

**Análisis de fragmentación y herramientas de
manejo del paisaje en el Corredor Biológico
La Unión, Honduras**

José Antonio Molina González

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

Análisis de fragmentación y herramientas de manejo del paisaje en el Corredor Biológico La Unión, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

José Antonio Molina González

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Análisis de fragmentación y herramientas de manejo del paisaje en el Corredor Biológico La Unión, Honduras

José Antonio Molina González

Resumen. Los paisajes naturales se encuentran bajo presión constante de factores antropogénicos que generan fragmentación y esto afecta el movimiento natural de las especies y su comportamiento. Es necesario evaluar la condición de los paisajes y así proponer planes de acción. El Corredor Biológico La Unión presenta gran riqueza natural y actualmente es objeto de un proyecto de conservación de la biodiversidad apoyado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). Este corredor carecía de un análisis de fragmentación, por lo que en este estudio se evaluó el estado del subcorredor propuesto por JICA y la conectividad de su paisaje por medio de diferentes métricas de Fragstats®. Además, se identificaron las causas y efectos de la fragmentación, así como prácticas de manejo del paisaje por medio de talleres participativos. La agricultura cuenta con una elevada densidad de parches, siendo esta categoría la principal causa de la fragmentación. Entre las diferentes herramientas de manejo de paisaje identificadas por los actores claves están los sistemas agroforestales de café bajo sombra y silvopastoriles. Para el establecimiento de estos, se elaboró el diseño y presupuesto con base en una hectárea. La implementación de estos sistemas a futuro podría resultar en la conservación de cobertura vegetal y la preservación de especies en el corredor.

Palabras clave: Árbol de problemas, presupuesto, sistema agroforestal.

Abstract. Natural landscapes are constantly under pressure from anthropogenic factors that generate fragmentation, which affects the natural movement and behavior of species. It is necessary to evaluate the condition of the landscape to propose methods of action. La Union Biological Corridor contains natural richness and is the focus of a biological conservation project supported by JICA. This corridor lacked a fragmentation analysis, so in this study, the condition of the sub corridor and its connectivity were evaluated via different metrics in Fragstats®. Furthermore, the causes and effects of fragmentation were evaluated as well as landscape management practices via participatory workshops. Agriculture, the principal category causing fragmentation, has a high patch density. Among the different landscape management tools identified by the key actors were shade-grown coffee and silvopastoral agroforestry systems. For the establishment of these systems, a design and budget was proposed for an area of one hectare. The future implementation of these systems could result in an increase of land cover and preservation of species in the corridor.

Key words: Agroforestry system, budget, problem tree.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	27
5. RECOMENDACIONES.....	28
6. LITERATURA CITADA.....	29
7. ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Índices de fragmentación a nivel de paisaje del subcorredor, CBLU, Honduras...	10
2. Índices de fragmentación a nivel de clase en subcorredor, CBLU, Honduras.	12
3. Índices de fragmentación a partir de ecosistemas, CBLU, Honduras.	16
4. Costo aproximado de establecer una hectárea de café bajo sombra.....	21
5. Costo aproximado de establecer una hectárea de sistema silvopastoril.	23
6. Costo aproximado de establecer un multiestrato silvopastoril.	25

Figuras	Página
1. Ubicación del Corredor Biológico La Unión, Honduras.....	3
2. Mapa de usos y coberturas, CBLU, Honduras.	9
3. Densidad de borde, densidad de parche y red vial, CBLU, Honduras.	11
4. Porcentaje del paisaje a nivel de clase en subcorredor, CBLU, Honduras.....	12
5. Índice de parche mayor a nivel de clase en subcorredor, CBLU, Honduras.....	13
6. Relación entre el NP y CA en el subcorredor, CBLU, Honduras.	14
7. Densidad de parches a nivel de Ecosistemas, CBLU, Honduras.	15
8. Árbol de problemas de las comunidades evaluadas.	17
9. Árbol de objetivos de las comunidades evaluadas.	19
10. Arreglo de café bajo sombra de cedro.	22
11. Arreglo silvopastoril de Leucaena en gavetas.	24
12. Arreglo silvopastoril de Leucaena y Teca.	26

Anexos	Página
1. Ejemplo de cómo inicia la agricultura migratoria.	31
2. Presupuesto del escenario uno de café bajo sombra.....	32
3. Presupuesto del escenario dos de café bajo sombra.	34
4. Presupuesto del escenario uno de sistema silvopastoril.	35
5. Presupuesto del escenario dos de sistema silvopastoril.....	36
6. Presupuesto del escenario uno de sistema silvopastoril multiestrato.	37
7. Presupuesto del escenario dos de sistema silvopastoril multiestrato.....	39

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas presentan un deterioro debido a la búsqueda de estabilidad económica, que a su vez genera una demanda en áreas de producción dejando como resultado avances en la frontera agrícola (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). Los ecosistemas de las áreas protegidas no están exentos a sufrir problemas de deterioro y estos se relacionan principalmente a los cambios en los usos y coberturas del suelo. Las especies con limitada población y baja tasa reproductiva, que necesitan de paisajes continuos, son vulnerables a la fragmentación (García, 2002).

La fragmentación del paisaje se da a partir de parches, generados por los cambios de uso del suelo que producen discontinuidades en el panorama (Mas & Correa, 2000). La fragmentación se mide por medio de índices que relacionan la superficie total a analizar con distancias medias entre áreas y densidad media de la región a evaluar (Gurrutxaga, 2003). La finalidad de los análisis de fragmentación es proporcionar información de manera concreta y sistemática sobre la situación ambiental de una región para la toma de decisiones (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España [MARM], 2010).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) facilitan el análisis del estado del paisaje ya que permiten manipular información espacial de un territorio y visualizar los datos de forma gráfica. El principal insumo para este tipo de análisis es la cartografía de usos y coberturas de la tierra de un área de interés. A mayor escala y mayores niveles de agregación de las categorías se espera un mejor análisis del paisaje para así orientar acciones de manejo.

En Honduras se han realizado estudios de fragmentación del paisaje para algunas áreas, tales como para El Parque Nacional Celaque en el cual se encontró fragmentación en la cobertura de matorrales debido a la actividad agrícola ubicada en la zona de amortiguamiento (Coronado, 2014). Por otro lado, en el Corredor Biológico del Caribe hondureño la matriz de la cobertura vegetal se encontró fragmentado debido a la intervención humana ya que es un área de alta productividad (Mejía, 2013). En un estudio de fragmentación de distintos escenarios a futuro en la costa norte de Honduras se evaluó la vulnerabilidad al cambio climático y se proyectó un aumento en áreas productivas y mayores cambios en el paisaje (Sanders, Mclean, & Manueles, 2013).

El Corredor Biológico La Unión (CBLU) se encuentra formado por los municipios de Yuscarán, Güinope, Oropolí y áreas de uso forestal de La Escuela Agrícola Panamericana en la zona de Santa Inés. En este corredor se han realizado diversos estudios relacionados a características sociodemográficas de la población. Además, existe una caracterización de la biodiversidad actual y los distintos ecosistemas vegetales que hay en el corredor (Comité Local de Gestión del Corredor Biológico La Unión, 2018).

Para el análisis de fragmentación es importante resaltar que el mapa de usos y coberturas de la República de Honduras publicado en el 2014, indica que el 45.8% del territorio del corredor se encuentra bajo cobertura de matorrales y bosque de pino, seguido de un 17.9% de producción agropecuaria y el resto se encuentra bajo otros usos de menor representación. Por medio de múltiples estudios, la diversidad de los distintos ecosistemas del corredor ha sido parcialmente caracterizada y se conoce de su valor al contener una serie de especies endémicas de la zona. Sin embargo, es necesario contar con un estudio de fragmentación y proponer algunas acciones de manejo del paisaje en el área del corredor.

Para proporcionar un manejo adecuado de los recursos naturales es necesario conocer con que se cuenta y así proveer las condiciones óptimas para el desarrollo de acciones. La pérdida de hábitat, causada por la fragmentación del paisaje, es considerada como una de las principales amenazas de la diversidad biológica de un área (Santos & Tellería, 2006). Es por ello que es necesario llevar a cabo un análisis de fragmentación para la evaluación actual de un territorio y así proponer medidas de manejo.

Las acciones de manejo de este corredor están bajo el Comité del Corredor Biológico La Unión, mismo que se encuentra interesado en un estudio que evalúe la fragmentación total del corredor, subcorredor interno y de áreas de interés para el manejo de microcuencas hidrográficas. Por otro lado, es importante que a partir de la evaluación actual del paisaje se tomen medidas de manejo del mismo y se espera que se hagan efectivas con la ayuda de donantes como la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) presente en este territorio.

En este corredor se aplicaron métricas para analizar el estado del paisaje a partir de los datos geográficos de usos y coberturas de la tierra del 2014, mismos que fueron actualizados con datos de áreas forestales afectadas por la plaga del gorgojo para los años 2014-2018. Con el fin de proponer herramientas de manejo del paisaje se priorizó un área con alto nivel de fragmentación y respaldada por los actores clave del comité del corredor. La puesta en marcha de la propuesta quedará a cargo de los tomadores de decisión y los objetivos de este proyecto fueron:

- Evaluar el estado del paisaje del subcorredor por medio de indicadores de fragmentación.
- Identificar de forma participativa las causas y efectos de la fragmentación de un área priorizada dentro del corredor.
- Proponer herramientas de manejo del paisaje para áreas priorizadas dentro del corredor.

2. METODOLOGÍA

Área de estudio.

El estudio se enmarcó en el CBLU, ubicado en los municipios de Yuscarán, Güinope, Oropolí y área forestal de la Escuela Agrícola Panamericana de la zona de Santa Inés (Figura 1). En la actualidad, el CBLU cuenta con distintos usos y coberturas de la tierra, siendo los matorrales los que cubren con un 23.9% el territorio, el 21.9% por bosque de pino ralo, el 17.9% por área de producción agropecuaria, 13.3% de pino denso y un 23% por otros usos.

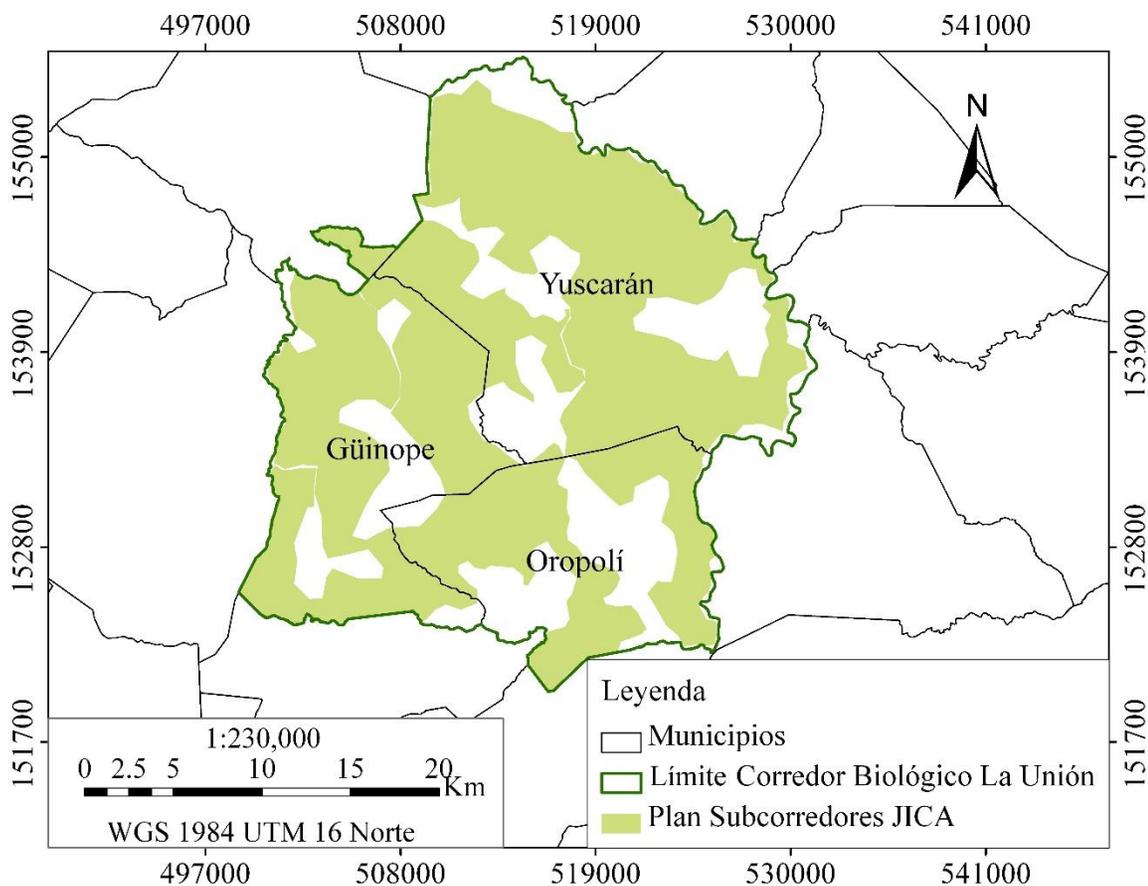


Figura 1. Ubicación del Corredor Biológico La Unión, Honduras.

Procedimiento para métricas de fragmentación.

Para el análisis de fragmentación fue necesario el uso de la cartografía de usos y coberturas de un territorio. En este estudio se usó el mapa de la República de Honduras publicado en el 2014 y se hizo una extracción de este para el área del corredor y subcorredor. El cual fue propuesto por JICA, establecido con base en la conectividad de microcuencas a las áreas boscosas. Este mapa se actualizó con los datos de las áreas forestales afectadas por la plaga del gorgojo (*Dendroctonus sp.*) donde han cambiado ciertas áreas de cobertura en el corredor.

Según el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal y Vida Silvestre (ICF, 2016), entre 2014 y el 2016 en el área protegida de Monserrat de 1,002 hectáreas de pino resultaron afectadas 110 por esta plaga. La información geográfica actualizada de las áreas afectadas fue provista por el ICF al año 2018. Además, se contó con datos actualizados de los cafetales en el municipio de Yuscarán provistos por la Fundación Yuscarán.

Una vez se actualizaron y transformaron al formato requerido los usos y coberturas se procedió a la aplicación de las métricas o indicadores de fragmentación del paisaje. El análisis se hizo por medio de los programas FRAGSTATS® y ArcGIS® donde se aplicaron diferentes índices para su interpretación. A continuación, se describen los indicadores que se usaron en el análisis de fragmentación para el subcorredor interno del corredor Bibliológico La Unión.

Área de Parches (AREA). Este indicador provee el espacio que se ocupa por un parche, y se puede asociar en ciertos casos con abundancia de especies en la zona. En estos casos el área de parches se usa para modelar distintos aspectos como son: riqueza de especies, ocupación de los parches y distribución de especies (McGarigal & Marks, 1994). Para el cálculo se usó la ecuación 1.

$$\text{Área (ha)} = a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right) \quad [1]$$

Donde:

a_{ij} = Área (m²) del parche ij de referencia

Número de Parches (NP). Indica la cantidad de parches que hay en cada clase. Esta información se asocia con procesos ecológicos dependiendo del contexto del paisaje que se busca relacionar (McGarigal & Marks, 1994). Para el cálculo se usa la ecuación 2.

$$NP = n_i \quad [2]$$

Donde:

n_i = Número de parches en el paisaje

Densidad de Parches (PD). Indicador similar al de número de parches ya que expresa la cantidad del mismo por una unidad de área definida ayudando al momento de comparar paisajes de varios tamaños. La densidad de parches puede tomar áreas determinadas.

Mayores densidades están asociadas a mayor fragmentación del paisaje (McGarigal & Marks, 1994). Para el cálculo se usa la ecuación 3.

$$PD = \frac{n_i}{A} (10,000)(100) \quad [3]$$

Donde:

n_i = Número de parches en el paisaje

A = Área total

Índice de Parche Mayor (LPI). Indica el porcentaje de área que compone el parche de mayor tamaño en la totalidad del área (McGarigal & Marks, 1994). Para el cálculo se hace uso de la ecuación 4.

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^n (a_{ij})}{A} (100) \quad [4]$$

Donde:

J = Área de parche más grande

A = Área total

Porcentaje del Paisaje (PLAND). Toma porcentajes del área que está ocupada por cada respectiva clase de parche (McGarigal & Marks, 1994). Para el cálculo se hace uso de la ecuación 5.

$$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100) \quad [5]$$

Donde:

A_{ij} = Área (m^2) del parche ij de referencia

j = Área de parche más grande

A = Área total

Densidad de Borde (ED). Es una suma de longitudes de borde dependientes de un solo tipo de clase con base en el área total convertido a una hectárea para su análisis (McGarigal & Marks, 1994). Para el cálculo se hace uso de la ecuación 6.

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^{m'} e_{ik}}{A} (10,000) \quad [6]$$

Donde:

$m' = \#$ de tipos de parches

e_{ik} = Longitud total del borde del paisaje analizado entre clases

A = Área total

Área de Clase (CA). Es la suma de todas las áreas de todos los parches que componen una clase en un paisaje (McGarigal & Marks 1994). Para el cálculo se hace uso de la ecuación 7.

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right) \quad [7]$$

Donde:

A_{ij} = Área (m^2) del parche ij de referencia

Además de los indicadores numéricos, en Fragstat® existe un análisis llamado Ventana Móvil o “Moving Window” implementado a nivel de paisaje, el cual genera archivos en formato raster presentando el comportamiento espacial de las métricas. Las métricas que se analizaron fueron la densidad de borde y densidad de parche. A partir de los rasters generados, se procedió a hacer mapas para ilustrar el estado actual del subcorredor de las métricas deseadas.

Análisis de causas y efectos.

Una vez finalizada la aplicación de los índices se prepararon gráficos y mapas para socializarlos con dos grupos de actores, donde identificaron las causas, efectos y soluciones ante la fragmentación del área de estudio. En los procesos de desarrollo es muy importante la participación de la sociedad en el análisis de un problema y así buscar soluciones conjuntas. En este caso, se priorizaron dos comunidades tomando en cuenta el alto nivel de fragmentación y el interés del Comité Local de Corredor Biológico la Unión. Las causas y efectos se consiguieron a partir de talleres de consulta, mismos que se realizaron con los actores clave (productores, Junta de Agua, Patronato y miembros del comité).

Los talleres se llevaron a cabo en las comunidades de Los Lainez en Yuscarán y Loma Verde en Güinope. Lainez es una comunidad que se vio afectada gravemente por la plaga de gorgojo y los rubros principales son la venta de resina y la agricultura de subsistencia. Por un lado, Loma Verde se caracteriza por ser una zona principalmente productora de café.

En el primer taller realizado en cada comunidad se hizo uso de la herramienta “árbol de problemas”. Esta técnica participativa ayudó a identificar las causas y efectos de manera organizada y permitió integrar las opiniones de los distintos actores de las comunidades (Román, 1999). Previo a realizar el árbol de problemas se socializaron las condiciones actuales de la zona. Posteriormente, se inició con la lluvia de ideas en el árbol de problemas y las opiniones fueron sometidas a discusión y se consensuaron con el fin de determinar las causas y efectos. Finalmente, se esquematizaron los resultados del árbol de problemas.

En el segundo taller se hizo uso de la herramienta “árbol de objetivos”, esta técnica se basa en plantear de manera positiva el árbol de problemas ayudando a determinar las áreas de intervención planteadas por los proyectos (Martínez & Fernández, 2008). Se discutió con los distintos actores como convertir el problema central identificado en el árbol de problemas en un objetivo a alcanzar. Una vez se planteó el objetivo central a partir del árbol de problemas se propusieron los medios necesarios para lograr dicho objetivo. Se plantearon los fines o resultados, mismos que luego se esquematizaron y discutieron con los actores para su aprobación.

Herramientas de manejo de paisaje.

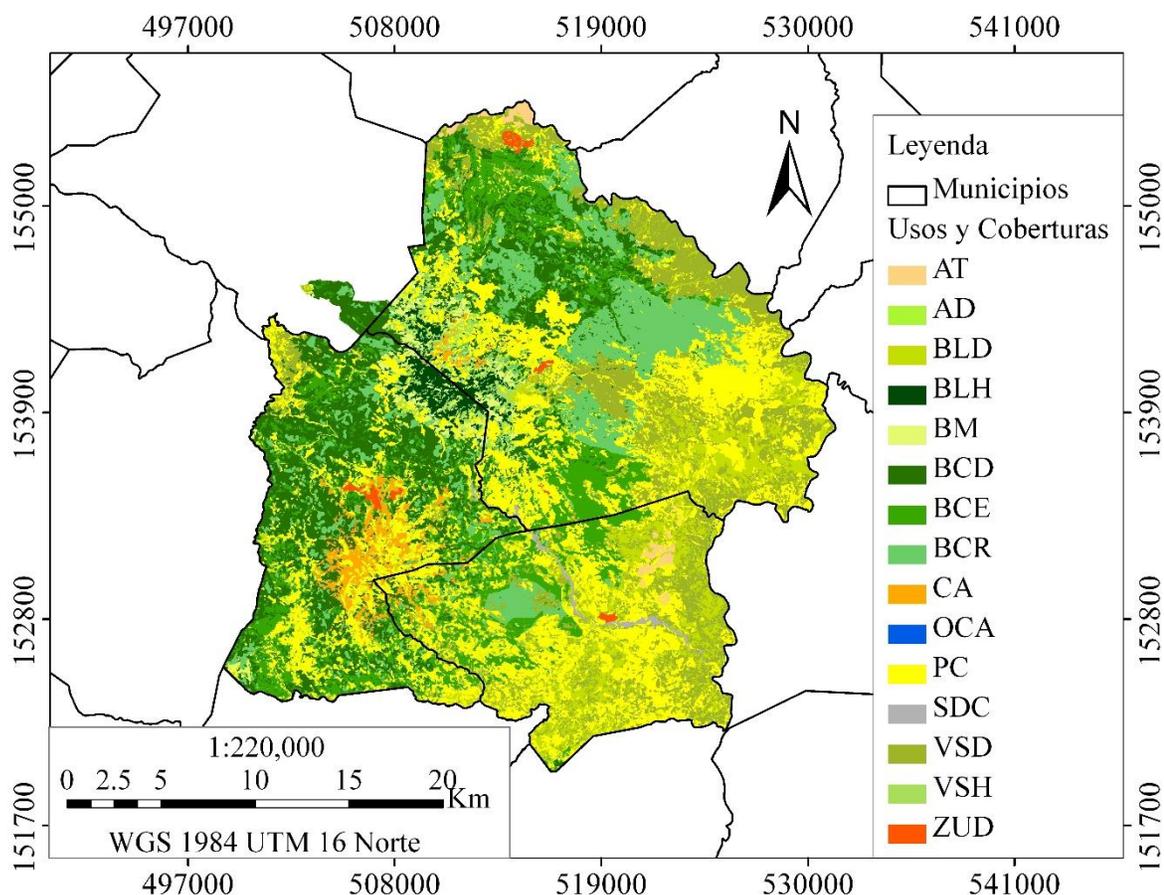
Al definir las causas y efectos en las áreas priorizadas se procedió a proponer Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP) orientadas a la clase que ejerce más presión en la fragmentación. Entre algunas HMP están las prácticas tales como cercas vivas, sistemas agroforestales para la producción y restauración ecológica. El objetivo principal de las HMP es de proveer soluciones a problemas de conectividad integrando distintas prácticas que unen el paisaje y proveen refugio a las especies (Rubiano & Guerra, 2014). Según Cassanova-Lugo, Ramírez-Avilés, Parsons, Caamal-Maldonado, Piñeiro-Vázquez, & Díaz-Echeverría (2016), la aplicación de sistemas agroforestales aumenta la riqueza, abundancia y diversidad de especies en comparación a la agricultura convencional.

Considerando las herramientas elegidas se crearon dos presupuestos en base a una hectárea y se generaron los arreglos o diseños de establecimiento de los sistemas agroforestales en el programa Adobe Illustrator®. Este presupuesto se compartió con el Comité Local de Corredor Biológico y así ellos podrán evaluar la utilidad para implementar acciones en las distintas áreas de interés.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se actualizo el mapa de usos y coberturas con la información provista por el ICF de las áreas afectadas por el gorgojo al 2018 y áreas de producción de café con datos del 2019 proporcionados por la Fundación Yuscarán (Figura 2). La plaga del gorgojo generó cambios en los usos y coberturas en lo que compone el subcorredor propuesto por JICA. Este subcorredor se extiende por 50,561.37 ha, de las cuales un 14% fue afectado por la plaga. Estas áreas afectadas se categorizaron como bosque de pino en regeneración debido al deterioro que generó y al manejo que recibió para el saneamiento del brote en cada sitio.

En el Corredor Biológico La Unión se presentan tres ecosistemas importantes, siendo estos bosques húmedos, bosque de pino y bosque seco. En la Figura 2 se puede observar la presencia considerable de bosque húmedo entre los municipios de Güinope y Yuscarán donde se ubica La Reserva Biológica Monserrat. Al Este del corredor biológico predomina el bosque seco mismo que caracteriza al municipio de Oropolí (Comité Local de Gestión del Corredor Biológico La Unión, 2018). Al borde Oeste del corredor predomina el bosque de pino en las áreas forestales de Zamorano, Yuscarán y Güinope.



AT = Agricultura tecnificada, AD = Árboles dispersos, BLD = Bosque latifoliado decíduo, BLH = Bosque latifoliado húmedo, BM = Bosque mixto, BCD = Bosque de conífera denso, BCE = Bosque de conífera ralo, BCR = Bosque de conífera ralo, CA = Cafetales, OCA = Otros cuerpos de agua, PC = Pastos y Cultivos, SDC = Suelos desnudos continentales, VSD = Vegetación secundaria decídua, VSH = Vegetación secundaria húmeda, ZUD = Zona urbana discontinua.

Figura 2. Mapa de usos y coberturas, CBLU, Honduras.

Al realizar las actualizaciones se observó que en áreas de regeneración de pino existía un traslape en ciertas áreas de cafetales, siendo estas, contiguas a cafetales previamente existentes. Se observó en campo este cambio de uso en la comunidad de Loma Verde, Güinope. Ante esta situación, es recomendable evaluar los cambios de uso y así proponer mecanismos de control y seguimiento a las áreas afectadas por la plaga del gorgojo.

El subcorredor propuesto por JICA a nivel de paisaje cuenta con aspectos relevantes a la fragmentación. El índice de parche mayor (LPI) es de 4.82 indicando que el parche de mayor tamaño del subcorredor compone una limitada parte del paisaje con un área de 2,437.05 ha (Cuadro 1). En el paisaje existe gran cantidad de parches de reducido tamaño observado en la media del área (AREA_MN) de 3.4 ha.

Cuadro 1. Índices de fragmentación a nivel de paisaje del subcorredor, CBLU, Honduras.

Nombre de la métrica	Sigla en inglés	Total	Unidades
Área Total	TA	50,561.37	ha
Número de Parches	NP	14,728.00	Ninguno
Densidad de Parche	PD	29.13	Número/100ha
Índice de Parche Mayor	LPI	4.82	Porcentaje
Densidad de Borde	ED	177.66	m/ha
Media del Área	AREA_MN	3.43	ha

Los mapas generados a partir del análisis de ventana móvil de Fragstats® de Densidad de Borde (ED) y Densidad de Parche (PD) ilustran en qué áreas se concentran los parches de menor o mayor tamaño en el área analizada (Figura 3; A y B). Los parches de menor densidad se presentan en cuatro categorías principales que son; bosque de conífera denso, bosque de conífera ralo y bosque de conífera en regeneración. Los parches en los cuales se observa menor fragmentación se encuentran en el área del subcorredor ubicada en Yuscarán y se dan en la categoría de bosque de conífera en regeneración. Al Este del subcorredor se ubican parches extensos de bosque de conífera denso.

En las áreas donde hay mayor densidad se presenta área boscosa en conjunto de vegetación secundaria y agricultura. Igualmente se observa que existe una influencia generada por las redes viales, siendo estas en su mayoría veredas o caminos que dan acceso a nuevas áreas para la agricultura (Figura 3; C). El mapa de usos y coberturas no cuenta con las carreteras, sin embargo, el subcorredor posee 540 km de red vial de los cuales 88% pertenece a veredas en áreas rurales. Según Delgado, Arévalo, & Fernández-Palacios (2004), la red de carreteras es una de las principales causas de fragmentación de los ecosistemas terrestres.

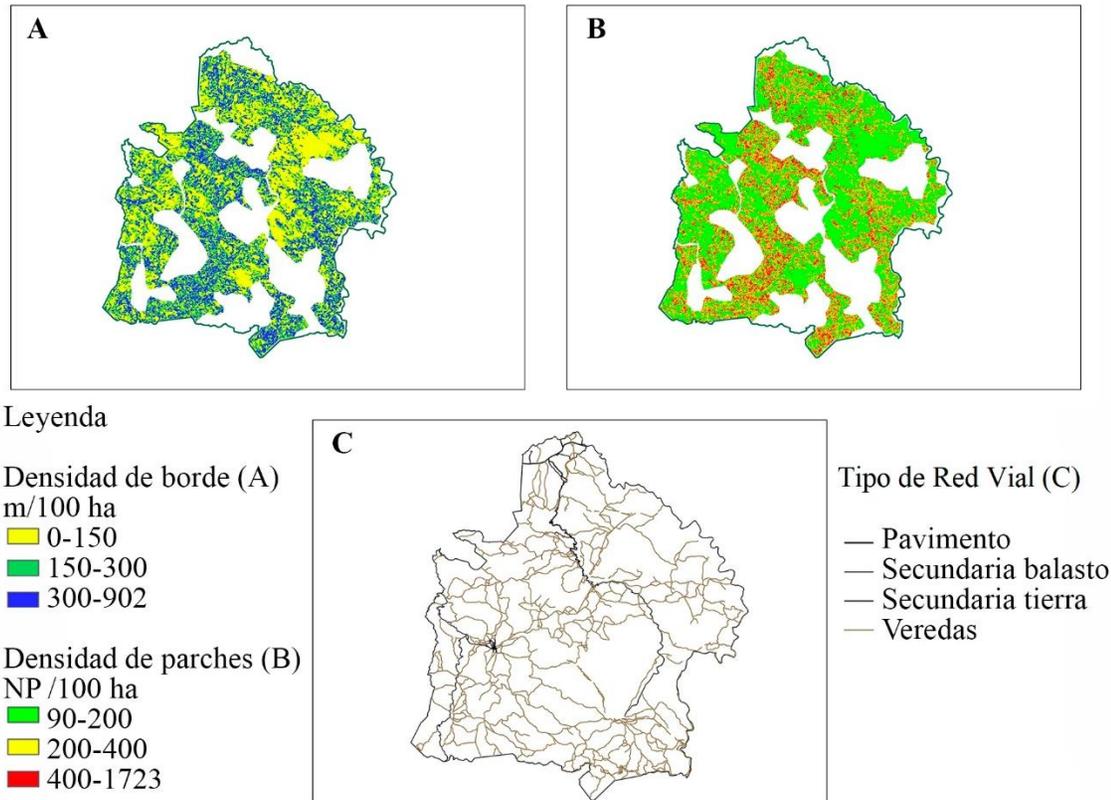


Figura 3. Densidad de borde, densidad de parche y red vial, CBLU, Honduras.

En una comparación entre las distintas métricas de fragmentación a nivel de clase en el subcorredor se pueden resaltar aspectos de interés (Cuadro 2). Se observa un 47.74% de cobertura de las clases pertenecientes a categorías de bosques que se agruparon en base a el Sistema de Clasificación de Mapas Forestales y Cobertura de la Tierra de Honduras. De igual manera, se presencia un 32.33% de cobertura de las clases asociadas a distintas etapas de sucesión vegetal. Se recalca que en el área del subcorredor existe presencia de actividades humanas como son las clases de agricultura (AG) y cafetales (CA) los cuales componen un 18.12% del área de estudio.

Cuadro 2. Índices de fragmentación a nivel de clase en subcorredor, CBLU, Honduras.

Clase	CA (Ha)	PLAND (%)	NP	PD (#/100/Ha)	LPI (LPI)	ED (m/Ha)	AREA_MN (Ha)
AG	8,128	16.1	1,991	3.94	0.7	65.8	4.1
VSD	8,015	15.9	1,077	2.13	3.1	58.5	7.4
BCR	7,136	14.1	815	1.61	4.8	22.4	8.8
BCE	8,432	16.7	2,782	5.50	2.3	62.1	3.0
BCD	9,829	19.4	2,873	5.68	2.9	59.0	3.4
BLD	3,931	7.8	780	1.54	1.4	31.3	5.0
BM	834	1.7	317	0.63	0.2	6.2	2.6
VSH	1,198	2.4	394	0.78	0.2	14.2	3.0
BLH	1,120	2.2	123	0.24	1.4	6.9	9.1
CA	1,030	2.0	236	0.47	0.6	8.0	4.4
Otros	907	1.8	3,340	6.61	0.1	20.9	0.3

El porcentaje del paisaje a nivel de clase indica que las categorías predominantes en el subcorredor corresponden al bosque de conífera denso (BCD), bosque de conífera ralo (BCE) y agricultura (AG) componen el 50% de la cobertura del subcorredor. Los bosques de pino se presencian principalmente en el occidente del Corredor Biológico La Unión donde se ubica el 44% entre 1,500-1,925 msnm y el 50% entre 1,000-1,500 msnm y una precipitación anual de 1,000 mm (Comité Local de Gestión del Corredor Biológico La Unión, 2018).

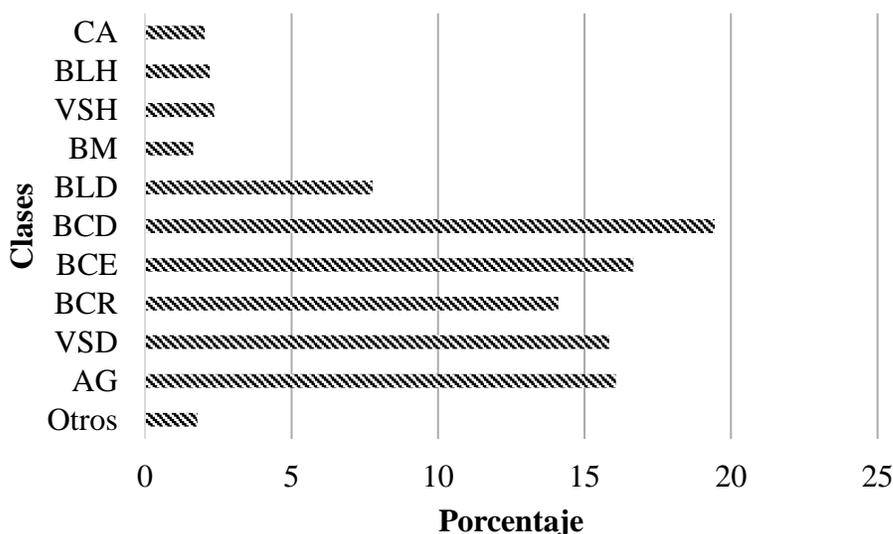


Figura 4. Porcentaje del paisaje a nivel de clase en subcorredor, CBLU, Honduras.

El índice de parche mayor (LPI) a nivel de clase recalca cuales son los parches que en general cuentan con pequeña extensión en el paisaje (Figura 5). Según Guneroglu, Acar, Dihkan, Karsli, & Guneroglu (2013), los valores reducidos de LPI indican que el paisaje está compuesto por muchos parches pequeños y esto hace que se aumente el nivel de fragmentación. El parche de mayor tamaño se genera en la clase en bosque de conífera en regeneración (BCR) seguido de vegetación secundaria decidua (VSD) que se presencia al Este del Corredor Biológico la Unión.

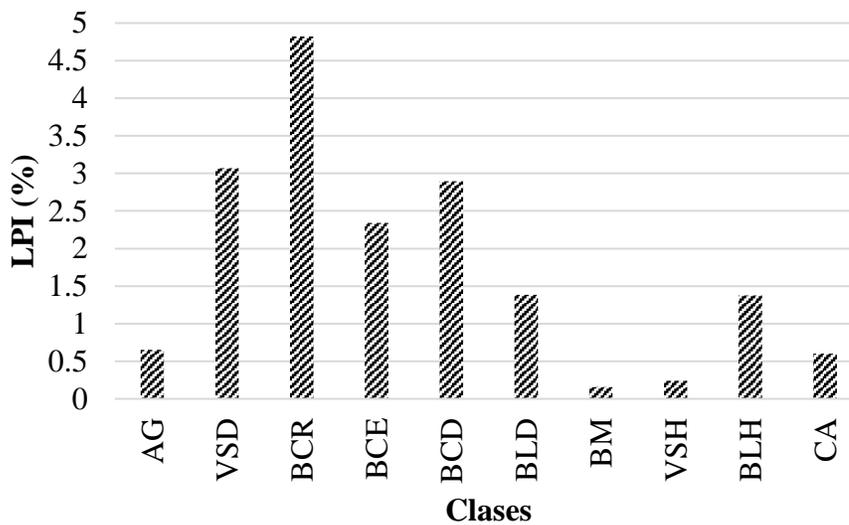


Figura 5. Índice de parche mayor a nivel de clase en subcorredor, CBLU, Honduras.

La comparación entre las métricas de área de clase (CA) y número de parche (NP) ilustra las categorías que componen gran parte del territorio y que cuenta con gran cantidad de parches. La categoría de bosques de conífera denso (BCD) cuenta con gran extensión de área y elevado número de parches indicando fragmentación elevada (Figura 6). Es de interés observar de igual manera la categoría de bosque de conífera en regeneración (BCR) ya que esta categoría compone gran parte del subcorredor, aunque no cuenta con muchos parches. La categoría de bosque de conífera en regeneración surge por la plaga del gorgojo. En Honduras, esta plaga se ha estado monitoreado desde 1982 donde se observó que entre los años 2014-2016, se dio un pico de brotes con un área afectada a nivel nacional de 526,746 ha (ICF, 2016).

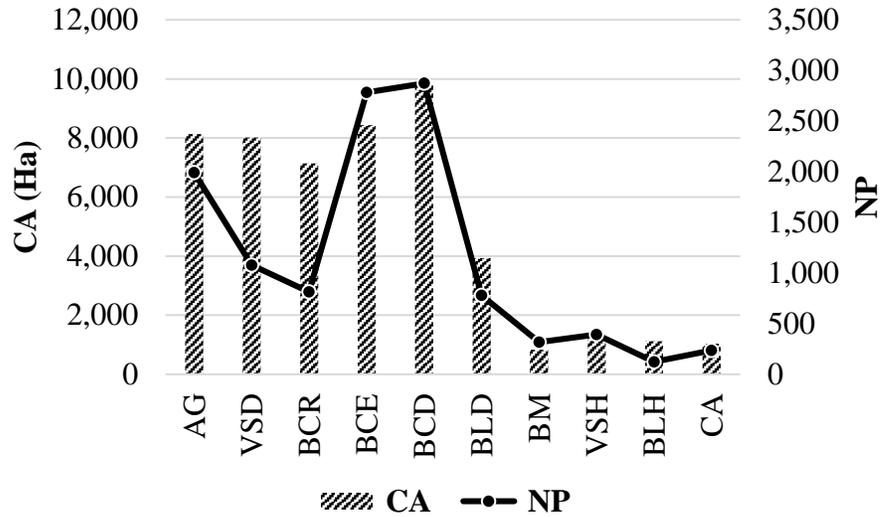
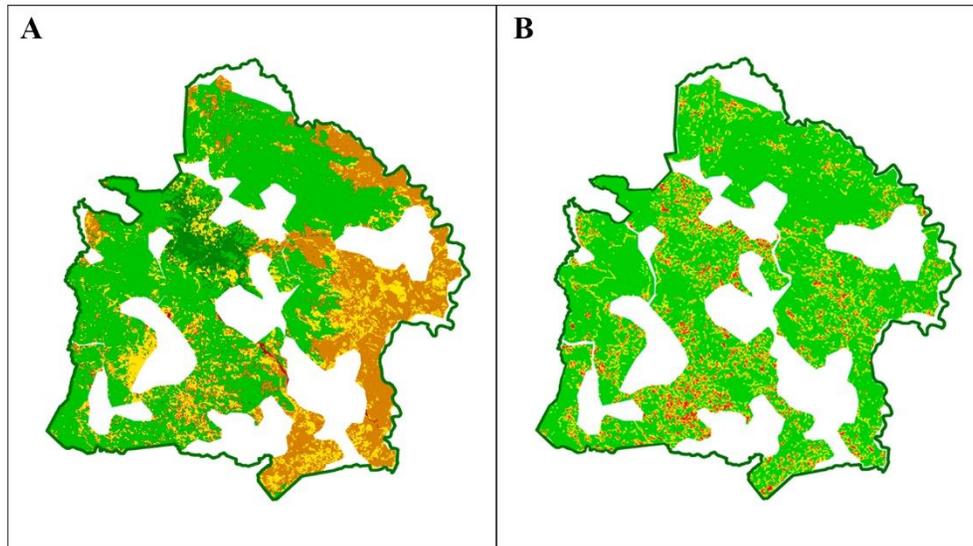


Figura 6. Relación entre el NP y CA en el subcorredor, CBLU, Honduras.

El subcorredor está compuesto por tres ecosistemas boscosos y por ello se consideró analizar la fragmentación que se genera en los mismos en conjunto con la agricultura (Figura 7; A). Según Saunders, Hobbs & Margules (1991), el grado de conectividad en el paisaje es uno de los factores determinantes en la respuesta de la biota a la fragmentación. De igual manera se cuenta con el análisis de ventana móvil a nivel de paisaje donde se observa que las áreas en la cuales se da la agricultura cuentan con una alta densidad de parche por área (Figura 7; B).



Leyenda

Ecosistemas (A)
 Agricultura
 Bosque conífera
 Bosque deciduo
 Bosque húmedo
 Otros

Densidad de parches (B)
 NP/100 ha
 900-200
 200-400
 400-1723

Figura 7. Densidad de parches a nivel de Ecosistemas, CBLU, Honduras.

El análisis de fragmentación también se corrió a nivel de clase ecosistémica (Cuadro 3). Cabe recalcar que la agricultura compone un 18% del paisaje total con unos 1,927 parches, esto da a entender que son múltiples parches a lo largo del paisaje generando así la fragmentación. Igualmente, de las categorías relevantes en el análisis, la agricultura es la que presenta menor valor de índice de parche mayor (LPI) y mayor densidad de parche (PD) indicando ser la causa de fragmentación en el paisaje. Misma que genera efecto de borde y según Domínguez (2016), genera cambios abióticos y bióticos que afectan el comportamiento de las especies.

Cuadro 3. Índices de fragmentación a partir de ecosistemas, CBLU, Honduras.

Clase	CA (Ha)	PLAND (%)	NP	PD (#100/Ha)	LPI (%)	ED (m/Ha)	AREA_MN (Ha)
Agricultura	9,159	18.11	1,927	3.81	1.3	70.48	4.75
Bosque Deciduo	11,946	23.63	787	1.56	6.5	47.05	15.18
Bosque Conífera	26,232	51.88	474	0.94	18.0	48.87	55.34
Bosque Húmedo	2,318	4.58	260	0.51	3.6	11.99	8.91
Otros	907	1.79	3,340	6.61	0.1	20.93	0.27

Es importante recalcar que a partir de los análisis de fragmentación que se llevaron a cabo se observó que la principal causa que afecta la continuidad del paisaje es la agricultura. Es por ello que se decidió realizar talleres en comunidades dentro del corredor, donde se discutieron las posibles causas de la pérdida de área boscosa. De los talleres se generó el árbol de problemas, en la base del árbol, los participantes señalaban las posibles causas de la fragmentación de paisaje en la zona como la roza y quema, la extracción de leña y otras (Figura 8). En la copa se mencionaban los efectos que tenía sobre ellos como la escasez de agua y la degradación de los suelos.

La leña para el consumo doméstico fue una de las causas discutidas para la pérdida de cobertura boscosa. En Honduras, varios estudios de balances energéticos indican que la leña es la fuente principal de energía (CEPAL, 2018). Según Flores (2012), la leña en la matriz energética se mantiene constante con el paso del tiempo y esta deforestación es una situación que se vive en las comunidades del CBLU.

Por otro lado, se identificó la roza y quema como una causa de deforestación y esta es una práctica cultural que genera pérdida de bosques, degradación de suelos y avance de la frontera agrícola. Según Dourojeanni (2016), al hacer roza y quema se siembran cultivos anuales por un período corto de tiempo en el cual se reduce la productividad y esto conlleva a la agricultura migratoria. Esta práctica a lo largo del tiempo va generando parches en el paisaje donde se presenta la agricultura y vegetación secundaria.

De los efectos discutidos cabe recalcar la escasez de agua como uno de los principales temas de los que se menciona en ambas comunidades. Según Poca, Cingolani, Gurvich, Whitworth-Hulse, & Palmieri (2017), la pérdida de cobertura boscosa afecta la infiltración de un área afectando la capacidad de liberar lentamente agua a los ríos. Impactando en la captación de agua de las comunidades a lo largo del año en especial la época seca.

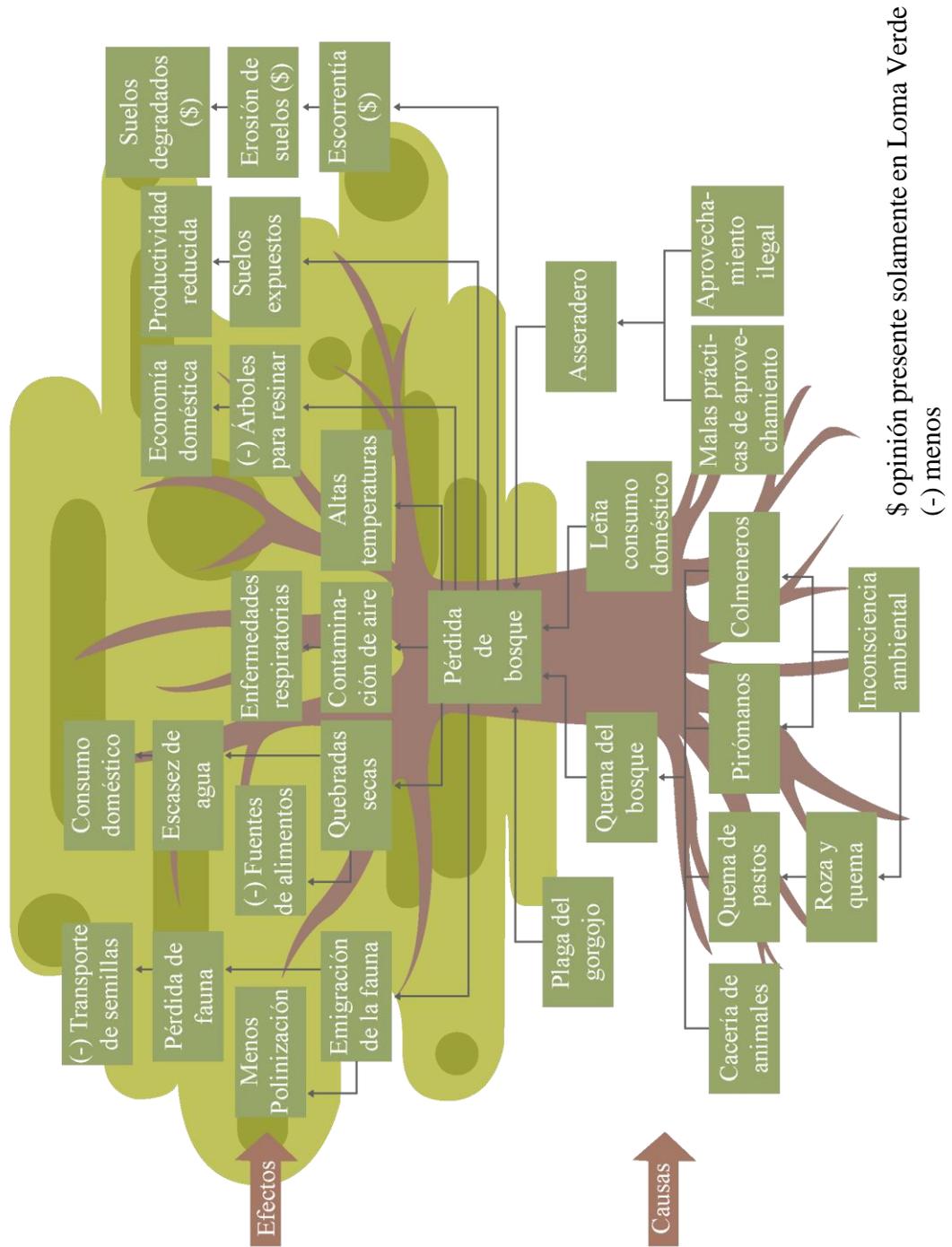


Figura 8. Árbol de problemas de las comunidades evaluadas.

Una vez se discutieron las causas y efectos en las comunidades, los participantes de los talleres comprendieron el estado actual del entorno. Esta herramienta funcionó como base para conocer las áreas de trabajo y las necesidades de mejoras o potencialidades que existen en para mejorar la conectividad estructural del corredor.

A partir del árbol de problemas se hizo uso de una segunda herramienta llamada árbol de objetivos que se observa en la Figura 9. En esta herramienta se discutió con los participantes de las comunidades las posibles soluciones que se pueden dar a los conflictos presente en el área a raíz del problema central.

En el árbol de soluciones en la parte inferior o de raíces se presenta los medios, entre los discutidos está el monitoreo y aplicación de ley para evitar que exista aprovechamiento ilegal y consecuentemente la perdida de bosque. Además de los incentivos legales, en Honduras se han implementado acciones bajo la perspectiva de sistema social forestal y según Gatto & Pokorny (2014), este enfoque contribuye a la reducción de la deforestación en un territorio nacional. En este sentido en CBLU se encuentra la Cooperativa Guadalupe quien tiene un área asignada bajo contrato de manejo forestal.

También, se identificó con incentivos como un medio la reforestación, siendo esta una herramienta que se implementa generalmente cuando se encuentra un sistema degradado y se busca una recuperación rápida. Sin embargo, se conoce que la regeneración natural presenta ventajas en lo que compone la recuperación natural del sistema (Chazdon, Guariguata, Lamb, Walder, Chokkaingam, & Shono, 2017). Aunque se ha demostrado que la reforestación en ciertos sitios es capaz de lograr parcialmente recuperación estructural del bosque (Ventura-Ríos, Plasencia-Escalante, Hernández, Ángeles-Pérez & Aldrete, 2017) y estos esfuerzos de reforestación ya se están llevando a cabo en área del corredor.

Por otro lado, se identificó la asistencia en la agricultura asociada a las herramientas de manejo de paisaje debido que los agricultores relacionaron prácticas como sistemas silvopastoriles como posibles soluciones hacia la recuperación de bosque. Los sistemas silvopastoriles están bajo una de las ramas de lo que se conoce como sistemas agroforestales. Según Rubiano & Guerra (2014), los sistemas agroforestales son capaces de generar conectividad estructural y dependiente del arreglo contribuyen a la conservación de la biodiversidad.

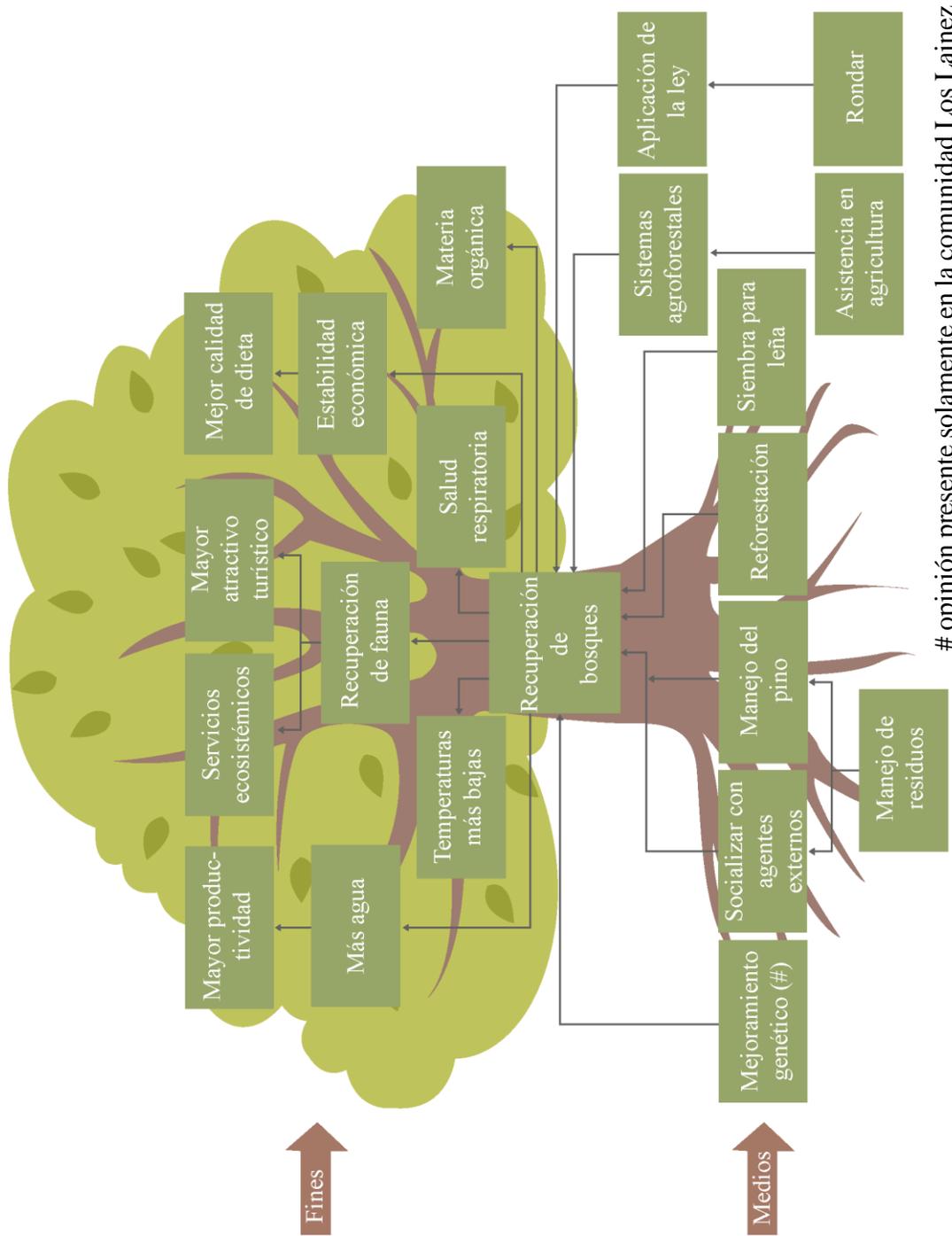


Figura 9. Árbol de objetivos de las comunidades evaluadas.

El análisis de fragmentación a nivel de ecosistemas, indica que la agricultura juega un papel importante y entre los medios del árbol de soluciones se encuentran herramientas de manejo del paisaje asociadas a la agricultura. En este sentido, se propone trabajar con sistemas agroforestales y silvopastoriles. La posible implementación de estos sistemas puede generar cambios en la cobertura con la función de unir estructuralmente el paisaje.

El primer sistema agroforestal propuesto se compone de café bajo sombra, mismo que presenta aspectos positivos como son la conservación de cobertura vegetal y la preservación de especies (Sánchez, Ulloa, & Marques, 2012). Este sistema se basa en el asocio de café con una especie arbórea para generar sombra, especie que puede ser maderable con el fin de proveer ingresos a futuro por medio de certificados de aprovechamiento.

Se presentan dos escenarios presupuestarios de café bajo sombra en una hectárea (Cuadro 4). El escenario uno contempla los costos desde el establecimiento del semillero al trasplante en el punto de siembra. El segundo escenario se da a partir de compra de plántulas, transporte a sitio y siembra. Se observa que el escenario uno presenta menores costos de implementación en comparación con el escenario dos.

Cuadro 4. Costo aproximado de establecer una hectárea de café bajo sombra.

Escenario 1. Establecimiento de viveros		Escenario 2. Compra de plántulas	
Actividad	Costo (HNL)	Actividad	Costo (HNL)
Café		Café	
Establecimiento de semillero	1,100.00	Compra de plántulas	28,700.00
Elaboración de infraestructura	810.00	Trasplante a campo	26,000.00
Establecimiento de vivero	7,500.00	Cedro	
Mantenimiento de vivero	2,700.00	Compra de plántulas	5,655.00
Trasplante a campo	26,000.00	Trasplante a campo	1,565.00
Cedro			
Establecimiento de semillero	1,275.00		
Establecimiento de vivero	660.00		
Mantenimiento de vivero	775.00		
Trasplante a campo	1,565.00		
Total	42,386.00	Total	61,920.00

El arreglo agroforestal que se propone se basa en la siembra de café a 2×2 m y árboles ya sean maderables o frutales a 6×6 m (Murgueitio, Glindo, Chará, & Uribe, 2016). A partir de los distanciamientos, se calculó 5,000 plántulas de café y 277 plántulas de *Cedrela odorata* (Cedro) como maderable por hectárea (Figura 10).

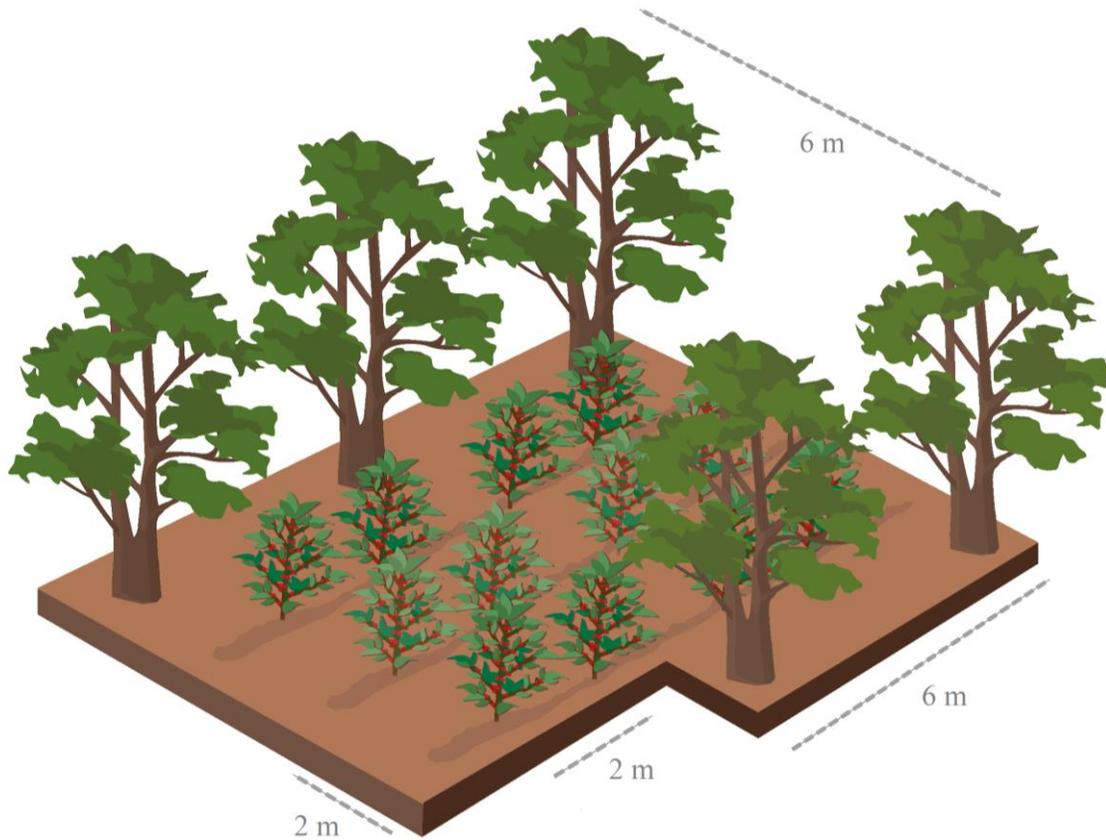


Figura 10. Arreglo de café bajo sombra de cedro.

El segundo sistema propuesto es la aplicación de un arreglo silvopastoril que se compone de pasto en asocio con especies arbóreas. Los sistemas silvopastoriles generan servicios ambientales como son el secuestro de carbono y conservación de la biodiversidad (Ibrahim, Villanueva, Casasola, & Rojas, 2006).

En el Cuadro 5, se presentan dos escenarios presupuestarios para establecer pastos con *Leucaena salvadorensis*. El primero considera costos desde el establecimiento del vivero de *Leucaena* en el sitio hasta el trasplante en campo y el segundo desde la compra de plántulas al establecimiento en campo. Se observa una diferencia de HNL 7,650.00 entre el escenario uno y dos, siendo el uno el más favorable económicamente.

Cuadro 5. Costo aproximado de establecer una hectárea de sistema silvopastoril.

Escenario 1. Establecimiento de vivero de Leucaena		Escenario 2. Compra de plántulas de Leucaena	
Actividad	Costo (HNL)	Actividad	Costo (HNL)
Leucaena		Leucaena	
Establecimiento de semillero	1,090.00	Compra de plántulas	45,000.00
Elaboración de infraestructura	810.00	Trasplante a campo	15,250.00
Establecimiento de vivero	3,875.00	Pastos	
Mantenimiento de vivero	825.00	Establecimiento	2,500.00
Trasplante a campo	15,250.00		
Pastos			
Establecimiento	2,500.00		
Total	24,350.00	Total	62,750.00

El arreglo silvopastoril que se propone es de gavetas a 6×1 para permitir el paso de los animales y que aprovechen como alimento las leguminosas y los pastos. En la Figura 11, se observa el diseño de cómo sería el establecimiento en campo.

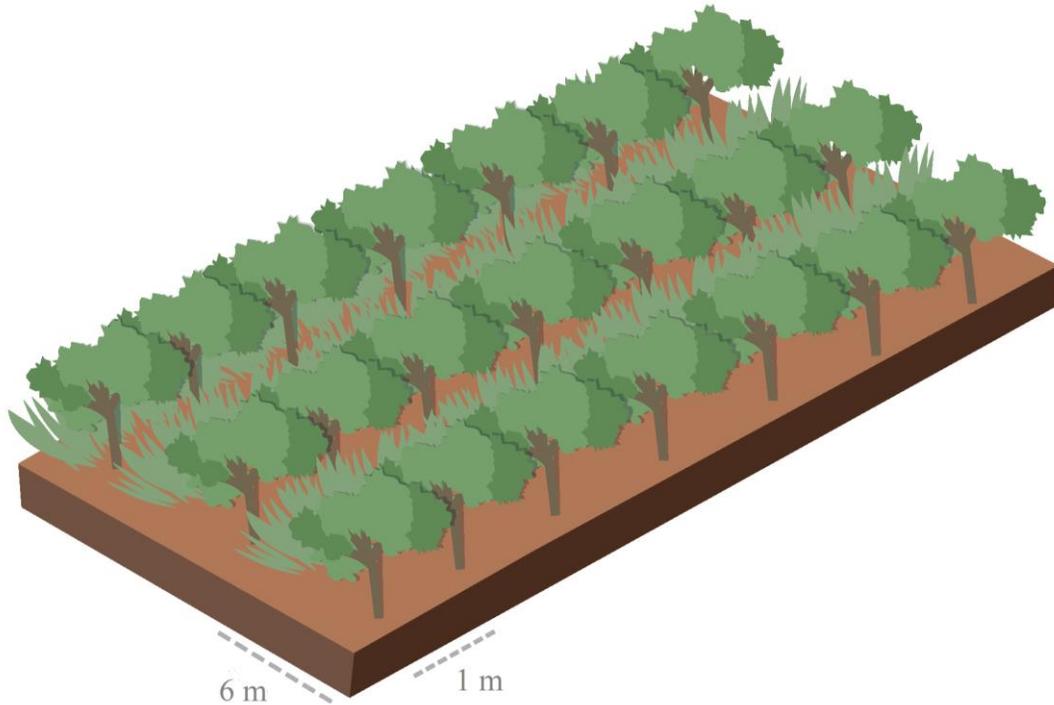


Figura 11. Arreglo silvopastoril de Leucaena en gavetas.

Los sistemas silvopastoriles cuentan con flexibilidad en el diseño, es por ello, que se presenta un presupuesto que además de incluir Leucaena introduce *Tectona grandis* con el fin de tener distintos estratos arbóreos (Cuadro 6). En estos escenarios, se observa que el escenario uno que contempla desde el establecimiento de los viveros cuenta con menor costos que la compra de las plántulas.

Cuadro 6. Costo aproximado de establecer un multiestrato silvopastoril.

Escenario 1. Establecimiento de vivero de Leucaena y Teca		Escenario 2. Compra de plántulas de Leucaena y Teca	
Actividad	Costo (HNL)	Actividad	Costo (HNL)
Leucaena		Leucaena	
Establecimiento de semillero	1,015.00	Compra de plántulas	19,650.00
Elaboración de infraestructura	810.00	Trasplante a campo	9,590.00
Establecimiento de vivero	1,874.00	Pastos	
Mantenimiento de vivero	412.00	Establecimiento	2,000.00
Trasplante a campo	9,590.00	Teca	
Pastos		Compra de plántulas	7,050.00
Establecimiento	2,000.00	Trasplante a campo	1,292.00
Teca			
Establecimiento de semillero	375.00		
Establecimiento de vivero	1,695.00		
Mantenimiento de vivero	587.00		
Trasplante a campo	1,292.00		
Total	19,651.00	Total	39,582.00

El arreglo que se propone se mantiene igual en distanciamiento de gavetas de 6 m. Una vez se establecen tres hileras de Leucaena le sigue una doble de Teca con un distanciamiento de 1.5×2 m. Se observa en la Figura 12 una vista de cómo sería establecida en el campo.

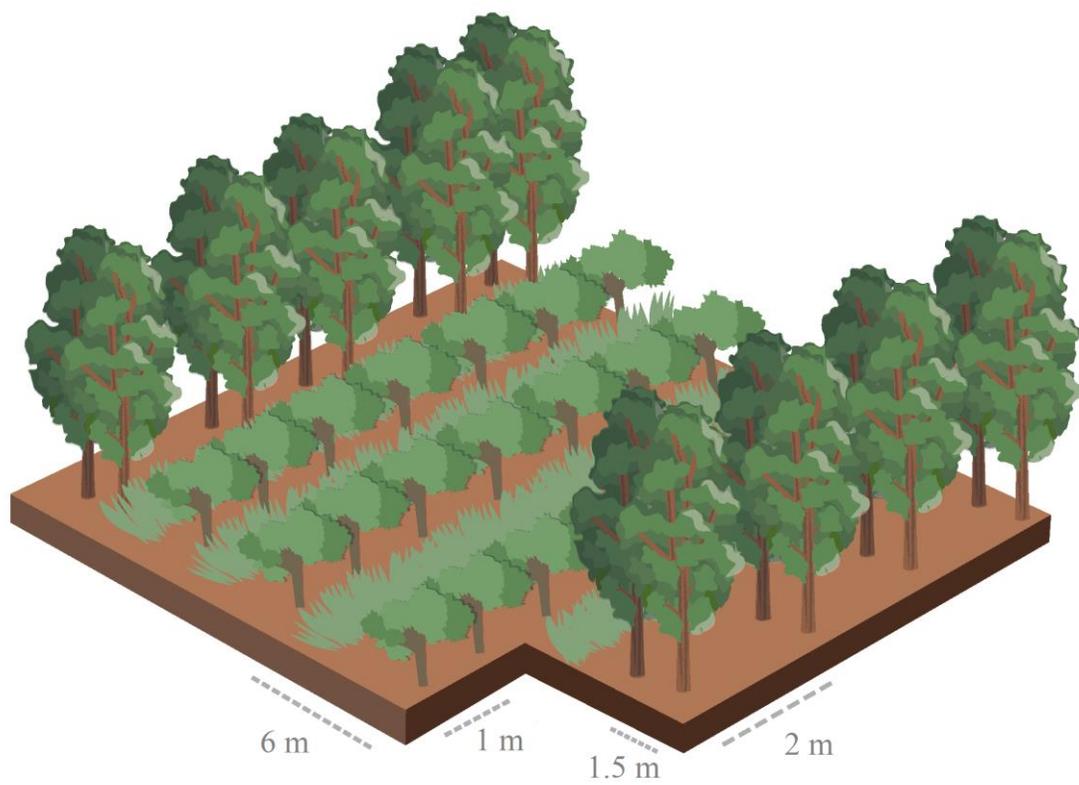


Figura 12. Arreglo silvopastoril de Leucaena y Teca.

4. CONCLUSIONES

- A partir del análisis de los indicadores por categorías de usos y coberturas, se determinó que en el subcorredor del CBLU las clases que se encuentran más fragmentadas son las de bosque de conífera denso (BCD), bosque de conífera ralo (BCE) y agricultura (AG).
- El análisis de fragmentación por ecosistemas predominantes indica que la agricultura es la principal causa del deterioro del paisaje en el CBLU.
- Los participantes de las comunidades, identificaron y reconocieron las causas que han llevado al subcorredor al estado actual de fragmentación. Siendo la agricultura migratoria una de las principales a largo de los años y la plaga del gorgojo que afectado el bosque de pino en los últimos años. De igual manera coincidieron que las mejoras en la agricultura son una de las vías para mejorar la conectividad.
- Se priorizaron dos herramientas de manejo del paisaje orientadas a los sistemas agroforestales con el fin de promover su aplicación y mejorar la función estructural del corredor.
- Los escenarios económicos de las herramientas de manejo del paisaje indican que existen mayores costos en aquellos sistemas que pudiesen recurrir desde la compra de las plántulas al establecimiento en campo.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio que cuantifique el cambio de uso en áreas afectadas por la plaga del gorgojo. Esto permitirá evidenciar la conversión del bosque que debería estar en regeneración y no en agricultura. Además, permitirá orientar el monitoreo y toma de acciones ante esta situación que afecta al CBLU y otras áreas de Honduras.
- Retomar acciones de manejo y conservación del bosque seco de Oropolí. Este bosque cuenta con especies endémicas que se ven afectadas por la agricultura y otras actividades antropogénicas.
- Utilizar los datos de este estudio para orientar acciones de conectividad estructural en el proyecto apoyado por la Cooperación Japonesa y ejecutado por el Comité Local del CBLU.
- Establecer los sistemas agroforestales en sitios óptimos en función de los requerimiento, físicos, edáficos y climáticos.
- Promover acciones orientadas a la restauración natural de los ecosistemas boscosos debido a que presenta mejores resultados en la recuperación y estructura natural del sistema.

6. LITERATURA CITADA

- Cassanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Parsons, D., Caamal-Maldonado, A., Piñeiro-Vázquez, A., & Díaz-Echeverría, V. (2016). Environmental services from tropical agroforestry systems. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 269-284.
- Chazdon, R. L., Bodin, B., Guariguata, M. R., Lamb, D., Walder, B., Chokkalingam, U., & Shono, K. (2017). Una alianza con la naturaleza: el caso de la regeneración natural en la restauración de bosques y paisajes.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). Informe Nacional De La Eficiencia Energética de Honduras, 2018.
- Comité Local de Gestión del Corredor Biológico La Unión. (2018). Plan de Gestión del Corredor Biológico La Unión; El Paraíso: 2018-2028. El Paraíso.
- Coronado, Z., & Mallury, E. (2014). Análisis de la fragmentación en el Parque Nacional Cerro Azul Meámbar (PANACAM).
- Delgado, J. D., Arévalo, J. R., & Fernández-Palacios, J. M. (2004). Consecuencias de la Fragmentación Viaria: Efectos de borde de las carreteras en la laurisilva y pinar de Tenerife. 181-225p.
- Domínguez, J. (2016). Impacto del Efecto Borde en la Ecología, Comportamiento y Composición de Tropa en Primates Silvestres (*Macaca Nemestrina*) en el Parque Nacional Khao Yai, Tailandia. Universidad de Granada.
- Dourojeanni, M. (2016). Aprovechamiento del barbecho forestal en áreas de agricultura migratoria en la Amazonía peruana. *Revista forestal del Perú*, 191-199.
- Flores, W. (2012). El Sector Energético De Honduras: Diagnóstico Y Política Energética. San Pedro Sula, Honduras. 20.
- García, R. (2002). Biología de la Conservación: Conceptos y Prácticas. (InBIO, Ed.)
- Gatto, F., & Pokorny, B. (2014). 4.2 FLEGT VPA and REDD+ and community tenure rights in Honduras.
- Guneroglu, N., Acar, C., Dihkan, M., Karsli, F., & Guneroglu, A. (2013). Green corridors and fragmentation in South Eastern Black Sea coastal landscape. *Ocean & coastal management*, 67-74.
- Gurrutxaga, M. (2003). Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la comunidad autónoma del país Vasco. Department of Urbanism, Housing and Environment, Basque Government.
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., & Rojas, J. (2006). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes*, 383-419.

- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal Área Protegidas y Vida Silvestre. (2016). Informe Anual Plan de Acción para El Control de la Plaga (*Dendroctonus frontalis*).
- Martínez, R., & Fernández, A. (2008). Árbol de problema y áreas de intervención. México: CEPAL.
- Mas, J. F., & Correa Sandoval, J. (2000). Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida " Los Petenes", Campeche, México. *Investigaciones geográficas*, 42-59p.
- McGarigal, K., & Marks, B. (1994). Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure.
- Mejía, T. (2013). Ecología de Paisaje en El Corredor Biológico Caribe del Departamento de Atlántida, Honduras: Buscando la Conectividad.
- Melgar, S. (2014). Identificación de subcorredores biológicos en el Corredor La Unión, Honduras.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España. (2010). Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. 133p.
- Murgueitio, E., Galindo, W., Chará, J., & Uribe, F. (2016). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible.
- Poca, M., Cingolani, A., Gurvich, D., Whitworth-Hulse, J., & Palmieri, V. (2017). La degradación de los bosques de altura del centro de Argentina reduce su capacidad de almacenamiento de agua. *Ecología Austral*, 235-248.
- Román, M. (1999). Guía Práctica para el Diseño de Proyectos Sociales.
- Rubiano, D., & Guerra, G. (2014). Incorporando biodiversidad en el valle del Cauca. Diseño y establecimiento de herramienta de manejo del paisaje. 43.
- Sánchez, Á. R., Ulloa, K. H., & Marques, R. A. (2012). El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras. *Ambiente y Desarrollo*, 93-104.
- Sanders, A., Mclean, D., & Manueles, A. (2013). Assessment of Land Use Effect on Climate Change Sensitivity on the Northern Coastal Zone of Honduras.
- Santos, T., & Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: Efecto sobre la conservación de las especies. *Revista ecosistemas*, 3-12.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., & Margules, C. R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation biology*, 18-32.
- Ventura-Ríos, A., Plascencia-Escalante, F. O., Hernández de la Rosa, P., Ángeles-Pérez, G., & Aldrete, A. (2017). ¿Es la reforestación una estrategia para la rehabilitación de bosques de pino?: Una experiencia en el centro de México. *Bosque (Valdivia)*, 55-66.

7. ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de cómo inicia la agricultura migratoria posterior a un brote de gorgojo descortezador.



Tomado el 19 de agosto del 2019 en el municipio de Güinope.

Anexo 2. Presupuesto del escenario uno de café bajo sombra.

Escenario 1. Con establecimiento viveros				
Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Café				
Establecimiento de semillero				
Arenilla	m	300.00	1	300.00
Semilla de café	lb	100.00	5	500.00
Mano de obra	día	150.00	2	300.00
Elaboración de infraestructura				
Mano de obra	día	150.00	3	450.00
Cabuya	rollo	360.00	1	360.00
Establecimiento de vivero				
Bolsas	paquete	1.00	5,000	4,250.00
Tierra de llenado de bolsa	m3	300.00	3	900.00
Llenado de bolsa		0.00	5,000	1,500.00
Trasplante		0.00	5,000	500.00
Fertilizante 18-46-0	lbs	10.00	10	100.00
Fertilizante foliar	lt	150.00	1	150.00
Cobre	kg	100.00	1	100.00
Mantenimiento del vivero				
Fertilización (cada 22 días)	día	150.00	8	1,200.00
Aplicación foliar (cada 15 días)	día	150.00	6	900.00
Limpieza (cada 22 días)	día	150.00	4	600.00
Trasplante en campo				
Limpieza de terreno	ha	4,500.00	1	4,500.00
Trazado	día	150.00	14	2,100.00
Agujereo	agujero	2.00	5,000	7,500.00
Siembra	día	150.00	48	7,200.00
Distribuidor	día	150.00	24	3,600.00
Fertilizante	qq	550.00	2	1,100.00
Análisis de suelos (opcional)	muestreo	2,500.00	1	2,500.00

Continuación Anexo 2.

Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Cedro				
Establecimiento de semillero				
Semilla de cedro	kg	1,200.00	1	1,200.00
Mano de obra	día	150.00	1	75.00
Establecimiento de Vivero				
Bolsas	unidad	1.00	300	255.00
Tierra de llenado de bolsa	m	300.00	0	45.00
Llenado de bolsa		0.00	277	83.00
Trasplante		0.00	277	28.00
Fertilizante 18-46-0	lbs	10.00	10	100.00
Fertilizante foliar	lt	150.00	1	150.00
Mantenimiento del vivero				
Fertilización (cada 22 días)	día	150.00	1	150.00
Aplicación foliar (cada 15 días)	día	150.00	1	150.00
Limpieza (cada 22 días)	día	150.00	1	75.00
Aplicación insecticidas (cada 8 días)	día	150.00	1	150.00
Insecticida	lt	1,000.00	0	250.00
Trasplante en campo				
Trazado	día	150.00	1	150.00
Agujerado	agujero	2.00	277	416.00
Siembra	día	150.00	2	300.00
Distribuidor	día	150.00	1	150.00
Fertilizante	qq	550.00	1	550.00
TOTAL				42,386.00

Anexo 3. Presupuesto del escenario dos de café bajo sombra.

Escenario 2. Con compra de plántulas				
Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Café				
Compra de plántulas				
Plántulas de café	plántula	4.00	5,000	21,500.00
Transporte	viaje	800.00	9	7,200.00
Trasplante en campo				
Limpieza de terreno	ha	4,500.00	1	4,500.00
Trazado	día	150.00	14	2,100.00
Agujerado	agujero	2.00	5,000	7,500.00
Siembra	día	150.00	48	7,200.00
Distribuidor	día	150.00	24	3,600.00
Fertilizante	qq	550.00	2	1,100.00
Cedro				
Compra de plántulas				
Plántulas de cedro	plántula	15.00	277	4,155.00
Transporte	viaje	1,500.00	1	1,500.00
Trasplante en campo				
Trazado	día	150.00	1	150.00
Agujerado	agujero	2.00	277	416.00
Siembra	día	150.00	2	300.00
Distribuidor	día	150.00	1	150.00
Fertilizante	qq	550.00	1	550.00
TOTAL				61,921.00

Anexo 4. Presupuesto del escenario uno de sistema silvopastoril.

Escenario 1. Establecimiento de vivero de Leucaena				
Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Leucaena				
Establecimiento de semillero				
Arenilla	m	300.00	1	300.00
Semilla de Leucaena	kg	640.00	1	640.00
Mano de obra	día	150.00	1	150.00
Elaboración de infraestructura				
Mano de obra	día	150.00	3	450.00
Cabuya	rollo	360.00	1	360.00
Establecimiento de Vivero				
Bolsas	paquete	85.00	25	2,125.00
Tierra de llenado de bolsa	m	300.00	2	450.00
Llenado de bolsa		0.00	2,500	750.00
Trasplante		0.00	2,500	250.00
Fertilizante 18-46-0	lbs	10.00	5	50.00
Fertilizante foliar	lt	150.00	1	150.00
Cobre	kg	100.00	1	100.00
Mantenimiento del vivero (3 meses)				
Fertilización (cada 22 días)	día	150.00	2	300.00
Aplicación foliar (cada 15 días)	día	150.00	2	225.00
Limpieza (cada 22 días)	día	150.00	2	300.00
Trasplante en campo				
Limpieza de terreno	ha	4,500.00	1	4,500.00
Trazado	día	150.00	7	1,050.00
Agujereo	agujero	2.00	2,500	3,750.00
Siembra	día	150.00	24	3,600.00
Distribuidor	día	150.00	12	1,800.00
Fertilizante	qq	550.00	1	550.00
Análisis de suelos (opcional)	muestreo	2,500.00	1	2,500.00
Pastos				
Establecimiento				
Semilla de pasto	kg	350.00	5	1,750.00
Siembra	día	150.00	5	750.00
TOTAL				24,350.00

Anexo 5. Presupuesto del escenario dos de sistema silvopastoril.

Escenario 2. Compra de plántulas de Leucaena				
Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Leucaena				
Compra de plántulas				
Plántulas de Leucaena	plántula	15.00	2,500	37,500.00
Transporte	viaje	1,500.00	5	7,500.00
Trasplante en campo				
Limpieza de terreno	ha	4,500.00	1	4,500.00
Trazado	día	150.00	7	1,050.00
Agujereo	agujero	2.00	2,500	3,750.00
Siembra	día	150.00	24	3,600.00
Distribuidor	día	150.00	12	1,800.00
Fertilizante	qq	550.00	1	550.00
Pastos				
Establecimiento				
Semilla de pasto	kg	350.00	5	1,750.00
Siembra	día	150.00	5	750.00
TOTAL				62,750.00

Anexo 6. Presupuesto del escenario uno de sistema silvopastoril multiestrato.

Escenario 1. Establecimiento de vivero de Leucaena y Teca					
Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo	
Leucaena					
Establecimiento de semillero					
Arenilla	m	300.00	1	300.00	
Semilla de Leucaena	kg	640.00	1	640.00	
Mano de obra	día	150.00	1	75.00	
Elaboración de infraestructura					
Mano de obra	día	150.00	3	450.00	
Cabuya	rollo	360.00	1	360.00	
Establecimiento de Vivero					
Bolsas	paquete	85.00	11	935.00	
Tierra de llenado de bolsa	m	300.00	1	225.00	
Llenado de bolsa		0.00	1,110	333.00	
Trasplante		0.00	1,110	111.00	
Fertilizante 18-46-0	lbs	10.00	2	20.00	
Fertilizante foliar	lt	150.00	1	150.00	
Cobre	kg	100.00	1	100.00	
Mantenimiento del vivero					
Fertilización (cada 22 días)	día	150.00	1	150.00	
Aplicación foliar (cada 15 días)	día	150.00	1	113.00	
Limpieza (cada 22 días)	día	150.00	1	150.00	
Trasplante en campo					
Limpieza de terreno	ha	4,500.00	1	4,500.00	
Trazado	día	150.00	3	450.00	
Agujereado	agujero	2.00	1,110	1,665.00	
Siembra	día	150.00	12	1,800.00	
Distribuidor	día	150.00	6	900.00	
Fertilizante	qq	550.00	1	275.00	
Análisis de suelos (opcional)	muestreo	2,500.00	1	2,500.00	
Pastos					
Establecimiento					
Semilla de pasto	kg	350.00	4	1,400.00	
Siembra	día	150.00	4	600.00	

Continuación Anexo 6.

Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Teca				
Establecimiento de semillero				
Semilla de Teca	kg	300.00	1	300.00
Mano de obra	día	150.00	1	75.00
Establecimiento de Vivero				
Bolsas	paquete	85.00	11	935.00
Tierra de llenado de bolsa	m	300.00	0	60.00
Llenado de bolsa		0.00	1,100	330.00
Trasplante		0.00	1,100	110.00
Fertilizante 18-46-0	lbs	10.00	1	10.00
Fertilizante foliar	lt	150.00	1	150.00
Cobre	kg	100.00	1	100.00
Mantenimiento del vivero				
Fertilización (cada 22 días)	día	150.00	1	75.00
Aplicación foliar (cada 15 días)	día	150.00	0	38.00
Aplicación insecticidas (cada 8 días)	día	1.00	1	150.00
Insecticida	lt	1,000.00	0	250.00
Limpieza (cada 22 días)	día	150.00	1	75.00
Trasplante en campo				
Trazado	día	150.00	1	150.00
Agujerado	agujero	2.00	370	555.00
Siembra	día	150.00	2	300.00
Distribuidor	día	150.00	1	150.00
Fertilizante	qq	550.00	0	138.00
TOTAL				19,652.00

Anexo 7. Presupuesto del escenario dos de sistema silvopastoril multiestrato.

Escenario 2. Compra de plántulas de Leucaena y Teca				
Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Leucaena				
Compra de plántulas				
Plántulas de Leucaena	plántula	15.00	1,110	16,650.00
Transporte	viaje	1,500.00	2	3,000.00
Trasplante en campo				
Limpieza de terreno	ha	4,500.00	1	4,500.00
Trazado	día	150.00	3	450.00
Agujereo	agujero	2.00	1,110	1,665.00
Siembra	día	150.00	12	1,800.00
Distribuidor	día	150.00	6	900.00
Fertilizante	qq	550.00	1	275.00
Pastos				
Establecimiento				
Semilla de pasto	kg	350.00	4	1,400.00
Siembra	día	150.00	4	600.00
Teca				
Compra de plántulas				
Plántulas de Teca	plántula	15.00	370	5,550.00
Transporte	viaje	1,500.00	1	1,500.00
Trasplante en campo				
Trazado	día	150.00	1	150.00
Agujereo	agujero	2.00	370	555.00
Siembra	día	150.00	2	300.00
Distribuidor	día	150.00	1	150.00
Fertilizante	qq	550.00	0	138.00
TOTAL				39,583.00