, por lo que concluye en su estudio que la técnica de forestería análoga no solo quiere recuperar la biodiversidad sino que además busca que los bosques tengan mayor función, es decir que brinden un mayor número de bienes y servicios, proporcionando más beneficios económicos al finquero.

### **3.5 Sustentabilidad en agroecosistemas**

La sustentabilidad tiene una serie de atributos y características, donde la intención básica del desarrollo sustentable es crear un proceso que permita el desarrollo social, conservando los recursos naturales y los ecosistemas, para garantizar un bienestar y una calidad de vida adecuada para las generaciones venideras (Ramírez et al., 2004). Por su parte, agricultura sustentable se define como aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos, para el correcto funcionamiento de los sistemas naturales, “agroecosistemas” (Sarandón et al., 2006).

Asimismo, las condiciones de sustentabilidad (ecológicas, económicas y socioculturales), involucran un indicador que las evalúe o cuantifique, lo que conlleva a que en el análisis de indicadores se puedan detectar aquellos puntos críticos del manejo del sistema que atentan o comprometen la sustentabilidad, lo anterior se evidencia con el valor ideal y el valor real obtenido, donde la distancia entre ambos es una medida de insustentabilidad (Sarandón y Flores, 2009).

Estudios como el de Sarandón et al. (2006), estimaron la sustentabilidad en dos fincas de la provincia Misiones, Argentina, a través de indicadores ecológicos, económicos y socioculturales, demostrando así aspectos críticos en uno de los sitios en estudio, sin embargo, se reconocieron aspectos de la seguridad alimentaria como un indicador de mayor valor, por tanto la aplicabilidad de este tipo de metodologías demostró la posibilidad de realizar un análisis que tenga en cuenta el cumplimiento de varios objetivos a la vez.

En Costa Rica se tiene evidencia de proyectos (Fallas et al., 2009), donde se desarrolla y valida una metodología para el análisis de sostenibilidad en fincas con manejo ecológico y tradicional en diferentes regiones del país, para lo cual se eligieron 17 fincas, cuyo tamaño osciló entre 1,4 ha y 17,2 ha, y concluyen que en las áreas con integración de elementos sociales, económicos y ecológicos son en un mayor grado sostenibles, en lo productivo y ambiental que los sitios sin integración de estos aspectos.

### **3.6 Principios ecológicos, socioculturales y económicos en un sistema productivo**

La *ecología* se define como la ciencia que estudia las interrelaciones de los organismos y su medio ambiente natural, así como la combinación de los factores bióticos y abióticos; asimismo, cabe destacar que el concepto engloba una serie de términos, tales como: a) población, la cual hace referencia al grupo de individuos de una misma especie o personas que habitan en un área geográfica determinada; b) comunidad o biocenosis, la cual se define como un conjunto de poblaciones ordenadas e interrelacionadas que habitan en un área determinada (Granda et al., 2016).

Por su parte, de acuerdo con lo mencionado por Granda et al. (2016), entre otros conceptos asociados se encuentran: la *diversidad*, en el que se considera que la comunidad está compuesta por una gran multiplicidad y diversidad de organismos, para lo cual una diversidad alta supone una cadena trófica más larga y por tanto un mayor número de interrelaciones entre sus componentes, reduciendo posibles cambios bruscos y aumentando su estabilidad, además, se tiene la estructura del *ecosistema*, en la cual los organismos se distribuyen en el espacio y en el tiempo para un mejor aprovechamiento de los recursos.

Aunado a ello, al considerar el análisis de la estructura y funcionamiento de la naturaleza, para este último punto, la humanidad juegan un papel importante, siendo la ecología humana aquella que estudia los ecosistemas desde el punto de vista en que afectan a los seres humanos y en la que resultan afectados por ellos; en este sentido, resulta trascendental considerar el estudio de la ecología como aquella ciencia que tiene que ver con todo lo relacionado con la salud del planeta, la cual es

vulnerada dado a la creciente explotación de los recursos naturales y la degradación de los ecosistemas (interferencia humana) y en particular de la agricultura, como aspectos que generan impactos negativos en los recursos suelo y agua, los cuales únicamente serán detenidos si la dinámica de desarrollo productiva se vuelve sustentable (Granda et al., 2016).

Por su parte, la biodiversidad como concepto implica dos componentes: uno tangible, que incluye los recursos biológicos, como la madera, productos no maderables del bosque y otro intangible, referente a los conocimientos, las innovaciones y las prácticas humanas asociadas con la biodiversidad, ejemplo de esto, son las técnicas agrícolas o los conocimientos científicos, asimismo, autores indican que está vinculada a diferentes valores, tales como: económico, ecológico, ético, cultural, social, educativo, recreativo y estético entre otros, por lo que la biodiversidad es importante para el ser humano, por los bienes y servicios ecosistémicos que genera la diversidad de especies (Granda et al., 2016).

La aplicación de criterios ecológicos como objetivo fundamental de la agroecología, debe ir más allá de los principios que rigen el funcionamiento de los sistemas naturales, en este sentido, se debe considerar la importancia que tiene el ser humano en la gestión de los sistemas agrarios, además, es fundamental en agroecología conocer la capacidad de autorregulación o resiliencia de estos sistemas que permitan un incremento de la rentabilidad de los cultivos, al reducir los gastos que se derivan de prácticas que dependen de insumos externos (Bello et al., 2008).

Por su parte, en la funcionalidad de los ecosistemas, la ciencia tiene la tarea de generar un modelo espacial para identificar unidades geográficamente explícitas que representen las interacciones de los ecosistemas, seleccionando las variables más relevantes y las escalas más adecuadas (Armenteras et al., 2016). La estructura de un sistema depende del número y tipo de componentes, así como de sus interacciones, formando parte de los elementos dentro del sistema, aspectos como: las entradas (insumos), salidas (productos), y el límite o frontera, que al ser identificados con claridad y precisión se consideran la base para entenderlo adecuadamente (Arcila et al., 2007). Finalmente, al hablar de un enfoque integrador de los procesos biológicos y su interacción con los factores ambientales, permite un mejor reconocimiento de los servicios ecosistémicos involucrados en la agricultura y el efecto de las intervenciones en el ecosistema (Swinton et al., 2006).

Estudios como el de Virginio et al. (2014) en el que se analiza el aporte a la construcción del desarrollo agroforestal sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, así como una valoración socio-

productiva y de servicios ecosistémicos en fincas diversificadas con sistemas agroforestales de alto potencial, evidencian como a partir de diagnósticos agroecológicos y socio-económicos prácticos (productivo, suelos, sombra, evaluación del ciclo productivo, entre otros), permitió constatar a partir del diagnóstico del estado actual de factores como: asocio con árboles y manejo de sombra, asocio con cultivos, participación de la familia, comercialización, entre otros, cuáles corresponden los cambios necesarios a incluir en el futuro en aras de mejorar el sistema productivo, por lo que se obtiene entre las principales conclusiones la necesidad de fomentar la investigación y el desarrollo de los sistemas de producción forestal y agroforestal en el área de estudio, que sean los más apropiados y análogos a los ecosistemas de la región.

### **3.7 Servicios ecosistémicos en agrosistemas**

Los *servicios ecosistémicos* son aquellos que la naturaleza brinda a la sociedad, donde el bienestar físico, mental, cultural y económico de las personas, depende de la salud de estos ecosistemas naturales, en este sentido, se encuentran cuatro categorías de servicios vitales, por ejemplo: aprovisionamiento (alimentos, medicinas, materias primas y energía), hábitat y soporte (formación de suelo, ciclo de nutrientes y formación de materia orgánica), culturales (componente de dominio espiritual, estético, cultural y recreativo para el ser humano) y de regulación (regulan procesos como calidad del aire y secuestro de carbono) (La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad [TEEB, por sus siglas en inglés], 2010).

El análisis de los servicios ecosistémicos de regulación sobre la calidad del aire y el clima local, secuestro de carbono, moderación de eventos extremos, prevención de la erosión, polinización y control biológico, están vinculados con la restauración ecológica como estrategia científica y social, donde su implementación, mejora e incrementa el beneficio de la seguridad hídrica, agroalimentaria, el control y mitigación de eventos climáticos adversos, la calidad del aire local y la salubridad en agrosistemas (De Lima et al., 2016).

Los servicios ambientales brindados por los bosques fueron reconocidos formalmente por el Gobierno de Costa Rica en 1996, con la entrada en vigor de la Ley Forestal 7575, desarrollando un sistema de Pagos por Servicios Ambientales (PSA), el cual reconoce cuatro servicios ambientales, tales como: mitigación de los gases de efecto invernadero (fijación, reducción y almacenamiento de CO<sub>2</sub>), protección del recurso hídrico, protección a la biodiversidad y la belleza escénica (Oficina Nacional Forestal [ONF], 2020).

En el mundo se observan experiencias como el caso de la ciudad de Damasco (estado de Oregón, Estados Unidos), donde se incorporan los servicios ecosistémicos como una referencia útil para relacionar la protección del ambiente con los objetivos de planificación comunitaria, guiando el desarrollo al futuro (Damascus, 2010); en este sentido, la adopción de estrategias vinculadas a los servicios ecosistémicos han posicionado a esta ciudad como un referente, por la adopción de prácticas sostenibles con el ambiente.

Estudios en Latinoamérica, como el de Gómez y Flores (2015), identifican las principales prácticas que desarrollan los productores de espárrago en Perú, haciendo énfasis en el hecho de que, si el suelo y el agua se conservan, el productor contará con servicios ecosistémicos para adaptarse a los cambios que se podrían dar en los mercados de insumos o del producto final, lo mismo que a los efectos del cambio climático, por lo que concluye en su estudio que hay un amplio campo de investigación sobre la relación entre agricultura y servicios ecosistémicos, recomendando diseñar programas con productores para permitir el intercambio de buenas prácticas de conservación e impulsar innovaciones en dicha materia.

Posteriormente, en Costa Rica el trabajo de Avendaño et al. (2020), analiza la integración del concepto de servicios ecosistémicos y su vinculación con el ordenamiento territorial, a partir de la búsqueda de información clave y el análisis de casos prácticos con este enfoque, para dictaminar la importancia de incorporar estos servicios en el territorio, señalando que es importante contemplar en la adecuación de las necesidades sociales y económicas de la sociedad, las condiciones ecológicas y los posibles impactos ambientales de las acciones que se están adoptando, por lo que finalmente concluye que, en el país, la visión de incluir los servicios ecosistémicos en relación con el ordenamiento territorial, es aún muy limitada. Lo anterior, evidencia la necesidad de una integración explícita y sistemática de los servicios ecosistémicos en la toma de decisiones, apoyados por un rápido avance de la comunidad científica en demostrar y visibilizar los retornos (servicios) en las inversiones de la naturaleza (Daily et al., 2009).

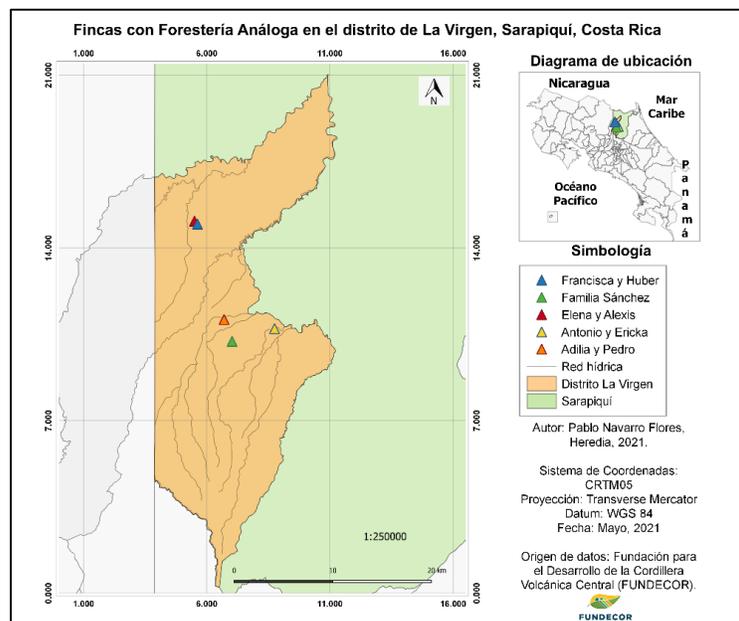
## **4. MARCO METODOLÓGICO**

### **4.1 Descripción del sitio de estudio**

#### **4.1.1 Sarapiquí**

El área de estudio se localiza en La Virgen de Sarapiquí de la provincia Heredia (**Figura 1**), ubicado entre las coordenadas geográficas 10° 29'23" latitud norte y 83°56'15" longitud oeste

(Guías de Costa Rica, 2015). Sarapiquí tiene una extensión total de 2 140,54 km<sup>2</sup>, de los cuales 513,6 km<sup>2</sup> corresponden al distrito La Virgen (INEC, 2011).



**Figura 1.** Ubicación de los sitios evaluados en el distrito de La Virgen de Sarapiquí.

Las fincas evaluadas son las denominadas *vitrinas* en forestería análoga, a las que actualmente brinda seguimiento FUNDECOR (**Cuadro 1**), cabe destacar que del área total en que se circunscriben las fincas, el área efectiva contemplada en la investigación corresponde al área bajo forestería análoga, no obstante elementos económicos y en especial los socioculturales se indagarán a nivel de finca, con el fin de generar un aporte mayor en términos de la construcción de un diseño integrador que involucre los mejores elementos para la construcción del modelo de referencia.

**Cuadro 1.** Información general de las fincas evaluadas en el distrito de La Virgen de Sarapiquí.

Vitrina	Adilia y Pedro García	Antonio Blanco y Ericka Cedeño	Huber y Francisca	Elena y Alexis	Familia Sánchez
<b>Ubicación</b>	El Roble	Linda vista	Río Magdalena	Río Magdalena	El Roble
<b>Área total de la finca (ha)</b>	3,5	2	7,5	6	27

<b>Área con Forestería Análoga (ha)</b>	0,5	0,7	0,5	0,6	0,5
<b>Fecha de instalación</b>	Agosto, 2019	Julio, 2019	Diciembre, 2019	Agosto, 2019	Agosto, 2019

*Nota:* ha: hectáreas. Tomado de Campos (2021).

A continuación, se detallan los aspectos biofísicos del área de estudio:

**a) Condiciones climáticas:** La Región Huetar Norte que incluye los distritos Puerto Viejo y La Virgen presenta una precipitación promedio entre los 2 000 y 5 000 mm al año (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2020). El viento es predominantemente suave, con velocidad de 1,6 a 2,3 km\*h y una temperatura media que oscila entre 23,3°C y 30,3°C, registrándose, una humedad relativa de 80% a 90%, con un clima muy húmedo-muy caliente (Vega, 2014).

**b) Condiciones edáficas:** En Sarapiquí los suelos de orden Inceptisol, abarcan 995 km<sup>2</sup> (44% de la superficie), seguido por los ultisoles con el 39% (Vega, 2014). Las fincas por evaluar se encuentran dentro del orden Ultisol (Ortiz-Malavasi, 2014), excepto una (de la familia Sánchez) cuyo suelo es Inceptisol.

**c) Geomorfología y topografía:** El cantón de Sarapiquí presenta dos unidades geomorfológicas: la sedimentación aluvial y la de origen volcánico (Vega, 2014). De manera general, las características del área más próxima a muestrear, se localiza la subunidad denominada *llanura aluvial de San Carlos y el Caribe* que es generalmente plana, con ondulaciones y muchas vías de drenaje superficial. Además, Sarapiquí presenta un 76% del área (1 725 km<sup>2</sup>) con elevaciones de 0 a 200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y el 11% entre 200 y 500 m. Los poblados Puerto Viejo, La Virgen y Horquetas se encuentran a 37, 187 y 68 m.s.n.m, respectivamente. En Sarapiquí la mayor superficie (1 889 km<sup>2</sup> -84% del área total) posee pendientes entre los 0 y 20% (Vega, 2014).

**f) Zonas de vida:** Sarapiquí tiene la zona de vida “Bosque Muy Húmedo Tropical” como la más representativa del territorio, abarcando un 73% del área total, contenida en los seis distritos, asimismo el 8% es parte del “Bosque Pluvial Premontano” al igual que el “Bosque Muy Húmedo Tropical transición a Premontano”, representados por Horquetas, La Virgen y Sarapiquí (Vega, 2014). Las fincas por investigar pertenecen al Bosque Muy Húmedo Tropical, a excepción de la

propiedad de Pedro García que forma parte del territorio catalogado como Bosque Muy Húmedo Premontano Transición Basal (Ortiz-Malavasi, 2014).

**h) Aspectos socioeconómicos:** Sarapiquí reporta una densidad poblacional para el 2011 de 26,7\*km<sup>2</sup>, lo anterior representa un total de 59 147 habitantes, el 50,8% son hombres (29 057) y 49,2% mujeres (28 090) (INEC, 2011). La distribución porcentual de pobreza reportada en zona rural es de 26,3% en comparación a la urbana con un 12,2%, siendo la región Huetar Norte una de las más desfavorecidas por hogar (27,5%), seguido de la Huetar Caribe (30,1%) y la Central (11,7%) (INEC, 2020). El distrito de La Virgen presenta un Índice de Desarrollo Social para el año 2017 de 47,57, seguido de Horquetas (50,37) (MIDEPLAN, 2017). Asimismo, se estima que de las 2 915 fincas en el cantón (123 544,6 hectáreas); 1 251 tienen como actividad principal cultivos anuales, permanentes, forestales y ornamentales (38 907,8 ha), otras 1 617 son las prácticas pecuarias (9 643 ha) y finalmente 47 practican otra actividad, como ejemplo: turismo rural, así como manejo y conservación de bosques, con alrededor de 4 993,8 ha (INEC, 2014b).

## **4.2 Enfoque de investigación**

La investigación presenta un enfoque mixto secuencial, donde se incluyen mediciones estandarizadas y entrevistas a profundidad, donde posteriormente se realizó un análisis multicriterio a través de indicadores, los cuales emplearon la información recolectada en campo (evaluación del sistema análogo) y datos de los encuestados, contemplando aspectos ecológicos, económicos y socioculturales. Lo anterior con el fin de comprender los elementos clave para la propuesta del diseño agroforestal, de tal forma que se plantea un problema concreto, con objetivos y resultados basados en la realidad. En este sentido, la ejecución del proyecto se desarrolló a partir de dos fases: a) descripción del estudio de campo y b) procesamiento y análisis de la información, estas a su vez, se dividieron en etapas que responden a cada uno de los objetivos propuestos. Cabe destacar que la investigación se encargó en analizar y obtener información clave sobre el manejo que se le ha dado al sistema, así como las especies agrícolas y forestales que se han incorporado, el arreglo espacial y la dinámica entre componentes.

## **4.3 Descripción del estudio de campo**

### **4.3.1 Etapa 1. Caracterización de los sistemas actuales en forestería análoga**

Se visitaron cada una de las fincas para la toma de datos, iniciando por las más cercanas entre ellas, que corresponden a la de Adilia y Pedro, Antonio y Ericka y la Familia Sánchez, posteriormente la de Huber y Francisca, y, finalmente, la de Elena y Alexis (**Apéndice F1**). En cada

finca, se inició con la delimitación del área dedicada a forestería análoga, utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), lo anterior, ya que todas presentan otros modelos productivos. Asimismo, se procedió con la toma de datos del componente agrícola y forestal, utilizando la metodología para la caracterización rápida en fincas, propuesta por Vázquez y Matienzo (2010) (**Apéndice B**), la cual incluye la evaluación a nivel ecológico, económico y sociocultural de los sistemas (**Cuadro 2**).

**Cuadro 2.** Resumen de indicadores y subindicadores de la metodología para la caracterización rápida utilizada en la evaluación ecológica, económica y sociocultural de los sistemas actuales en forestería análoga, La Virgen, Sarapiquí, Costa Rica.

<b>Ecológicos</b>	<b>Subindicador</b>	<b>Escala de evaluación</b>
Biodiversidad productiva	Diversidad de cultivos forestales	0: <b>0-24%</b> muy baja
	Diversidad de cultivos agrícolas	1: <b>25-49%</b> baja
	Asociaciones o intercalamiento de cultivos	2: <b>50-74%</b> media
		3: <b>75-100%</b> alta
Biodiversidad funcional	Asociaciones o intercalamiento entre los cultivos	
	Diversidad natural circundante	
Conservación de la vida en el suelo	Diversificación de cultivos	
	Prácticas de mantenimiento	
<b>Socioculturales</b>	<b>Subindicador</b>	<b>Escala de evaluación</b>
Integración social	Participación social	0: <b>0-24%</b> muy baja
Aceptabilidad del sistema	Satisfacción con el sistema de producción	1: <b>25-49%</b> baja
		2: <b>50-74%</b> media
Conocimiento y conciencia ecológica	Conocimiento ecológico	3: <b>75-100%</b> alta
<b>Económicos</b>	<b>Subindicador</b>	<b>Escala de evaluación</b>
Autosuficiencia alimentaria	Diversificación de la producción	0: <b>0-24%</b> muy baja

Ingreso	Ingreso neto mensual	1: <b>25-49%</b> baja
Riesgo económico	Diversificación para la venta	2: <b>50-74%</b> media
	Número de vías de comercialización	3: <b>75-100%</b> alta

*Nota:* La escala de evaluación (0-3), corresponde a la agrupación en porcentaje de acuerdo con su interpretación, según se detalla más adelante (**cuadro 5**) del apartado de estandarización de indicadores (p.16). Adaptado de Vázquez y Matienzo (2010); Sarandón y Flores (2009); Sarandón et al. (2006). En el cuadro que se muestra en el **Apéndice B**, se indican los valores medibles en campo para cada categoría, además del valor máximo que representaría el 100% evaluado.

- ***Evaluación de los componentes***

La información del componente forestal se registró a partir de un listado de las especies encontradas, y se reportó el distanciamiento utilizado entre cultivos, mediante la consulta al productor y la corroboración en campo, con la utilización de una cinta métrica (**Apéndice F2**). Asimismo, se recopilaron datos tales como: especie, ubicación del individuo en un eje X y Y, medidos con cinta métrica y con el apoyo de una hoja cuadrículada, medición del diámetro  $\geq 10$  cm de DAP con la ayuda de una cinta diamétrica, pendiente y altura total con el apoyo de un clinómetro digital, así como la medición de la copa la cual se estimó por medio de la medida de los radios en forma perpendicular (**Apéndice D**). Por su parte, para el registro del componente agrícola, se realizó un listado de las especies encontradas, y se reportó el distanciamiento entre cultivos y áreas de cultivos. Por su parte, se consideró que los individuos sin identificarse fueran tratados de la siguiente manera: a) consulta al propietario, b) recolección de la muestra, en la cual se utilizó una prensa para conservarla y ser llevada al herbario de la Escuela de Ciencias Ambientales para su respectiva identificación.

- ***Entrevista a productores***

Se aplicó un cuestionario a profundidad, combinando preguntas cerradas y abiertas (**Apéndice A**), confeccionado con la colaboración del sociólogo Fabián Campos Boulanger de FUNDECOR. El cuestionario incluye aspectos que permiten incorporar elementos socioculturales y económicos en la construcción del diseño agroforestal. Para la aplicación del cuestionario se realizaron entrevistas a cada propietario, estas fueron grabadas como respaldo y para posterior análisis, bajo el consentimiento de las personas entrevistadas. Los resultados del cuestionario se utilizaron para recabar la información de cada indicador; finalmente, es importante mencionar que

en las tablas de apéndices se indican los valores medibles para cada categoría, además del valor máximo que representaría el 100% evaluado, adaptado de la metodología de Sarandón (2002) y Sarandón y Flores (2009).

- ***Análisis de los datos***

La información recolectada en campo sobre la caracterización de los sistemas se organizó en cuadros, donde se incluyen las especies agrícolas y forestales, así como los distanciamientos utilizados en el sistema. Los resultados del cuestionario se le asignaron los valores en la escala de evaluación a partir de lo adquirido en la entrevista, donde, a partir de esto, se calcularon los indicadores ecológicos, económicos y socioculturales en las fincas, siguiendo la metodología de Sarandón y Flores (2009) y el método de estandarización de variables y su ponderación, incorporando las tres dimensiones. La escala de referencia para la asignación de valores en campo se encontró adaptada a la sistematización de experiencias con los productores realizada por FUNDECOR. Cabe destacar el hecho de que el tratamiento de los datos se realizó por finca de manera separada, pues todas presentan condiciones diferentes, con el fin de encontrar los elementos más sobresalientes que apoyen en la construcción de un modelo de referencia para la zona de La Virgen de Sarapiquí.

#### **4.4 Procesamiento y análisis de la información**

##### **4.4.1 Etapa 2. Análisis de la sustentabilidad del sistema análogo**

A partir de la información recopilada en campo se determinó la sustentabilidad de los sistemas análogos, calculando los indicadores ecológicos, económicos y socioculturales, propuestos por Sarandón y Flores (2009), mediante el proceso que se detalla a continuación:

**a) Estandarización de indicadores:** Debido a las múltiples dimensiones de sustentabilidad (ecológica, económica, sociocultural) y la expresión de las variables en sus distintas unidades, se estableció un valor al indicador para facilitar posteriormente la interpretación de los resultados. Por tanto, para este estudio se elige la escala (0 a 3), ya que una muy amplia permite una mayor sensibilidad de análisis y, por otro lado, una muy pequeña (0 a 2), es poco apropiada para esta investigación, ya que, al ser tan reducida, brinda pocos criterios de clasificación. En este sentido, se tomó una escala de 4 valores por su funcionalidad (**Cuadro 3**).

**Cuadro 3.** Resumen de los valores para el cálculo de indicadores.

Valor del indicador	Intervalo de evaluación (%)	Interpretación
Valor 0-1	0% a 24%	Muy poco sustentable
Valor 1.1-2	25% a 49%	Poco sustentable
Valor 2.1-3	50% a 74%	Medianamente sustentable
Valor 3.1 o más	75% a 100%	Altamente sustentable

*Nota:* Adaptado de Sarandón y Flores (2009).

**b) Ponderación de los indicadores:** Considerando que los indicadores tienen diferente peso o valor para la sustentabilidad, se asignó un peso de importancia relativa al indicador y se asignó una ponderación a los indicadores, a criterio de experto obtenido del equipo interdisciplinario mediante mesas de trabajo. La estimación del indicador se calculó de la siguiente manera:

**Fórmula 1. Indicadores de igual importancia:**

$$\text{Indicador} = \frac{\sum \text{valores escala de evaluación}}{\text{Cantidad total de valores}}$$

**Fórmula 2. Indicadores con mayor importancia relativa:**

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Valor de la escala de evaluación} \times \text{ponderación o importancia relativa}}{\sum \text{factores de ponderación}}$$

Por su parte, ambas fórmulas fueron utilizadas para observar el comportamiento de los indicadores y al asignarle un mayor peso a una determinada variable. Por tanto, se consideró en la parte ecológica brindarle un peso mayor al subindicador de asociación o intercalamiento de cultivos, dado al potencial que proveen los sistemas análogos, por generar un mejor dinamismo al ecosistema, de igual forma se otorgó un mayor peso al indicador de conservación del suelo, Asimismo, se consideró de mayor peso en la dimensión sociocultural, la participación social en las actividades que demanda el sistema análogo. Para la parte económica, se consideraron todos los subindicadores de igual importancia relativa; en este sentido las fórmulas utilizadas son las siguientes:

**Indicador ecológico (IE):**

$$\text{Fórmula} = \frac{(A1 + A2)/2 + (2B1 + B2)/3 + (2C1 + 2C2)/4}{3}$$

A1: Diversidad de especies forestales

A2: Diversidad de especies agrícolas

B1: Asociaciones o intercalamiento entre cultivos

B2: Diversidad natural circundante

C1: Diversificación de cultivos

C2: Prácticas de mantenimiento

**Indicador sociocultural (ISC):**

$$\text{Fórmula} = \frac{A1 + 2B1 + C1}{4}$$

A1: Aceptabilidad del sistema análogo

B1: Integración social

C1: Conocimiento o conciencia ecológica

**Indicador económico (IK):**

$$\text{Fórmula} = \frac{A1 + B1 + (C1 + C2)/2}{3}$$

A1: Diversificación de la producción

B1: Ingreso neto mensual

C1: Diversificación para la venta

C2: Canales de comercialización

- *Análisis de datos*

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las fórmulas se presentaron en un gráfico radial (tela de araña), con los límites máximos y mínimos, donde se puedan observar las cinco fincas en evaluación y las dimensiones ecológicas, económicas y socioculturales.

Por otro lado, con el fin de destacar las fortalezas y aspectos de mejora del sistema, se elaboró una matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) a partir de los resultados en la encuesta y las discusiones en las mesas de trabajo, para conocer la situación real de los sistemas análogos como una herramienta para incorporar mejoras al sistema (Ponce, 2007), siendo compartida con los productores mediante un folleto informativo (**Apéndice F3**). La construcción de la matriz, siguió lo planteado López y Fachelli (2015), donde se detalla una manera de análisis de datos descriptivos, a partir de las siguientes etapas: a) codificación y registro de los datos, en la cual de manera general se identifican temas, se cierran las preguntas abiertas, con el fin de garantizar la homogeneidad y permitir la tabulación de los datos, b) transcripción, donde se registran los datos en un sistema informático para generar una matriz de datos y, finalmente, c) depuración, en la cual se comprueba la información a partir del cotejo con los datos originales.

#### **4.4.2 Etapa 3. Construcción del diseño agroforestal**

Se elaboraron los planos de siembra a través del programa *Sketchup Pro 8.0*, y para el caso del sistema agroforestal propuesto se seleccionaron las especies y se detallaron en un cuadro las especies agrícolas y forestales y los distanciamientos seleccionados a partir del criterio de los productores entrevistados, como parte de una construcción conjunta. Asimismo, se tomaron las especies registradas por finca y se dividieron según el estrato correspondiente, seguidamente se consideraron los espaciamientos recomendados en la metodología de Gietzen (2016), en la cual se propone: a) árboles emergentes, se distancien a 12 metros, b) entre árboles de estrato alto tengan una distancia de 9 metros, c) árboles de estrato medio se mantengan a 6 metros, y, finalmente, d) el estrato bajo a 3 metros. Cabe destacar que el modelo se enfocó en visualizar aquella vegetación establecida y los componentes más sobresalientes para cada parcela análoga.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1 Descripción de las áreas bajo forestería análoga**

Las principales actividades que se desarrollan en las fincas son la obtención de productos tanto para autoconsumo como en algunos casos, la comercialización de sus excedentes, con excepción de la Familia Sánchez, donde todos los productos se destinan al autoconsumo, dado a que su principal actividad es la ganadería. Asimismo, es importante destacar que en fincas como la de Adilia y Pedro García se tienen otras áreas destinadas a pimienta orgánica y palmito. Por su parte, las fincas que tienen el sistema análogo como su principal fuente para proveer de productos para

autoconsumo y para generar ganancias adicionales por la venta de estos, son las fincas de Ericka y Antonio, Elena y Alexis y Francisca y Hubert, destacando la fuerte vinculación por parte de los propietarios en talleres y charlas que les permitan mejorar el mantenimiento de su finca y obtener los mejores rendimientos en su producción.

Es importante destacar que, para todas las fincas desde la instalación de la parcela con forestería análoga, se evidencia un incremento de la cobertura y cambios a nivel de paisaje, lo cual refleja las ventajas que ha significado la forestería análoga como una alternativa que promueve los procesos de sucesión ecológica y la recuperación de áreas degradadas o erosionadas, al mismo tiempo que se mantiene la dinámica productiva (RIFA, 2015b).

Se presenta una breve descripción de las fincas evaluadas (**Cuadro 4**), considerando las principales actividades y los aspectos destacados para los sitios en estudio, así como la cobertura antes de iniciar el proyecto y la cobertura actual (**Apéndice G**). Aunado a ello, al realizar la delimitación de las áreas bajo forestería análoga en campo y el área total de la finca se obtuvo que, las medidas de las parcelas análogas oscilaron entre los 0.49 ha y 0.72 ha, distribuidas entre los distritos Río Magdalena, El Roble y Linda Vista (**Apéndice H**).

**Cuadro 4.** Descripción general de las fincas evaluadas, principales actividades y aspectos destacados.

Finca	Ubicación	Principales actividades	Aspectos destacados
Adilia y Pedro	Roble de La Virgen de Sarapiquí, 700 metros sur y 150 este del EBAIS del Roble, la misma lleva por nombre finca “El Jícaro”.	Turismo y comercialización en la línea de productos secos y verdes, a base de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ), pimienta ( <i>Piper nigrum</i> ), cúrcuma ( <i>Curcuma longa</i> ) y jengibre ( <i>Zingiber officinale</i> ).	Fácil acceso hasta el área con forestería análoga: caminos limpios y el sitio de instalación de la parcela análoga con buena ubicación.
	Área total (m <sup>2</sup> ): 5016 Dimensión de la parcela (m): 66x76	Productos para venta y autoconsumo: palmito ( <i>Bactris gasipaes</i> ), pipa ( <i>Cocos nucifera</i> ), yuca ( <i>Manihot esculenta</i> ), tiquisque ( <i>Xanthosoma saggitifolium</i> ), plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ), entre otros.	

<b>Ericka y Antonio</b>	Linda Vista de La Virgen de Sarapiquí, 1 kilómetro oeste y 300 suroeste de la escuela Linda Vista.	Producción de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ).	Difícil acceso para llegar a la propiedad y la parcela análoga, influenciado por la pendiente del sitio.  Productores participan en programas para la gestión de recursos, para equipo de mantenimiento de su finca.
	Área total (m <sup>2</sup> ): 7200 Dimensión de la parcela (m): 60x120		
<b>Elena y Alexis</b>	Río Magdalena de La Virgen de Sarapiquí, 50 metros oeste de la escuela Río Magdalena, la misma lleva por nombre “Finca La Amistad”.	Productos para la venta y principalmente para autoconsumo: jengibre, cúrcuma y cacao ( <i>Zingiber officinale</i> , <i>Curcuma longa</i> , <i>Theobroma cacao</i> ) respectivamente.	Fácil acceso al sitio.  Participación en charlas para el buen mantenimiento de su finca.
	Área total (m <sup>2</sup> ): 6000 Dimensión de la parcela (m): 60x100		
<b>Francisca y Hubert</b>	Río Magdalena de La Virgen de Sarapiquí, específicamente 1 kilómetro sureste de la escuela Río Magdalena.	Productos para la venta y principalmente para autoconsumo: jengibre, cúrcuma y cacao ( <i>Zingiber officinale</i> , <i>Curcuma longa</i> , <i>Theobroma cacao</i> ) respectivamente.	Fácil acceso al sitio.  Participación en talleres y/o charlas sobre prácticas de mantenimiento al sistema.  Venta de excedentes del cacao.  Dan valor agregado al cacao, en chocolate y jabones corporales.
	Área total (m <sup>2</sup> ): 5500 Dimensión de la parcela (m): 55x100		

<b>Familia Sánchez</b>	<p>El Roble de La Virgen de Sarapiquí. Su actividad principal es la ganadería. Los productos no se comercializan, solo destinados al autoabastecimiento.</p> <p>Área total (m<sup>2</sup>): 4992</p> <p>Dimensión de la parcela (m): 52x96</p>	<p>Difícil acceso a la parcela análoga, por su lejana ubicación respecto a la entrada principal de la finca.</p> <p>Especies destacadas en el sistema: cúrcuma, pimienta, vainilla y especies como poró (<i>Erythrina sp.</i>), almendro de montaña (<i>Dipteryx oleifera</i>) y cristóbal (<i>Platysmiscium parviflorum</i>).</p>
------------------------	--	--

## 5.2 Caracterización ecológica, sociocultural y económica de las áreas bajo forestería análoga

Se presenta la caracterización de las áreas bajo forestería análoga según cada dimensión evaluada:

### 5.2.1 Caracterización ecológica de las áreas bajo forestería análoga

Según la entrevista realizada (**Apéndice A**), los propietarios concuerdan que en su finca y específicamente el área con forestería análoga (**Cuadro 5**), cuentan con asociaciones entre los cultivos agrícolas y forestales que generan beneficios; demostrando que la percepción está muy ligada a que la dinámica de asociar cultivos en diferentes estratos genera ventajas competitivas, así como servicios como la sombra, mejoramiento de la fertilidad del suelo e inclusive el sostén, como en el caso de la vainilla y el poró (E. Cedeño, comunicación personal, 20 de setiembre de 2021), y la sombra que generan especies como el laurel al cultivo de vainilla, pimienta y cacao (E. Cedeño, comunicación personal, 20 de setiembre de 2021).

Lo anterior se expone en Pérez (2014) donde se indica que, la siembra de la vainilla se da con tutores. Asimismo, según Araya (2014), al igual que la vainilla esta especie necesita de tutores para poder crecer, los cuales se recomienda tengan una altura de 2,5 m y sean de la especie poró (*Erythrina sp.*).

Aunado a ello, según la entrevista a los productores Pedro García, Ericka Cedeño y Modesto Sánchez, consideran como especies forestales de mayor importancia de integrar en el diseño agrosilvícola, el almendro de montaña (*Dipteryx oleifera*), cristóbal (*Platysmiscium parviflorum*) y

laurel (*Cordia alliodora*), por sus ventajas económicas y ecológicas, demostrando así una especial trascendencia que tiene para ellos, además de los ingresos que puedan obtener, como por la conciencia ambiental en su sistema, lo cual demuestra aspectos de sustentabilidad. Por tanto, se tiene evidencia en que la asociación de especies arbóreas puede contribuir a la productividad y sostenibilidad de los agroecosistemas, donde estas asociaciones pueden satisfacer una amplia gama de objetivos productivos, ecológicos y económicos (Petit et al., 2009).

Por su parte, los aportes ecológicos que brindan las especies, en términos generales, se destacaron: a) refugio y hábitat para la fauna del sitio, b) mejoramiento de la calidad del aire, c) mejoramiento de los suelos. Lo anterior se puede ver reflejado en un estudio en el que se analiza la puesta en marcha de un sistema de forestería análoga, en el cual la selección de las especies a implementar en un diseño de finca se basó en el interés del productor y sus familias en relación con la seguridad ecosistémica (Suárez y Pacheco, 2014).

Entre las principales razones que motivaron a los propietarios de las vitrinas en forestería análoga a incorporar las especies agrícolas y/o forestales dentro de su sistema tiene que ver con aspectos sociales, como es el caso de la recomendación por parte de otras personas u organizaciones por mantener un sistema que les retribuya beneficios, tal como sucede en las fincas de Adilia y Pedro, Ericka y Antonio y Francisca y Hubert. Asimismo, en función de lo económico en todas las fincas mencionaron la generación de ganancias económicas o que el sistema provee de sustento familiar y finalmente, en la finca 1 (Pedro García), se destacó los aspectos ecológicos y los beneficios a la vida silvestre.

En este sentido, autores como Andrade-Navia et al. (2015) señalan en su estudio que algunos factores motivacionales que permitieron un mayor afinamiento con la producción agrosilvícola son los factores sociales, ambientales y económicos, asociados a la producción, lo cual permite garantizar el futuro de las personas y las comunidades, donde las mismas tienen un serio compromiso con la protección del medio ambiente, la conservación de la biodiversidad de sus zonas y la promoción del llamado “mercado justo”.

Por otro lado, al considerar los intereses que poseen los propietarios en incursionar en otros cultivos, se destaca el cultivo del cacao, el cual han incorporado recientemente y algunos desde los inicios de la parcela análoga, posicionándolo como uno de los cultivos de mayor interés en mantenerlo por las ventajas económicas que les ha generado. Además, algunos de los productores señalan que hay interés en especies como roble (*Quercus sp.*), cedro (*Cedrela odorata*), teca

(*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*), que, desde el punto de vista comercial, son especies muy valiosas en cuanto al aprovechamiento de su madera, así como las ventajas ambientales que proveen durante su ciclo de crecimiento.

Aunado a lo anterior, según detalla la propietaria Ericka Cedeño (comunicación personal, 20 de setiembre de 2021): “al incluir especies forestales, una limitante que tengo es el tema del espacio dentro de la finca”, en este sentido, una alternativa importante a considerar es la inclusión de estas especies en linderos, ya que logran optimizar el espacio dentro de la propiedad, tienen función como: forraje, madera, proporcionan sombra, rompevientos, aportan nutrientes y evitan la erosión (Morantes y Renjifo, 2018).

Finalmente, el propietario Pedro García menciona el tema del turismo y las ventajas proporcionadas, lo anterior se apoya de acuerdo con lo expuesto por Victorero (2015) quien indica que, entre las ventajas de la incorporación del turismo dentro de sistemas productivos destacan la creación de empresas familiares, donde se potencia un incremento en el nivel de vida de los productores, generando fuentes de empleo, además, haciendo posible el fortalecimiento de la economía local, así como la difusión de las riquezas culturales, históricas, turísticas, ecológicas y agrícolas, donde además se impulsa la artesanía local y sus respectivos procesos tradicionales.

**Cuadro 5.** Caracterización de los aspectos ecológicos para las fincas evaluadas.

	<b>Percepción del productor sobre la interacción de especies</b>	<b>Especies de mayor importancia de integrar en un diseño agrosilvícola</b>	<b>Aportes ecológicos que brindan las especies</b>	<b>Razón o razones que motivaron incorporar las especies agrícolas y/o forestales dentro del sistema</b>	<b>Intereses en otros cultivos o actividades</b>
<b>Finca 1. Adilia y Pedro</b>	El productor Pedro García, considera que su finca cuenta con asociaciones entre el componente agrícola y forestal, siendo las especies que interactúan: poró ( <i>Erythrina sp.</i> ), laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ), cedro maría ( <i>Calophyllum brasiliense</i> ), cacao, pimienta, palmito y plátano.	Las especies consideradas son: almendro ( <i>Dipteryx oleifera</i> ), laurel, pimienta y cacao, destacando para este último mejores rendimientos en un distanciamiento de 3x3 metros y para el caso de los forestales de 6x6 metros.	Entre los aportes el productor menciona especies como: almendro por proveer alimento a la fauna, así como el laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) y fruta dorada ( <i>Virola Koschnyi</i> ) por el buen rendimiento que proporciona en la producción de miel por ser hábitat para abejas.	a) Los beneficios que genera a la vida silvestre. b) La función que tiene como alimento a la fauna en el caso de incorporar árboles como cedro maría. c) Dado el valor ecológico del almendro y el rápido crecimiento del laurel. d) Recomendación de otras personas, que lo han motivan a cuidar su finca.	Posiciona el cacao como el cultivo de mayor interés debido a la ventaja económica que este representa y hace referencia al tema del turismo en el cual incursiona y los beneficios que ha logrado encontrar con actividades como: el tour del cacao, la demostración del proceso que conlleva la preparación de este.

Finca 2. Ericka y Antonio	<p>La propietaria, hace énfasis en que su propiedad cuenta con asociaciones entre componentes, indicando el caso de la pimienta, en la cual identifica que el poró funciona como sostén para esta planta y la ventaja del laurel por la sombra que brinda a la vainilla, pimienta y cacao.</p>	<p>Ericka Cedeño, reconoce el zacate de limón (<i>C. nardus</i>) y el jengibre (<i>Z. officinale</i>), ya que son muy útiles en la elaboración de remedios naturales caseros, asimismo, considera especies como el laurel y almendro, por las ventajas económicas y ecológicas que estos representan.</p>	<p>Considera que el laurel y almendro, tiene ventajas en la atracción de aves, donde además reconoce que son especies que aportan al suelo, por la caída de sus hojas, además de que ayudan a sostener el suelo.</p>	<p>La razón que motivó a incorporar las especies dentro del sistema análogo fue por la capacitación de mercado recibida por parte de FUNDECOR, también por los valores nutricionales que representan los cultivos para ellos.</p>	<p>La propietaria menciona como cultivo de interés la pitahaya (<i>Hylocereus costarricensis</i>), y para el caso de alguna especie forestal, considera que la limitante es el tema del espacio dentro de su finca.</p>
Finca 3. Elena y Alexis	<p>La propietaria de la finca Elena Porrás, indica que, cuenta con asociaciones con especies como: laurel, almendro, aguacate, mango y cítricos.</p>	<p>Elena Porrás, considera todos aquellos productos enfocados al autoconsumo, mencionando que la selección de las especies debe estar pensado en lo que se necesita para realizar una comida del diario vivir. Destacando algunos como: plátano, cúrcuma y jengibre.</p>	<p>Considera que las especies que tiene en su sistema generen beneficios a nivel ambiental, ya que proporcionan al suelo materia orgánica, así como propician un ambiente sano ya que no se contamina.</p>	<p>La razón es por el gusto que tiene de asociar los cultivos, y por todo lo que le provee para su diario vivir.</p>	<p>Tiene interés en especies como: cedro (<i>Cedrela odorata</i>) y roble (<i>Quercus sp.</i>), además de papaturro (<i>Coccoloba caracasana</i>) y tucuico (<i>Ardisia revoluta</i>). También de nacedero (<i>Trichanthera gigantea</i>), maíz (<i>Zea mays</i>) y botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>), ya que le ayudaría alimentar a sus gallinas.</p>

Finca 4. Familia Sánchez	El propietario Modesto Sánchez señala que, su finca cuenta con asociaciones entre especies como el poró, cristóbal, pimienta, cacao y vainilla.	El propietario indica como aquellas de mayor importancia a integrar: el cacao y especies como almendro y cristóbal, por su papel ecológico en los sitios y las ventajas económicas de especies como el cristóbal.	Entre los aportes se encuentra: la incorporación de nitrógeno al suelo de especies como poró, lo cual es de beneficio para otros cultivos, siendo importantes en la recuperación de suelos.	El aspecto que motivó a incorporar especies es dado a la función que tiene para la alimentación del ganado y el sustento familiar.	El propietario indica que tiene un interés particular en incursionar en el cultivo de especies como teca ( <i>Tectona grandis</i> ) y melina ( <i>Gmelina arborea</i> ) en su finca, dado a su valor económico.
Finca 5. Francisca y Hubert	El propietario Hubert Godínez, considera que su finca cuenta con asociaciones con especies como el cacao, aguacate, cítricos, yuca y canela.	Hubert Godínez indica que, en un diseño agroforestal los cultivos de mayor importancia a considerar son el plátano y cacao, así como los cítricos.	Entre los aportes que reconoce son: refugio y alimento que provee a la fauna, la mejora en la calidad del aire y su función de corredor biológico.	El motivo por el cual el productor incursionó en un sistema análogo es tanto por recomendación de FUNDECOR, así como las ventajas económicas que este representa.	Señala el cultivo del cacao como aquel que posee mayor interés.

Fuente: P. García, comunicación personal, 22/09/2021. E. Cedeño, comunicación personal, 20/09/2021. H. Godínez, comunicación personal, 12/02/2022. M. Sánchez, comunicación personal, 08/01/2022) y E. Porras, comunicación personal, 21/09/ 2021.

### ***5.2.2 Caracterización sociocultural de las áreas bajo forestería análoga***

Considerando la motivación que tuvieron los propietarios en la selección de especies (**Cuadro 6**) destacaron el aspecto económico y el autoabastecimiento que les genera la inclusión de estos elementos, no obstante, es importante destacar que entre lo mencionado por los propietarios de las fincas 1,3 y 5, reconocen el valor de ecológico y ambiental del sistema. Por tanto, autores como Villacorta (2011) hacen énfasis en que la combinación de la producción agrícola y forestal permite alcanzar de mejor manera las diversas funciones y objetivos de la producción de bosques y cultivos alimenticios, en donde se obtienen ventajas ambientales y beneficios socioeconómicos.

Con respecto a lo anterior, se considera la creencia en los aportes para decidir incursionar en un sistema análogo, por los factores de generar diversidad en la finca, mejorando los suelos y figurando como hábitat y alimento para la fauna. En este sentido, la forestería análoga representa una forma de silvicultura holística que implica gran complejidad, esta busca fomentar las funciones ecológicas de un sistema en función de la resiliencia, constituyendo esta técnica productiva patrones de uso de la tierra y factores biogeográficos de un paisaje, al mismo tiempo que identifica oportunidades para la provisión de bienes y servicios sociales, ambientales y económicos valiosos (Bekins et al., 2019).

Por su parte, en relación con las prácticas de mantenimiento al sistema, en términos generales, los propietarios obtienen ayuda familiar para realizar estas labores, incorporando actividades para aumentar la productividad del sistema, sin embargo, visualizando el grado de mantenimiento en las fincas se presentan las siguientes particularidades: En la finca de Ericka y Antonio, dado a que el sistema no brinda lo suficiente para el sustento familiar, deben recurrir a otras actividades externas a la finca, para el caso de la finca de la familia Sánchez se presenta un tema de costo de oportunidad en relación con la actividad ganadera y en la finca de Hubert y Francisca, el tema de la edad y la poca disponibilidad de mano de obra, supone una limitación en la frecuencia de las actividades. Siendo el desarrollo de los sistemas de producción sostenible aquellas que implican la compatibilidad que se establece entre el mantenimiento o el aumento de la producción, con la utilización y conservación a largo plazo del recurso (Farfán, 2014).

Los aspectos tradicionales adquiridos para todas las fincas fueron muy variados, entre lo que se puede destacar: el legado de los padres en el tema de producción agrícola, conservación de árboles, manejo de ganado, en el valor agregado en lo que se produce.

Finalmente, la percepción sobre nuevas formas de producción, en general, los propietarios consideran aspectos como: la diversidad en el sistema productivo y las ventajas económicas en cultivos como el cacao.

**Cuadro 6.** Caracterización de los aspectos socioculturales para las fincas evaluadas.

<b>Motivo de la selección de especies</b>	<b>Reconocimiento de los aportes para incursionar en un sistema análogo</b>	<b>Prácticas de mantenimiento al sistema</b>	<b>Aspectos tradicionales adquiridos</b>	<b>Percepción sobre nuevas formas de producción a partir de otros cultivos</b>
<p><b>Finca 1. Adilia y Pedro</b></p> <p>El propietario Pedro García, indica que la principal razón se basa en criterios tradicionales, por la generación de beneficios económicos adquiridos por la venta de productos, como también por autoabastecimiento, no obstante, reconoce que otra de las razones que lo impulsó a desarrollar este sistema se debe a la provisión de beneficios ambientales y ecológicos que el mismo genera.</p>	<p>Su decisión fue hacer un bosque, pero un bosque productivo, haciendo énfasis en que no se necesitan 100 ha para desarrollar una mayor cantidad de productos, calificando en un alto nivel, el interés que tiene por este sistema.</p>	<p>Entre las prácticas se encuentra la aplicación de abono orgánico, las podas de mantenimiento al cultivo de cacao, corta de zacate y limpieza de caminos, siendo estas actividades ejecutadas por él mismo, y en algunas ocasiones con la colaboración de su hijo Ricardo, que se involucra en todas las actividades de manera conjunta, contando con ayuda de manera esporádica de algunos voluntarios que visitan su finca, asimismo, indica que otra participación esencial es la de su esposa Adilia, quien se involucra en el proceso de secado del cacao.</p>	<p>Los aspectos tradicionales que le enseñaron sus padres y que aprendió de niño, son: a) del padre adquirió el uso de la agricultura, y los buenos valores aplicados al desarrollo de las prácticas en su quehacer diario, b) de la madre la cual es descendiente del pueblo indígena maleku, adoptó la inspiración de mantener los árboles en su finca.</p>	<p>Entre los últimos cultivos integrados en la finca se encuentra el cacao y algunas plantas medicinales, expresando además que siente comodidad al pensar en nuevas formas de producción, mientras le brinde las posibilidades de acceder a estas, destacando la gran necesidad de adquirir procesos más eficientes de secado para el caso del cacao.</p>

Finca 2. Ericka y Antonio	<p>La principal razón por la cual tiene las especies en el sistema análogo se debe a los diferentes productos que provee, los beneficios económicos que genera, como por autoabastecimiento. Siendo la vainilla su cultivo preferido, para lo cual realiza prácticas a la especie como la polinización manual, siendo también el cacao otro cultivo de su preferencia.</p>	<p>La propietaria Ericka Cedeño, considera que el aporte funcional que privó para decidir incursionar en un sistema de forestería análoga es el mejoramiento de los suelos que genera la diversidad de cultivos, lo cual califica como alto, el interés que tiene sobre este tipo de sistemas.</p>	<p>Las prácticas de mantenimiento que se realizan al sistema análogo son: chapeas, podas y limpieza entre las áreas de cultivo. Siendo los miembros responsables de estas actividades su esposo Antonio (en poca medida por la dependencia en otro trabajo externo a la finca) y ella que se involucra en algún grado. Asimismo, colaboran en las actividades los hijos: Benjamín, Antoni y Liliana, los mismos que se integran en actividades como rodajas manuales y limpieza entre las líneas de cultivos (callejones).</p>	<p>Entre los aspectos que aprendió de niña y que le enseñaron sus padres, se encuentra el manejo del cacao, pues su padre era productor de este cultivo en la zona sur, por otra parte, destaca el valor de la lealtad como uno que está en ella, y que es inculcado por sus padres.</p>	<p>Por su parte, Ericka enfatiza que no le incomodaría en pensar en nuevas formas de producción, valorando el aumento de la biodiversidad en su finca.</p>
Finca 3. Elena y Alexis	<p>La propietaria Elena Porras, considera que la principal razón por la cual seleccionó las especies que incluyó en el sistema análogo, fue por el cuidado de la naturaleza, señalando que todos los cultivos son importantes para ella.</p>	<p>El aporte funcional que privó para incursionar en un sistema de forestería análoga particularmente se enfoca en la venta de los productos y la variedad que pueden tener de estos, resaltando que tiene un alto interés por este sistema.</p>	<p>Entre las prácticas de mantenimiento que realiza al sistema análogo, se encuentran: podas, chapeas y la aplicación de fungicidas naturales. Siendo estas actividades ejecutas por su esposo Alexis y su hijo, como también obtiene ayuda de manera esporádica de alguno de sus seis nietos, los cuales se involucran en actividades como la poda. Asimismo, el tiempo aproximado que le dedican al sistema es de aproximadamente 2 horas/día.</p>	<p>Entre los aspectos que le enseñaron sus padres y que aprendió de niña, se encuentra la siembra del maíz, y la producción de leche, queso y natilla. Asimismo, considera como un aspecto tradicional es: “que no se compraba nada y que todo lo que sustentaba en el hogar es lo producido por ellos mismos”.</p>	<p>El cultivo recientemente integrado en su finca fueron los frijoles, considerando que: “no le incomodaría pensar en nuevas formas de producir siempre y cuando el sistema sea diverso”</p>

Finca 4. Familia Sánchez	El propietario Modesto Sánchez, indica que el cultivo de su preferencia es el cacao debido al aprovechamiento que se puede dar en la finca y las ventajas económicas.	Destaca que uno de los aspectos que más lo motivó para incursionar en un sistema análogo es por la ventaja que tienen las especies como el cedro y laurel en función de refugio para la fauna.	Entre las prácticas que realiza se encuentran: las rodajas y podas de formación, siendo actividades ejecutadas en conjunto con su hija, no obstante, el mismo reconoce que hacen falta más prácticas de mantenimiento, siendo el tiempo aproximado que le dedica al sistema de aproximadamente 1 hora/día, si se observa desde el punto de vista que no todos los días se trabajan y que puede ser variado dado a que hay semanas en las que se le dedican más tiempo.	Entre los aspectos que le enseñaron sus padres y que aprendió de niño, se encuentra la elaboración de cercas y de asistencia al ganado.	El propietario indica que no le incomodaría pensar en nuevas formas de producción y que tiene interés, sin embargo, el tiempo que posee es muy limitado debido a las otras actividades en su finca en las que debe dar mantenimiento, tal es el caso, la actividad del ganado.
Finca 5. Francisca y Hubert	Los propietarios Hubert y Francisca, consideran que la principal razón por la cual seleccionaron las especies que incorporaron al sistema análogo, fue por el cuidado de la naturaleza y el aspecto ambiental.	Reconocen que los aportes son variados, resaltando la importancia de proveer diversidad en su finca y como refugio y alimento para la fauna.	Las podas de formación y las rondas manuales son las prácticas que implementan, sin embargo, dado al escaso tiempo, así como la fuerza de trabajo que representa llevar a cabo estas actividades en relación con la edad que para el caso de Hubert es de 66 años y Francisca 64 años, y al ser los únicos en darle mantenimiento al sistema, han dificultado la realización de estas actividades. Dedicándole un tiempo aproximado al sistema de 1 hora/día.	Entre los aspectos que tradicionalmente aprendieron, para el caso de Francisca es la iniciativa en la creación de poemas y de brindarle valor agregado a lo que produce, así como su esposo Hubert, quien aprendió a confeccionar artesanías.	El último cultivo integrado es el cacao, calificándolo como el cultivo preferido y dado a las ventajas que le genera, no presentan interés por el momento en algún otro cultivo o forma de producir.

*Fuente:* P. García, comunicación personal, 22/09/2021. E. Cedeño, comunicación personal, 20/09/2021. H. Godínez, comunicación personal, 12/02/2022. M. Sánchez, comunicación personal, 08/01/2022) y E. Porras, comunicación personal, 21/09/ 2021.

### ***5.2.3 Caracterización económica de las áreas bajo forestería análoga***

Según la entrevista aplicada (**Cuadro 7**), los propietarios consideran como productos con potencial para el mercado local: el cacao, pimienta, vainilla, palmito, cúrcuma, jengibre, la madera de laurel y cedro amargo. Por tanto, confrontando estos resultados en relación con estudios realizados en la zona de Sarapiquí, se indica que entre los cultivos más desarrollados y con potencial en la zona, son: el cacao (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, 2017) y la vainilla (González, 2003). Aunado a lo anterior, autores como Vega (2014) destacan especies como el laurel y cedro amargo, entre las principales especies autóctonas del territorio.

Por su parte, los propietarios entrevistados señalaron en términos generales que todos los productos son utilizados para autoconsumo, lo cual representa una ventaja competitiva pues el sistema aporta al ahorro familiar ya que no se compran muchos de los productos, hecho que se puede ver reflejado según lo expuesto en Romero y Valdovinos (2016), donde se evidencia, tal como aparece en su estudio, que, al realizar una valoración ecológica en fincas con forestería análoga, se demuestra que estos sistemas favorecen la restauración de ecosistemas, promueven la conservación del suelo, al mismo tiempo que se generan alimentos sanos para las familias.

Por otro lado, de acuerdo con la participación en actividades para la gestión de recursos económicos, la finca de la familia Sánchez no participa en actividades; las restantes fincas tienen a la venta los excedentes de productos como cacao, pimienta, cúrcuma y jengibre. Sobre esto, resulta importante destacar la actividad desarrollada por Pedro García sobre el turismo, la cual le brinda un excelente potencial económico al mismo tiempo que vende la gran variedad de productos de los que dispone, sin embargo, presentó una fluctuación entre los ingresos obtenidos en turismo para el año 2019-2020 (producto de la pandemia por COVID-19), donde se tiene que; para el año 2019 las mejores utilidades procedieron en un 20% de la actividad agrícola y en un 80% de la actividad turística, mientras que para el 2020, ha sido un año con una tendencia inversa en la cual un 80% es de la venta de sus productos y en un 20% del turismo (García P., comunicación personal, 22 de setiembre de 2021).

En relación con los costos asociados, los gastos indican que el gasto específico para el área bajo forestería análoga se estima en alrededor de los ¢50 000/mes, encontrándose algunas variaciones dado a las actividades que se realizan en algunos meses, lo que, en ocasiones puede aumentar el gasto hasta los ¢100 000/mes; asimismo, es importante recalcar que los productores se refirieron a los costos en un total general sin indicar en algunos casos, el concepto del que se deriva

el gasto, donde, además, este monto no contempla el costo en que se incurriría de mano de obra dado a que las actividades son realizadas por ellos mismos, pese a esto el tiempo dedicado al sistema es escaso. Por tanto, en contraste con lo anteriormente mencionado, autores como Ramírez (2015) indican de acuerdo con un análisis desarrollado en fincas específicamente cacaoteras, que los márgenes de costos unitarios pueden reducirse si los agricultores vinculan más la mano de obra familiar. Asimismo, si se estimara un costo aproximado de mano de obra, para una persona que realiza labores agrícolas que trabaja 2 días a la semana medio tiempo cada día, le genera un total de ₡40 000/mes (Arce, 2020).

En este sentido, al considerar que la tendencia en la cantidad de horas por semana de mantenimiento que brindan los productores en el área bajo forestería análoga, es de alrededor de 10 horas a la semana, lo que representa un ahorro de ₡50 000/mes; no obstante, el ahorro en fincas como la de Adilia y Pedro es de hasta ₡100 000/mes, dado a la mayor cantidad de horas que dedica al sistema análogo (alrededor de 20 horas a la semana).

Finalmente, en relación con los ingresos obtenidos, la familia Sánchez no obtiene ingresos del área análoga ya que no comercializa ninguno de los productos. Para el caso de las fincas restantes, los ingresos reportados son de alrededor de ₡25 000/mes. Según la relación costo-beneficio, en algunos meses el sistema resulta no ser rentable ya que son más las pérdidas que las ganancias, dado a la realización de actividades de mantenimiento que suponen un gasto mayor a excepción de la finca de Pedro García, en donde se reporta un ingreso mensual de aproximadamente ₡130 000/mes, dado a la vinculación que ha realizado con el turismo, aun así en las fincas antes mencionadas hay una fuerte dependencia del sistema vinculada al sustento familiar, y donde las fincas de Adilia y Pedro García, y Francisca y Hubert, brindan en algún grado valor agregado a lo que producen, tales como: chocolate, jabones corporales, cacao recubierto con cúrcuma, los cuales generan más ganancias por la comercialización de estos.

Sin embargo, en fincas como la de Elena, Francisca y Ericka, los canales de distribución son escasos y en algunas de las fincas las ventas que se realizan son esporádicas. En este sentido, considerando el Plan de Desarrollo Rural Territorial de Sarapiquí (2015), queda en evidencia que el sector agropecuario ha sido poco desarrollado, sobre todo por el pequeño y mediano productor, dado a las grandes limitaciones que enfrenta para generar valor agregado a la producción y la creación de encadenamientos productivos.

**Cuadro 7.** Caracterización de los aspectos económicos para las fincas evaluadas.

	<b>Productos con potencial en el mercado local</b>	<b>Productos destinados al autoconsumo</b>	<b>Participación en actividades para la gestión de recursos económicos</b>	<b>Costos asociados al mantenimiento del sistema</b>	<b>Ingresos obtenidos por la actividad</b>
<b>Finca 1. Adilia y Pedro</b>	<p>El propietario Pedro García, considera productos con potencial para el mercado local, como la madera de laurel, cedro e incluso el palmito, cacao y cúrcuma.</p> <p>Identifica la posibilidad de comercializar estos productos en la zona, como en hoteles cercanos que compran el palmito y donde recientemente han incorporado dentro de su menú, nuevas opciones para sus clientes, como: lasaña de palmito, arroz con palmito, entre otros, sin embargo, considera que son necesarios más encadenamientos productivos.</p>	<p>Toda la línea de productos frescos como en el caso del palmito en el que se tiene una excelente presentación en cuanto a suavidad, además, se tienen pipas, yuca, tiquizque, plátano, banano, jengibre y cúrcuma (para este último caso se vende en algunas macrobióticas cercanas).</p>	<p>Actividades como la comercialización de productos y el turismo. En este último caso, se hacen recorridos por las fincas, y se muestran los sistemas de pimienta orgánica, forestería análoga entre otros, para culminar con una reflexión en un espacio acondicionado con el que cuenta el propietario, mostrando los principios de la forestería análoga y finalmente, haciendo la exhibición de productos empacados que tiene a la disposición, tales como: cacao tostado recubierto con cúrcuma en polvo, así como la venta en la línea de productos secos, ya que la mayoría de los visitantes son extranjeros y por tanto, esta presentación les facilita adquirirlos y poder llevarlos a sus países, un ejemplo de los productos secos que comercializa, se encuentran: cacao, pimienta, cúrcuma (para este caso muy apetecido por italianos y alemanes, según el propietario) y el jengibre el cual es muy vendido a franceses.</p>	<p>Los costos asociados del mantenimiento del sistema son de aproximadamente ₡100 000 a ₡150 000/mes, aunque se presentan algunas variaciones ya que no todos los meses se tienen los mismos gastos, por ejemplo: para el caso de las podas aplicadas (las cuales las realiza cada mes y medio). Por su parte, es importante señalar que este monto es por concepto del mantenimiento de la finca en general y se estima un monto alrededor de ₡50 000/mes, para el área análoga y se suma la mano de obra con aproximadamente 760 horas/año, e incluye aplicación de abonos orgánicos, compra de herramientas y equipo, entre otros.</p>	<p>Los ingresos aproximados derivados de las actividades que realiza en la finca son de alrededor de ₡130 000/mes, por concepto de venta de los productos, así como los provenientes del turismo en el cual mantiene una tarifa del tour de \$26/persona para el caso de extranjeros y, de \$7/persona, para el caso de los nacionales. Sin embargo, cabe destacar que el propietario no tiene otro ingreso que sea el de origen agropecuario.</p>

<b>Finca 2. Ericka y Antonio</b>	<p>En cuanto a productos con potencial para el mercado local, la propietaria reconoce el cacao y vainilla con potencial para comercializar en la zona.</p>	<p>Siendo los productos como el jengibre, zacate de limón entre los más utilizados para atender problemas de salud en su hogar, además de utilizar el cacao, plátano y/o banano.</p>	<p>Entre las actividades que se involucra para la venta de sus productos, se encuentra la vinculación con Cacao tour y la Compañía Agrícola Industrial PROPICA S.A y más recientemente en el programa Eco Mujer, en la cual realiza gestiones de apoyo para poder adquirir herramienta para trabajos en su finca, así como la búsqueda por posicionar sus productos como la pimienta y el cacao.</p>	<p>Los costos asociados al mantenimiento del sistema, se estima en un monto entre los ¢50 000 y ¢100 000/mes, siendo variado en algunos meses, asimismo los costos son por concepto de la aplicación de cal cada 3 meses aproximadamente, el abono orgánico, así como la compra de herramientas.</p>	<p>Los ingresos mensuales son de aproximadamente ¢300 000, en los que se derivan de la venta esporádica de pan casero que realiza, los ingresos del trabajo en la bananera que desempeña su esposo, ayudas socioeconómicas otorgadas a sus hijos, por el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS). Siendo los ingresos obtenidos del área análoga de alrededor de ¢25 000 mensuales.</p>
<b>Finca 3. Elena y Alexis</b>	<p>La propietaria reconoce como productos con potencial como: el cacao, la cúrcuma y el jengibre</p>	<p>Entre los productos que tiene en su finca y los más utilizados para autoconsumo son el cacao y la pimienta.</p>	<p>Actualmente en su finca de los productos que se destinan a la venta son los excedentes que se tienen de la producción de cacao, cúrcuma y jengibre.</p>	<p>Los costos asociados al mantenimiento del sistema corresponden a ¢50 000/mes, por concepto de compra de abono orgánico, donde muchas de las actividades realizadas con: chapeas, podas y limpieza de caminos, realizadas por ella y su esposo.</p>	<p>Los ingresos obtenidos son de aproximadamente ¢25 000/mes, por concepto de venta de chocolate empacado, así como la venta de jabones a base de la semilla, sin embargo, pese a que tiene a la disposición estos productos tiene pocos canales para su distribución, ya que solamente son vendidos a algunos vecinos cercanos a la finca.</p>

Finca 4. Familia Sánchez	El propietario reconoce el cultivo de la pimienta, y la madera de cedro amargo, con potencial para el mercado local, haciendo énfasis en que sí hay posibilidad de comercializar y obtener buenas ganancias por su venta.	El propietario señala que todo lo que se obtiene del área con forestería análoga es destinado para autoconsumo, siendo el cacao y la pimienta los que mayormente se aprovechan.	El productor no genera ganancias producto de la venta ya que no participa en ninguna actividad de este tipo.	Consideran que los costos que le representan mantener el sistema son los de mano de obra por mantenimiento y este es realizado por el mismo.	No se generan ingresos en el área análoga ya que no se comercializa ninguno de los productos.
Finca 5. Francisca y Hubert	Los propietarios reconocen los productos como: el cacao y las hortalizas, con potencial para el mercado local, y para el caso de especies forestales el cedro y laurel.	Indica que todos los productos que tiene en su finca son utilizados para autoconsumo, tales como: cacao, pimienta y canela.	Actualmente en su finca de los productos que se destinan a la venta son los excedentes de la producción de cacao.	Los costos asociados al mantenimiento del sistema corresponden a las ventas esporádicas, ¢50 000/mes, por concepto de compra de abono orgánico, donde muchas de las actividades son: chapeas y podas y limpieza de caminos, realizados por ella y su esposo.	Los ingresos obtenidos indican ser variados por las ventas esporádicas, siendo la venta de chocolate la que le proporciona alrededor de ¢25 000/mes, así como jabones a base de cacao. Asimismo, el propietario señala tener otros ingresos como el de su pensión.

*Fuente:* P. García, comunicación personal, 22/09/2021. E. Cedeño, comunicación personal, 20/09/2021. H. Godínez, comunicación personal, 12/02/2022. M. Sánchez, comunicación personal, 08/01/2022) y E. Porras, comunicación personal, 21/09/ 2021. Todas las fincas llevan control de las actividades realizadas en el área análoga a excepción de la finca de la Familia Sánchez y de Ericka y Antonio.

### 5.3 Indicadores de sostenibilidad para las fincas evaluadas

A partir de la estandarización y ponderación de indicadores (Sarandón y Flores, 2009) para los elementos que apoyan la sostenibilidad en las fincas evaluadas, en la dimensión ecológica se observa que la finca 2 presentó el valor más bajo (1.56) respecto a las restantes fincas (**Cuadro 8**), dado a las escasas asociaciones entre cultivos y la diversidad de estos. Para el aspecto sociocultural, la finca 2 y 4 presentaron una amplia variación respecto a la finca 1, dado a la escasa participación en las actividades de mantenimiento del sistema, lo cual a su vez repercute en la producción e influyó sobre la satisfacción sobre el sistema análogo.

Por su parte, los rangos de variación sobre la dimensión económica entre fincas fluctúan ampliamente, lo cual se puede observar en términos generales en la escasa diversificación de productos para la venta en las fincas 1 y 4, así como la baja cantidad de canales de distribución de los productos que se traduce en un mayor riesgo económico para estos propietarios, pese a esto es importante considerar que en la finca 4, el sistema análogo no es visto como un medio de subsistencia. En síntesis, la finca 1 y 3, demuestran ser sustentables para las tres dimensiones de la sustentabilidad, mientras que las fincas 2, 4 y 5 se califican como no sustentables dado a los niveles bajos reportados para los aspectos que apoyan la sustentabilidad. Los valores anteriores, al compararlos con las fincas evaluadas en el estudio de Sarandón et al. (2006), ponen en evidencia que los sistemas que reportaron ingresos netos mensuales más altos fueron los que mejor manejaron el riesgo económico dado a la diversificación de la producción y la variedad en los canales de distribución.

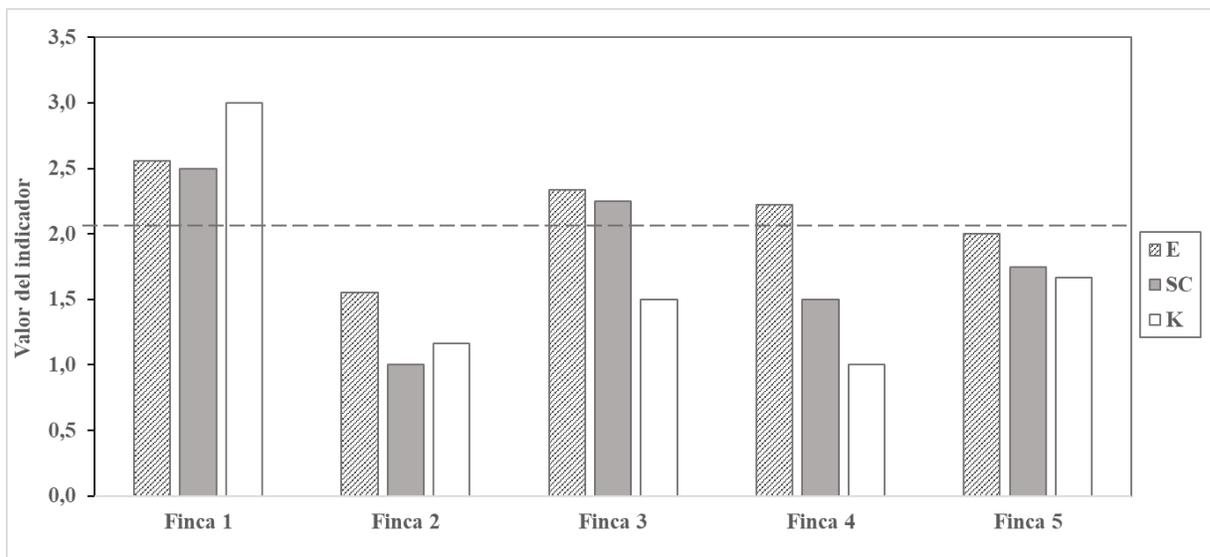
Por otro lado, para la finca de Elena y Alexis se pueden observar algunos puntos que deben ser abordados para mejorar la sustentabilidad en la finca en estudio, ya que el resultado del indicador de sustentabilidad general arrojó un valor de 2.03, lo cual califica al sistema como no sustentable. Aunado a esto, se obtuvo un valor de 1.94 (sin brindar un mayor peso a los indicadores), lo cual refleja un valor por debajo del umbral de la sustentabilidad. Por tanto, si se comparan estos resultados, se tiene evidencia que en fincas que reportaron valores de entre 1.66 y 2.02, no cumplieron los requisitos para ser consideradas sustentables, donde el aspecto más crítico y variable analizado fue el aspecto sociocultural (Sarandón et al., 2006).

**Cuadro 8.** Resumen de valores de los indicadores empleados en las fincas con forestería análoga.

<b>Finca</b>	<b>Bip.</b>	<b>Bif.</b>	<b>ConS.</b>	<b>E</b>	<b>Acept.</b>	<b>InS.</b>	<b>Con.E</b>	<b>SC</b>	<b>Aut.</b>	<b>INM</b>	<b>RE</b>	<b>K</b>	<b>ISGen</b>
<b>1</b>	3	1.67	3	2.56	2	3	2	2.50	3	3	3	3	2.69
<b>2</b>	2	0.67	2	1.56	1	1	1	1	1	1	1.50	1.17	1.24
<b>3</b>	2.5	2	2.50	2.33	3	1	2	2.25	2	1	1.50	1.50	2.03
<b>4</b>	3	2	2	2.22	2	1	2	1.5	2	0	1	1	1.57
<b>5</b>	2.5	2	1.50	2	2	2	3	1.75	2	1	2	1.67	1.81
<b>Prom</b>				<b>2.13</b>				<b>1.80</b>				<b>1.67</b>	<b>1.87</b>
<b>CV%</b>				<b>17.82</b>				<b>33.16</b>				<b>47.43</b>	<b>29.06</b>
<b>DE</b>				0.38				0.60				0.79	0.54

*Nota:* **Bip:** biodiversidad productiva, **Bif:** biodiversidad funcional, **ConS:** conservación de la vida en el suelo, **E:** indicador ecológico, **Acept:** Aceptación del sistema productivo, **InS:** integración social, **Con.E:** conocimiento ecológico, **SC:** indicador sociocultural, **Aut:** autosuficiencia alimentaria, **INM:** ingreso neto mensual, **RE:** riesgo económico, **K:** indicador económico. **ISGen:** indicador de sustentabilidad general. La última columna señala el cumplimiento o no, de las condiciones de sustentabilidad general del sistema. Finca 1: Adilia y Pedro, finca 2: Antonio y Ericka, finca 3: Elena y Alexis, Finca 4: familia Sánchez, Finca 5: Francisca y Hubert. **Prom:** media aritmética o promedio, **CV%:** coeficiente de variación, **DE:** desviación estándar.

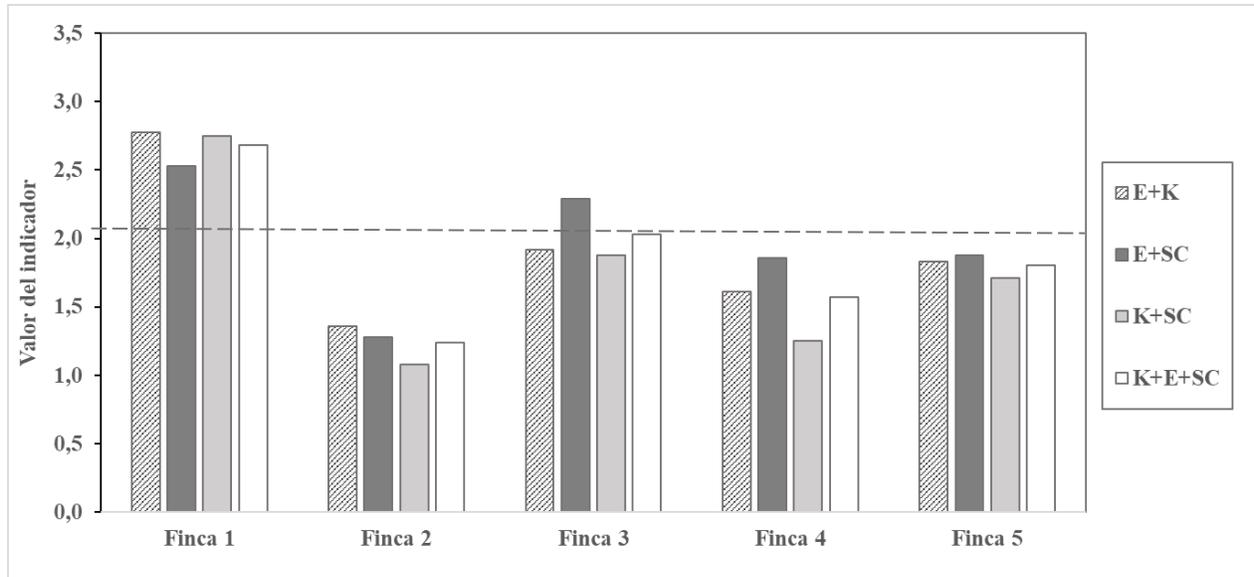
Finalmente, al realizar el ejercicio de combinar dos o más indicadores que apoyan la sostenibilidad (**Figura 2 y 3**), se encontró para las fincas en estudio que, no hay sustentabilidad sin la integración de los tres elementos donde, en la finca de Ericka y Antonio y Elena y Alexis, pese a que se integren las tres dimensiones el valor se encuentra por debajo del umbral, dado que el aspecto ecológico y sociocultural es fuertemente influenciado por el criterio económico (**Apéndice C**).



**Figura 2.** Valor de los indicadores en las fincas con forestería análoga, según criterios ecológicos, socioculturales y económicos.

*Nota:* **E:** indicadores ecológicos, **K:** indicadores socioeconómicos, **SC:** indicador sociocultural.

**Finca 1:** Adilia y Pedro. **Finca 2:** Ericka y Antonio. **Finca 3:** Elena y Alexis. **Finca 4:** Familia Sánchez. **Finca 5:** Hubert y Francisca. **Línea segmentada:** umbral de referencia.



**Figura 3.** Valor de los indicadores en las fincas con forestería análoga, según la combinación entre las dimensiones de la sustentabilidad.

*Nota:* **E:** indicadores ecológicos, **K:** indicadores socioeconómicos, **SC:** indicador sociocultural. **Finca 1:** Adilia y Pedro. **Finca 2:** Ericka y Antonio. **Finca 3:** Elena y Alexis. **Finca 4:** Familia Sánchez. **Finca 5:** Hubert y Francisca. **Línea segmentada:** umbral de referencia.

### **5.3.1 Análisis de indicadores de sostenibilidad para las fincas evaluadas**

En términos generales la finca 2 (Antonio y Ericka) resulta no ser sostenible de acuerdo con los indicadores evaluados, ya que en las tres dimensiones no alcanza el valor ideal de sustentabilidad, lo cual se refleja en la parte económica, principalmente por los bajos ingresos obtenidos en este sistema y el alto riesgo económico debido a la baja cantidad de productos que se tienen para la venta y los escasos canales de comercialización. En la finca 3, el tema de la integración demuestra un impacto sobre la producción y el ingreso obtenido, siendo un caso contrario a la participación e implementación de prácticas de mantenimiento que se realizan en la finca.

Asimismo, comparando los resultados obtenidos en la finca de Adilia y Pedro, en relación con la dimensión ecológica, estudios similares realizados por Barajas (2017), en el que se analizan unidades de producción agroforestal familiar evidencian que los productores de una unidad agroforestal se apropiaron del sistema por las modificaciones que adaptaron; entre las que se destaca la introducción de otras especies vegetales y el interés por plantar otro tipo de árboles frutales. Lo anteriormente mencionado, concuerda con Mendieta y Rocha (2007), quienes señalan que los sistemas agroforestales tienen como función principal dar respuesta a la escasez de alimentos e ingresos.

Por su parte, se pueden observar indicadores que son influyentes sobre otros (**Figura 4**), así por ejemplo: la integración del propietario en el sistema genera ventajas competitivas, lo cual se ve reflejado en la dedicación del propietario y el compromiso de mejorar cada día en el manejo de sus cultivos, lo anterior proporciona una mayor cantidad de productos disponibles (autosuficiencia alimentaria) y el aumento en sus ingresos; además, se evidencia como la biodiversidad productiva disminuye el riesgo económico en su finca y aumenta la autosuficiencia alimentaria dado a la gran cantidad de cultivos agrícolas que evita la dependencia en su mayoría de insumos externos para autoconsumo, lo que a su vez promueve la conservación y el ahorro económico familiar. Por tanto, estos aspectos pueden contrastarse con lo expuesto por Sarandón et al. (2006) en donde, de acuerdo con los datos arrojados en las fincas evaluadas, aquellas que presentaron un valor por encima del

umbral sugirieron que las parcelas dedicadas al autoconsumo propician una adecuada conservación de los recursos, sobre todo de la vida en el suelo.

En relación con los indicadores de sustentabilidad estudiados, para la finca de Adilia y Pedro García, se pueden observar algunos puntos que deben ser abordados para mejorar la sustentabilidad en esta finca, donde el resultado del indicador de sustentabilidad general (brindando un mayor peso ecológico) arrojó un valor de 2.69, lo cual califica al sistema como sostenible. Por su parte, el valor obtenido sin ponderación es de 2.61. Los valores anteriormente mencionados, pueden ser comparados con estudios similares en los que se analiza la sustentabilidad, para lo cual se reportan cifras de entre 2.61 y 2.79 que demostraron ser sustentables para los indicadores evaluados (Sarandón et al., 2006).

Aunado a lo anterior, es importante brindar una mayor importancia relativa, en este caso a la biodiversidad funcional (asociaciones entre cultivos) y la conservación de la vida en el suelo dado a los principios fundamentales de la forestería análoga, además de ello, en lo sociocultural, la participación que tienen los productores en el mantenimiento del sistema. Lo anterior, es de suma importancia considerarlo, ya que la asociación entre cultivos deberá ser una práctica cotidiana para el manejo de patógenos, con el fin de favorecer la conservación de suelos y mejorar los rendimientos en los cultivos (Torres et al., 2018).

Por su parte, al destacar entre los aspectos económicos, en la finca de Adilia y Pedro el riesgo que se presenta es de mediano a alto, ya que los ingresos obtenidos por el sistema son de apenas ₡130 000, y los gastos fluctúan entre los ₡100 y ₡150 000, lo que evidencia que en ocasiones no se logran solventar los costos asociados. En este sentido, la relación costo-beneficio se traduce en un mayor riesgo para esta finca, hecho que es influenciado por las tendencias vividas en el año pasado, producto de la menor afluencia de turistas que visitaron su propiedad. No obstante, al observar los aspectos ecológicos se han mantenido de medio a alto, ya que el productor ha integrado nuevos cultivos, siendo uno de los recientemente incorporados el cacao, junto con algunas plantas medicinales. Por otra parte, su visión por la conservación de los árboles demuestra realmente el interés por la vida silvestre como bien lo menciona y la conciencia de mantener un bosque productivo, generando interacciones entre el componente forestal y agrícola, que mejoren su producción

Analizando algunos puntos que pueden ser abordados para mejorar la sustentabilidad, en el caso de la finca de Ericka y Antonio, el indicador de sustentabilidad general arrojó un valor de 1.24,

lo que refleja que el sistema análogo no es sustentable, siendo de igual forma el valor obtenido sin ponderación de 1.22. Al comparar estos valores con estudios similares, las fincas que presentaron valores por debajo del umbral (1.66) demostraron puntos críticos en aspectos como: la satisfacción de las necesidades básicas, lo que a su vez refleja que la poca conciencia y el poco conocimiento ecológico influyeron claramente en el deterioro de los recursos (Sarandón et al., 2006). Por tanto, es de vital importancia mejorar el aspecto ecológico en el sistema productivo que al mismo tiempo brinde ventajas económicas a los productores. En este sentido, se demuestra una gran necesidad por incorporar cultivos forestales y agrícolas que proporcionen en el tiempo mejores ganancias, con el fin de mejorar la calidad de vida de estas personas. De tal forma, resulta fundamental mejorar las prácticas implementadas para aumentar la producción, donde la poda tardía en el caso del tutor con el cultivo de la pimienta está bajando la producción, lo cual se ve reflejado en sus ingresos.

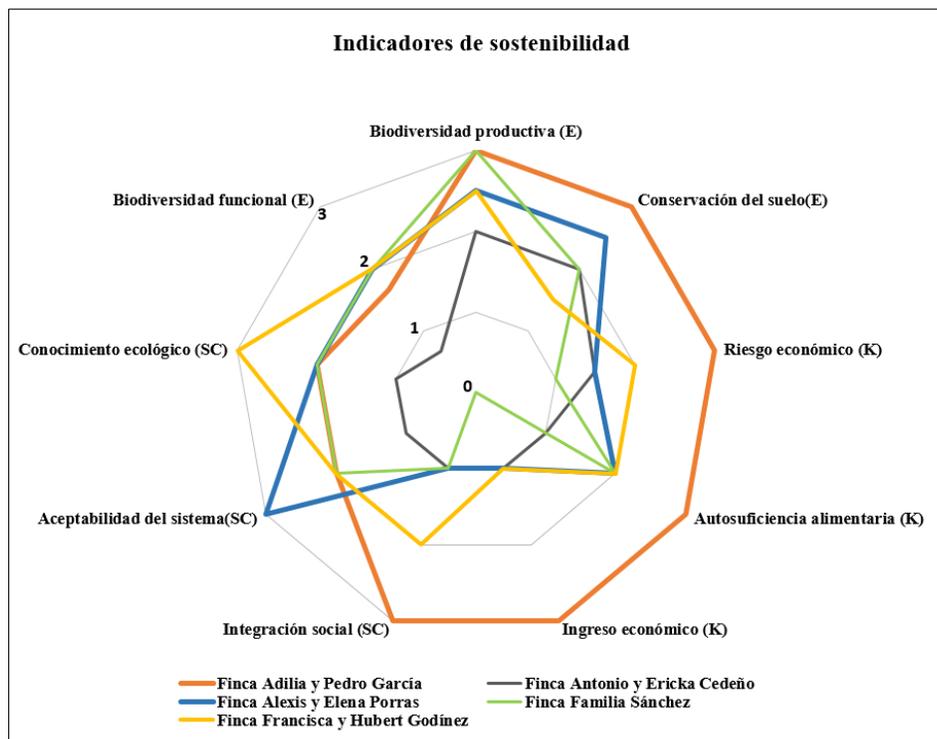
Por otro lado, analizando algunos aspectos económicos en la finca de Ericka y Antonio, se observa que el bajo ingreso obtenido del sistema análogo se encuentra influenciado por aspectos como el manejo y lo incipiente del sistema, pues no se están viendo los rendimientos que se esperarían para el desarrollo de los cultivos, en relación, por ejemplo, con la finca de Adilia y Pedro, en la cual tienen relativamente la misma fecha de instalación y aun así logran obtener mejores rendimientos. En este sentido, los datos evidencian que las ganancias adquiridas por la venta de la pimienta apenas superan los ₡ 20 000, considerando que la mayoría de los ingresos son de origen no agropecuario, y dada la escasez en los canales de venta, hace que se traduzca en esta finca en un mayor riesgo económico, demostrando que en su mayoría están dependiendo de otras actividades dado que el sistema implementado en su finca no les da para vivir.

En relación con el aspecto ecológico, se muestra la gran necesidad de diversificar más su sistema, es decir, explorar nuevas especies (agrícolas y forestales) que representen mejores ingresos en el menor tiempo, no obstante, esto no se logrará si no se fortalecen las técnicas de mantenimiento del sistema para promover una mejor dinámica de crecimiento en las especies. Lo anterior se fundamenta en Stuchi et al. (2011), donde en la conservación de suelos, las leñosas ayudan a protegerlo (raíces y hojarasca), sirviendo como abono natural, mejorando la infiltración del agua, y propiciando una mayor riqueza y abundancia de flora y fauna, a la vez que se diversifican los ecosistemas.

En síntesis, entre los puntos más importantes de destacar es la alta satisfacción del sistema por los propietarios, pese a que en algunos casos como en la finca de Elena y Alexis, no le brinda altos recursos económicos, sin embargo, la propietaria espera que en el tiempo y en las próximas

cosechas pueda adquirir más productos y obtener un mayor ingreso, además, donde se logren minimizar los riesgos en la búsqueda por obtener más canales de distribución de sus productos. Por otro lado, un punto importante de destacar es la participación en el sistema, ya que las horas dedicadas son escasas, lo que se refleja en que hay podas tardías en el cacao y los árboles, lo cual repercute en la producción del sistema. Asimismo, se evidencia la necesidad de mejorar las interacciones en sus cultivos y la incorporación de más de ellos, con el fin de generar más productos para autoconsumo y para la venta.

Aunado a lo anterior, al contraponer los resultados con otros estudios, en un ensayo en el que se diversifica una finca, en comunidades en Talamanca en Costa Rica, se tiene evidencia que para el caso de una propiedad de alrededor de 4 ha, al incorporar 20 especies diferentes entre tubérculos, frutales y forestales contribuyó sustancialmente al desarrollo sostenible de la familia (Salazar-Díaz, 2015), en este sentido, al comparar la finca de Adilia y Pedro con este estudio, a partir de las 21 especies incorporadas al sistema, ha permitido un mayor flujo de beneficios para el productor y su familia, no así para las restantes fincas.



**Figura 4.** Representación gráfica de los indicadores de sustentabilidad para las fincas evaluadas en Puerto Viejo de Sarapiquí, Costa Rica.

*Nota:* Evaluación entre setiembre del 2021 y enero del 2022. Dimensión ecológica (E), sociocultural (SC) y económica (K), los límites exteriores representan el valor ideal de sustentabilidad y el intermedio el valor del umbral.

#### **5.4 Matriz de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para las fincas evaluadas**

En la finca de Adilia y Pedro García se identificaron algunos retos como: a) la búsqueda por mejorar los espacios para recibir a las personas, así como crear una estructura de recorrido por los visitantes que facilite la comprensión de la dinámica de su finca y los sistemas de producción que mantiene, b) la secuencia de procesamiento del cacao, adaptando espacios que faciliten el aprendizaje. Por tanto, considerando estos elementos, generaría mayor ventaja competitiva para la actividad del turismo en la cual emprende, además si se mejoraran los mecanismos de promoción de los tours que ofrece le permitiría una mayor afluencia de visitantes.

Para el caso de la finca de Ericka y Antonio, es importante considerar una mayor diversificación en la producción vinculada a la mano de obra familiar, como una alternativa para aumentar los ingresos por la venta de los productos. Aunado a ello, continuar con la vinculación de más instituciones y organizaciones para la gestión de recursos que le permitan satisfacer la demanda económica y la provisión de equipo para el mantenimiento del sistema. Asimismo, el valor agregado a lo que produce es fundamental para aumentar las ganancias con el fin de posicionar en otros sitios sus productos, inclusive considerando la alternativa del turismo como otra actividad por la cual emprender, como también la inclusión de especies forestales con potencial en el mercado local (**Cuadro 9**).

Por su parte, considerando la finca de Elena y Francisca, entre los aspectos más importantes de atender se encuentra la diversificación en la línea de producción y mejorar los canales de distribución, con esto aumentaría las ganancias producto de la venta, además de que provee de más productos para el autoconsumo, lo que se traduce en el ahorro familiar. Por otro lado, considerando que el sistema análogo para las fincas antes mencionadas es una alternativa de subsistencia, incursionar en la promoción para la venta, valor agregado a sus productos y en el tema de turismo, son algunas de las opciones que les permitiría potenciar el sistema.

Finalmente, para el caso de la familia Sánchez, el sistema análogo podría posicionarse como banco de proteína animal, dado a que el enfoque de la finca se encuentra más vinculada a la ganadería, al mismo tiempo que le brindaría un sistema alternativo vinculado al autoabastecimiento,

además, considerar el interés del productor en la producción de madera, la inclusión de especies forestales de alto valor es una alternativa que le provee de beneficios económicos por la venta de esta.

**Cuadro 9.** Matriz FODA para los sistemas actuales en forestería análoga.

<b>Finca Adilia y Pedro García</b>			
<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Alta diversificación de productos para autoconsumo con más de dos canales de distribución.</li> <li>● Vinculación en actividades como turismo y venta de productos al mercado local.</li> <li>● Habilidades para la innovación de productos.</li> <li>● Se tiene conciencia de conservar el ecosistema mediante el cuidado de especies vegetales que aportan a la dinámica productiva.</li> <li>● Se valoriza el potencial comercial de algunas especies forestales, como el laurel.</li> <li>● Aplicación de los valores tradicionales inculcados por sus padres, con respecto a prácticas de mantenimiento del sistema.</li> <li>● Registro de todas las actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Falta un proceso de logística en actividades como el tour del cacao para los visitantes.</li> <li>● Falta una narrativa conductora para el recorrido de la finca.</li> <li>● Las condiciones para el proceso de secado del cacao hacen que la tarea sea lenta y difícil de ejecutar.</li> <li>● El costo operacional es bastante alto.</li> <li>● Dependencia de mano de obra externa, dado a la escasa mano de obra familiar.</li> <li>● Poca capacidad de inversión en la búsqueda por mejorar los espacios para recibir a los visitantes.</li> <li>● Disminución en el tiempo destinado al sistema, dado a la necesidad de realizar actividades fuera de la finca (ligado al punto anterior).</li> <li>● Poco involucramiento y solicitud de apoyo a las instituciones.</li> <li>● Alto costo de oportunidad del sistema análogo, con respecto a otros sistemas productivos dentro de la finca.</li> <li>● Los ingresos obtenidos por la venta de los productos satisfacen en poca medida la inversión, recurriendo a otra actividad para generar recursos en el mantenimiento del sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tendencia turística al alza.</li> <li>● Crear una marca y diseño de embalaje personal, con enfoque ecológico.</li> <li>● Ofrecer productos en otros lugares.</li> <li>● Promoción de sus productos mediante equipo tecnológico.</li> <li>● Generar fuentes de empleo a la comunidad por la contratación de mano de obra para el mantenimiento del sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fluctuación de los ingresos por concepto de venta de productos y los derivados del turismo, con una tendencia inversa entre el 2019-2020, dado a los efectos de la pandemia.</li> <li>● Potencial competidor del mercado local.</li> </ul>
<b>Finca Ericka y Antonio</b>			
<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Participación en programas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Línea de productos demasiado limitada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Expandir la línea de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Competencia del mercado</li> </ul>

<p>para la gestión de recursos para la compra de equipo, tal es el caso del programa <i>Ecomujer</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Reconocimiento de los beneficios entre el componente forestal y agrícola, así como sus ventajas ecológicas.</li> <li>● Disposición de los miembros de la familia a colaborar en las tareas de la finca.</li> <li>● Involucramiento en actividades como el <i>Cacaotour</i> y <i>Propica</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Abundancia de problemas operativos internos: podas tardías, periodo de cosecha del cacao.</li> <li>● Deficiencia en el seguimiento de las estrategias.</li> <li>● Falta de oportunidad en el desarrollo de las actividades.</li> <li>● Dedicación de una mayor cantidad de tiempo en otras actividades diferentes al mantenimiento del sistema.</li> <li>● Alta dependencia en insumos externos.</li> <li>● La venta de productos derivados de la finca es poca para las necesidades familiares.</li> </ul>	<p>productos para satisfacer una mayor cantidad de necesidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Atender a personas o grupos adicionales de clientes.</li> <li>● Diversificarse en la elaboración de productos.</li> <li>● Innovación en la elaboración de insumos, como: abonos orgánicos para minimizar los costos que demanda el sistema.</li> <li>● Cercanía de la finca con el río.</li> </ul>	<p>local.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Escasos nichos de mercado para el posicionamiento de sus productos.</li> <li>● Poca asistencia técnica y/o escasa presencia por parte del MAG para asesorar.</li> <li>● Actividades externas a la finca, con mejores ingresos, por ejemplo: trabajo de Antonio en la bananera para el sustento familiar, ya que el sistema no les da para vivir.</li> <li>● Vulnerabilidad para retroceder a las etapas empresariales.</li> </ul>
--	--	---	--

**Finca Elena y Alexis**

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Proyección del sistema productivo, con base en las necesidades del hogar.</li> <li>● Compromiso en la aplicación de aprendizajes adquiridos en las capacitaciones para la elaboración de productos de beneficio en su finca, como la elaboración de abono orgánico.</li> <li>● Disposición por emprender en nuevos cultivos, como: nacedero, maíz, botón de oro.</li> <li>● Elena Porras participa en un grupo de mujeres, donde se intercambian experiencias en el manejo de sus fincas.</li> <li>● El sustento del hogar es a través de lo producido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Débil red de distribución de los productos.</li> <li>● Línea de productos muy limitada.</li> <li>● Escasa promoción para la venta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Diversificarse en la elaboración de productos.</li> <li>● Alianzas estratégicas con instituciones, vecinos, entre otros para posicionar sus productos.</li> <li>● Acceso a nuevos mercados mediante la promoción tecnológica.</li> <li>● La zona se presta para disfrutar de la naturaleza y aprovechamiento turístico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pérdida del único canal de distribución.</li> <li>● Escasos nichos de mercado para el posicionamiento de sus productos.</li> </ul>

por ellos mismos, apoyando nuevas formas innovadoras de producir mientras el sistema sea diverso.

- Se lleva registro de todas las actividades.

---

### Finca Hubert y Francisca

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades en la innovación de productos.</li> <li>• Valor agregado a los productos que se destinan a la venta ejemplo: jabones a base de cacao, venta de chocolate.</li> <li>• Los productos obtenidos en la finca han fungido como fuente de autoabastecimiento, proporcionando un ahorro mensual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de problemas operativos, como: podas y rodajas tardías a los cultivos como la pimienta y vainilla.</li> <li>• El registro de las actividades ejecutadas no se ha vuelto a utilizar.</li> <li>• Al ser Hubert y Francisca los únicos encargados de la finca y debido a su edad, ha limitado la asistencia sostenida en las actividades de mantenimiento.</li> <li>• Lejanía de la finca con el principal centro comercial del cantón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expandir la línea de productos para satisfacer una mayor cantidad de necesidades.</li> <li>• Atender a personas o grupos adicionales de clientes.</li> <li>• Crear una marca y diseño de embalaje personal y amigable con el ambiente.</li> <li>• Promoción de sus productos mediante equipo tecnológico.</li> <li>• Búsqueda de recursos económicos para mejorar el procesamiento del cacao.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependencia de mano de obra externa para el mantenimiento del sistema.</li> <li>• Escasos nichos de mercado para el posicionamiento de sus productos, los consumidores primordiales, son algunos vecinos y personas que pasan por la finca únicamente.</li> <li>• Ventas al mercado local son de carácter esporádico.</li> </ul>

---

### Finca Familia Sánchez

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
------------	-------------	---------------	----------

---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés por incluir nuevas especies forestales con valor comercial.</li> <li>• Compromiso por mantener la cobertura boscosa en su finca por las ventajas que esto le representa.</li> <li>• Disposición de los miembros de la familia a colaborar en las tareas de la finca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cuenta con bitácora o registro de las actividades desarrolladas al sistema.</li> <li>• Dedicación de una mayor cantidad de horas en otras actividades diferentes al sistema análogo.</li> <li>• Se presentan problemas operativos internos: podas tardías, limpieza de caminos, corta y eliminación de arvenses, entre otros.</li> <li>• No participan o se tiene relación en otras actividades vinculadas al sistema análogo.</li> <li>• Las ganancias obtenidas por concepto de ganadería han significado un mayor atractivo para el productor, que en consecuencia han generado un desinterés por el mantenimiento del sistema.</li> <li>• Lejanía de la finca con el principal centro comercial del cantón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posicionamiento de su finca ambientalmente sostenible, es decir, que se visualice su terreno cuya actividad principal es la ganadería, a partir de sistemas alternativos amigables con el ambiente.</li> <li>• Posicionamiento de su finca con enfoque en la compensación por las emisiones emitidas producto de la actividad animal.</li> <li>• Existencia de modelos de alimentación animal en el área bajo forestería análoga que podrían ser incluidos en la finca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluctuación de los ingresos por concepto de la ganadería, dado a la ausencia de sistemas económicos o de soporte.</li> <li>• Dependencia de insumos externos para el sustento alimenticio del ganado.</li> </ul>
--	---	---	---

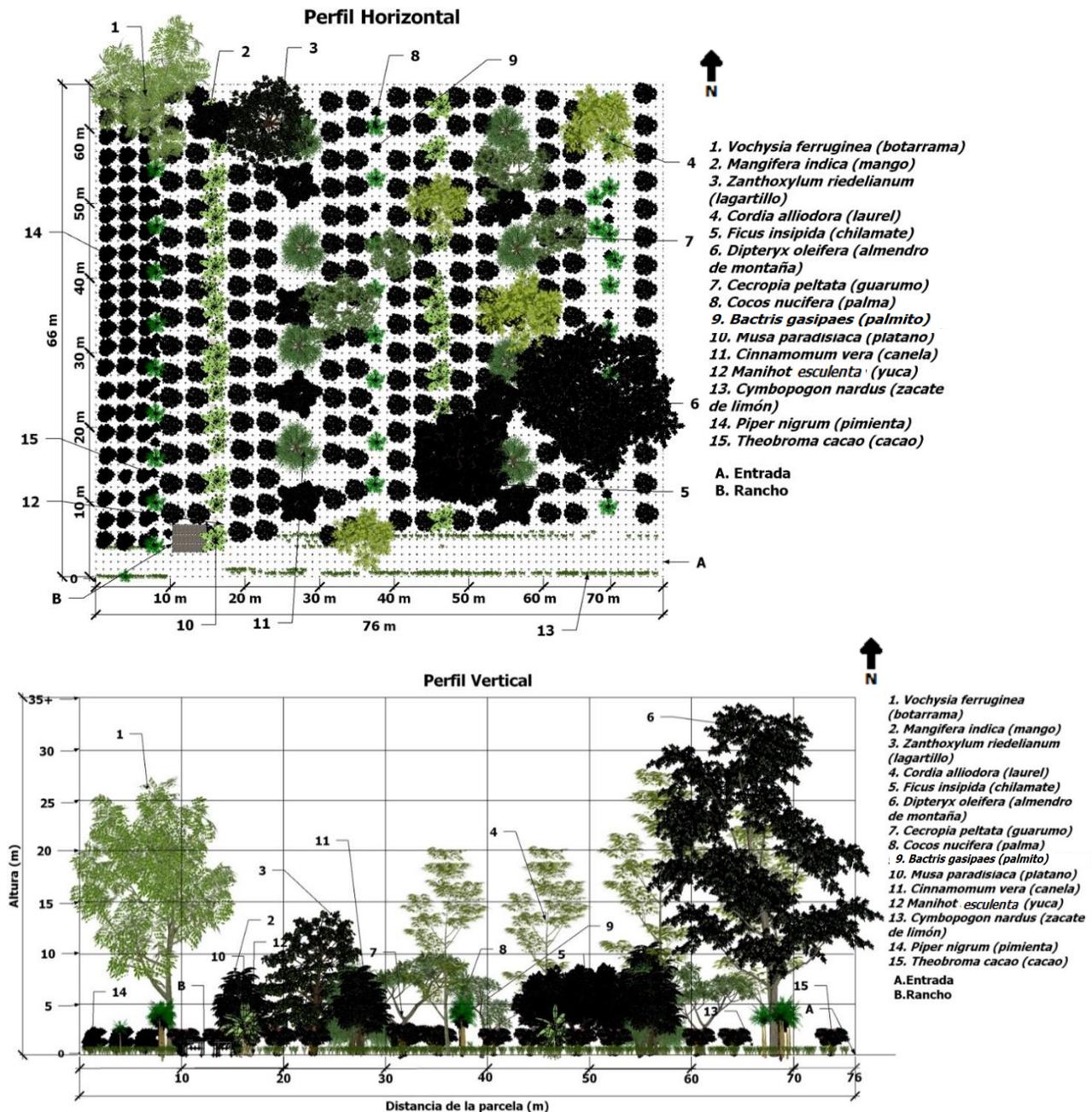
---

## 5.5 Modelado y análisis de los diseños bajo forestería análoga

De acuerdo con el planteamiento de las especies por parte de los productores en las áreas con forestería análoga, al observar el diseño de la finca de Adilia y Pedro García (**Figura 5**), la cual presentó una mayor diversidad de especies, mantuvo una buena estrategia en su diseño, pues analizando el sistema desde el enfoque sociocultural, el mantenimiento de los árboles es algo que lo motiva a brindarle seguimiento a su sistema; además de ello, si se analizara el aspecto económico, los buenos ingresos obtenidos producto de la comercialización y el turismo desarrollado le ha brindado la motivación por mejorar los espacios, asimismo, incluir constantemente nuevas especies al sistema y darle un mantenimiento adecuado a través de prácticas que generen productividad en sus cultivos, trayendo beneficios económicos a su familia, y, de acuerdo con el enfoque ecológico, mantener un bosque productivo según la visión del productor, ha generado que su sistema brinde ventajas como la conservación de suelos, minimice la erosión y que promueva el paso y refugio de fauna silvestre.

Por tanto, de acuerdo con lo antes mencionado, autores como Román et al. (2016), exponen que, en los sistemas agroecológicos, los árboles incorporados en sistemas productivos, combaten la erosión, mantienen la fertilidad de los suelos, asimismo, conectan masas boscosas con áreas fragmentadas, sirviendo como corredores biológicos, en lo social propician más oportunidad de empleo y ayudan a minimizar los riesgos en la producción del propietario, finalmente, en lo económico se genera una disminución en la dependencia de insumos externos, dado a que se reduce el uso de fertilizantes, debido a la fertilidad natural que proveen las especies arbóreas, y, finalmente proveen de bienes como la madera y brindan servicios ambientales.

Hilando lo anterior, otros de los cultivos vinculados al autoabastecimiento familiar en la finca de Adilia y Pedro, se encuentra el zacate de limón, palmito, plátano, yuca y mango, que en estos casos el productor incorpora en líneas entre bloques de cultivos como el caso del cacao y pimienta, en este sentido, al destacar la importancia de la diversificación en la producción, autores como Jiménez (2001) señalan que, las familias han recurrido a la diversificación productiva de sus fincas implementando diversos arreglos, como resultado de su cultura productiva pasada, como estrategia al riesgo y al efecto sinérgico de la capacitación.

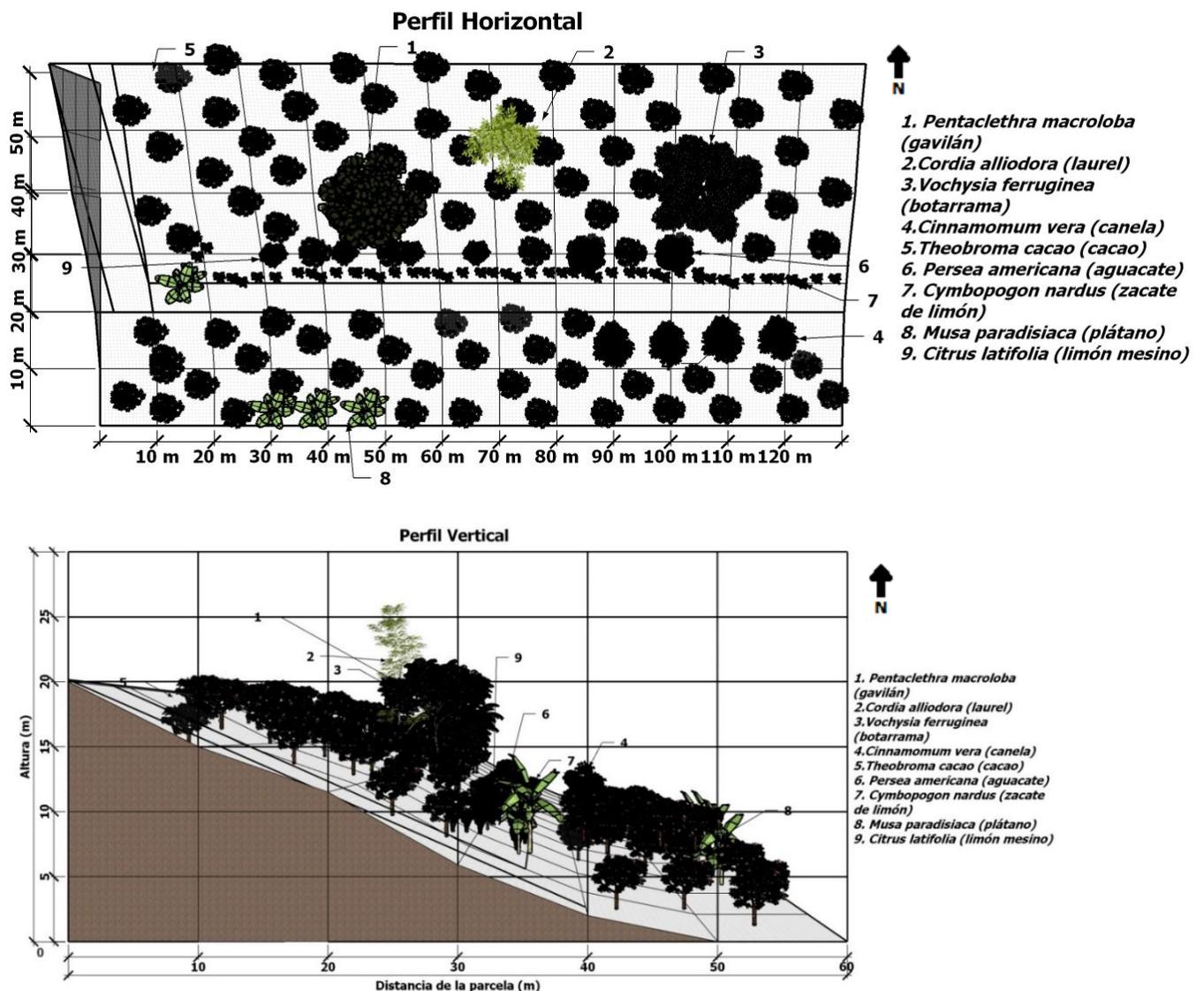


**Figura 5.** Perfil horizontal y vertical para la finca de Adilia y Pedro García.

*Nota:* Programa Sketchup Pro 8.0.

Por otra parte, el cultivo más sobresaliente en todos los casos fue el cacao, seguido de la pimienta, canela y, en menor medida, la vainilla, aunque productores como Ericka Cedeño y Modesto Sánchez destacan que la vainilla tiene alto potencial en la zona. Lo anterior se fundamenta en lo expuesto por González (2003) donde se indica que, de acuerdo con estudios realizados en la zona de Sarapiquí, la vainilla se encuentra entre los cultivos más desarrollados y con potencial en la zona.

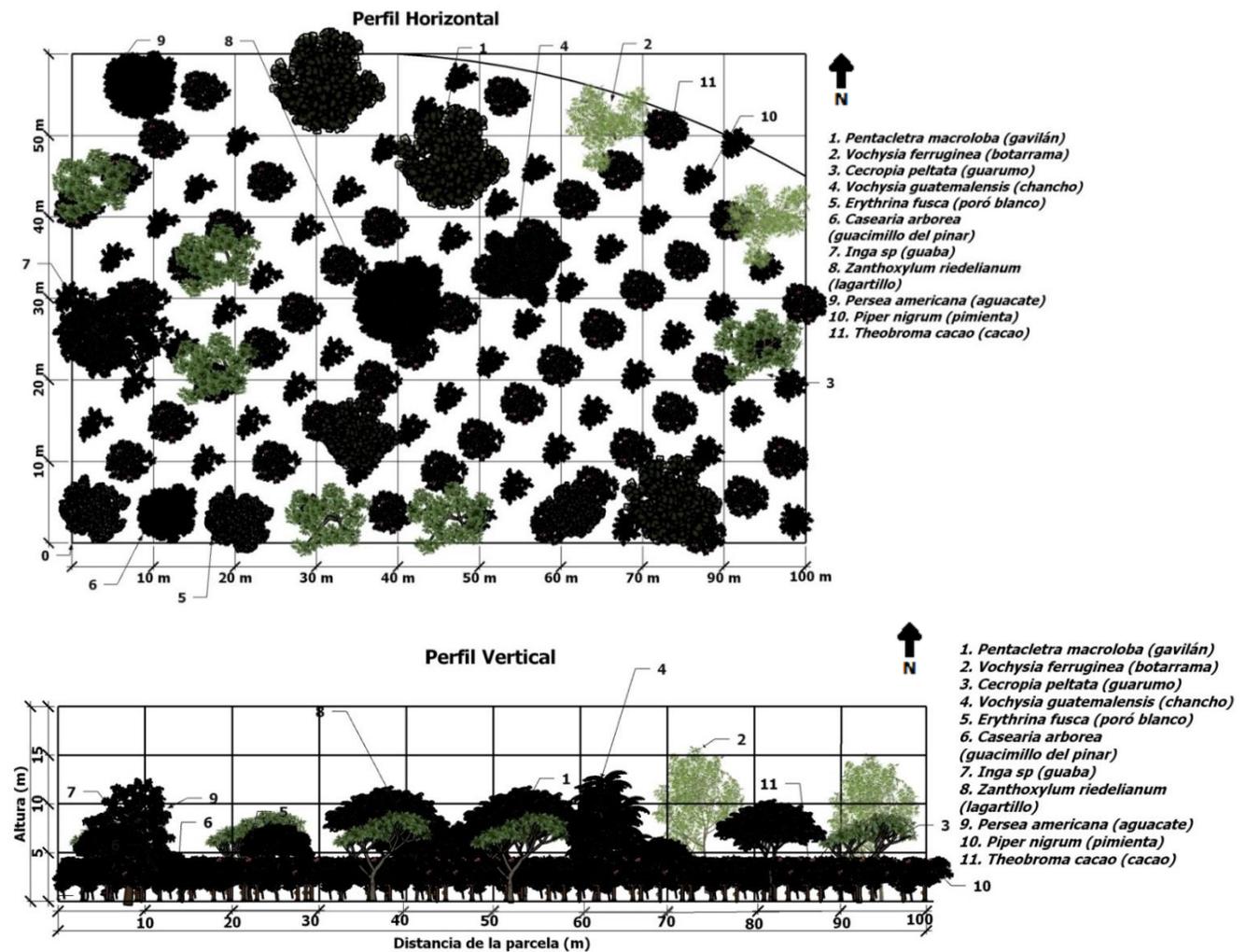
Por su parte, la productora Ericka Cedeño menciona cultivos como el zacate de limón y el limón mesino, como aquellos que han sido muy utilizados en su hogar, como insumo para el tratamiento de enfermedades en su familia, por lo cual lo considera sumamente necesario incluirlo en un sistema análogo (**Figura 6**). De acuerdo con lo anterior, autores señalan que la importancia de incluir especies con fines medicinales radica en una expresión personal y cultural, asimismo, como una manifestación del conocimiento local sobre técnicas de manejo y uso de las especies, en este caso, al visualizar la implementación lineal del zacate de limón, se reconoce como una característica básica de un huerto en el que se emplean como función de cerca viva plantando en las orillas arbustos o arbolitos medicinales para lo que pueden utilizarse con diferentes fines (limitación del huerto, control del paso de animales, ornamental, frutal, medicinal, sombra entre otros) (Acosta, 2001).



**Figura 6.** Perfil horizontal y vertical para la finca de Ericka y Antonio.

*Nota:* Programa Sketchup Pro 8.0.

En la finca de Alexis y Elena Porrás, sobresale la importancia de mantener en asocio el cultivo forestal con el cacao y la pimienta (**Figura 7**), con el fin de generar mejores rendimientos en su producción, por lo cual ha mantenido los árboles dado a las ventajas en la provisión de sombra y nutrientes para los cultivos agrícolas. En este sentido, en la investigación realizada por Sol-Sánchez et al. (2018) concluyen que, asociar el cultivo de cacao y pimienta con especies maderables incrementa los ingresos dado que se mejora la producción, y donde la asociación de árboles de pimienta y árboles forestales en el cacaotal, constituye una oportunidad para diversificar los productos y de esta manera beneficiar al productor.

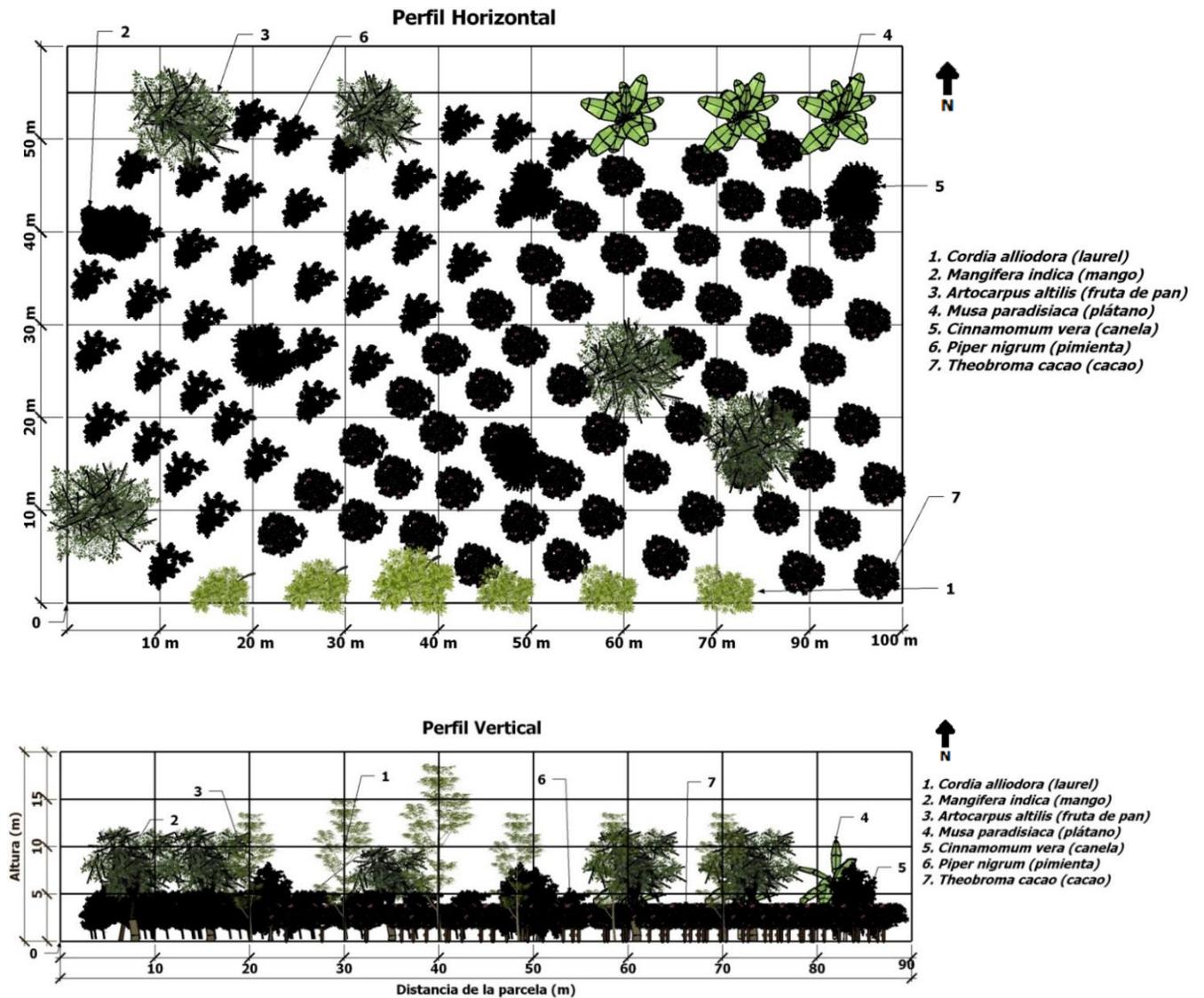


**Figura 7.** Perfil horizontal y vertical para la finca de Elena y Alexis.

*Nota:* Programa Sketchup Pro 8.0.

Para el caso de las especies forestales, el laurel es la especie más utilizada en los diseños en distanciamientos de entre 5 m y hasta 10 m entre individuos (aproximadamente) ya sea en líneas o disperso en el área, siendo representativo el patrón de siembra implementado en la finca de Francisca y Hubert, donde se utiliza la especie en los linderos de la parcela análoga (**Figura 8**). Lo anterior, al contrastarlo con estudios realizados, se menciona que, en cercas vivas se utilizan especies que aportan forraje para la ganadería o especies maderables, siendo su principal función delimitar la propiedad, impedir el paso de animales o personas y sirven como corredores para la fauna silvestre (Román et al., 2016). Asimismo, otros autores concuerdan que, las especies forestales maderables en linderos son una técnica que permiten delimitar el área de la finca, siendo una característica muy importante de esta técnica que la competencia que se genera con los cultivos se considera que no es de alto impacto, además mejora el valor económico de la finca y el valor estético del paisaje, ayudando el turismo del sitio, siendo también otra alternativa la inclusión de árboles al centro de la parcela ubicados estratégicamente como una alternativa para aumentar la diversidad (Garro, 2020). Por su parte, considerando un diseño lineal contribuye a disminuir la propagación de plagas y enfermedades forestales que puedan afectar el sistema (Detlefsen & Somarriba, 2015 citado por Garro, 2020).

Asimismo, entre otras especies forestales con alto valor registradas en los sitios se encuentra el laurel (*Cordia alliodora*) y cedro (*Cedrela odorata*) que, en concordancia con lo mencionado por los productores como Pedro García, Modesto Sánchez y Hubert Godínez, reconocieron estos cultivos con un alto potencial por la comercialización de la madera en el mercado local. Por lo que autores como Vega (2014), reconocen el laurel como una especie con potencial en el mercado local, y según autores como Serrano y Moya (2011) hacen mención a la perspectiva histórica del uso de especies como cedro y laurel, en la construcción de viviendas y muebles, siendo una madera de buena calidad.

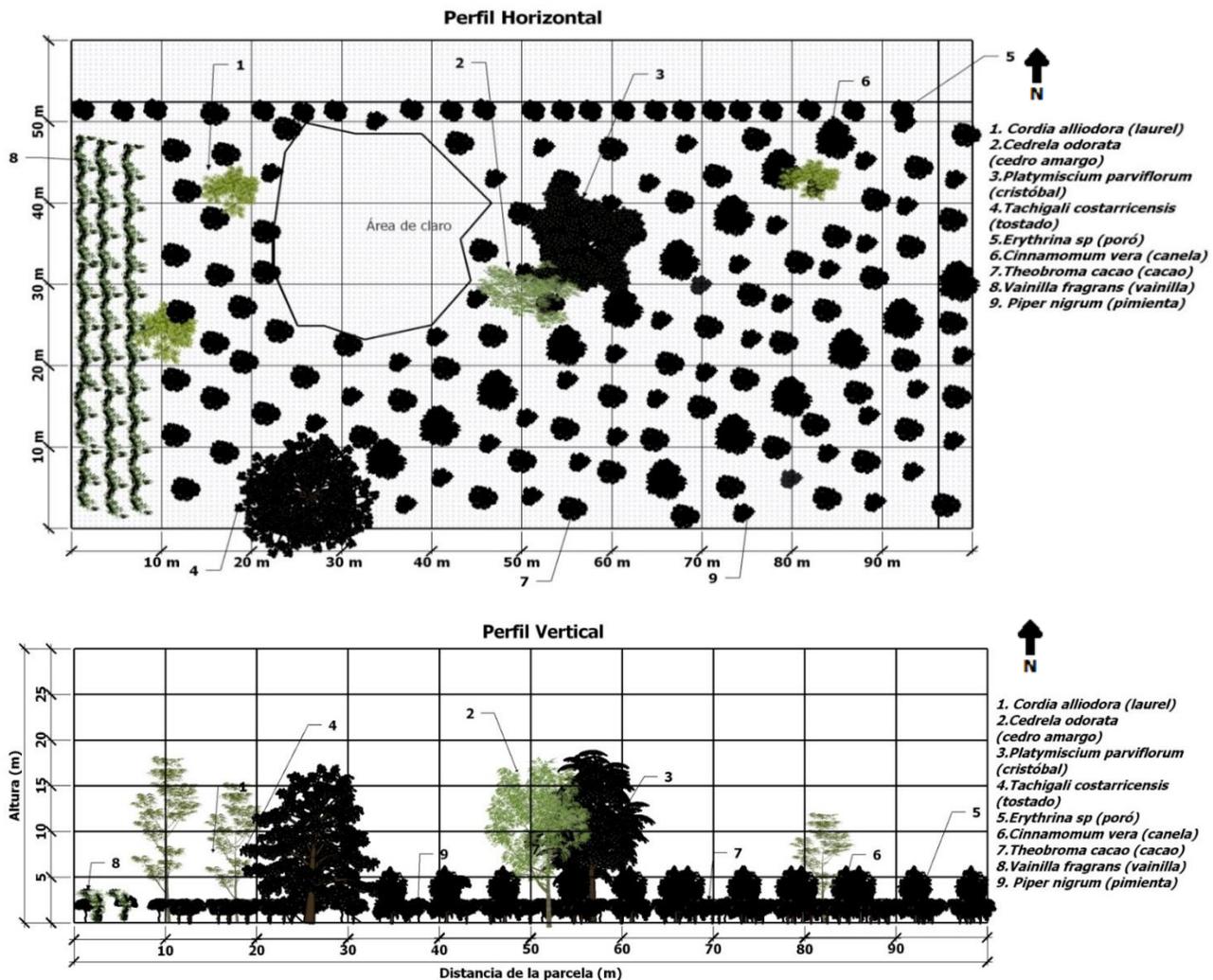


**Figura 8.** Perfil horizontal y vertical para la finca de Francisca y Hubert.

*Nota:* Programa Sketchup Pro 8.0.

Por su parte, se evidencia que la inclusión de algunas de las especies y el arreglo espacial utilizado y la poca vinculación de la mano de obra familiar, tuvo influencia sobre la estructura de la parcela, lo que es claro observar en el perfil (horizontal y vertical) de la Familia Sánchez (**Figura 9**), donde, en ciertos sitios dentro de la parcela análoga, quedan desprovistas de cobertura forestal. Aunado a ello, la escasa inclusión de especies de porte alto que proporcione un flujo de beneficios genera una estructura a nivel de paisaje poco diversa, tal es el caso del área asociada de cacao y pimienta, que va de los 60 m y hasta los 100 m de la parcela vistos desde el eje “X”, donde los bloques de cultivo agrícola quedan totalmente desprovistos de cobertura. Para lo cual, al considerar estudios realizados sobre la productividad potencial del cacao y pimienta, autores como Sol-Sánchez

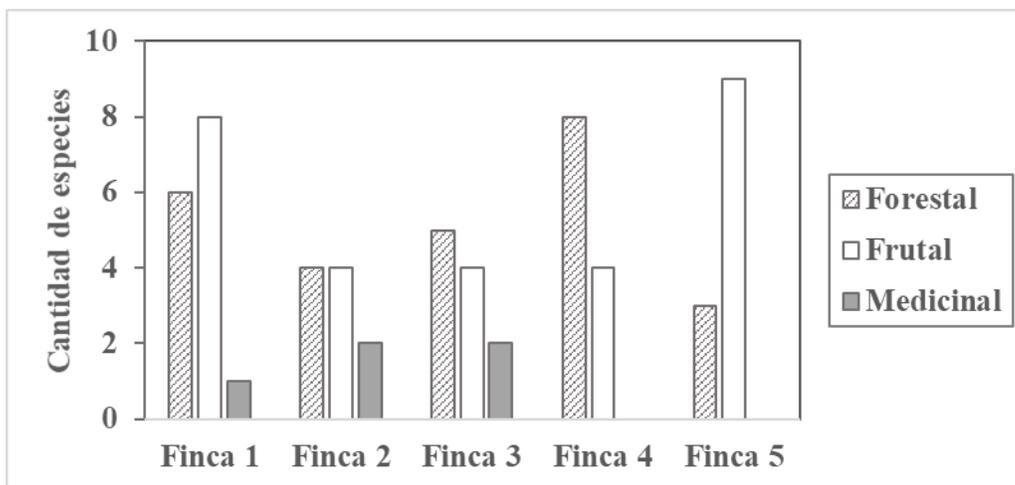
et al. (2018) señalan que, en el análisis de fincas de 1 a 2 ha con plantaciones de cacao y pimienta asociado a especies forestales, y al realizar un inventario forestal en estos sitios, arrojó que las especies que registraron mayor número de individuos fueron cedro (*Cedrela odorata* L.), donde la asociación de esta especie genera sombra y aumenta la fertilidad del suelo, generando mejores rendimientos para los cultivos. Ahora bien, comparando estos resultados, en la finca de la Familia Sánchez, se encontró dicha especie, no obstante, se contabilizó un solo individuo, y dado a que no se le brindó un manejo adecuado se encuentra en condición de suprimido por la cercanía de árboles aledaños que no le permiten un óptimo crecimiento. Por su parte, al considerar experiencias de forestería análoga como la del caso de la comunidad de Nuevo Mundo en Ecuador, se destaca la importancia de incentivar la biodiversidad, donde se enfatiza en que los árboles no solamente son compatibles con la agricultura, sino que son indispensables para su productividad y sostenibilidad (Gamboa y Criollo, 2011).



**Figura 9.** Perfil horizontal y vertical para la finca de la Familia Sánchez.

Nota: Programa Sketchup Pro 8.0.

Por su parte, considerando las especies inventariadas en las áreas bajo forestería análoga (**Apéndice D**), los resultados evidenciaron para la finca de Adilia y Pedro García, un total de 15 especies, en la finca de Ericka y Antonio, se identificaron 10 especies, en la de Elena y Alexis, se contabilizaron un total de 11 especies y, finalmente, para la finca de la familia Sánchez, Hubert y Francisca un total de 12 especies para ambos casos (**Figura 10**). Lo antes mencionado, al compararlo con un estudio realizado sobre la diversidad de cultivos en sitios con forestería análoga, las fincas evidenciaron una baja diversidad, ya que, en el estudio de Suárez y Pacheco (2014) en parcelas similares en forestería análoga, demuestra que la inclusión de al menos 20 especies es clave para aumentar la productividad.



**Figura 10.** Distribución de la cantidad de especies encontradas en las áreas bajo forestería análoga.

Nota: **Finca 1:** Adilia y Pedro. **Finca 2:** Ericka y Antonio. **Finca 3:** Elena y Alexis. **Finca 4:** Familia Sánchez. **Finca 5:** Hubert y Francisca.

Por su parte, se reconoce un patrón de siembra para las especies de estrato alto (igual o superior a los 10 m de altura) de 10x10 m, representado por especies como *Cordia alliodora*, por otro lado, en el estrato medio (entre los 5 y hasta los 9.9 m de altura), se encontraron espaciamientos de 5x5 m o 6x6 m entre individuos, representado por especies como: *Mangifera indica*, *Persea americana* y *Cinnamomum vera*, finalmente, para el estrato bajo (5 m de altura o menor) a 3x3 m, representado por especies como: *Theobroma cacao*, *Vanilla fragrans* y *Piper nigrum* (**Apéndice E**). En este sentido, investigaciones en las que se busca una agricultura a un nivel de paisaje diverso y productivo, proponen que, árboles de estrato alto tengan una distancia de aproximadamente 9 metros, árboles de estrato medio se distancien a 6 metros, y árboles de estrato bajo a 3 metros

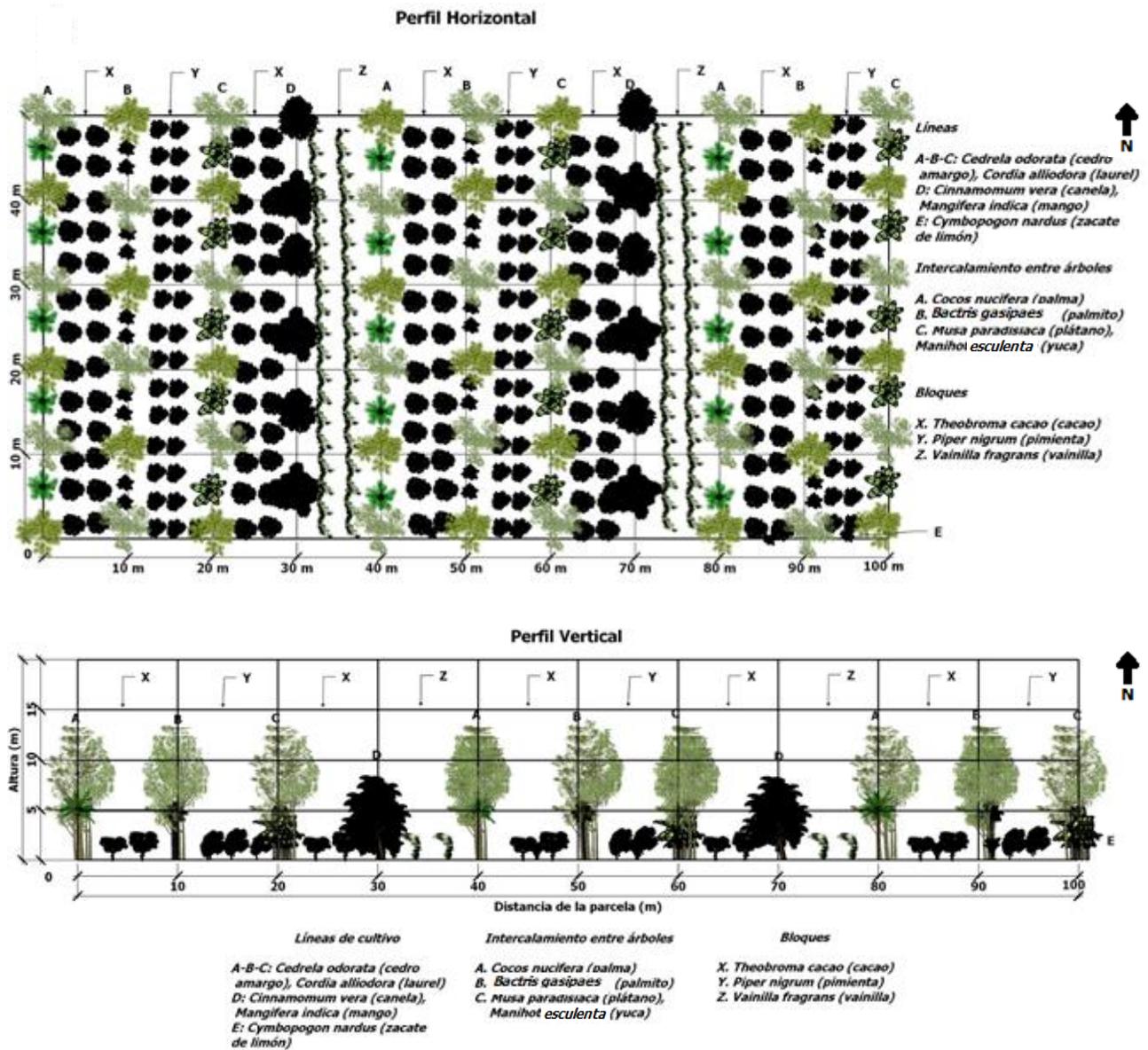
(Gietzen, 2016). Aunado a ello, al comparar experiencias similares del distanciamiento entre especies maderables con cultivos agrícolas, autores como Dubón et al. (2018) mencionan que, para generar buenos rendimientos, en cultivos como cacao y plátano, estos sean distanciados a 3x3 m entre plantas, y que en combinación con especies maderables se proponen sean distanciados a 9x9 m y hasta 15x15 m, según la especie y características como el tamaño de copa, asimismo, destaca la importancia de generar mayores distanciamientos en sitios que presenten pendientes mayores al 30%.

Hilando lo anterior, se registran experiencias en sistemas agroforestales en nuestro país con café, en donde se establecieron sistemas de árboles en lindero con un distanciamiento entre cada árbol de 15 metros, dado a la baja presencia de árboles en el cultivo, lo que les permitía agregar más árboles sin que el cultivo se vea afectado (Garro, 2020). Por otro lado, otros autores concuerdan en que, en la combinación de árboles maderables y cultivos perennes, se recomienda en el asocio de cultivos como el cacao, especies como cedro (*Cedrela odorata*) y laurel (*Cordia alliodora*), con distanciamientos iniciales sugeridos de 6x6 m (en caso de raleo futuro) y de 8x8 m, 8x12 m y 10x10 m (sin raleo) (ONF, 2013).

### ***5.5.1 Diseño agroforestal de referencia propuesto para la zona con base en las experiencias de forestería análoga***

Se propone un diseño de referencia de sistema agroforestal para la zona, basado en la experiencia local de los sistemas bajo forestería análoga y la integración de aspectos ecológicos, socioculturales y económicos claves, en la selección de las especies y sus distanciamientos. Por tanto, considerando los modelos implementados en las áreas con forestería análoga, así como el arreglo espacial de los árboles con los cultivos, el modelo de referencia propuesto es considerado a partir de una parcela modelo de 0.5 ha.

Aunado a ello, según los planos de siembra en las fincas evaluadas, para la distribución de los componentes del diseño agroforestal, se propone el establecimiento en líneas donde: la línea A está compuesta por maderables como laurel y cedro intercalando palmas, en la B se sustituye por palmito, en la C por musáceas, y en la D la combinación de mango con canela, finalmente, en la línea E, se propone ubicar en los extremos de los bloques de cacao, pimienta y vainilla, el zacate de limón. Entre la línea A y B se planta en bloque cacao, B y C pimienta, C y D vainilla (**Figura 11**).



**Figura 11.** Perfil horizontal y vertical del diseño de referencia a partir de las características más sobresalientes de las parcelas demostrativas bajo forestería análoga.

*Nota:* La flecha en la parte superior derecha indica el Norte. Programa *Sketchup Pro 8.0*.

Por su parte, a partir de lo propuesto por Gietzen (2016) y la información recabada en campo (Apéndice D y E), se seleccionan los mayores distanciamientos para especies de estrato alto (10x10 m), para el caso del estrato medio a 5x5 m y 6x6 m, y, finalmente, para el estrato bajo un menor espaciamiento entre individuos (3x3 m) (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Resumen de distanciamientos (metros) de las especies para el diseño agroforestal propuesto.

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Distanciamientos identificados (m)</b>
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	En líneas a 10x10 m
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	En líneas a 10x10 m
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	En bloque a 3x3 m
<i>Vanilla fragrans</i>	Vainilla	En bloque: 3x3 m
<i>Piper nigrum</i>	Pimienta	En bloque a 3x3 m
<i>Cinnamomum vera</i>	Canela	En hilera a 6x6 m, intercalado con mango
<i>Mangifera indica</i>	Mango	En hilera a 6x6 m, intercalado con canela
<i>Cocos nucifera</i>	Palma	En líneas de 5x5 m, intercalado con laurel y cedro
<i>Bactris gasipaes</i>	Palmito	En líneas a 2x2 m, intercalado con laurel y cedro
<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	En líneas a 5x5 m, intercalado con yuca
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	En líneas a 2x2 m, intercalado con plátano y/o banano
<i>Cymbopogon nardus</i>	Zacate de limón	En lindero, y en los extremos de los bloques de cacao y pimienta

*Nota:* El criterio de selección de las especies y distanciamientos se encuentra en función de lo aportado por los productores y con referencia en las entrevistas aplicadas con el fin de generar una construcción conjunta.

### **5.1.2 Análisis del modelo de referencia para la zona en estudio**

Las especies seleccionadas y el diseño propuesto, pretende aumentar la estructura en la parcela a un nivel de paisaje que brinde beneficios familiares económicos y ecológicos a lo largo del tiempo. De tal forma que, como se observó en la representación gráfica, se plantea la inclusión de especies forestales como cedro (*Cedrela odorata*) y laurel (*Cordia alliodora*), por el alto valor que representa la especie, así como la función ecosistémica que brinda, además de posicionarse como especies autóctonas del territorio (Vega, 2014). Lo anterior, se fundamenta en Mamani (2018),

donde se indica que la especie *Cordia alliodora* “es frecuentemente cultivada por su madera y también como ornamental por sus flores abundantes, que son muy visitadas por abejas. La especie tiene potencial melífero” (p.24).

Aunado a ello, el propietario Pedro García hace hincapié en que en el caso del laurel reconoce importantes beneficios en cuanto al buen rendimiento que proporciona en la producción de miel por ser hábitat para abejas, donde a partir de los 10 años se tiene una floración y fructificación de beneficio para estos insectos, lo cual trae ventajas ecológicas en su producción (P. García, comunicación personal, 22 de setiembre de 2021). Asimismo, según el estudio de Barrantes y Ugalde (2018), la especie cedro amargo y laurel se encuentran entre las especies con los precios más altos reportados, constituyendo aquellas especies empleadas en la fabricación de muebles de finos acabados, así como en la fabricación de embalaje de madera, con algunos precios de hasta 663 col/pmt reportados para el caso de la madera aserrada.

Por otro lado, considerando las líneas A, B, C y D planteadas en el modelo, estas cumplen una función productiva y ecológica, pues si bien es cierto, estas especies generan beneficios ambientales como: evitar la erosión, función de barrera natural y sombra para los cultivos, ciclaje de nutrientes, entre otros, también se busca que generen bienes como la provisión de madera, y en el caso de la línea D, se generen productos para autoconsumo. Aun así, no se descarta la posibilidad de incluir otras especies en esta línea como *Dipteryx panamensis*, ya que como se observó en los diseños estudiados, aunque en las parcelas se encontraron como individuos de regeneración, ha demostrado mantener un gran potencial ecológico en la zona, lo que se fundamenta según lo expuesto por Gamboa (2008), donde a partir de un estudio sobre la regeneración natural de *Dipterix panamensis* en Sarapiquí, se indica que los árboles de esta especie son visitados por diversas especies de aves frugívoras como las lapas verdes (*Ara ambiua*) y otras aves más grandes como los tucanes (*Ramphastos sulfuratus*).

Por su parte, la elección del cacao (bloque X) se justifica por el alto potencial en la zona, siendo un producto tradicionalmente utilizado en la preparación de chocolates elaborados y semielaborados; sin embargo, se debe tener presente que existe una lista de subproductos derivados como la manteca, el polvo de cacao, entre otros, por tanto, existe un potencial importante para generar valor a través de estos procesos para el caso de la cadena costarricense (MAG, 2018). Asimismo, se planteó manejarlo en bloques a 3x3 m, donde según lo mencionado por los productores y de acuerdo con lo mencionado por autores como Sánchez et al. (2014), se indica que,

en un ensayo con cacao, se obtuvieron buenos resultados al establecer los individuos a este distanciamiento.

Por otro lado, la inclusión de 5 bloques en el área propuesta se fundamenta en generar una mayor producción del cultivo, y que esta manera los productores puedan acceder a nuevos nichos de mercado, tal y como incursiona el productor Pedro García y Ericka Cedeño. Por su parte, el motivo de incluir pimienta en el diseño en un sistema de bloques se basó en la visión de los productores de incursionar en la venta de este producto y la articulación que han tenido con empresas como Propica S.A, no obstante, se podría ampliar los nichos de mercado para posicionar este producto.

Para el caso de la vainilla, la consideración de incluir este cultivo en al menos dos bloques dentro del sistema (bloque Z), se debe a la búsqueda por acceder tanto a nuevos nichos de mercado, fortalecer la mano de obra familiar, por las actividades como la polinización de la flor, además como una estrategia de diversificar la producción y, finalmente, por el beneficio económico por su comercialización y los buenos precios de la venta de este producto, lo cual se fundamenta de acuerdo con los aportes económicos por el cultivo de la vainilla en cuanto a los excelentes ingresos económicos, por fungir como un producto con un amplio mercado y por los precios de venta reportados (\$400-500/kg) (Paniagua y García, 2013).

Finalmente, considerando los beneficios que ha alcanzado el productor Pedro García, por la venta de productos como palmito, yuca y pipas, así como los esfuerzos de lograr el autoabastecimiento a partir de productos como canela, mango y zacate de limón, siendo este último mencionado por otros productores como de suma importancia para mantener en su finca, por tanto, se considera incluirlo, tanto en las líneas de cultivos como en linderos.

## **6. CONCLUSIONES**

- Se determinó a partir del análisis de indicadores que la finca de Adilia y Pedro tiene el sistema análogo más sustentable con un valor de 2,69, según el índice evaluado, dado a la inclusión de más especies a su sistema, por el nivel de involucramiento en actividades como la venta de productos en diferentes canales de comercialización y con la actividad del turismo, asimismo por la participación del sistema y las constantes prácticas que realiza.
- Se visualizó que la parcela bajo forestería análoga de Ericka y Antonio, resultó no ser sustentable con un valor de 1,24, dado a que, pese a que mantiene varios canales de

negociación, la línea de productos es baja, donde el tiempo dedicado al sistema análogo está en relación con los indicadores socioculturales, ecológicos y económicos.

- Se observó en el aspecto ecológico para las fincas evaluadas y de acuerdo con el análisis de la representación gráfica de los sistemas análogos, la necesidad de generar diferentes estratos en estas áreas de manera sistemática, por tanto, a partir de la inclusión de especies forestales en el diseño de referencia con el fin de brindar dicha funcionalidad.
- En el aspecto económico se observaron dos escenarios en las fincas evaluadas: a) ganancia por no gasto o por ahorro y b) ingreso por actividades de origen no agropecuario. En este sentido, en el primer caso, los productores no perciben un ingreso real de su producción y para el segundo, se fundamenta en que se debe recurrir a trabajos fuera de la finca para llevar sustento a la familia, lo que se puede ver en términos de costo de oportunidad, pues se ha invertido inclusive en desplazamiento para realizar otra actividad y así obtener ganancias adicionales para satisfacer los gastos que el mismo sistema demanda para el sustento familiar.
- Por su parte, en los aspectos socioculturales, se visualizó la importancia de valorizar el conocimiento tradicional y el diálogo de saberes que permita una visión más amplia en relación con la formulación de modelos de referencia, mediante el cual se fomenten elementos dentro del sistema en función de experiencias previas de los productores.
- La construcción de un diseño agroforestal de referencia para la zona, a partir de parcelas bajo forestería análoga y sus productores, es una manera de generar innovación en términos de la creación de sistemas agroecológicos, pues se logró obtener un modelo que integrara el estudio y análisis de aspectos fundamentales por considerar en la búsqueda de que más dueños de finca sean parte de estas iniciativas en la zona, donde la forestería análoga posibilita la extensión de la funcionalidad biológica en los sitios.
- Se evidenció la importancia de integrar en la producción agroforestal, los aspectos ecológicos, económicos y socioculturales que permitan una sostenibilidad del sistema en el tiempo, asimismo, en aras de mejora de los sistemas análogos evaluados.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Resulta necesario, en el caso de productores que buscan otras alternativas para generar ingresos como las de origen no agropecuario (con el fin de generar sustento familiar), generar un subsidio para que los productores se dediquen a la finca y que puedan vivir de

ella, lo cual brindará una mayor integración ecosistémica a nivel de finca, promoviendo el resguardo económico, ecológico y sociocultural.

- La aplicabilidad de la metodología presente en esta investigación puede fungir como una guía para la caracterización y diagnóstico del estado actual de sistemas de producción, no obstante, se recomienda que, en la evaluación de sistemas agrarios, los indicadores de evaluación y las escalas sean adaptados de acuerdo con las particulares de cada finca.
- En la evaluación de proyectos en los que se involucren aspectos de sustentabilidad para su respectivo análisis, la escala de evaluación debe ser ajustada con el fin de brindar el mayor aporte en términos de los elementos que representa un sistema en este caso de forestería análoga, entendiendo que son elementos que se aprenden sobre la marcha y no necesariamente lo planteado al inicio de la ejecución pactada por el investigador.
- En la creación de modelos agroforestales para una zona en específico, realizar, en la medida de lo posible, una evaluación previa con productores sobre el sitio en el que se pueda determinar aspectos ecológicos, económicos y socioculturales que sean de beneficio y aporte en la construcción de modelos de referencia y como parte de una reflexión teórica de la extensión.
- En el momento de ubicar los componentes, tomar en cuenta la variabilidad en el comportamiento y fisiología de los individuos, dado a los aspectos genéticos y ambientales de los mismos, y las interacciones que se puedan generar árbol-cultivo.
- Evaluar la rentabilidad económica y los rendimientos del modelo propuesto para posteriores investigaciones, ya sea mediante diseños piloto para prever rendimientos, así como la evaluación del potencial mercado de los productos derivados del sistema. Asimismo, es importante recalcar la evaluación de la aceptabilidad del sistema de los productores y la satisfacción con el mismo antes de la implementación del proyecto.
- Las especies que se muestran en el modelo de referencia son aquellas adoptadas por productores con parcelas en forestería análoga, cabe destacar que para el modelo no se descarta la posibilidad de que pueda implementarse en otro sitio, sin embargo, es importante tener previo conocimiento de la topografía, clima, altitud, condición del suelo, factibilidad de las especies en el sitio, entre otros.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L. (2001). Producción de plantas medicinales a pequeña escala: una necesidad de la comunidad. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 2. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962001000200006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962001000200006)
- Alpízar, F., Madrigal, R. y Salas, A. (2018). *Retos ambientales de Costa Rica: Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y la República Dominicana* (Informe no. IDB-TN-1531). Banco Interamericano de Desarrollo. <http://www.mag.go.cr/asuntos-internacionales/Retos-ambientales-CostaRica.pdf>
- Andrade-Navia, J., Bernal-Echaverría, y Silva-Rodríguez, J. (2015). Factores motivacionales permitieron el surgimiento de los productores de cafés especiales en el departamento del Huila. *Revista De Investigaciones Agroempresariales*, 1, 55–67. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/riag/article/view/310>
- Araya, J. (2014). *Recomendaciones para la siembra de pimienta*. InfoAgro y Ministerio de Agricultura y Ganadería. [http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/Recomendaciones\\_siembra\\_pimienta\\_afiche.pdf](http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/Recomendaciones_siembra_pimienta_afiche.pdf)
- Arce, S. (2020). Análisis comparativo de precios y costos de producción de hortalizas cultivadas de manera orgánica y convencional. *Agronomía Costarricense*, 44(2), 81-108. <http://www.mag.go.cr/rev>
- Arcila, P., Farfan, V., Moreno, B., Salazar, G., y Hincapie, G. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia*. CENICAFE. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/720>
- Armenteras, D., González, T., Vergara, L., Luque, F., Rodríguez, N. y Bonilla, M. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*, 25(1), 83-89. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54045357011>
- Avendaño, D., Cedeño, B. y Arroyo, M. (2020). Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Revista Geográfica de América Central*, 65 (2), 63-78. <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.65-2.3>
- Barajas, S. (2017). Análisis de Unidades de Producción Agroforestal Familiar en el Altiplano Potosino [Tesis de Maestría, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]. <https://www.biopasos.com/biblioteca/Analisis-unidades-produccion-agroforestal-familiar.pdf>

- Barrantes, A. Ugalde, S. (2018). Oficina Nacional Forestal. *Precios de la madera en Costa Rica para el primer semestre del 2018 y tendencias de las principales especies comercializadas*. <https://www.onfcr.org/media/uploads/documents/precios-de-la-madera-2018.pdf>
- Bello, A., López, J., López, M. y García, A. (2008). Principios ecológicos en la gestión de los Agrosistemas. *ARBOR: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 729, 19-29. [https://www.researchgate.net/publication/26616092\\_Principios\\_ecologicos\\_en\\_la\\_gestion\\_d\\_e\\_los\\_agrosistemas](https://www.researchgate.net/publication/26616092_Principios_ecologicos_en_la_gestion_d_e_los_agrosistemas) Ecological\_key\_elements\_in\_the\_management\_agrosystems
- Bekins, M., y Cruz, G. (2019). La forestería análoga: una solución para aumentar la resiliencia urbana. *Ambientico*, 270(8), 51-56. [https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/29433/270\\_51-56.pdf](https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/29433/270_51-56.pdf)
- Calle, Z., Murgueitio, E. y Chará, J. (2012). Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Unasylva*, 239(63), 31-40. <http://www.fao.org/3/i2890s/i2890s06.pdf>
- Campos, F. (2021). *Proyecto Bloques Ecológicos: soluciones climáticas sostenibles para la producción agroforestal*. Gerencia Resiliencia Ecológica y Humana. Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central. [No publicado].
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2010). *Sistematización del proyecto Restauración de la Biodiversidad y Desarrollo Comunal a través de la Forestería Análoga*. CATIE. [https://www.analogforestry.org/wpsite/wp-content/uploads/2015/11/Sistematizacion\\_ProyectoFA\\_2008-2010\\_Espanol.pdf](https://www.analogforestry.org/wpsite/wp-content/uploads/2015/11/Sistematizacion_ProyectoFA_2008-2010_Espanol.pdf)
- Daily, G., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P., Mooney, H., Pejchar, L., Ricketts, T., Salzman, J. y Shallenberger, R. (2009). Los servicios de los ecosistemas en la toma de decisiones: es hora de cumplir. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, 21–28. <https://doi.org/10.1890/080025>
- Damascus. (2010). *Envision Damascus: Comprehensive Plan*. Damascus City Council. <https://www.yumpu.com/en/document/read/6007615/envision-damascus-comprehensive-plan-city-of-damascus>
- De Lima, S., Rojas, M., Méndez, J., Salazar, K. y Salmerón, A. (2016). Servicios ecosistémicos de regulación que benefician a la sociedad y su regulación con la restauración ecológica. *Biocenosis*, 31, 80-92. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/download/1731/1958/>
- Díaz, A. (2017). *Evaluación de Sistemas Agroforestales mediante la implementación de Sistemas de Información Geográfica* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Abierta y a Distancia

de Colombia].  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13543/1065597213.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Dubón, A., Martínez, R., Martínez, A., Durán, E., Ramírez, O., Tulio, M. y Tejada, R. (2018). *Producción de cacao en sistemas agroforestales*. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. <http://sicacao.info/wp-content/uploads/2021/10/Guia-Produccion-de-cacao-en-SAF.pdf>
- Estado de la Nación. (2020). *Situación Actual, perspectivas y oportunidades*. <https://estadonacion.or.cr/informe/?id=2c63d393-6c6d-4a24-bfa0-a3facd5d0afb>
- Fallas, G., Chacón, M. y Castro, J. (2009). Sostenibilidad de sistemas agrícolas de fincas ecológicas y tradicionales en Costa Rica. *Universidad Estatal a Distancia*, 1(2), 151-161. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/download/228/102/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2010). *Funciones productivas de los recursos forestales*. FAO, 2010 <http://www.fao.org/3/i1757s/i1757s05.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017). *Agroforestería para la Restauración del Paisaje: Explorando el potencial de la agroforestería para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia en los paisajes degradados*. FAO, 2017. <http://www.fao.org/3/i7374s/i7374s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2020). *El Estado de los Bosques del Mundo*. FAO y PNUMA. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Farfán, F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4213>
- Gamboa, L. y Criollo, M. (2011). Forestería Análoga y su rol en la recuperación de ecosistemas y el cambio climático. *Revista de Agroecología*, 27(2), 8-12. <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol27n2.pdf>
- Gamboa, N. (2008). *Regeneración natural de *Dypterix panamensis* (Pitier) Record en fragmentos de bosque, Sarapiquí, Costa Rica Potosino* [Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Naturales]. Universidad Estatal a Distancia. [https://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/images/pdf/Tesis\\_Nancy\\_Gamboa.pdf](https://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/images/pdf/Tesis_Nancy_Gamboa.pdf)
- Garro, L. (2020). *Diseño de un sistema agroforestal en fincas ecológicas de café para la conectividad de dos áreas protegidas en Providencia de Copey, Costa Rica*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Forestal]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12399/TFG\\_Luis\\_Garro\\_Chacon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12399/TFG_Luis_Garro_Chacon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Gietzen, R. (2016). *Abundancia Agroforestal: Un manual de agricultura sintrópica*. [https://bosquedeniebla.com.mx/wp-content/uploads/2019/10/Abundancia\\_agroforestal\\_sintropica.pdf](https://bosquedeniebla.com.mx/wp-content/uploads/2019/10/Abundancia_agroforestal_sintropica.pdf)
- Gómez, R. y Flores, F. (2015). Agricultura y servicios ecosistémicos: el caso del espárrago Ica. *Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, Lima, Perú*, 77, 9-55. <http://www.scielo.org.pe/pdf/apuntes/v42n77/a01v42n77.pdf>
- González, K. (2003). *Respuesta de tres explantes de vainilla (Vanilla planifolia) a diferentes frecuencias de inmersión temporal* (Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica). <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/216/Informe%20Pr%C3%A1ctica%20de%20especialidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Granda, S., González, V. y López, M. (2016). *Principios de la Ecología General*. Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/6851/1/87%20PRINCIPIOS%20DE%20LA%20ECOLOGIA%20GENERAL.pdf>
- Guías de Costa Rica. (15 de noviembre de 2015). <https://guiascostarica.com/sarapiqui/>
- Hagggar, J., Staver, C. y De Melo, E. (2001). Sostenibilidad y Sinergismo en Sistemas Agroforestales con Café. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*, 8(29), 49-51. [https://www.catie.ac.cr/attachments/article/638/2001-HAGGAR%20ET%20AL-%20Sostenibilidad%20y%20sinergismo%20SAF%20cafe\(Agrof%20Americas\).pdf](https://www.catie.ac.cr/attachments/article/638/2001-HAGGAR%20ET%20AL-%20Sostenibilidad%20y%20sinergismo%20SAF%20cafe(Agrof%20Americas).pdf)
- Hernández, L., Barquero, A., Montero, W., Sánchez, H., Ávila, C., Murillo, R. (2014). *Gestión de los Recursos Forestales en Costa Rica*. Vigésimoprimer Informe del estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. <http://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/406/352.%20Gesti%C3%B3n%20de%20los%20recursos%20forestales%20en%20Costa%20Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2011). *Población total por zona y sexo, según provincia, cantón y distrito*. <https://www.inec.cr/poblacion/estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2014a). *Cantidad de fincas por prácticas agroecológicas, según provincia*. Censo Nacional Agropecuario 2014-2017. <https://www.inec.go.cr/censos/censo-agropecuario-2014>

- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2014b). *Total de fincas y extensión en hectáreas por agrupación de actividad principal, según provincia y cantón*. Censo Nacional Agropecuario 2014. <https://www.inec.go.cr/censos/censo-agropecuario-2014>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2020). *Distribución de los hogares por nivel de pobreza multidimensional, según zona y región de planificación*. Otros métodos de pobreza. <https://www.inec.cr/pobreza-y-desigualdad/otros-metodos-de-pobreza>
- Jiménez, J. (2008). *Estructura, Composición y Diversidad en Bosques Naturales y con Forestería Análoga en Londres, Cantón de Aguirre, Costa Rica* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. <http://www.analogforestry.org/wpsite/wp-content/uploads/2015/11/Estructura-y-composicion-de-bosques-analogos-Londres-2008.pdf>
- Jiménez, W. (2001). Los sistemas diversificados de producción en fincas de pequeños productores en la región Noratlántica de Costa Rica. *Perspectivas Rurales*. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales/article/download/3577/3434/>
- Laestadius, L., Maginnis, S., Minnemeyer, S., Potapov, P., Saint-Laurent, C. y Sizer, N. (2011). Mapping opportunities for forest landscape restoration. *Unasylva*, 268(62), 47-48. [https://www.researchgate.net/publication/297301426\\_Mapping\\_opportunities\\_for\\_forest\\_landscape\\_restoration](https://www.researchgate.net/publication/297301426_Mapping_opportunities_for_forest_landscape_restoration)
- López, P. y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universidad Autónoma de Barcelona. [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163567/metinvsoccua\\_a2016\\_cap2-3.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163567/metinvsoccua_a2016_cap2-3.pdf)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2018). *Plan Nacional de Cacao 2018-2028: Hacia la consolidación de una agro cadena competitiva y sostenible*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E14-11072.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2020). *Caracterización Regional 2020*. Región de Desarrollo Agropecuario Huetar Norte. Costa Rica. [http://www.mag.go.cr/regiones/huetar\\_norte/caracterizacion-regional.pdf](http://www.mag.go.cr/regiones/huetar_norte/caracterizacion-regional.pdf)
- Mamani, E. (2018). *Dendrocronología en Árboles de Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken., en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/387/004-2-3-083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendieta, M. y Rocha, L. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Universidad Nacional Agraria. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/1\\_RENF08M538.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf)

- MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica). (2017). *Índice de Desarrollo Social*. MIDEPLAN. [https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/BXb\\_ILLDRwqVI\\_zHV3NadQ](https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/BXb_ILLDRwqVI_zHV3NadQ)
- Minnemeyer, S., Laestadius, L. y Sizer, N. (2011). *A World of Opportunity for Forest and Landscape Reforestation*. Bonn Challenge on forest, climate change and biodiversity. [http://pdf.wri.org/world\\_of\\_opportunity\\_brochure\\_2011-09.pdf](http://pdf.wri.org/world_of_opportunity_brochure_2011-09.pdf)
- Morantes, J. y Renjifo, L. (2018). Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Revista de Biología Tropical*, 66(1-10) 2. San José, Costa Rica. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33405>
- Moreno, A., Rosales, J., Montañez, P. y Sosa, V. (2020). *Experiencias de Agroforestería en México*. Red Temática de Sistemas Agroforestales de México. [https://www.researchgate.net/publication/338630924\\_EXPERIENCIAS\\_DE\\_AGROFORESTERIA\\_EN\\_MEXICO](https://www.researchgate.net/publication/338630924_EXPERIENCIAS_DE_AGROFORESTERIA_EN_MEXICO)
- Okot, T. (2019). *Sistematización Participativa de Iniciativas Locales de prácticas Agro-Conservacionistas, como Alternativa que Contribuye a la Neutralidad de la Degradación de las Tierras, en la Cuenca del Río Barranca, Costa Rica*. Programa de Pequeñas Donaciones-Costa Rica. [https://www.researchgate.net/publication/335589089\\_Sistematizacion-practicas\\_proyecto\\_Barranca\\_CDG](https://www.researchgate.net/publication/335589089_Sistematizacion-practicas_proyecto_Barranca_CDG)
- ONF (Oficina Nacional Forestal). (2020). *Programa de Pago por Servicios Ambientales*. <https://onfcr.org/psa-2>
- ONF (Oficina Nacional Forestal). (2013). *Guía técnica SAF para la implementación de sistemas agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables* [Archivo PDF]. [https://www.biopasos.com/biblioteca/guia\\_sistemas\\_agroforestales.pdf](https://www.biopasos.com/biblioteca/guia_sistemas_agroforestales.pdf)
- Ortiz-Malavasi, E. (2014). *Atlas de Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6749?show=full>
- Paniagua, A. y García, J. (2013). *Vainilla Orgánica en Sistemas Agroforestales*. Instituto de Investigaciones y Servicios Forestales. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://aprovainilla.files.wordpress.com/2020/08/vainilla-organica-en-sistemas-agroforestales-saf.pdf>
- Palomeque, E. (2009). *Sistemas Agroforestales*. Universidad Autónoma de Chiapas. <https://www.researchgate.net/publication/328368150>

- Pérez, J. (2014). *Manual técnico del cultivo de la vainilla* (Presentación de Power Point). <http://www.concitver.com/archivosenpdf/MANUAL%20TECNICO%20DE%20LA%20VAI%20NILLA.pdf>
- Petit, J., Casanova, F. y Solorio, F. (2009). Asociación de especies arbóreas forrajeras para mejorar la productividad y el reciclaje de nutrientes. *Agricultura Técnica en México*, 1(35), 1-5. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172009000100011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000100011)
- Pirolí, E. y Borsa, V. (2018). Sistemas Agroflorestais Em Assentamentos Rurais: Aplicação No Município De Rosana, Sp, Brasil. *Revista Ciência Em Extensão*, 14(2), 159-169. [https://www.researchgate.net/publication/327652648\\_SISTEMAS\\_AGROFLORESTAIS\\_EM\\_ASSENTAMENTOS\\_RURAIIS\\_APLICACAO\\_NO\\_MUNICIPIO\\_DE\\_ROSANA\\_SP\\_BRASIL](https://www.researchgate.net/publication/327652648_SISTEMAS_AGROFLORESTAIS_EM_ASSENTAMENTOS_RURAIIS_APLICACAO_NO_MUNICIPIO_DE_ROSANA_SP_BRASIL)
- Plan de Desarrollo Rural Territorial de Sarapiquí. (2015). *En Pro del Desarrollo de Sarapiquí, 2015-2025*. <https://www.inder.go.cr/sarapiqui/PDRT-Sarapiqui-Heredia-Sarapiqui-Alajuela.pdf>
- Ponce, H. (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e investigación en Psicología*, 12(19), 113-130. <https://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>
- Ramírez, A., Sánchez, J. y García, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación Universidad La Salle*, 6(21), 55-59. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34202107>
- Ramírez, A. (2015). *Eficiencia Económica en la Producción de Cacao en Río Negro-Santander*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1066/2015-;jsessionid=015B3DD174B42ED04D2A84F3B44CD798?sequence=1>
- Román, M., Mora, A. y González, G. (2016). Sistemas agroforestales con especies de importancia maderable y no maderable, en el trópico seco de México. *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*, 20(2), 53-72. <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2016/mayo/5.pdf>
- RIFA (Red Internacional en Forestería Análoga). (2015a). *Guía de Campo en Forestería Análoga*. Demarco, J. <http://www.analogforestry.org/wpsite/wp-content/uploads/2015/03/Guia-de-Campo-de-Foresteria-Analoga.pdf>

- RIFA Red Internacional en Forestería Análoga. (2015b). *Restaurando los Sistemas de Soporte de Vida en el Planeta: sitio demostrativo de Alianza Arkana, Perú*.  
<https://www.analogforestry.org/2015/12/?lang=es>
- Romero, M. y Valdovinos, V. (2016). *Valoración ecológica con forestería análoga para producción orgánica en Jalisco*. Centro de Investigación en Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma de Chapingo.  
[https://www.ecorfan.org/handbooks/Handbook\\_Quimica\\_Biologia\\_y\\_Agronomia\\_T1V1/Particiones/11.pdf](https://www.ecorfan.org/handbooks/Handbook_Quimica_Biologia_y_Agronomia_T1V1/Particiones/11.pdf)
- Sánchez, F., Zambrano, J., Vera, J., Ramos, R., Garcés, F., & Vásconez G. (2014). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 7(1), 33-41.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5070159>
- Salazar-Díaz, R. (2015). Un modelo de finca integrada orientada a contribuir a la seguridad alimentaria de comunidades indígenas de Talamanca. *Tecnología en Marcha*, 28 (2), 74-83.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5198849.pdf>
- Sarandón, S. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Agroecología*, (20), 393-414.  
<https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L. y Negrete, E. (2006). Evaluación de Sustentabilidad de Sistemas Agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, (1), 20-28.  
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/download/14/5/36>
- Sarandón, S. y Flores, C. (2009). Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, (4), 19-28.  
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2017). *Análisis de la actividad cacaotera costarricense y perspectivas de su reactivación*.  
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E16-10869.pdf>
- Serrano, R. y Moya, R. (2011). Procesamiento, uso y mercado de la madera en Costa Rica: aspectos históricos y análisis crítico. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 8(21), 1-12.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123408.pdf>
- Sol-Sánchez, A., López-Juárez, S., Córdova-Ávalos, V. y Gallardo-López, F. (2018). Productividad potencial del SAF cacao asociado con árboles forestales. *Revista Iberoamericana de*

*Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(7), 1-8.  
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941754011/html/index.html>

Stuchi, J., De Melo, E., Gutiérrez, I., De Clerk, F. y Rivera, J. (2011). Identificación participativa de la calidad de los servicios ambientales en la zona de amortiguamiento del Parque Internacional La Amistad Pacífico. [https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2005/01/pub\\_libro\\_manejo\\_agroecologico.pdf](https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2005/01/pub_libro_manejo_agroecologico.pdf)

Suárez, Y. y Pacheco, Y. (2014). *Propuesta de reforestación para la finca El Palmar, del municipio del Pinar del Río, mediante forestería análoga*. Universidad Hermanos Saíz, Montes de Oca. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/53/133>

Sukhdev, P. (2008). *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad*. Comunidad Europea. [https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb\\_report\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb_report_es.pdf)

Swinton, S., Lupi, F., Robertson, P. y Landis, D. (2006). Ecosystem Services from Agriculture: Lookin Beyond the Usual Suspects. *American Journal of Agricultural Economics*, 5, 1160-1166.  
[researchgate.net/publication/4726691\\_Ecosystem\\_Services\\_from\\_Agriculture\\_Looking\\_Beyond\\_the\\_Usual\\_Suspects](http://researchgate.net/publication/4726691_Ecosystem_Services_from_Agriculture_Looking_Beyond_the_Usual_Suspects)

TEEB (La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad). (2010). *Una guía rápida: La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad para Diseñadores de Políticas Locales y Regionales*. [http://www.teebweb.org/media/2010/09/TEEB-D2-Local-and-Regional-Quick-guide\\_Spanish.pdf](http://www.teebweb.org/media/2010/09/TEEB-D2-Local-and-Regional-Quick-guide_Spanish.pdf)

Torres, S., Huaraca, J., Pezos, D. y Crisóstomo, R. (2018). Asociación de cultivos, maíz y leguminosas para la conservación de la fertilidad del suelo. *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4 (1), 15-22.  
[https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_ctd/article/view/1068/pdf](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1068/pdf)

Ugalde, J., Herrera, A., Obando, V., Chacón, O., Vargas, M., Matamoros, A. y García, R. (2009). *Biodiversidad y Cambio Climático en Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). [https://www.climate-expert.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/Costa\\_Rica/biodiversidad\\_y\\_cambio\\_climatico\\_cr.pdf](https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/PDF/Costa_Rica/biodiversidad_y_cambio_climatico_cr.pdf)

Vargas, G. (2008). Fragmentación y Conectividad de Ecosistemas en el sector del Proyecto Geotérmico Miravalles y sus alrededores. *Reflexiones*, 87(2), 9-38.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4796184.pdf>

- Vargas, J. (2017). *Estudio etnogeográfico sobre el sistema de producción agrícola del anexo de Mosopuquio del distrito de Characato, en el año 2016*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4576/ANvacuja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vázquez, L. y Matienzo, Y. (2010). Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. *Revista de Investigación Educativa*, 1-12. [https://www.researchgate.net/publication/287214736\\_Metodologia\\_para\\_la\\_caracterizacion\\_rapida\\_de\\_la\\_diversidad\\_biologica\\_en\\_las\\_fincas\\_como\\_base\\_para\\_el\\_manejo\\_agroecologico\\_de\\_plagas](https://www.researchgate.net/publication/287214736_Metodologia_para_la_caracterizacion_rapida_de_la_diversidad_biologica_en_las_fincas_como_base_para_el_manejo_agroecologico_de_plagas)
- Vega, A. (2014). *Caracterización del Territorio de Sarapiquí*. <https://www.inder.go.cr/sarapiqui/Caracterizacion-Territorio-Sarapiqui.pdf>
- Victorero, K. (2015). *Elaboración de un producto agroturístico en la comunidad de Murocomba, Cantón Valencia, Provincia de los Ríos*. [Tesis de grado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/104/1/T-UTEQ-0002.pdf>
- Villacorta, J. (2011). *Sistemas Agroforestales*. Proyecto Universidad en el Campo. [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4779/sistemas\\_agroforestales.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4779/sistemas_agroforestales.pdf)
- Virginio, E., Caicedo, C. y Astorga, C. (2014). *Agroforestería sostenible en la Amazonia ecuatoriana* (Informe técnico no. 398). Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8231/Agroforesteria\\_sostenible.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8231/Agroforesteria_sostenible.pdf)
- WWF (Fondo Mundial para la Vida Silvestre). (2015). *Conectividad ecológica: importancia, situación en España y criterios para identificar redes ecológicas*. WWF España. [http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas\\_practicas\\_para\\_la\\_definicion\\_de\\_redes\\_ecologicas\\_en\\_espana\\_gr.pdf](http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas_practicas_para_la_definicion_de_redes_ecologicas_en_espana_gr.pdf)

## 9. APÉNDICES

**Apéndice A.** Entrevista estructurada para la evaluación de los sistemas análogos.

**Universidad Nacional  
Facultad de Tierra y Mar  
Escuela de Ciencias Ambientales**

**Evaluación de los criterios de decisión en el arreglo del sistema productivo y las percepciones de propietarios con fincas bajo forestería análoga del distrito La Virgen de Sarapiquí, Costa Rica**

**Descripción general:** Esta entrevista tiene por finalidad conocer diferentes criterios de decisión de los propietarios de fincas con forestería análoga y las percepciones sobre la inclusión de las especies dentro de sistemas productivos. La información será utilizada por Pablo Navarro, estudiante de Licenciatura de la carrera de Ingeniería en Ciencias Forestales, como apoyo al Proyecto de Graduación, titulado “Diseño Agroforestal basado en experiencias de forestería análoga para la zona de Sarapiquí, Costa Rica”.

**Datos del entrevistado:**

1. Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_  
 2. Fecha: \_\_\_\_ 3. Teléfono: \_\_\_\_\_ 4. Dirección exacta de la finca: \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** Complete el siguiente cuadro según corresponda y anote algún detalle que considere necesario. Si desea ampliar su respuesta, escríbala en el espacio en blanco después del cuadro.

***I Parte. Aspectos ecológicos del sistema análogo.***

<b>Aspectos ecológicos</b>			
<b>Pregunta</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Respuesta</b>	
1. ¿Considera que su finca cuenta con asociaciones entre el componente agrícola o forestal?	Se entiende por asociación aquellas interacciones entre árbol y cultivo que genera beneficios.	<b>SI ( ) NO ( )</b> ¿Cuáles? _____	
2. ¿Cuáles son las especies que tienen estas interacciones en el área bajo forestería análoga?	Se hace referencia al nombre común de los cultivos que interactúan a la dinámica productiva. La forestería análoga, se refiere a un proceso de sucesión ecológica que intenta recuperar áreas degradadas o erosionadas.	<b>Cultivos agrícolas</b>	<b>Cultivos forestales</b>
3. Considerando un diseño agroforestal, que integra cultivos agrícolas y especies forestales, ¿cuáles especies consideraría de mayor importancia?	Se entiende por diseño agroforestal, el arreglo entre sus componentes, es decir, el agrícola y forestal.	<b>Cultivos agrícolas</b>	<b>Cultivos forestales</b>
4. ¿Cuáles aportes	Se hace referencia con el término	<b>Indique los posibles aportes</b>	

reconoce en términos ecológicos, que brindarían las especies propuestas en la pregunta anterior?	de aporte ecológico, a las ventajas que generaría tener esos cultivos, a nivel ambiental o de beneficio, por ejemplo: a la fauna del sitio, aporte a los suelos, entre otros.	<b>al sitio:</b> _____ _____ _____	
5. ¿Cuál fue el motivo para incorporar las especies dentro de su sistema análogo?	Los motivos pueden ser varios, por ejemplo: por recomendación de alguna persona, por decisión propia ya que conoce las ventajas económicas y ecosistémicas de las especies.	<b>Indique cual fue su decisión:</b> _____ _____ _____	
6. ¿Tiene interés particular en algún cultivo específico, sea agrícola o forestal, por el cual emprender? Debido a su papel ecológico, económico, u otro.	Como cultivo de interés y su papel ecológico y/o económico se refiere a la principal razón por la cual le gustaría emprender con ese cultivo en su finca, inclusive debido a que fincas aledañas lo tienen.	<b>Cultivos de interés</b>	<b>Principal razón de su elección</b>
		A. _____ B. _____ C. _____	A. _____ B. _____ C. _____

## II Parte. Aspectos socioculturales del sistema análogo

Aspectos socioculturales		
Pregunta	Explicación	Respuesta
1. ¿Razón por la cual selecciono las especies que incluyó en el sistema análogo? ¿Tiene algún cultivo preferido?	Se refiere, si la decisión por las especies fue por criterios tradicionales, por la generación de beneficios económicos, por autoabastecimiento o porque socialmente es más aceptada por los beneficios que provee.	Indique la razón. _____ _____ _____ Cultivo preferido: _____
2. ¿Cuál es el aporte funcional que privó para decidir incursionar en un sistema de forestería análoga?	Con aporte funcional, se hace referencia a las ventajas que ofrece este modelo para implementarlo en su finca, ejemplo: por la diversificación de componentes, por los beneficios ecológicos, por la provisión de bienes y servicios. Asimismo, el nivel de interés sobre la forestería análoga.	¿Cuáles considera? _____ _____ _____ ¿Cuál nivel considera? ( ) no presento interés ( ) bajo ( ) medio ( ) alto
3. ¿Cuáles prácticas de mantenimiento se realizan en el sistema de forestería análoga y quiénes las ejecutan?	Se considera práctica de manejo la inclusión de nuevas especies agrícolas y forestales en áreas con necesidad de siembra y actividades	Detalle de las prácticas a realizar en el sistema: _____ _____ _____

	silviculturales, por ejemplo: podas, raleos, para dinamizar el sistema y mejorar su producción.	_____ Miembro responsable de la actividad: _____ _____
4. ¿Personas que participan de las actividades requeridas para el funcionamiento del sistema?	Se entiende por la participación de las personas en el hogar, las cuales atienden en algún nivel los requerimientos del sistema, en estos se incluyen mantenimiento del sistema en general, atención de prácticas, involucramiento en alguno de los procesos.	Personas que participan: _____ _____  Actividades en las que se involucran: _____ _____
5. ¿Qué aspectos le enseñaron sus padres o que elementos aprendió de niño (a), con respecto a técnicas productivas?	Se consideran todos aquellos elementos o procesos que tradicionalmente o por costumbre, se realizan para producir en la finca y que fueron heredados o aprendidos a través del tiempo o por legado de sus padres.	Aspectos tradicionales identificados: _____ _____ _____ _____
6. ¿Cuál es el último cultivo que integro en la finca?, ¿Le incomodaría pensar en nuevas formas de producción o la inclusión de otras especies agrícolas y/o forestales al sistema? ¿Por qué?	Se consideran tanto cultivos agrícolas como forestales recientemente incorporados. La segunda consulta, está enfocada en hacer el supuesto de incluir alguna otra especie sin implementarse en la finca, o forma distinta de producción, ejemplo: sistemas de rotación de cultivos (mezclados, intercalados en parcelas).	Último cultivo integrado: _____  Comodidad al pensar en nuevas formas de producir o especies al sistema: <b>SI ( ) NO ( )</b> ¿Por qué? _____ _____ _____

### **III Parte. Aspectos económicos del sistema análogo**

<b>Aspectos económicos</b>		
<b>Pregunta</b>	<b>Explicación</b>	<b>Respuesta</b>
1. ¿Reconoce algunos productos agrícolas y/o forestales con potencial para el mercado local?	Hace referencia, a la posibilidad de comercializar algún producto en la zona, incluso el intercambio entre productores cercanos, por ejemplo: trueque.	<b>SI ( ) NO ( )</b> ¿Cuáles considera con potencial? _____ _____
2. ¿Cuáles productos y cuántos son utilizados para autoconsumo?	Se consideran todos los productos generados del sistema, incluyendo	Especifique: _____ _____

	variedades, en el cual el destino principal, sea de autoabastecimiento.	_____ _____
3. ¿En cuáles actividades se involucra, para comercializar productos y generar ganancias adicionales?	De los productos que se destinan a la venta, ¿cuáles son los puntos de distribución o actividades para comercializar el producto?	Puntos de distribución de productos: _____ _____
4. ¿Cuáles considera que son los costos asociados al mantenimiento del sistema y cuál sería su concepto?	Se consideran los costos asociados a la realización de prácticas, como compra de insumos (semillas, árboles, abonos, herramientas, entre otros).	Monto aproximado: _____ Insumos necesarios: _____ _____
5. ¿Obtiene algún ingreso mensual por el sistema bajo forestería análogo y cuál es el monto? 6. ¿Tiene algún otro ingreso que no sea de origen agropecuario?	Se consideran ingresos aquellos obtenidos por la venta o comercialización de los productos generados en la finca.	Monto aproximado: _____ Detalle de los productos: _____ _____
7. ¿Lleva cuentas de ventas, gastos y utilidades por su actividad?	En este rubro se considera, si se mantiene un control de gastos y ventas por medio de una plantilla, libro de registros y si se atribuyen las utilidades producto de la actividad.	<b>Pregunta 6. SI ( ) NO ( )</b> <b>SI ( ) NO ( )</b> Indique, que mecanismo utiliza: _____

**Muchas gracias por su participación.**

**Apéndice B.** Registro de datos en campo en fincas con forestería análoga.

Dimensión ecológica	Valores de referencia propuestos			Valores registrados en campo				
	Subindicador	Definición	Escala de evaluación	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5
	<b>A. Biodiversidad productiva</b>							
<b>A1. Diversidad de cultivos forestales y/o frutícolas</b>	La biodiversidad es importante para la regulación del sistema ya que, entre otras funciones, proporciona hábitat y nichos ecológicos para los enemigos naturales, a la vez que provee bienes y servicios.	(3): 7 o más especies	✓		✓	✓		
		(2): 5-6 especies		✓			✓	
		(1): 3-4 especies						
		(0): 1-2 especies						
<b>A2. Diversidad de cultivos agrícolas</b>	La biodiversidad es importante para la regulación del sistema ya que, entre otras funciones, proporciona hábitat y nichos ecológicos para los enemigos naturales, a la vez que provee bienes y servicios.	(3): 7 o más especies	✓			✓	✓	
		(2): 5-6 especies		✓	✓			
		(1): 3-4 especies						
		(0): 1-2 especies						
<b>B. Biodiversidad funcional</b>								
<b>B1. Asociaciones o intercalamiento entre los cultivos</b>	Un sistema será sustentable si las asociaciones entre los cultivos mejoran la producción.	(3): 4 o más asociaciones						
		(2): 3 asociaciones	✓		✓		✓	
		(1): 2 asociaciones		✓		✓		
		(0): 1 asociación						
<b>B2. Diversidad natural circundante</b>	La biodiversidad funcional es importante y en este caso aledaña a la parcela con forestería análoga, por las interacciones ecológicas. Esta es evaluada por la cantidad de lados de la parcela rodeada con diversidad natural.	(3): Rodeado completamente				✓		
		(2): 3 lados			✓		✓	
		(1): 2 lados	✓					
		(0): 1 lado		✓				
<b>C. Conservación de la vida en el suelo</b>								
<b>C1. Diversificación de cultivos</b>	La misma provee al suelo de una protección contra los agentes climáticos y disminuye el riesgo de la erosión. En este caso, se brinda énfasis en la cobertura forestal, por brindar el mayor aporte a la conservación de suelos.	(3): Establecimiento totalmente diversificación (7 o más especies), con asociaciones entre cultivos (3 o más).	✓		✓	✓		

<b>Dimensión sociocultural</b>			(2): Alta diversificación de cultivos (5-6 especies), con asociación media entre ellos (2).		✓				✓
			(1): Diversificación media (3-4 especies), con muy bajo nivel de asociación entre ellos (1).						
			(0): Poca diversificación de cultivos (1-2 especies), sin asociaciones (0).						
	<b>C2. Prácticas de mantenimiento</b>	Un sistema será sustentable si las prácticas mantienen o mejoran la vida en el suelo. La adopción de buenas prácticas de mantenimiento al sistema aumenta la producción y conservan el suelo.	(3): 4 o más actividades	✓					
			(2): 3 actividades		✓	✓			
			(1): 2 actividades				✓	✓	
			(0): 1 actividad						
	<b>A. Integración social</b>								
	<b>A1. Participación social</b>	La participación de las personas en el hogar y el apoyo de otros miembros (familiares), en la atención de los requerimientos del sistema, motivan el mantenimiento del sistema productivo. Esta participación es evaluada en horas por día.	(3): 5 o más horas	✓					
			(2): 3-4 horas						
		(1): 1-2 horas		✓	✓		✓		
		(0): 1 hora				✓			
<b>B. Aceptabilidad del sistema</b>									
<b>B1. Satisfacción con el sistema de producción</b>	La satisfacción del productor está directamente relacionada con el grado de aceptación del sistema productivo.	(3): Está muy contento con lo que hace. No haría otra actividad, aunque esta le reporte más ingresos.			✓				
		(2): Está contento, pero antes le iba mucho mejor.	✓			✓	✓		
		(1): No está del todo satisfecho. Se queda porque es lo único que sabe hacer.		✓					

		(0): Poco satisfecho con esta forma de vida. Anhela vivir en la ciudad y ocuparse de otra actividad.					
<b>C. Conocimiento y Conciencia Ecológica</b>							
<b>C1. Conocimiento ecológico</b>	El conocimiento y la conciencia ecológica son fundamentales para tomar decisiones adecuadas respecto a la conservación de los recursos.	(3): Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos.					✓
		(2): Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana.	✓		✓		
		(1): Sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímicos más prácticas conservacionistas.		✓		✓	
		(0): Tiene solo una visión parcializada de la ecología. Tiene la sensación de que algunas prácticas pueden estar perjudicando al medio ambiente.					

Dimensión económica	<b>A. Autosuficiencia alimentaria</b>								
	<b>A1. Diversificación de la producción</b>	Un sistema es sustentable si la producción alimentaria es diversificada y alcanza para satisfacer el nivel nutricional de la familia.	(3): de 7 a más productos	✓					
			(2): de 5 a 6 productos			✓		✓	
			(1): de 3 a 4 productos		✓		✓		
			(0): menos de 2 productos						
	<b>B. Ingreso</b>								
	<b>B1. Ingreso neto mensual por grupo</b>	El sistema es sustentable si puede satisfacer las necesidades económicas del grupo familiar. Estos ingresos son evaluados en colones por mes.	(3): 75 000 o más	✓					
			(2): 50 000-75 000						
			(1): 25 000-50 000			✓			
			(0): 0-25 000		✓		✓	✓	
	<b>C. Riesgo económico</b>								
	<b>C1. Diversificación para la venta</b>	Un sistema será sustentable si el productor puede comercializar más de 1 producto, ya que, si sufriera alguna pérdida o daño de este, podría compensarlo con los demás productos que vende.	(3): 3 o más productos	✓					
			(2): 2 productos						
			(1): 1 producto		✓	✓	✓		
			(0): 0 productos						✓
	<b>C2. Número de vías de comercialización</b>	La diversificación comercial disminuye el riesgo económico.	(3): 3 o más canales	✓					
(2): 2 canales				✓					
(1): 1 canal					✓	✓			
(0): 0 canales								✓	

*Nota:* **Finca 1:** Adilia y Pedro. **Finca 2:** Ericka y Antonio. **Finca 3:** Elena y Alexis. **Finca 4:** Hubert y Francisca. **Finca 5:** Familia Sánchez.

**Apéndice C.** Datos registrados en la dimensión ecológica, económica y sociocultural.

**Apéndice C1.** Variables, subindicadores e indicadores de la dimensión ecológica (E).

<i>Finca</i>	<b>Biodiversidad productiva</b>			<b>Biodiversidad funcional</b>		<b>Conservación de la vida del suelo</b>				<i>IE</i>
	<i>DivF.</i>	<i>DivA.</i>	<i>Bip.</i>	<i>Asoc.</i>	<i>DivC.</i>	<i>Bif.</i>	<i>DivCo.</i>	<i>PM</i>	<i>Cons.</i>	
<b>1</b>	3	3	3	2	1	1.67	3	3	3	2.56
<b>2</b>	2	2	2	1	0	0.67	2	2	2	1.56
<b>3</b>	3	2	2.50	2	2	2.00	3	2	2.50	2.33
<b>4</b>	3	3	3	1	3	1.67	3	1	2	2.22
<b>5</b>	2	3	2.50	2	2	2.00	2	1	1.50	2.00

*Nota:* **DivF:** diversidad de especies forestales, **DivA:** diversidad de especies agrícolas, **Bip:** biodiversidad productiva, **Asoc:** asociaciones o intercalamiento entre cultivos, **DivC:** diversidad natural circundante, **Bif:** biodiversidad funcional, **DivCo:** diversidad de cultivos, **PM:** prácticas de mantenimiento, **Cons:** conservación de la vida en el suelo, **IE:** indicador ecológico. Finca 1: Adilia y Pedro, finca 2: Antonio y Ericka, finca 3: Elena y Alexis, Finca 4: familia Sánchez, Finca 5: Francisca y Hubert.

**Apéndice C2.** Variables, subindicadores e indicadores de la dimensión sociocultural (SC).

<i>Finca</i>	<b>Aceptabilidad</b>	<b>Integración social</b>	<b>Conocimiento y conciencia ecológica</b>	
	<i>Aceptab.</i>	<i>InSoc.</i>	<i>Conc.Ec.</i>	<i>ISC</i>
<b>1</b>	2	3	2	2.50
<b>2</b>	1	1	1	1.00
<b>3</b>	3	2	2	2.25
<b>4</b>	2	1	2	1.50
<b>5</b>	2	1	3	1.75

*Nota:* **Aceptab:** aceptabilidad, **InSoc.** Integración social, **Conc.Ec:** conocimiento ecológico, **ISC:** indicador sociocultural. Finca 1: Adilia y Pedro, finca 2: Antonio y Ericka, finca 3: Elena y Alexis, Finca 4: familia Sánchez, Finca 5: Francisca y Hubert.

**Apéndice C3.** Variables, subindicadores e indicadores de la dimensión económica (K).

<i>Finca</i>	<b>Autosuf. Alimentaria</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Riesgo económico</b>			<i>IK</i>
	<i>Nprod.</i>	<i>INM</i>	<i>Divers.</i>	<i>Canales</i>	<i>IRE</i>	
<b>1</b>	3	3	3	3	3	3
<b>2</b>	1	1	1	2	1.50	1.17
<b>3</b>	2	1	2	1	1.50	1.50
<b>4</b>	2	0	1	1	1	1
<b>5</b>	2	1	2	2	2	1.67

*Nota:* **Nprod:** cantidad de productos para autoconsumo, **INM:** ingreso neto mensual, **Divers:** diversificación para la venta, **Canales:** número de vías de comercialización, **IK:** indicador económico. Finca 1: Adilia y Pedro, finca 2: Antonio y Ericka, finca 3: Elena y Alexis, Finca 4: familia Sánchez, Finca 5: Francisca y Hubert.

**Apéndice D.** Datos de los individuos muestreados en las áreas con forestería análoga, utilizados para el modelado espacial en el programa *Sketchup Pro 8.0*.

No. Indiv.	Nombre científico	Ubicación del individuo (m)		DAP (cm)	Altura total (m)	Medición de la copa en radios (m)
		X	Y			
1	<i>Vochysia ferruginea</i>	9	66	55	17,5	4,5;4,8;2,5;3,7
2	<i>Mangifera indica</i>	18	61	17	6,4	2,6;3,2;3,3;2,1
3	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	26	65	54,5	16,8	6;3,5;3,1;2,9
4	<i>Cordia alliodora</i>	33	0	43	12,1	3,1;3,3;2,2;2,8
5	<i>Ficus insipida</i>	49	11	22,4	6,5	4,8;5,2;2;4,1;2,5
6	<i>Cordia alliodora</i>	52	54	27,5	8,3	2,2;2,6;1,9;2,7;2,1
7	<i>Cordia alliodora</i>	64	36	68,8	33,2	0,8;0,5;1;0,6
8	<i>Dipteryx oleifera</i>	75	25,5	84,2	31,3	10;12;13,1;12,5
9	<i>Mangifera indica</i>	29	52	12,2	4,6	2,3;3;2,9;2
10	<i>Cecropia peltata</i>	32,5	36,7	16,8	11,2	3,1;4,2;3,1;2,1
11	<i>Mangifera indica</i>	29	22,2	13,5	5,2	2,1;2,2;2,3;3
12	<i>Cecropia peltata</i>	43,5	47,2	12,5	9,5	2,2;2,3,1,9;2,4
13	<i>Cecropia peltata</i>	66,8	44,5	13,4	9,6	4;2,3;1,9;1,8
14	<i>Cecropia peltata</i>	56,2	63,2	14,2	10,2	2,9;3;3,9;2
15	<i>Cordia alliodora</i>	72,3	63,7	36	11,2	3,3;3;2,9;3,3
1	<i>Cordia alliodora</i>	82	43	19,3	12,7	4,1;4,5;3,2;2,1
2	<i>Cedrela odorata</i>	53	30	23,7	15,5	4;5,3;5;4,2
3	<i>Platymiscium parviflorum</i>	58	36	14,2	18	1,2;2,4;2,2;2
4	<i>Tachigali costarricensis</i>	26	4	38,5	16,7	5,4;5,2;5,9;5
5	<i>Cordia alliodora</i>	12	27	16	10,5	4,2;4;3,2;3
6	<i>Cordia alliodora</i>	18	42	18	12	3,1;3;2,9;3,2
1	<i>Pentacletra macroloba</i>	48	35	43,2	29,8	3,7;4,1;3,5;3,7

2	<i>Cordia alliodora</i>	70	47	23,6	16,7	1,2;2,3;3;2,6
3	<i>Vochysia ferruginea</i>	105	40	53,6	17,2	6,5;5,9;6;6,2
1	<i>Mangifera indica</i>	5	40	15,5	7,5	3,7;2,9;3,4;3,1
2	<i>Artocarpus altilis</i>	5	10	13,3	6,2	1,6;1,7;1;1,2
3	<i>Artocarpus altilis</i>	15	52	10	5,1	2,2;2;1,9;2,1
4	<i>Artocarpus altilis</i>	34	55	13	5,5	1,9;1,7;1,9;2
5	<i>Artocarpus altilis</i>	62	25	13,5	6,7	1,5;1,7;1,2;1,7
6	<i>Artocarpus altilis</i>	76	18	13,6	6,5	1,7;2,1;2,2;1,9
7	<i>Cordia alliodora</i>	20	0	11,2	8,2	1,6;2;1,5;2,1
8	<i>Cordia alliodora</i>	30	0	12,2	18	2;2,2;2,3;2,1
9	<i>Cordia alliodora</i>	40	0	15	8,7	2,7;2,1;2,6;2
10	<i>Cordia alliodora</i>	50	0	11,1	8,2	2;1,8;2,3;2,2
11	<i>Cordia alliodora</i>	60	0	11,4	8,5	2,4;2,2;2,2,1
12	<i>Cordia alliodora</i>	70	0	10,2	8,2	1,1;1,30;0,5;0,2
1	<i>Persea americana</i>	9	57	31,8	15	3,8;3,6;2,8;2,8
2	<i>Pentacletra macroloba</i>	32	55	35	18	4,4;3,6;5,9;5,3
3	<i>Pentacletra macroloba</i>	47	46	36	17,6	3,3;3,4;2,7;2,6
4	<i>Vochysia ferruginea</i>	65	50	64,8	25	8,7;9;9,2;9,1
5	<i>Pentacletra macroloba</i>	73	3	58,6	23	6,1;5,3;5,9;5,7
6	<i>Cecropia peltata</i>	95	25	10,2	5	1;1,2;0,8;1
7	<i>Vochysia guatemalensis</i>	56	33	40,6	19,2	5,2;5,8;5;2;5,3
8	<i>Cecropia peltata</i>	47	4	35	17	9,5;9,2;9;9,2
9	<i>Pentacletra macroloba</i>	35	13	44,2	17,8	7,1;8;7,2;7,3
10	<i>Pentacletra macroloba</i>	61	3	21	12,3	3,9;6,8;6,2;4,2

11	<i>Cecropia peltata</i>	32	4	21,9	8,5	8,7;9;9,2;8,8
12	<i>Cecropia peltata</i>	19	21	29	10	9;9,5;9,2;8,9
13	<i>Erythrina fusca</i>	21	2	50	21,7	7,8;4,1;9,5;7,6
14	<i>Vochysia ferruginea</i>	93	40	20,2	15	4,2;4,6;4,2;4
15	<i>Casearia arbórea</i>	12	2	12,4	9,2	4,3;4,4;4,6;4,6
16	<i>Inga sp.</i>	6	24	11	8	5,1;5,3;5;4,9
17	<i>Erythrina fusca</i>	4	3	38,5	15,6	6,,2;6,5;6,5;6,1
18	<i>Cecropia peltata</i>	3	42	34	17,7	7,3;7,1;7;6,8
19	<i>Cecropia peltata</i>	19	33	31,9	17,5	6,2;6;6;6,1
20	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	40	29	47	16	5;5,1;5;5,3

**Apéndice E.** Resumen de distanciamientos de las especies (metros) registradas en las áreas con forestería análoga.

Nombre científico	Nombre común	Distanciamientos identificados (m)
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	Dispersa en el área*
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	En líneas a 10x10 m, en linderos y disperso en el área
<i>Vochysia ferruginea</i>	Botarrama	Dispersa en el área*
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Chancho	Dispersa en el área*
<i>Platysmiscium parviflorum</i>	Cristóbal	Dispersa en el área*
<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán	Especie de regeneración, dispersa en el área
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Lagartillo	Especie de regeneración, dispersa en el área
<i>Erythrina sp.</i>	Poró	En lindero y a 3x3 m

<i>Casearia arborea</i>	Guacimillo del pinar	Especie de regeneración, dispersa en el área
<i>Inga sp.</i>	Guaba	En lindero
<i>Artocarpus altilis</i>	Fruta de pan	Dispersa en el área*
<i>Persea americana</i>	Aguacate	En hilera a 5x5 m
<i>Ficus insípida</i>	Chilamate	Especie de regeneración, dispersa en el área
<i>Dipteryx oleifera</i>	Almendro de montaña	Especie de regeneración, dispersa en el área
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	Especie de regeneración, dispersa en el área
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	En bloque a 3x3 m, y en hileras intercalado con pimienta
<i>Vanilla fragrans</i>	Vainilla	En bloque: 3x3 m
<i>Piper nigrum</i>	Pimienta	En bloque a 3x3 m, y en hilera intercalado con cacao
<i>Cinnamomum vera</i>	Canela	En hilera a 3x3 m y 6x6 m, disperso en bloque de cacao
<i>Mangifera indica</i>	Mango	En callejones a 6x6 m y a 5x5 m
<i>Cocos nucifera</i>	Palma	En líneas de 6x6 m, intercalado con palmito
<i>Bactris gasipaes</i>	Palmito	En líneas a 2x2 m, intercalado con pipas
<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	En líneas a 2x2 m, intercalado con yuca
<i>Manhiot esculenta</i>	Yuca	En líneas a 2x2 m, intercalado con plátano y/o banano
<i>Cymbopogon nardus</i>	Zacate de limón	En lindero, y en los extremos de los bloques de

*Nota: 1:* Adilia y Pedro. **Finca 2:** Ericka y Antonio. **Finca 3:** Elena y Alexis. **Finca 4:** Familia Sánchez. **Finca 5:** Hubert y Francisca. \*No se identificó un patrón de siembra.

**Apéndice F. Registro de las etapas de recolección de información.**

**Apéndice F1.** Visita inicial a las fincas, aplicación de la encuesta a cada productor. Imagen tomada en la finca de Adilia y Pedro García, así como la de Huber y Francisca, el día **22/07/21**.



**Apéndice F2.** Toma de datos en campo en cada una de las fincas evaluadas, medición de diámetros en la finca de Ericka y Antonio, así como la medición de copa con el apoyo del equipo de FUNDECOR y el productor Hubert Godínez, el día **24/03/2022**.

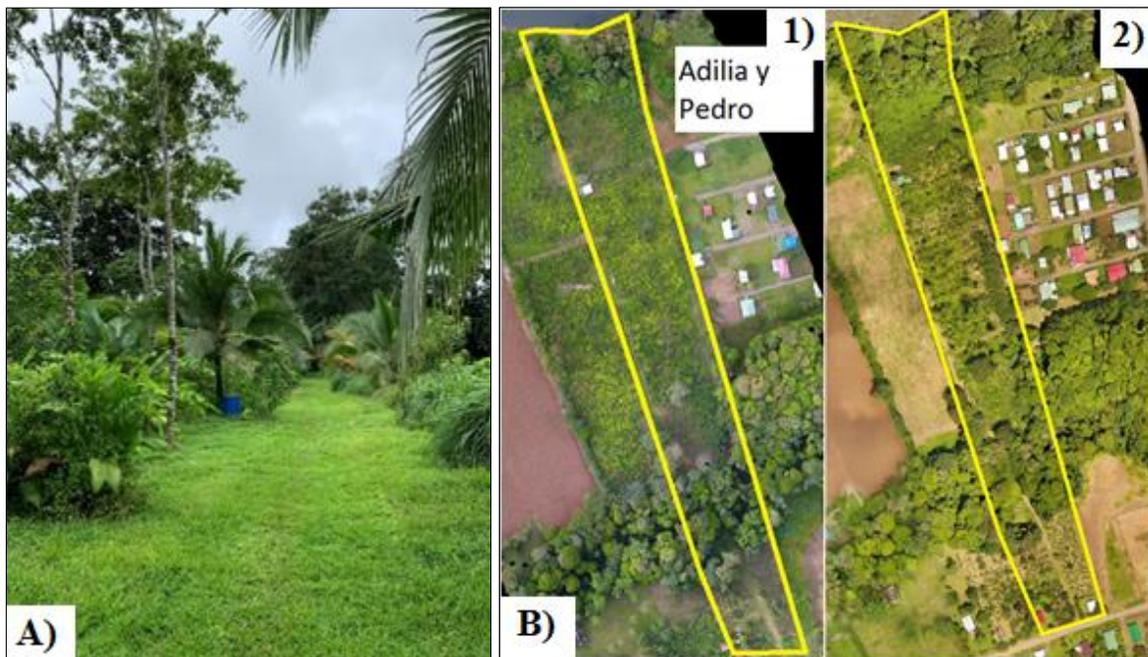


**Apéndice F3.** Entrega y explicación del folleto informativo con la matriz FODA a cada productor. Imagen tomada con los integrantes de la familia Sánchez, el día **31/05/2022**.



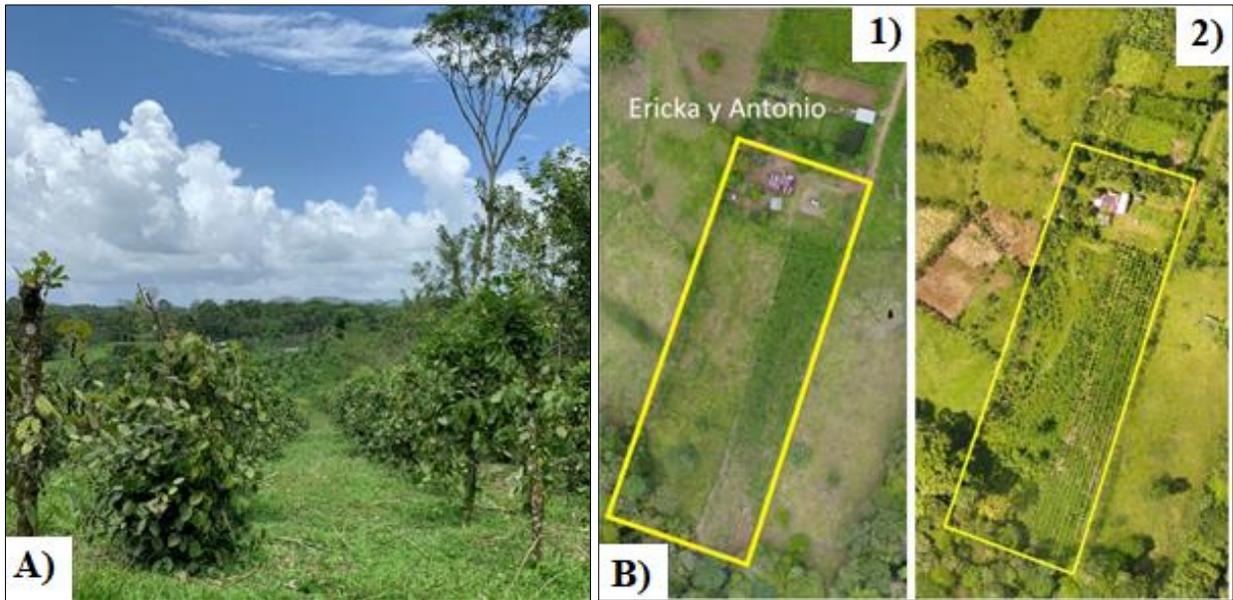
**Apéndice G.** Cobertura actual de las fincas con forestería análoga.

**Apéndice G1.** Cobertura actual de la finca de Adilia y Pedro.



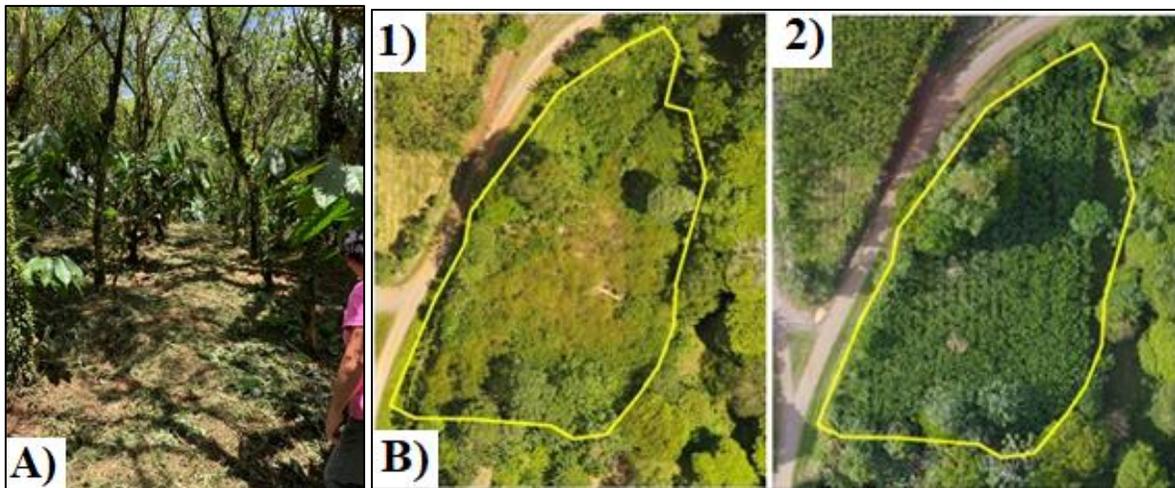
*Nota:* **A)** Entrada principal de la finca, a la izquierda se encuentra el área con forestería análoga. **B)** Imagen aérea de la finca. **1)** cobertura de la finca antes de iniciar el proyecto de forestería análoga (imagen tomada en agosto, 2019), **2)** cobertura actual de la finca (imagen tomada el 08 de noviembre, 2021). *Fuente:* FUNDECOR (2021).

**Apéndice G2.** Cobertura actual de la finca de Ericka y Antonio.



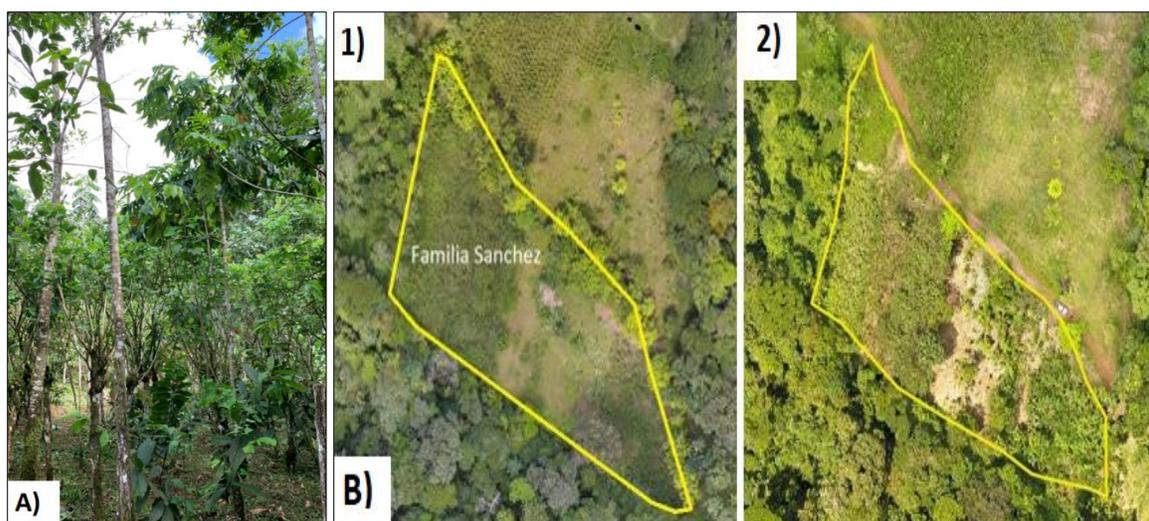
*Nota:* **A)** Área con forestería análoga, cultivo en hileras de pimienta, utilizando como tutor la especie forestal *Erythrina sp.* (poró). **B)** Imagen aérea de la finca. **1)** cobertura de la finca antes de iniciar el proyecto de forestería análoga (imagen tomada en julio, 2019), **2)** cobertura actual de la finca (imagen tomada el 08 de noviembre, 2021). *Fuente:* FUNDECOR (2021).

**Apéndice G3.** Cobertura actual de la finca de Elena y Alexis.



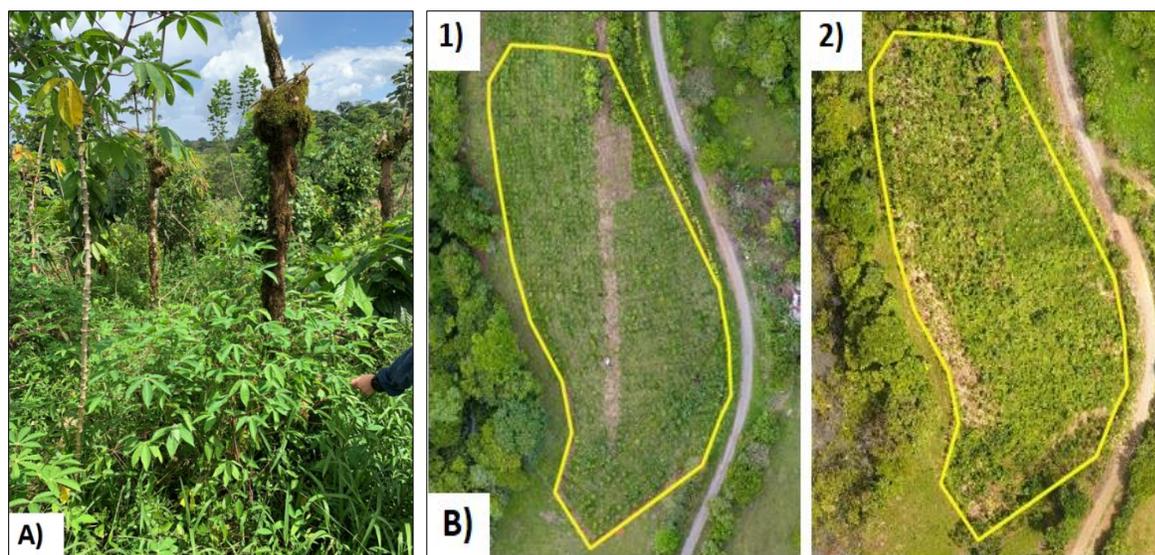
*Nota:* **A)** Área con forestería análoga, asocio del cacao con especies presentes en su finca. **B)** Imagen aérea de la finca. **1)** cobertura de la finca antes de iniciar el proyecto de forestería análoga (imagen tomada en julio, 2019), **2)** cobertura actual de la finca (imagen tomada el 08 de noviembre, 2021). *Fuente:* FUNDECOR (2021).

**Apéndice G4.** Cobertura actual de la finca de la familia Sánchez.



*Nota:* **A)** Área con forestería análoga, especies de porte alto que conforman el estrato de sotobosque. **B)** Imagen aérea de la finca. **1)** cobertura de la finca antes de iniciar el proyecto de forestería análoga (imagen tomada en julio, 2019), **2)** cobertura actual de la finca (imagen tomada el 08 de noviembre, 2021). *Fuente:* FUNDECOR (2021).

#### **Apéndice G5.** Cobertura actual de la finca de Francisca y Hubert.

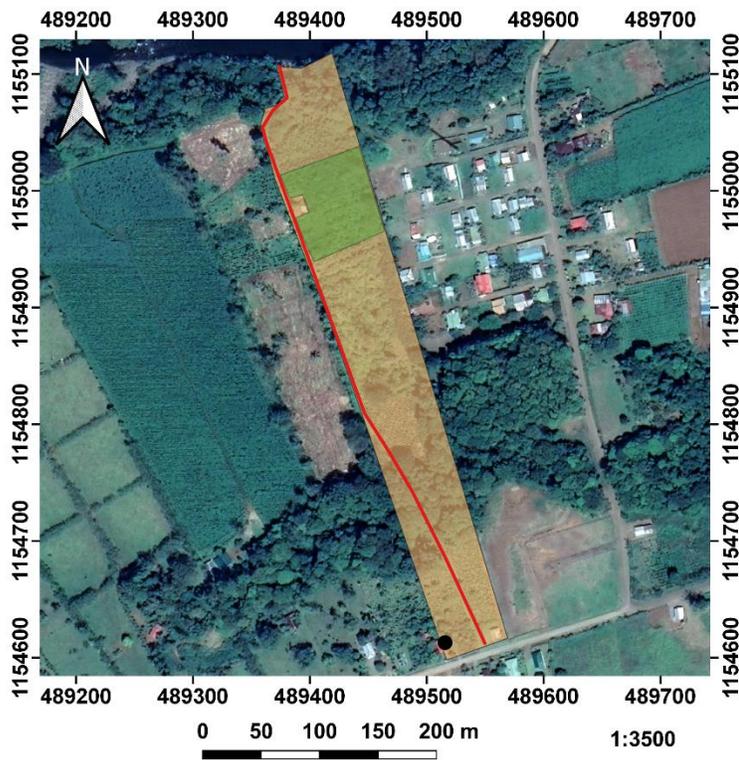


*Nota:* **A)** Área con forestería análoga, asocio de la pimienta con especies presentes en su finca. **B)** Imagen aérea de la finca. **1)** cobertura de la finca antes de iniciar el proyecto de forestería análoga (imagen tomada en julio, 2019), **2)** cobertura actual de la finca (imagen tomada el 08 de noviembre, 2021). *Fuente:* FUNDECOR (2021).

#### **Apéndice H.** Delimitación de las áreas bajo forestería análoga.

##### **Apéndice H1.** Área con forestería análoga en la finca de Adilia y Pedro García.

**Área con forestería análoga en la finca de Adilia y Pedro, ubicada en el Roble de La Virgen de Sarapiquí**

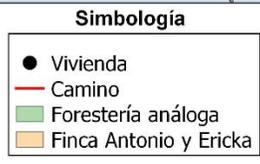
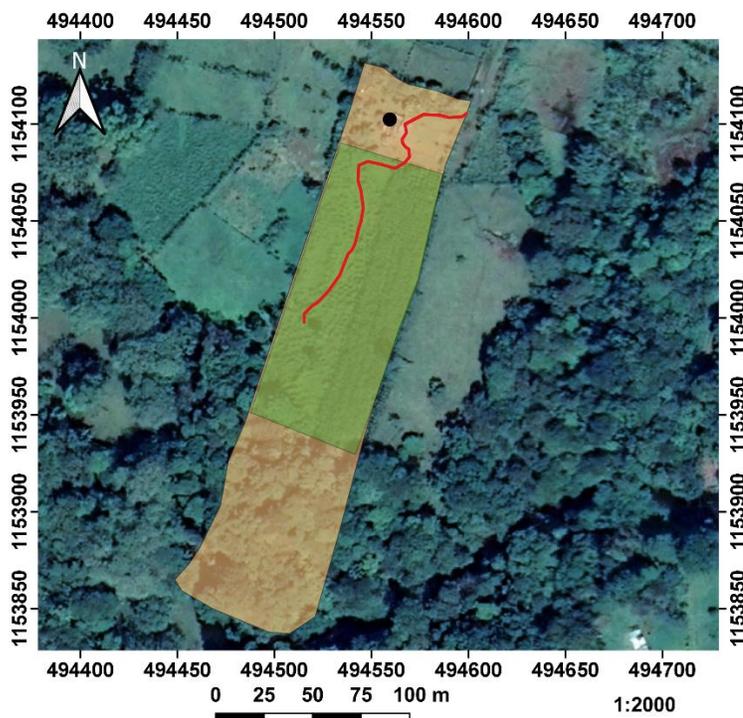


Sist. Coordenadas: CRTM05  
 Datum: WGS84  
 Base geográfica: Inventario Nacional Forestal (2015),  
 Ortiz-Malavasi (2014), FUNDECOR (2021).  
 Unidades: metros  
 Fecha: 2022  
 Elaborado por:  
 Pablo Navarro Flores



**Apéndice H2. Área con forestería análoga en la finca de Antonio y Ericka Cedeño.**

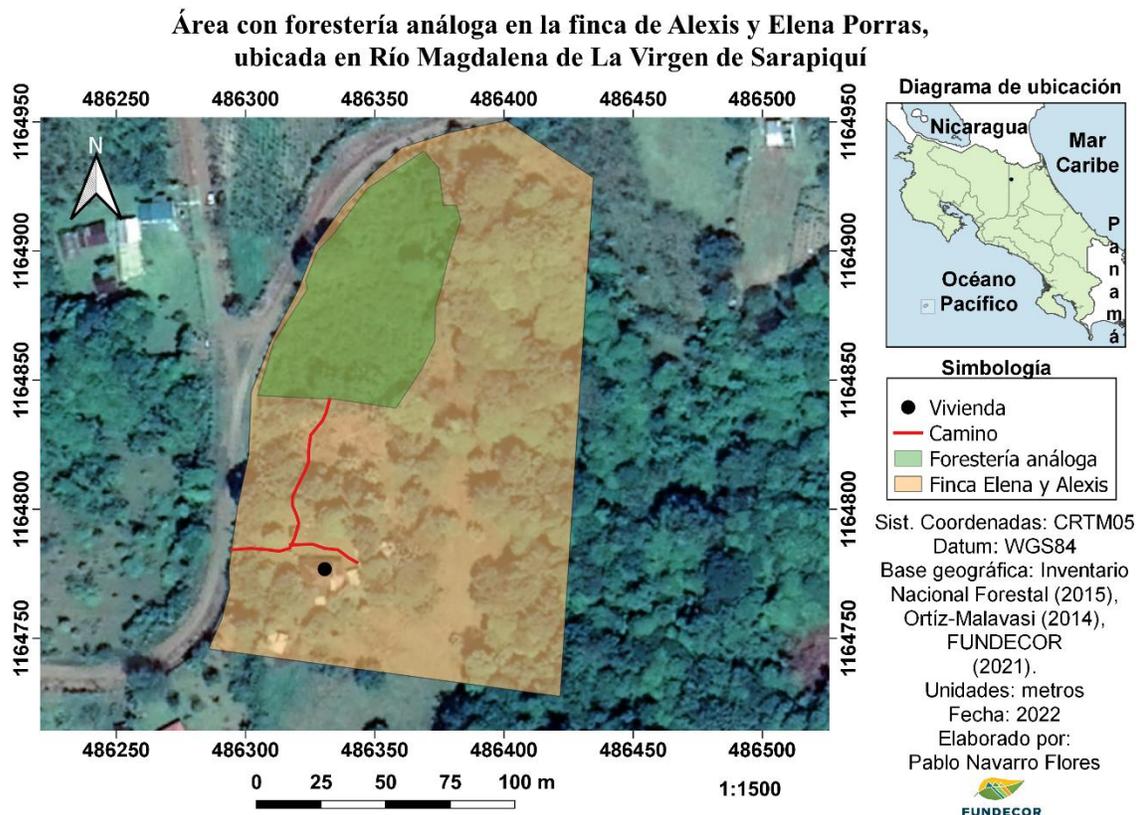
**Área con forestería análoga en la finca de Ericka y Antonio, ubicada en Linda Vista de La Virgen de Sarapiquí**



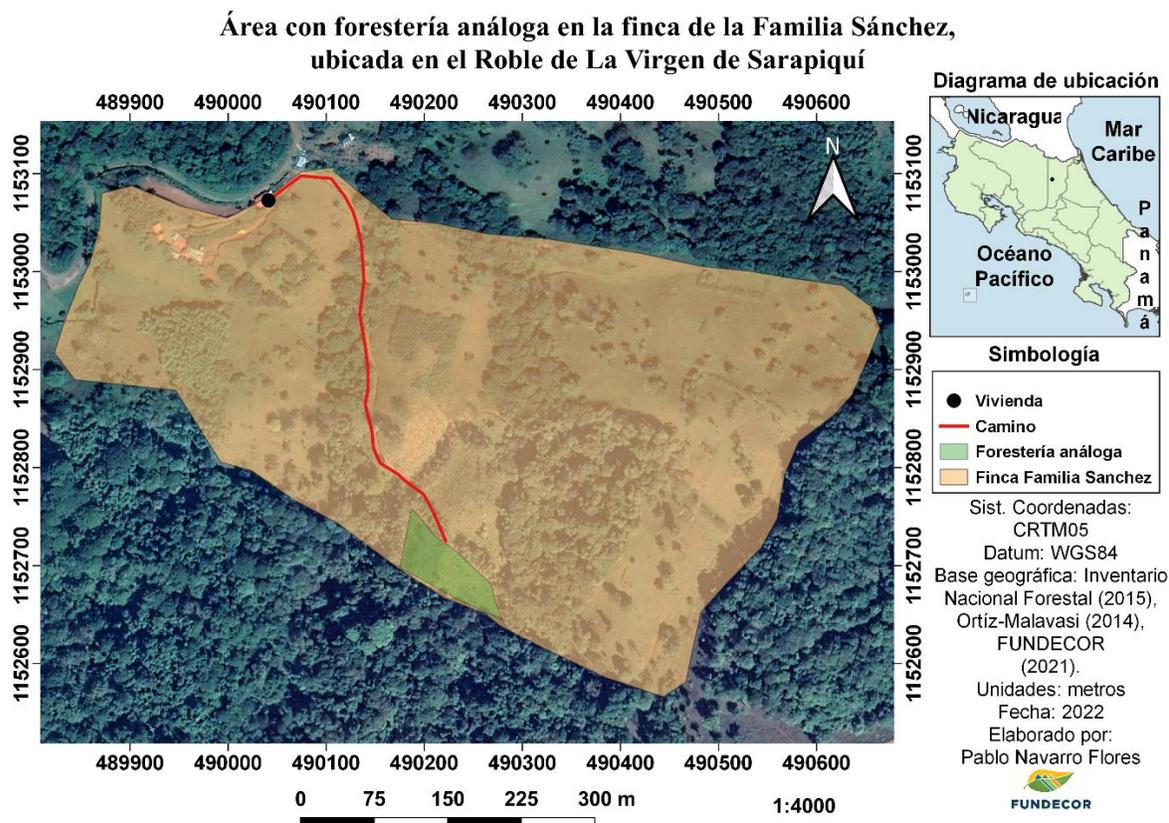
Sist. Coordenadas: CRTM05  
 Datum: WGS84  
 Base geográfica: Inventario Nacional Forestal (2015),  
 Ortiz-Malavasi (2014), FUNDECOR (2021).  
 Unidades: metros  
 Fecha: 2022  
 Elaborado por:  
 Pablo Navarro Flores



**Apéndice H3.** Área con forestería análoga en la finca de Alexis y Elena Porras.



**Apéndice H4.** Área con forestería análoga en la finca de Familia Sánchez.



**Apéndice H5.** Área con forestería análoga en la finca de Francisca y Hubert Godínez.

**Área con forestería análoga en la finca de Francisca y Hubert,  
ubicada en Río Magdalena de La Virgen de Sarapiquí**

