

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ambiente y Desarrollo**  
**Ingeniería en Ambiente y Desarrollo**



Proyecto Especial de Graduación

**Presión agrícola en áreas afectadas por la plaga del gorgojo en  
microcuencas declaradas en cuatro departamentos de Honduras**

Estudiante

Juan Francisco Bustos Prado

Asesores

Alexandra Manueles, Mtr.

Juan Carlos Flores, Ph.D.

Julio Jut, M.Sc.

Honduras, Agosto 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ERIKA TENORIO MONCADA**

Directora Departamento Ambiente y Desarrollo

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

**Contenido**

|  |    |
|--|----|
| Autoridades.....   | 2  |
| Índice de Cuadros.....   | 5  |
| Índice de Figuras .....  | 6  |
| Índice de Anexos .....   | 7  |
| Resumen .....  | 8  |
| Abstract.....  | 9  |
| Introducción.....  | 9  |
| Materiales y Métodos.....  | 12 |
| Área de Estudio.....   | 12 |
| Cuantificación del Área Agrícola y Áreas Afectadas por Plaga ..... | 13 |
| Análisis de Distancias .....                                       | 14 |
| Alternativas de Sistemas de Producción.....                        | 16 |
| Resultados y Discusión.....  | 17 |
| Cuantificación de las Microcuencas.....                            | 17 |
| Análisis de Distancias .....                                       | 24 |
| Descripción de los Rubros de Producción.....                       | 26 |
| Café .....   | 26 |
| Granos Básicos .....   | 27 |
| Ganadería.....   | 27 |
| Sistemas Agroforestales.....                                       | 27 |
| Sistema Quesungual.....  | 28 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Sistema Kuxur Run .....        | 4  |
| Sistema Kuxur Run .....        | 29 |
| Prácticas Agroforestales ..... | 29 |
| Cercas Vivas .....             | 29 |
| Bancos Forrajeros .....        | 30 |
| Barreras Rompe Vientos .....   | 30 |
| Protección de Rivera .....     | 30 |
| Conclusiones .....             | 35 |
| Recomendaciones.....           | 36 |
| Referencias.....               | 37 |
| Anexos.....                    | 40 |

**Índice de Cuadros**

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1 Área ocupada por microcuenca en cada departamento.....  | 17 |
| Cuadro 2 Áreas afectadas por el gorgojo en cada departamento .....   | 19 |
| Cuadro 3 Área de los usos y coberturas por Departamento .....  | 19 |
| Cuadro 4 Resumen de los sistemas productivos y prácticas agrícolas que benefician a la microcuenca (recurso hídrico) y beneficios económicos ..... | 32 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Localización de la zona de estudio .....   | 12 |
| Figura 2 Diagrama de proceso para la cuantificación de afectación por gorgojo y agricultura ..... | 14 |
| Figura 3 Diagrama de proceso para el análisis de distancias.....                                  | 15 |
| Figura 4 Mapa de las microcuencas declaradas en cuatro departamentos de Honduras.....             | 18 |
| Figura 5 Microcuencas afectadas por el gorgojo y área agrícola en Comayagua .....                 | 20 |
| Figura 6 Microcuencas afectadas por el gorgojo y área agrícola en El Paraíso .....                | 21 |
| Figura 7 Microcuencas afectadas por el gorgojo y área agrícola en Francisco Morazán .....         | 22 |
| Figura 8 Microcuencas afectadas por el gorgojo y área agrícola en Olancho .....                   | 23 |
| Figura 9 Tendencia entre el área agrícola y área afectada por gorgojo .....                       | 24 |
| Figura 10 Tendencia entre el área agrícola y distancia entre parches .....                        | 25 |

**Índice de Anexos**

|  |    |
|--|----|
| Anexo A Áreas de agricultura y gorgojo en las microcuencas por municipio y departamento..... | 40 |
|--|----|

## Resumen

Hoy en día los bosques de pino en Honduras se han visto afectados por varios factores, entre ellos la plaga de gorgojo (*Dendroctonus frontalis*) y el avance de la frontera agrícola. Estos factores impactan, principalmente en el recurso hídrico de las microcuencas. Las áreas más afectadas por el gorgojo requieren de prácticas para la regeneración de los bosques de conífera o que detengan el cambio de uso. Se realizó la cuantificación del área afectada por la plaga de gorgojo entre el 2013 y 2017 y el área agrícola en 2014 y 2018 en 123 microcuencas declaradas de cuatro departamentos de Honduras. Además, se ejecutó un análisis de distancias por medio de herramientas de Sistemas de Información Geográfica para indagar sobre la relación que existe entre las áreas agrícolas y las áreas afectadas por el gorgojo. Además, se propuso prácticas agrícolas enfocadas a sistemas agroforestales, para disminuir la presión sobre las áreas afectadas por la plaga y principalmente favorecer el recurso hídrico. Los departamentos con las microcuencas más afectadas por la plaga son Olancho y Francisco Morazán. No obstante, las microcuencas de Olancho y El Paraíso presentan mayor área agrícola. No existe una relación entre las distancias de las áreas agrícola a las áreas de bosque de pino afectadas por la plaga. Se espera que los resultados de este estudio sean un insumo para orientar las decisiones de manejo de las microcuencas en torno al tipo de agricultura o a las prácticas agroforestales que se puedan promover en futuros proyectos.

*Palabras clave:* Área agrícola, Análisis geográfico, Bosque de conífera, Distancia, Prácticas agroforestales



## Abstract

Nowadays the pine forests in Honduras have been affected by several factors, including the weevil infestation (*Dendroctonus frontalis*) and the advance of the agricultural frontier. These factors have an impact, mainly on the water resources of the micro-basins. The areas most affected by the weevil require practices for the regeneration of coniferous forests or to stop the change of use. The quantification of the area affected by the weevil infestation between 2013 and 2017 and the agricultural area in 2014 and 2018 was carried out in 123 declared micro-basins of four departments of Honduras. In addition, a distance analysis was carried out using Geographic Information Systems tools to inquire the relationship that exists between agricultural areas and areas affected by the weevil. In addition, agricultural practices focused on agroforestry systems were proposed to reduce the pressure on the areas affected by the plague and mainly favor water resources. The departments with the micro-basins most affected by the plague are Olancho and Francisco Morazán. And the micro-basins of Olancho and El Paraíso have a larger agricultural area. There is no strong relationship between the distances from agricultural areas to pine forest areas affected by the pest. The results of this study are expected to be an input to guide micro-watershed management decisions around the type of agriculture or agroforestry practices that can be promoted in a future project.

*Keywords:* Agricultural area, Agroforestry practices, Coniferous forest, Distance, Geographic analysis

## Introducción

Durante los últimos años se ha identificado que las principales causas de la pérdida de bosques son: el desarrollo de infraestructura, agricultura y el aprovechamiento maderero (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2018). Todo esto se debe al incremento de la población y las necesidades alimenticias que se deben suplir. Además de esto, los bosques tienen una gran importancia ya que los servicios eco-sistémicos que brindan son indispensables para contrarrestar los problemas que se han venido dando debido al cambio climático. Los bosques son un recurso crítico para el desarrollo sostenible de los países por la creciente presión ejercida por la sociedad (Pérez et al., 2008). El cambio de usos y coberturas del suelo se ha incrementado sustancialmente, lo cual provoca pérdida de biodiversidad y ha contribuido al cambio climático.

Honduras, cuenta con una extensión territorial de 112,492 km<sup>2</sup>, de las cuales el 56.06% son tierras con cobertura forestal (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre [ICF], 2017). El bosque de conífera está compuesto por especies del género *Pinus*, y su formación se da en sitios con precipitaciones promedio menores a los 2,500 mm por año. La mayoría de estos bosques, por su posición geográfica, se han visto amenazados por varios factores naturales, tales como huracanes, sequías, cambio de usos y coberturas y plagas forestales. Dadas estas amenazas, la pérdida anual de bosques promedio en Honduras es de 23,303.56 ha/año (ICF, 2017). Siendo los departamentos de El Paraíso, Francisco Morazán, Olancho y Comayagua los más afectados por la plaga del gorgojo (ICF, 2017).

La plaga del gorgojo se ha sido un factor determinante para la pérdida de bosques de conífera en Honduras. (Centro de estudio para la Democracia [Cespad], 2015). En el 2015, según los datos del ICF el departamento de Olancho fue donde se reportó mayor afectación por el gorgojo descortezador, con un total de 64,246.89 ha, seguido por Francisco Morazán (25,291.58 ha), Yoro (6,504.84 ha) y El Paraíso (3,512.75 ha) (IFC, 2017). Se ha perdido cobertura forestal y como consecuencia las fuentes de agua se han visto afectadas.

La principal fuente de agua para consumo y uso agrícola en Honduras proviene de fuentes superficiales, por lo tanto, depende en calidad y cantidad del estado de las cuencas hidrográficas. Una

cuenca hidrográfica es una zona topográficamente delimitada, bien definida, que posee un sistema de ríos, riachuelos y quebradas que convergen y se drenan en el punto más bajo (Huezo Sánchez, 2011).

El 30% de la población económicamente activa en Honduras se caracteriza por dedicarse a la pequeña agricultura en parcelas de laderas, que en su mayoría son de vocación forestal y con predominio de prácticas agrícolas no sostenibles, muchas de las cuales, son áreas vulnerables a riesgos climáticos y desastres naturales (FAO, 2016). Dado esta problemática es necesario llevar a cabo una evaluación del estado de estas microcuencas con respecto a las áreas de bosque de conífera que se han visto afectadas por el gorgojo descortezador y otros usos y coberturas. Una forma de analizar estas áreas de manera integral es por medio de herramientas de Sistemas de Información Geográfica. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar la relación que existe entre la agricultura y las áreas afectadas por la plaga del gorgojo en cuatro departamentos de Honduras. En este contexto, los objetivos específicos son los siguientes:

Quantificar el área afectada por plaga de gorgojo entre el 2013 y 2017 y el área agrícola en 2014 y 2018 en las microcuencas declaradas de los departamentos de interés.

Evaluar la distancias entre las áreas agrícolas y las áreas afectadas por la plaga del gorgojo en las microcuencas declaradas en los departamentos de interés.

Proponer prácticas de sistemas agroforestales que disminuyan la presión agrícola sobre las áreas afectadas por la plaga y que favorezcan el recurso hídrico de las microcuencas.

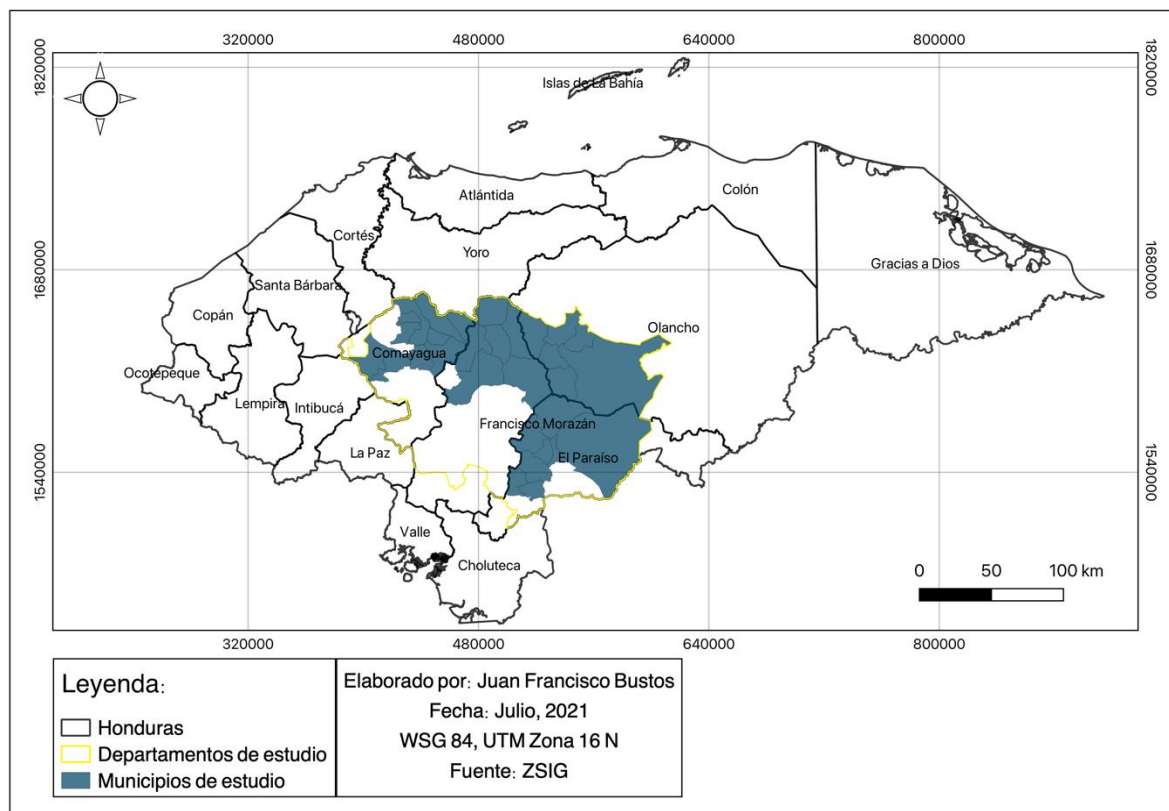
## Materiales y Métodos

### Área de Estudio

El área de estudio se compone de 123 microcuencas ubicadas en 32 municipios de los departamentos de Olancho, Francisco Morazán, El Paraíso y Comayagua. Estos se encuentran en el centro y oriente de Honduras. Siendo, Olancho el departamento con más microcuencas declaradas. El área total de microcuencas declaradas comprende con una extensión de 46,986 Ha. En la Figura 1 se presenta la localización de la zona de estudio donde se enmarcan las microcuencas por departamentos.

**Figura 1**

*Localización de la zona de estudio*



### **Cuantificación del Área Agrícola y Áreas Afectadas por Plaga**

Los datos geográficos del área de estudio se descargaron del geo-portal del ICF en proyección UTM WGS 1984 en formato vectorial. Es aquí, donde se encuentran los “shapefiles” de las áreas, tal como los usos y coberturas del 2014 y 2018, y también el área afectada por plaga de gorgojo entre 2013 y 2017. Para delimitar las microcuencas dentro de los municipios se generó un corte por medio del programa “QGIS® v3.12.3” de libre acceso. Este corte se generó para obtener los límites de las microcuencas en formato vectorial que posteriormente pasaron a un proceso de intersección para obtener las áreas de las microcuencas dentro de cada departamento.

Luego de haber obtenido las áreas de las microcuencas se procedió a identificar el área de las microcuencas que han sido afectadas por la plaga de gorgojo. Para esto, primeramente, se convirtió el ráster de las áreas afectadas a formato vectorial por medio de la herramienta poligonizar del programa “QGIS®”. Luego se realizó una intersección de las capas vectoriales y se procedió a cuantificar las áreas afectadas por el gorgojo dentro de los cuatro departamentos.

Por otro lado, los “shapefiles” de los usos y coberturas del 2014 y 2018 se reclasificaron en siete categorías: bosque de coníferas, bosque secundario, área agrícola, asentamientos humanos, suelo desnudo, humedales y cuerpos de agua. Para esto se utilizó la herramienta de reclasificación por tabla del programa “QGIS®”. Al mismo tiempo, se realizaron tablas dinámicas en “Microsoft Excel®” para poder filtrar y ordenar las microcuencas por municipios y departamentos (Figura 2).

**Figura 2**

*Diagrama de proceso para la cuantificación de afectación por gorgojo y agricultura*



### **Análisis de Distancias**

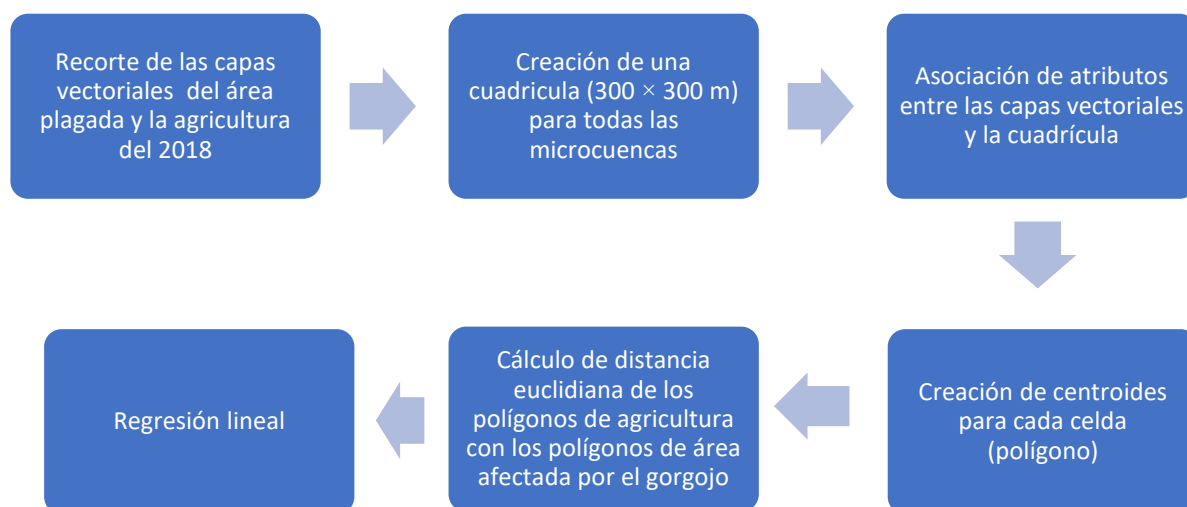
Para el análisis de distancias primero se procedió a recortar las capas vectoriales del área plagada y de la agricultura del año 2018 (Figura 3) utilizando la herramienta de cortar del programa "QGIS®". Posteriormente, con la herramienta de crear cuadrícula del programa "QGIS®" se generó una cuadrícula de 300 x 300 m la cual ayudó a estandarizar la muestra de datos, obteniendo así 6,849 polígonos. Luego se realizó una asociación de los atributos entre las dos capas recortadas por medio de la herramienta intersección del programa "QGIS®" y posteriormente se generó un conjunto de centroides de las áreas agrícolas y las áreas afectadas por el gorgojo por medio de la herramienta crear centroides del programa "QGIS®".

En el análisis de distancia se partió de un proceso vectorial utilizando la herramienta de vecino más próximo del programa "QGIS®". Asimismo, se calculó el tamaño de parches de los polígonos de agricultura y de plaga. Posteriormente, se generaron puntos correspondientes a cada polígono llamados centroides, y a partir de estos se determinaron las distancias entre los polígonos de las dos categorías (agricultura y pino plagado).

Para evaluar la relación que existe entre el área agrícola y las áreas afectadas por el gorgojo descortezador se utilizó el tamaño de parche de la categoría pino plagado como variable respuesta y la distancia y el tamaño de los parches de agricultura como variables predictoras. Dada la cantidad de centroides y atributos, se procedió a realizar un análisis estadístico para el conjunto de datos por medio de una regresión lineal y así evaluar si existe o no relación entre la distancia de parches agrícolas con áreas afectadas por el gorgojo. Este análisis estadístico se realizó utilizando el programa R en su versión 1.4.17. Además, la estructuración de la base de datos se hizo mediante el programa “Microsoft Excel” versión 2019.

### Figura 3

*Diagrama de proceso para el análisis de distancias*



### **Alternativas de Sistemas de Producción**

Se llevó a cabo una revisión de literatura durante los meses de febrero a julio del 2021 de estudios similares, donde se evaluó tres sistemas de producción con sus respectivas prácticas que se podrían llevar a cabo en las zonas de estudio. Se realizó diferentes búsquedas de información relacionada a prácticas agroforestales que disminuyan la presión agrícola sobre las áreas afectadas por la plaga y que favorezcan el recurso hídrico de las microcuencas. Esta búsqueda de artículos fue por medio de las bases de datos de Google Scholar, Biblioteca Wilson Popenoe, entre otras. Para la búsqueda de la información se utilizó palabras clave como: plan de manejo, practicas agroforestales, afectación plaga del gorgojo, beneficios de cultivos en zonas de laderas. Los documentos seleccionados se clasificaron por medio de un cuadro resumen donde se detallan los rubros de producción, con sus respectivas practicas agroforestales haciendo énfasis a los beneficios hidrológicos y económicos.



## Resultados y Discusión

### Cuantificación de las Microcuencas

El área total de microcuencas declaradas comprende con una extensión de 46,986 Ha dentro de los cuatro departamentos evaluados. Los departamentos que cuentan con una mayor área comprendida por microcuenca es Olancho con un 59.19% y El Paraíso con 50.95% del área total ocupada por microcuenca. Seguido por Francisco Morazán con un 13.08% y Comayagua 5.20% (Cuadro 1). Se puede observar con mayor detalle la distribución de las microcuencas a lo largo de los cuatro departamentos (Figura 4).

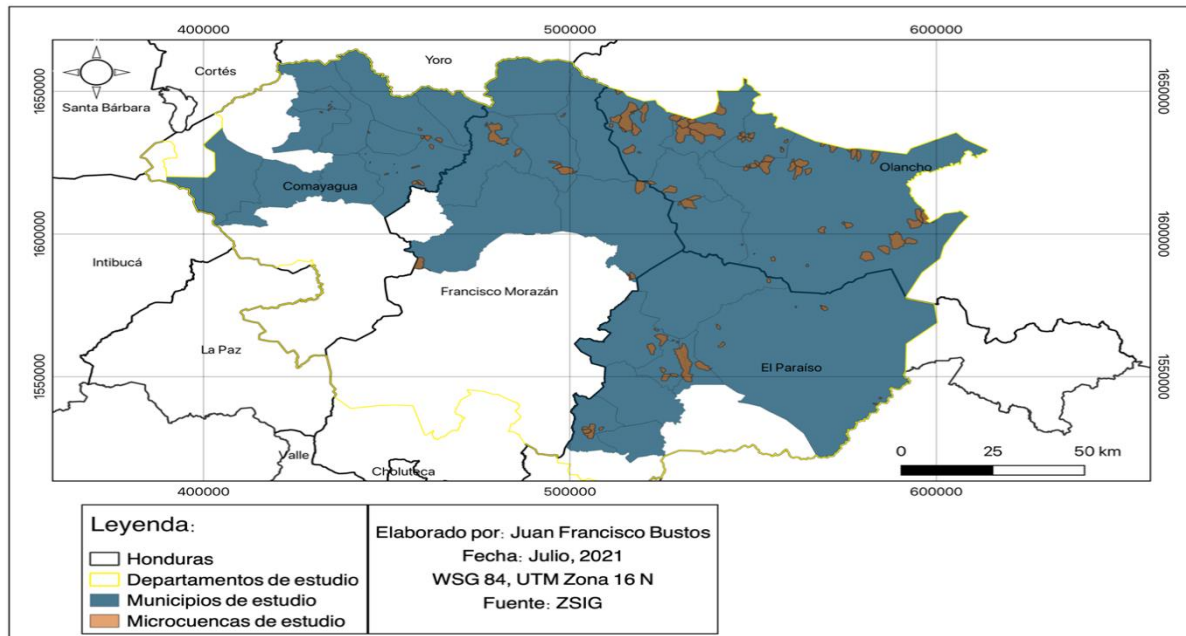
### Cuadro 1

#### *Área ocupada por microcuenca en cada departamento*

| Departamento      | Área total ocupada por microcuencas (ha) | % Área total ocupada por microcuencas |
|-------------------|--|---------------------------------------|
| Comayagua         | 1,546                                    | 5.20                                  |
| El Paraíso        | 8,385                                    | 50.95                                 |
| Francisco Morazán | 6,102                                    | 13.08                                 |
| Olancho           | 30,953                                   | 59.19                                 |

Figura 4

Mapa de las microcuencas declaradas en cuatro departamentos de Honduras



Las microcuencas declaradas con mayor área de afectación por la plaga del gorgojo se encuentran en Comayagua (47.61%), Francisco Morazán (41.30%), Olancho (13.17%) y El Paraíso (8.44%) (Cuadro 2). De acuerdo a los datos proporcionados por el ICF, los departamentos con mayor área afectada por el gorgojo son: Olancho (37.41%), Yoro (34.12%), Francisco Morazán (14.78%), Comayagua (14.58%) y El Paraíso (10.12%) (ICF, 2017).

## Cuadro 2

### Áreas plagada por microcuencas en cada departamento

| Departamento      | Área total ocupada por microcuencas (ha) | Área plagada en microcuencas (ha) | % de área plagada en microcuencas |
|-------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Comayagua         | 1,546                                    | 736                               | 47.61                             |
| El Paraíso        | 8,385                                    | 733                               | 8.74                              |
| Francisco Morazán | 6,102                                    | 2,520                             | 41.30                             |
| Olancho           | 30,953                                   | 4,075                             | 13.17                             |

De acuerdo a los mapas de coberturas del ICF los departamentos de El Paraíso y Olancho son los que contaban con mayor área agrícola en el 2014. Seguidamente por Comayagua y finalmente Francisco Morazán. No obstante para el 2018 los departamentos que mostraron un aumento de área agrícola fue El Paraíso y Francisco Morazán. Además, se observa que en El Paraíso y Francisco Morazán disminuyó el bosque de conífera (Cuadro 3).

## Cuadro 3

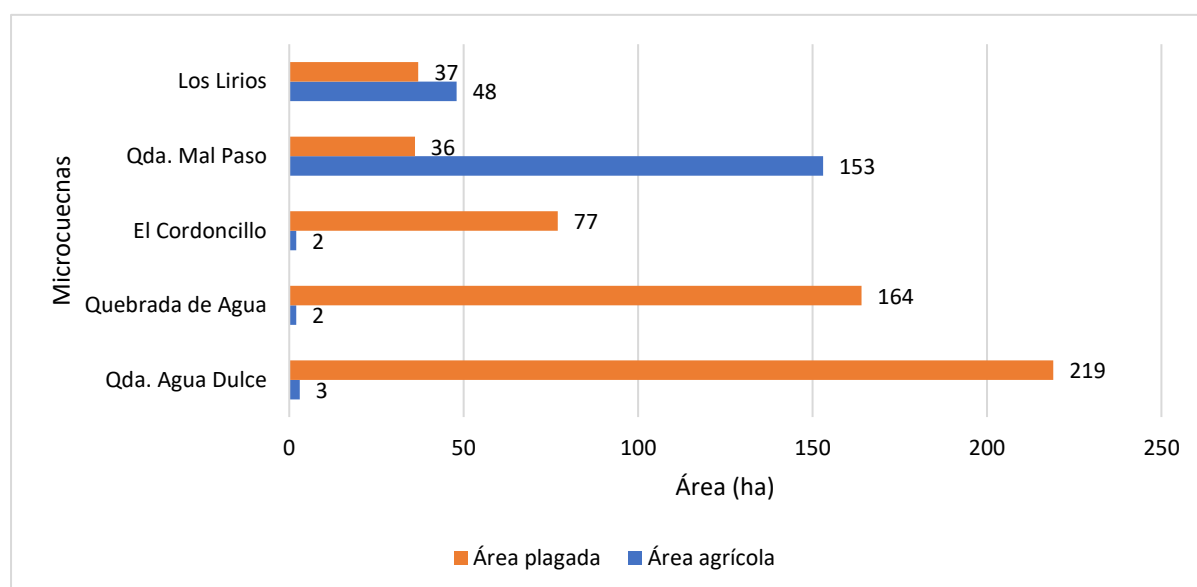
### Área de los usos y coberturas por departamento

| Clase             | Comayagua (ha) |       | El Paraíso (ha) |       | Francisco Morazán (ha) |       | Olancho (ha) |        |
|-------------------|----------------|-------|-----------------|-------|------------------------|-------|--------------|--------|
|                   | 2014           | 2018  | 2014            | 2018  | 2014                   | 2018  | 2014         | 2018   |
| Bosque conífera   | 1,034          | 1,213 | 4,893           | 4,823 | 3,646                  | 3,318 | 8,155        | 8,508  |
| Bosque secundario | 1,033          | 815   | 873             | 1,935 | 1,376                  | 1,635 | 15,601       | 17,555 |
| Área agrícola     | 394            | 422   | 2,491           | 1,358 | 147                    | 167   | 7,025        | 4,602  |
| Zona poblada      | 0              | 0     | 0               | 0     |                        | 0     | 15           | 16     |
| Suelo desnudo     | 0              | 0     | 0               | 37    | 0                      | 0     | 0            | 3      |

En la Figura 5 solamente se presentan cinco de las 22 microcuencas más afectadas por plaga en el departamento de Comayagua. Estas son la Quebrada Agua Dulce (219 ha) seguido por la Quebrada de Agua (164 ha) y finalmente por la microcuenca El Cordoncillo (77 ha), mismas que se ubican en el municipio de Esquías. Considerando el área agrícola, las microcuencas más afectadas son La Quebrada Mal Paso (153 ha) y la microcuenca Los Lirios (48 ha) que igualmente se encuentran en el municipio de Esquías (Figura 5). Con mayor detalle, en el Anexo A se puede observar la distribución del total de microcuencas en Comayagua y en los otros departamentos de interés.

**Figura 5**

*Microcuencas afectadas por el gorgojo y área agrícola en Comayagua*

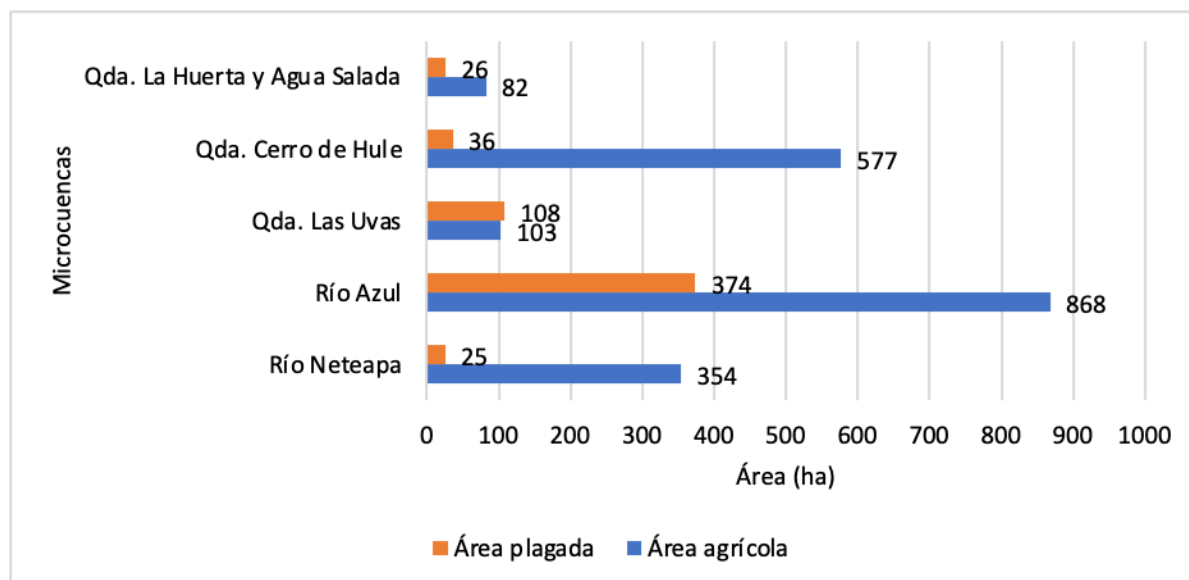


*Nota.* Esquías: Los Lirios, Quebrada de Agua, Quebrada Mal Paso, El Cordoncillo, Quebrada Agua Dulce.

Por otro lado, en la Figura 6 se presentan cinco de las 22 microcuencas del departamento de El Paraíso. De las cuales, dos microcuencas más afectadas por el gorgojo descortezador se ubican en los municipios de Jacaleapa y Teupasenti. Siendo la microcuenca Río Azul (374 ha) y la Quebrada de las Uvas (108 ha). Pero considerando el área agrícola la microcuenca Río Azul (868 ha) conjunto a la Quebrada Cerro de Hule (577 ha) son las que se han visto enfrentadas a un cambio de uso y cobertura, seguido por Río Neteapa (354 ha) y Quebrada La Huerta y Agua Salada (82 ha) (Figura 6).

**Figura 6**

*Microcuencas afectadas por el gorgojo y área agrícola en El Paraíso*



*Nota.*

Morocelí: Río Neteapa

Teupasenti: Quebrada Las Uvas

Jacaleapa: Río Azul

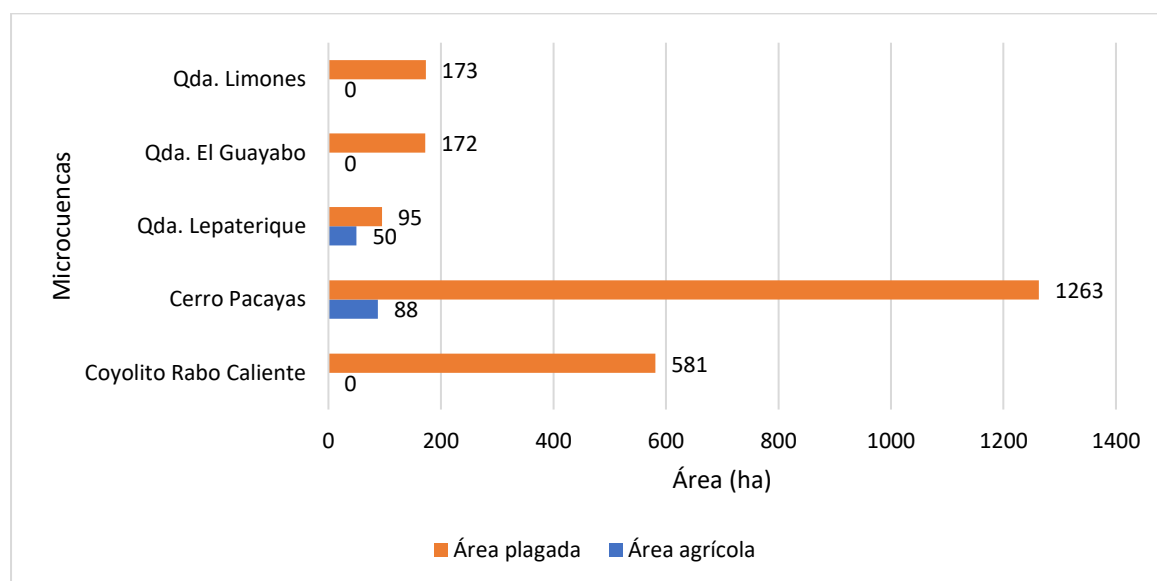
Güinope: Quebrada Cerro de Hule

Potrerrillos: Quebrada La Huerta y Agua Salada.

En la Figura 7 se representan cinco de las 12 microcuencas declaradas en el departamento de Francisco Morazán. El Cerro Pacayas en el municipio de El Porvenir es la microcuenca más afectada con 1,263 ha de área plagada seguido por la microcuenca Coyolito Rabo Caliente con 581 ha y la Quebrada Limones (173 ha) en el municipio de San Ignacio. Por otro lado, las microcuencas de Quebrada Lepaterique (50 ha) y el Cerro Pacayas (88 ha) fueron las microcuencas con mayor presión agrícola. Es importante mencionar que las microcuencas del departamento de Francisco Morazán no cuentan con un **área agrícola significativa**. A través del Anexo A se puede observar con mayor detalle la distribución de las microcuencas en Francisco Morazán.

**Figura 7**

*Microcuencas afectadas por el gorgojo y área agrícola en Francisco Morazán*



*Nota.*

San Ignacio: Quebrada Limones, Coyolito Rabo Grande

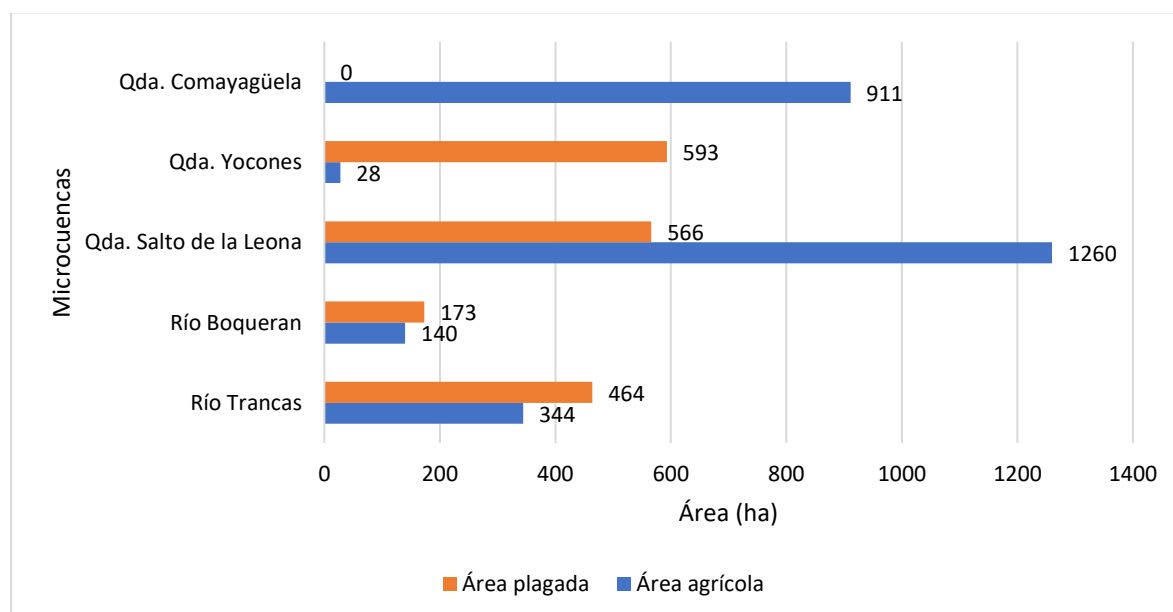
Guamaica: Quebrada Lapaterique

El Porvenir: Cerro Pacayas y Quebrada El Guayabo

Finalmente, en la Figura 8 se presentan cinco de las 67 microcuencas del departamento de Olancho, de las cuales las más afectadas por la plaga que encuentran en el municipio de Guayape, Juticalpa y Salama. Entre ellas, está la Quebrada Yocones con 595 ha en el municipio de Salama seguido por la Quebrada Salto de la Leona con 566 ha en Guayape y Río Trancas con 464 ha dentro del municipio Salama. Además, las microcuencas con mayor área agrícola son las Quebrada Yocones con 1,260 ha y la Quebrada Comayagüela con 911 ha. Por medio del Anexo A se puede observar la distribución total de las microcuencas en Olancho.

**Figura 8**

*Microcuencas afectadas por el gorgojo y área agrícola en Olancho*



*Nota.*

Salama: Río Trancas y Quebrada Yocones

Guayape: Río Boquerán y Quebrada Salto de la Leona

Juticalpa: Quebrada Comayagüela.

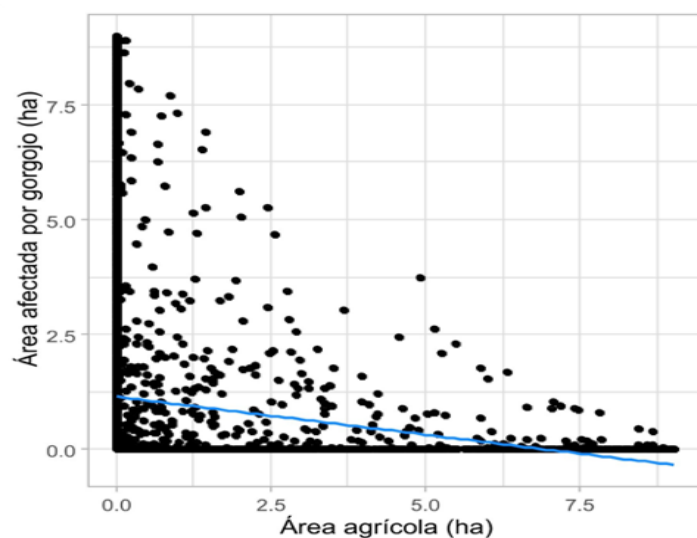
Tomando como referencia estos resultados, varias microcuencas a lo largo de los cuatro departamentos se han visto afectadas por la plaga del gorgojo descortezador y además presentan áreas con actividades agropecuarias en diferentes proporciones. Por lo tanto, se realizó un análisis de distancias para poder evaluar si existe o no relación entre estas dos variables.

### Análisis de Distancias

De acuerdo con el análisis de correlación de las variables independientes (la distancia y el tamaño de parches de agricultura) con la variable dependiente (tamaño de parche de pino plagado) se determinó los coeficientes de correlación. Los coeficientes para la variable distancia entre parches fueron de  $-0.00002846$  y  $-0.2550$  para la variable tamaño del parche agrícola, con un  $R^2$  de  $0.06746$ . Estos coeficientes nos indican una relación casi nula y baja entre las variables analizadas. Los valores de significancia estadística para las dos variables fueron  $p < 0.05$  ( $2 \times 10^{-16}$ ). De acuerdo a los resultados se observa en la Figura 9 que el aumento del área agrícola esta inversamente relacionada con el tamaño del área afectada por el gorgojo. Como efecto de la distancia entre parches se observa en la Figura 10 que a medida aumenta la distancia entre parche el área afectada por gorgojo disminuye.

**Figura 9**

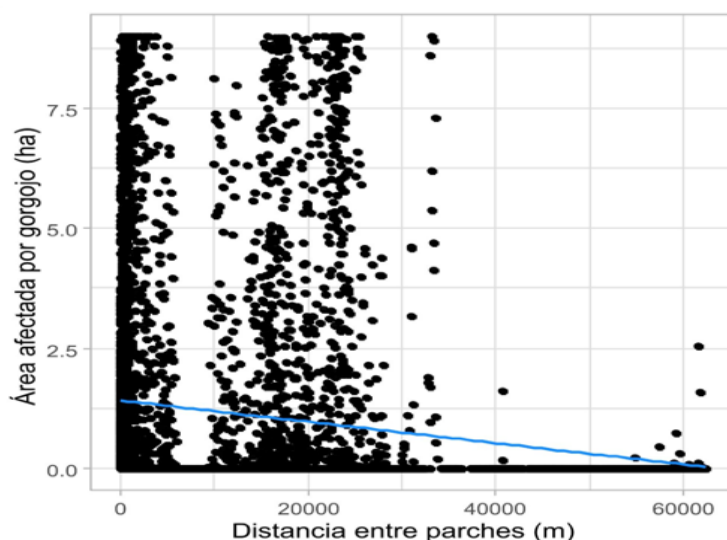
*Tendencia entre el área agrícola y área afectada por gorgojo*





**Figura 10**

*Tendencia entre el área agrícola y distancia entre parches*



Estos resultados indican que existe una relación débil entre las variables. A pesar de que el  $R^2$  no fue alto, no se puede asumir que el análisis propuesto podría predecir el comportamiento del aumento o disminución de estas áreas. Por tal razón, se debería considerar otras variables para poder tener un mayor sustento al momento de evaluar la presión que ejerce el área agrícola sobre las áreas afectadas por plaga.

Aunque el análisis estadístico, indica que existe una débil relación entre las distancias y los parches, es importante proponer alternativas para reducir la presión agrícola que se ejerce en las áreas afectadas por el gorgojo y favorecer el recurso hídrico en estas zonas. Se proponen sistemas agroforestales en tres rubros de producción: café, granos básicos y ganadería extensiva. De acuerdo con el Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre de Corralitos, los cultivos de café y granos básicos son los principales rubros en las subzonas de conservación que es el área donde se desarrollan acciones de conservación de las actividades productivas por parte de las comunidades y se fomentan buenas prácticas agrícolas en los cultivos de café y granos básicos para que los habitantes de las comunidades las puedan implementar (ICF, 2012).

## **Descripción de los Rubros de Producción**

La importancia de la restauración de los bosques afectados por plaga del gorgojo y la presión agrícola es de gran impacto. Estas iniciativas dependen de la escala, dimensión y propósito de la restauración. A partir de los impactos ambientales generados en los bosques surgen nuevas estrategias para lograr un desarrollo más sustentable para los medios de producción. Estas estrategias son más amigables con el ambiente, para así sostener las futuras generaciones (Loiza Cerón et al., 2014).

De acuerdo con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2008) la agricultura dentro de las microcuencas de Honduras es establecida en laderas con cultivos de subsistencia, entre ellos, maíz y frijol. Por otro lado, la ganadería es uno de los sectores agropecuarios más importantes para las regiones en Centroamérica. Según, conocimiento de expertos en estas zonas de los cuatro departamentos de estudio, los rubros de producción que predominan son: granos básicos, café y ganadería (Flores et al., 2021). A continuación, se describen los principales rubros de producción.

### ***Café***

Actualmente, la producción de café en Honduras ha ido incrementando, logrando así ser el mayor productor de café en Centro América. Este rubro representa aproximadamente el 20% de las exportaciones totales de Honduras (González de Miguel, 2007). Actualmente, produce un 3% del café mundial y aproximadamente el 10% de la población depende de este rubro. En Honduras, se cultiva mayoritariamente bajo sombra (entre el 95 y el 98% de toda la producción de café) con unos rendimientos aproximados de 700 a 800 kg/ha (González de Miguel, 2007). Existen cerca de 100,000 familias, siendo un 95% de pequeños agricultores que se dedican a la producción. Este cultivo se desarrolla bajo sombra a altitudes que oscilan entre los 900 a 1,800 msnm.

Lo que se busca es una producción sostenible donde los productores puedan adaptarse a los cambios de usos y coberturas. Además, se considera que el café se puede implementar como un sistema agroforestal. Es importante tomar en cuenta que las microcuencas tienen un rol importante para la provisión de recursos naturales; a partir de esto, el café es una alternativa viable. Acorde a (Farreas, 2018) el cultivo de café tiene mayores rendimientos el café bajo sombra que como monocultivo.

### ***Granos Básicos***

El maíz y el frijol son los granos básicos que ocupan la mayor superficie sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción en Honduras. El maíz se utiliza para consumo humano directo y para alimentar animales, ya sea directamente o en la formulación de concentrados. Asimismo, el frijol es el alimento principal en la dieta de los hondureños (CATIE, 2008).

### ***Ganadería***

La ganadería es uno de los sectores agropecuarios más importantes para las regiones en Centroamérica. Además, el 90% de las fincas ganaderas en Honduras pertenecen a pequeños agricultores y explotaciones familiares (Mena et al., 2020). En Honduras, el sector agropecuario constituye el 14% del PIB. Dentro del sector agrícola, Honduras cuenta con aproximadamente 3.3 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura y ganadería. De este total, el 53.8% es destinado para la ganadería (Gómez Lozano, 2019).

### **Sistemas Agroforestales**

La implementación de sistemas agroforestales se basa en un conjunto de sistemas y tecnologías de uso del suelo y recursos naturales en donde las especies leñosas se utilizan conjuntamente bajo un sistema de manejo integral con cultivos agrícolas y/o producción animal (López Portillo, 2010). Este sistema debe ser manejado de manera integral entre las personas,

comunidades, organizaciones y el gobierno. Es aquí, donde se debe tener todo el conocimiento del manejo de suelos, las tendencias de cultivos y principalmente fortalecer los sistemas de producción. Esto se puede hacer por medio de una agricultura sostenible, que integre un manejo adecuado de los suelos, sin afectar a las microcuencas.

El objetivo de los sistemas agroforestales es poder brindar una nueva alternativa para los productores. Estos sistemas son muy sencillos de aplicar, y por eso, los productores pueden adoptar las técnicas para que luego puedan ser replicadas en las fincas vecinas. Cabe recalcar, que lo primero que se debe hacer, para aplicar un sistema agroforestal es que las comunidades acepten la propuesta para que luego se pueda hacer un estudio, donde se evalué todos los factores internos y externos que abarque el sistema (Aldana Vargas, 2017).

### ***Sistema Quesungual***

El sistema agroforestal Quesungual es una modificación de los sistemas convencionales de producción de cultivos. Este sistema tiene origen en el occidente de Honduras, donde las prácticas se basan en la tala selectiva, podas y un manejo de la biomasa sin quemar junto a la siembra de granos básicos tales como el maíz y frijol. Este forma parte de una dinámica rotacional entre los bosques, suelos desnudos y suelos en producción (Ordoñez y Hellin, 2017).

Estos sistemas de producción se aplican en zonas en laderas y su objetivo es favorecer la regeneración natural y plantación de árboles que puedan ser podados. Las características fundamentales de este sistema son la integración de árboles con cultivos, labranza mínima y la no quema de árboles. En este sistema se mantiene poblaciones altas de árboles para que luego puedan ser regeneradas naturalmente. Normalmente, se practica la poda periódica, para lograr una entrada de luz hacia los cultivos y también brindar cobertura vegetal al suelo para así brindar mejor infiltración y nutrientes para los cultivos. Luego de los 3 a 7 años de producción se deja el terreno en una fase de sucesión para que así el área aumente su biomasa y se logre desarrollar una mayor cobertura forestal

para luego cortarla y aplicar como cobertura para la siembra de nuevos cultivos (Sabogal et al., 2015). Durante esta fase se incorporan nuevas especies de árboles para favorecer la regeneración natural.

### ***Sistema Kuxur Run***

El sistema Kuxur Run es un sistema agroforestal que se caracteriza por contener un plantío denso. Este sistema también tiene como característica principal promover la integración de árboles y cultivos, labranza mínima y la no quema. Además, está enfocado a conservar la materia orgánica y aprovechar los recursos. El incremento paulatino de la materia orgánica en los suelos ayuda a que los rendimientos de los cultivos mejoren (Gúzman, 2017). Este sistema consta de un conjunto de árboles o arbustos en hileras que están separadas por callejones de 6 metros, el cual permite la siembra de los granos básicos. Estos árboles son normalmente podados para permitir la entrada de luz hacia los cultivos y aportar con una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo. En estos suelos, luego de un cierto tiempo, se deja el área en un estado de sucesión forestal para así recuperar la fertilidad de los lugares (FAO y MAGBMA, 2018).

### **Prácticas Agroforestales**

#### ***Cercas Vivas***

La implementación de cercas vivas es una técnica que consiste en franjas de plantas, árboles, arbustos o pastos perennes que se plantan en dirección perpendicular a la pendiente de una ladera para así poder evitar o disminuir la erosión hídrica. También, para lograr retener y posteriormente infiltrar el agua en el suelo (Sepúlveda et al., 2009). El objetivo de esta técnica es reducir la erosión del suelo, retención de humedad y aprovechamiento del espacio para así mejorar los rendimientos de los cultivos. Normalmente, se utiliza cercos muertos de madera para el cerco de los hatos ganaderos, pero la implementación de cercas vivas proporciona un aumento de la cobertura vegetal (San Román et al., 2016).

### ***Bancos Forrajeros***

Este sistema de cultivo está diseñado para la incorporación de especies leñosas o forrajes herbáceas que se desarrollan en bloques, para maximizar la producción de biomasa. Estos bancos están diseñados como un suplemento de las pasturas (San Román et al., 2016). Este forraje tiene como función suplir la alimentación de los animales en épocas como la sequía o fenómenos de heladas. Ya que normalmente en estas épocas la cantidad de forraje para los animales disminuye. Se considera que estos bancos pueden ser sumideros de carbono. Es importante tomar en cuenta las especies a utilizar ya que se necesita una buena capacidad de rebrote. Además, la calidad nutritiva juega un rol importante ya que se necesitan altos contenidos de proteína y energía para el ganado (Sánchez Sarmiento et al., 2010).

### ***Barreras Rompe Vientos***

Este sistema consiste en formar hileras de árboles o arbustos de diferentes alturas que están en sentido opuesto a la dirección del viento. Estas barreras ayudan a reducir los daños producidos por el viento. Además, generan un microclima dentro de las áreas para una mejor producción animal y evitan la erosión del suelo. Estos sistemas se recomiendan establecer en áreas de la cuenca que tenga una alta afectación por el viento (Sánchez Parales, 2020).

### ***Protección de Rivera***

La protección de riberas es una práctica muy importante para resguardar el recurso hídrico. Ya que ayuda a controlar la erosión por medio de vegetación y protección de las laderas. Estas zonas cumplen una función muy importante en la conservación del ecosistema, así como las relaciones territoriales y el suministro de bienes y servicios (Romero et al., 2014). El enraizamiento de la vegetación, ayuda que el suelo tenga mayor consistencia, reduciendo la incidencia de erosión. Además, proveyendo una mayor protección a las zonas riverañas (San Román et al., 2016).

Se debe tomar en consideración el artículo 123 de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre que regulan la protección ribereña en los ríos y quebradas permanentes. Además, de revisar los planes de manejo de las microcuencas declaradas antes de promover cualquier práctica agrícola (Ley forestal, áreas protegidas y vida silvestre, 2008).

Para poder llevar a cabo los sistemas de producción y técnicas se debe tomar en cuenta las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Estas consisten en aplicar técnicas para lograr una extracción sostenible de los recursos naturales. Primeramente, es importante comprender la información para luego aplicarla al campo y desarrollar las actividades. Además, se debe considerar el uso sostenible de los recursos naturales, respetando las áreas protegidas, no sobre gastar los recursos, no contaminar y manteniendo un equilibrio en el sistema de producción (Crusta et al., 2019).

Los sistemas de producción agrícola se definen como el conjunto de prácticas y técnicas para poder producir uno o más bienes agrícolas. Estas prácticas pueden ser aplicadas para la implementación de sistemas agroforestales. Las cuales brindan una alternativa para el desarrollo de los pequeños agricultores. Varios estudios han encontrado que la implementación de estos sistemas mejora la productividad agrícola. Entre estas mejoras está el aumento de materia orgánica en el suelo, disminución de la erosión del suelo (Banegas Blanco, 2020).

En el Cuadro 4 se observa un resumen de cada sistema productivo con sus respectivas prácticas agrícolas que podrían implementarse en las microcuencas y así tener un beneficio relacionado al recurso hídrico y a economía de las familias.

**Cuadro 4**

*Resumen de los sistemas productivos y prácticas agrícolas que benefician a la microcuenca (recurso hídrico) y beneficios económicos*

| Sistema productivo  | Práctica agroforestal   | Beneficio a la microcuenca y recurso hídrico   | Beneficio económico  | Fuente                    |
|---------------------|---|--|--|---------------------------|
| Café                | Cercas vivas  | Promueve la protección y conservación de los recursos suelo y agua   | Representa un ahorro del 16% a comparación de las cercas muertas                 | (San Román et al., 2016)  |
|                     |   | Recuperación de la fertilidad natural de los suelos  | La aplicación puede generar hasta un 15% de ingresos por las especies maderables |                           |
|                     | Disminución de la erosión   | Sirven como suplemento para la alimentación y mejora de producción entre 7.3 y 7.4 kg vaca/día con las especies <i>E. poeppigiana</i> y <i>G. sepium</i> |  |                           |
|                     | Retención de la humedad del suelo para optimizar el aprovechamiento del agua disponible |  |  |                           |
| Cultivo bajo sombra |   | Mejoramiento en la fertilidad del suelo al introducir especies leñosas   | Aumento en la producción y calidad del café                                      | (Salamanca Gavidia, 2017) |
|                     |   | Incremento de la materia orgánica  | Reducción en los requerimientos de insumos (fertilizantes y herbicidas)          |                           |
|                     |   | Reducción potencial de los requerimientos de insumos (fertilizante y herbicidas)   | Productos con valor agregado (hojarasca, frutos y madera)                        |                           |
|                     |   | Aumento de la biodiversidad  |  |                           |
|                     |   | Fijación de nitrógeno en el suelo  |  |                           |



| Sistema productivo  | Práctica agroforestal | Beneficio a la microcuena y recurso hídrico  | Beneficio económico  | Fuente                    |
|---------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|
| Granos Básicos      | Sistema Quesungual    | Las podas ayudan a mantener una mayor producción de biomasa para el suelo, por lo tanto, mayor cobertura         | Incrementa los ingresos familiares por los productos adicionales (frutos y madera) | (Ordoñez y Hellin, 2017)  |
|                     |                       | Disminución de la erosión mejorando la capacidad de retención de humedad, infiltración y escorrentía superficial |  |                           |
|                     | Sistema Kuxur Rum     | Mejora de la fertilidad del suelo  | Incrementa los ingresos familiares por los productos adicionales (frutos y madera) | (FAO, 2018)               |
|                     |                       | Reduce los impactos de los cambios de uso de bosques secundarios a agricultura                                   |  |                           |
|                     |                       | Aumento de la densidad y producción de biomasa de las especies de árboles o arbustos                             |  |                           |
|                     |                       | Mejor protección y aumento de la fertilidad del suelo  |  |                           |
|                     |                       | Mejora del rendimiento de los cultivos en épocas de sequías  | Disminuye costos de fertilizantes  | (Posada Quinteros, 2012 ) |
|                     |                       | Provee mejor infiltración de agua y protección del ecosistema<br>Estimula la actividad microbiana del suelo      |  |                           |
| Ganadería Extensiva | Bancos Forrajeros     | Disminuye la erosión y la escorrentía superficial  | Disminuye la adquisición de fertilizantes Minimiza el uso de concentrado           | (San Román et al., 2016)  |
|                     |                       | Aumenta la recarga de los acuíferos<br>Contribuye a la conservación de los recursos                              |  | (Sarmiento et al. 2009)   |

| Sistema productivo  | Práctica agroforestal      | Beneficio a la microcuenca y recurso hídrico naturales                        | Beneficio económico   | Fuente                   |
|---------------------|----------------------------|---|---|--------------------------|
| Ganadería Extensiva | Barreras rompe vientos     | Conservación de suelos por la menor presión de las pasturas por el ganado.    | Contribuyen al aumento de producción de biomasa para mejorar las deficiencias nutricionales | (San Román et al., 2016) |
|                     |                            | Mayor eficiencia en el uso de recursos en la finca                            | Incrementan hasta el 20% de la producción de leche  |                          |
|                     |                            | Aporta a la retención de agua y nutrientes                                    | La siembra de especies más adecuadas a la zona es económicamente rentable                   |                          |
|                     |                            | Aporta a la reducción del potencial erosivo de las corrientes de aire         | Incrementan el valor de la tierra   |                          |
| Otras prácticas     | Protección zonas rivereñas | Brinda protección para las zonas rivereñas por el enraizamiento de las raíces | Genera empleo familiar  | (San Román et al., 2016) |
|                     |                            | Se aplican en las zonas medias y bajas de la cuenca                           | El uso de bambú permite darle un valor agregado (Construcción viviendas y artesanías)       |                          |
|                     |                            | Contribuye a la regeneración del paisaje natural de la zona                   |   |                          |
|                     |                            | Retiene los sedimentos mejorando la calidad del agua                          |   |                          |

## Conclusiones

Las microcuencas ubicadas en los departamentos de Olancho y Francisco Morazán fueron más afectadas en cuanto a área total por la plaga del gorgojo, principalmente en los municipios de Guayape, Salama, El Porvenir y San Ignacio. Mientras que, las microcuencas de los departamentos de El Paraíso y Olancho presentan mayor área agrícola, en los municipios Jacaleapa, Juticalpa, Güinope y Guayape.

A partir del análisis de correlación se evidencia que no existe una relación fuerte entre las distancias de las áreas agrícolas a las áreas de bosque de pino afectadas por la plaga. Por lo tanto, el análisis propuesto no es suficientemente robusto para determinar el comportamiento de la variable respuesta (tamaño de parche de pino plagado).

Este estudio es una base metodológica con el uso de herramientas geográficas para determinar el lugar y las áreas afectadas por el gorgojo. Paralelamente, se podrían determinar condiciones agroecológicas y meteorológicas para una adecuada investigación de alternativas económicamente viables y sostenibles para disminuir la presión de cambio de uso de los bosques hondureños afectadas por la plaga del gorgojo descortezador.

## Recomendaciones

En los cuatro departamentos de estudio, se sugiere llevar a cabo una revisión de los planes de manejo de las microcuencas y de las áreas protegidas afectadas en diferentes magnitudes por la plaga y que cuentan con parches agrícolas. Para así, implementar sistemas de producción que ayuden a disminuir la presión que ejerce la agricultura en las áreas afectadas por el gorgojo.

Tomar en consideración otras variables que pueden influir en la presión agrícola hacia las áreas de bosque de conífera afectadas por la plagada. Se podría tomar en cuenta otras variables tales como la elevación, tipo de suelo, temperatura, humedad, precipitación o factores paisajísticos como la densidad de bosque de pino, otras categorías de uso y cobertura. Además, de factores sociales, como la tenencia de la tierra y las redes de acceso.

Las alternativas de producción y manejo en las áreas afectadas por el gorgojo deben estar alineadas integralmente en un sistema que considere un levantamiento de información como este estudio. Adicionalmente, la información obtenida de este estudio puede servir para orientar las decisiones de manejo de las microcuencas en torno al tipo de agricultura o a las prácticas agroforestales que se pueden promover en futuros proyectos.

## Referencias

- Aldana Vargas, N. J. (2017). *Caracterización de sistemas de producción agroforestal; San Miguel Huité, Zacapa* [Tesis de grado]. Universidad Rafael Landívar, Zacapa. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrkd/2017/06/09/Aldana-Nery.pdf>
- Banegas Blanco, J. R. (2020). *Propuesta para la implementación de sistemas agroforestales en la microcuenca Santa Inés, Honduras* [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6740/1/IAD-2020-T003.pdf>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (Junio 2008). *Plan estratégico de manejo de la microcuenca del río Texiguat*. Honduras.
- Centro de estudio para la Democracia. (Octubre 2015). *El Gorgojo Descortezador, entre los efectos del cambio climático y la débil gobernanza forestal del Estado de Honduras* (Informes de Monitoreo del contexto de los recursos naturales y la resistencia comunitaria"). Honduras. <http://cespad.org.hn/wp-content/uploads/2017/06/Monitoreo-RRNN-oct-1.pdf>
- Crusta, C., Piovano, C. C. y Roelofs, D. M. (2019). *Una nueva herramienta para la planificación de cuencas agrícolas* [Trabajo de investigación, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba]. rdu.unc.edu.ar. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/11835>
- Farreras, J. A. (2018). El café bajo sombra como sistema agroforestal. *Revista Equidad*(2), 23–30. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/Revequidad/article/view/477>
- Gómez Lozano, R. A. *Potencial de prácticas y sistemas silvopastoriles para las acciones nacionales apropiadas de mitigación (NAMA) para el sector ganadero de Honduras* [, CATIE, Turrialba (Costa Rica)]. [repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/9028](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/9028)
- González de Miguel, C. (2007). *Producción de café en Honduras: modelado de las relaciones cafeto-arbolado* [Tesis, Universidad Politécnica de Madrid, España]. oa.upm.es. <http://oa.upm.es/959/>
- Guzman Cordon, C. H. (2017). *Implementación de parcelas agroforestales en la comunidad de Shastutú, Zacapa* [Tesis]. Universidad Rafael Landívar, Zacapa. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrkd/2017/06/09/Guzm%C3%A1n-Carlos.pdf>
- Huezo Sánchez, L. A. (2011). *Caracterización hidrológica y balance hídrico de la microcuenca Santa Inés, Honduras* [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/407/1/IAD-2011-T015.pdf>
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. (Octubre 2012). *Plan de manejo del refugio de vida silvestre Corralitos*. Tegucigalpa, Honduras. <https://acchonduras.files.wordpress.com/2014/07/pm-rvscfinal.pdf>

- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. (2017). *Tipología de Bosques de Honduras*. <http://sigmof.icf.gob.hn/downloads/Protocolo-4.Tipologia-de-Bosques-de-Honduras.pdf>
- Loiza Cerón, W., Carvajal Escobar, Y. y Ávila Díaz, Á. J. (2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal*, 17(2), 161. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a03>
- López Portillo, J. (2010). *Manual de Sistemas Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible*. JIRCAS. [https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual\\_guideline/manual\\_guideline\\_-\\_42.pdf](https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline_-_42.pdf)
- Mena, M., van der Hoek, R. y Díaz, M. F. (2020). *Estudio de los esquemas de extensión para la ganadería en Centroamérica: Casos de Honduras, Nicaragua y Costa Rica* [Informe preliminar, Centro Internacional de Agricultura Tropical]. [cgspace.cgiar.org. https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/111482](https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/111482)
- Ordoñez, J. C. y Hellin, J. (2017). *El Sistema "Quesungual" Agroforestería y manejo de suelos para la producción de maíz y frijol en laderas* (Working Paper núm. 280). La Molina. Centro Internacional de Investigación Agroforestal. <http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/WP18007.pdf>  
<https://doi.org/10.5716/WP18007.PDF>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Marco de Programación País: Honduras*. <http://www.fao.org/3/i5397s/i5397s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Caracterización de los Sistemas Agroforestales Kuxur Rum y Quesungual en el Corredor Seco de Guatemala y Honduras*. FAO. <https://cutt.ly/pQocju4>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medio Ambiente. (2018). *Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial*. <http://www.fao.org/3/CA0399ES/ca0399es.pdf>
- Pérez, C. J., Locatelli, B., Vignola, R. y Imbach, P. (2008). Importancia de los bosques tropicales en las políticas de adaptación al cambio climático. *Recursos Naturales Y Ambiente*(51), 6–13. [https://www.researchgate.net/publication/237483950\\_Importancia\\_de\\_los\\_bosques\\_tropicales\\_en\\_las\\_politicas\\_de\\_adaptacion\\_al\\_cambio\\_climatico](https://www.researchgate.net/publication/237483950_Importancia_de_los_bosques_tropicales_en_las_politicas_de_adaptacion_al_cambio_climatico)
- Ley forestal, áreas protegidas y vida silvestre, Diario Oficial La Gaceta 1 (2008). [https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver\\_documento.php?uid=NjY3MjE4OTM0NzYzNDg3MTI0NjE5ODcyMzQy](https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver_documento.php?uid=NjY3MjE4OTM0NzYzNDg3MTI0NjE5ODcyMzQy)
- Posada Quinteros, K. E. (2012). *Impacto del Sistema Agroforestal Kuxur Rum en la sostenibilidad de los medios de vida de las familias rurales en Camotán y Jocotán, Guatemala* [Tesis]. Centro

- Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. [https://agritrop.cirad.fr/575304/1/document\\_575304.pdf](https://agritrop.cirad.fr/575304/1/document_575304.pdf)
- Romero, F. I., Cozano, M. A., Gangas, R. A. y Naulin, P. I. (2014). Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. *Bosque*, 35(1), 3–12. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002014000100001>
- Sabogal, C., Besacier, C. y McGuire, D. (2015). Restauración de bosques y paisajes: conceptos, enfoques y desafíos que plantea su ejecución. *Unasyva*, 66(3), 3–10. <http://www.fao.org/3/i5212s/i5212s.pdf>
- Salamanca Gavidia, L. A. (2017). *Evaluación de la producción de café bajo sombra con especies arbóreas en el municipio de pajarito* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia]. repository.unad.edu.co. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13725>
- San Román, L., Cárdenas, J. y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2016). *Buenas prácticas para el desarrollo de agricultura sostenible y afrontar el cambio climático*. IICA. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/4211/BVE17099223e.pdf?sequence=1>
- Sánchez Parales, W. A. (2020). *Sistemas silvopastoriles ssp como alternativa sostenible para la ganadería bovina colombiana* [Trabajo de grado]. Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga, Santander. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16330/1/2020\\_Sistemas\\_silvopastoriles\\_ssp\\_como\\_alternativa\\_sostenible\\_para\\_la\\_ganader%C3%ADa\\_bovina\\_colombiana.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16330/1/2020_Sistemas_silvopastoriles_ssp_como_alternativa_sostenible_para_la_ganader%C3%ADa_bovina_colombiana.pdf)
- Sánchez Sarmiento, L. Y., Andrade Castañeda, H. J. y Rojas Molina, J. (2010). Vista de Demanda de mano de obra y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. *Acta Agronómica*, 59(3), 363–371. [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/17666/18540](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/17666/18540)

## Anexos

### Anexo A

#### *Área agricultura y gorgojo en las microcuencas por municipio y departamento*

| Departamento | Municipio    | Nombre microcuenca              | Área afectada por agricultura (ha) | Área afectada por plaga (ha) |
|--------------|--------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Comayagua    | Esquías      | Quebrada Mal Paso               | 153                                | 36                           |
| Comayagua    | Esquías      | Los Lirios                      | 48                                 | 37                           |
| Comayagua    | Esquías      | Palo Verde                      | 30                                 | 19                           |
| Comayagua    | Las Lajas    | Quebrada El Coral               | 14                                 | 45                           |
| Comayagua    | Las Lajas    | Quebrada La Trinidad            | 14                                 | 0                            |
| Comayagua    | Minas de Oro | Quebrada Cristales o El Malcota | 13                                 | 0                            |
| Comayagua    | Las Lajas    | Quebrada La Hacienda Vieja      | 6                                  | 0                            |
| Comayagua    | Esquías      | Agua Dulce                      | 4                                  | 28                           |
| Comayagua    | Esquías      | Cerro Cususco                   | 4                                  | 3                            |
| Comayagua    | Esquías      | El Play                         | 4                                  | 0                            |
| Comayagua    | Ojos de Agua | La Sierra                       | 3                                  | 17                           |
| Comayagua    | Esquías      | El Pocito                       | 3                                  | 0                            |
| Comayagua    | Esquías      | Quebrada Agua Dulce             | 3                                  | 219                          |
| Comayagua    | Esquías      | El Cordoncillo                  | 2                                  | 77                           |
| Comayagua    | Esquías      | Quebrada La Mina                | 2                                  | 52                           |
| Comayagua    | Ojos de Agua | Quebrada. El Caliche Pelon      | 1                                  | 3                            |
| Comayagua    | La Libertad  | Quebrada La Quebradona          | 1                                  | 0                            |
| Comayagua    | Las Lajas    | Quebrada La Fragosa             | 0                                  | 0                            |
| Comayagua    | Esquías      | La Peaa                         | 0                                  | 1                            |
| Comayagua    | Esquías      | Los Pocitos                     | 0                                  | 1                            |



| Departamento                   | Municipio                  | Nombre microcuenca              | Área afectada por agricultura (ha) | Área afectada por plaga (ha) |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Comayagua                      | Esquías                    | Quebrada de Agua                | 2                                  | 164                          |
| Comayagua y El Paraíso         | Esquías y Danlí            | Quebrada Buenos Aires           | 8                                  | 144                          |
| Comayagua y Francisco Morazán  | Villa San Antonio          | Represa El Coyolar              | 93                                 | 24                           |
| El Paraíso                     | Jacaleapa                  | Río Azul                        | 868                                | 374                          |
| El Paraíso                     | Güinope                    | Quebrada Cerro de Hule          | 577                                | 36                           |
| El Paraíso                     | Morocelí                   | Río Neteapa                     | 354                                | 25                           |
| El Paraíso                     | Güinope                    | Quebrada La Chorrera I          | 162                                | 20                           |
| El Paraíso                     | Teupasenti                 | Quebrada Las Uvas               | 103                                | 108                          |
| El Paraíso                     | Güinope                    | Quebrada La Mora                | 88                                 | 0                            |
| El Paraíso                     | Potrerosillos              | Quebrada La Huerta y Agua Salac | 82                                 | 26                           |
| El Paraíso                     | Teupasenti                 | Quebrada El Caribe              | 58                                 | 0                            |
| El Paraíso                     | Morocelí                   | Mesillas                        | 48                                 | 38                           |
| El Paraíso                     | Danlí                      | Quebrada Negra                  | 41                                 | 0                            |
| El Paraíso                     | Morocelí y San Juan de Flo | El Chagüite                     | 34                                 | 0                            |
| El Paraíso                     | Danlí                      | Quebrada Arriba                 | 23                                 | 0                            |
| El Paraíso                     | Potrerosillos              | Quebrada Paso del Cedro         | 14                                 | 19                           |
| El Paraíso                     | Danlí                      | Quebrada Las Chinas             | 10                                 | 0                            |
| El Paraíso                     | Potrerosillos              | El Portillo                     | 6                                  | 0                            |
| El Paraíso                     | Danlí                      | Quebrada el Águila              | 5                                  | 0                            |
| El Paraíso                     | Potrerosillos              | El Aguacate                     | 0                                  | 0                            |
| El Paraíso                     | Danlí                      | Cerro Azul                      | 0                                  | 0                            |
| El Paraíso                     | Danlí                      | Quebrada El Boquerán            | 0                                  | 0                            |
| El Paraíso y Francisco Morazán | Potrerosillos y Orica      | Quebrada Grande                 | 18                                 | 53                           |
| Francisco Morazán              | El Porvenir                | Cerro Pacayas                   | 88                                 | 1263                         |
| Francisco Morazán              | Guaimaca                   | Quebrada Lepaterique            | 50                                 | 95                           |
| Francisco Morazán              | Orica                      | Talanqueras                     | 7                                  | 53                           |
| Francisco Morazán              | Talanga                    | Quebrada Agua Fr                | 1                                  | 0                            |

| Departamento      | Municipio      | Nombre microcuenca           | Área afectada por agricultura (ha) | Área afectada por plaga (ha) |
|-------------------|----------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Francisco Morazán | Guaimaca       | San Marcos                   | 1                                  | 0                            |
| Francisco Morazán | San Ignacio    | Coyolito Rabo Caliente       | 0                                  | 581                          |
| Francisco Morazán | San Ignacio    | Quebrada Limones             | 0                                  | 173                          |
| Francisco Morazán | San Ignacio    | Quebrada Los Guamiles        | 0                                  | 128                          |
| Francisco Morazán | El Porvenir    | Quebrada El Guayabo          | 0                                  | 0                            |
| Francisco Morazán | El Porvenir    | Quebrada Modis               | 0                                  | 0                            |
| Intibucá          | Jesús de Otoro | Río Cumes                    | 0                                  | 0                            |
| Olancho           | Guayape        | Quebrada Salto de la Leona   | 1260                               | 566                          |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada Comayagüela         | 911                                | 0                            |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada de Blasito          | 437                                | 0                            |
| Olancho           | Guayape        | Quebrada El Zapote           | 396                                | 9                            |
| Olancho           | Salama         | Río Trancas                  | 344                                | 464                          |
| Olancho           | Campamento     | Quebrada Las Amayas          | 333                                | 10                           |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada Rey de Oro          | 307                                | 0                            |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada Las Galeras         | 274                                | 34                           |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada Las Oropéndolas     | 250                                | 0                            |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada Honda               | 213                                | 0                            |
| Olancho           | Juticalpa      | Los Dátiles                  | 176                                | 0                            |
| Olancho           | Guayape        | Quebrada La Ahumadera        | 176                                | 265                          |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada La aota             | 140                                | 0                            |
| Olancho           | Guayape        | Río Boquerán                 | 140                                | 173                          |
| Olancho           | Juticalpa      | Barba de Bagre               | 132                                | 4                            |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada de La Monta         | 120                                | 2                            |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada Salto de La Culebra | 114                                | 4                            |
| Olancho           | Juticalpa      | Quebrada de Los Negros       | 113                                | 0                            |
| Olancho           | Concordia      | Quebrada Los Anices          | 106                                | 24                           |
| Olancho           | Juticalpa      | El Carb                      | 96                                 | 0                            |

| Departamento | Municipio  | Nombre microcuenca               | Área afectada por agricultura (ha) | Área afectada por plaga (ha) |
|--------------|------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Olancho      | Salama     | Quebrada El Matasano             | 94                                 | 1                            |
| Olancho      | Juticalpa  | Las Peoitas                      | 91                                 | 0                            |
| Olancho      | Juticalpa  | Quebrada de Las Cruces           | 73                                 | 0                            |
| Olancho      | Salama     | Quebrada Jutiapa                 | 65                                 | 198                          |
| Olancho      | Juticalpa  | El Guanacaste                    | 65                                 | 0                            |
| Olancho      | Guayape    | Quebrada Ca                      | 63                                 | 0                            |
| Olancho      | Juticalpa  | Quebrada del Cafo                | 59                                 | 0                            |
| Olancho      | Guayape    | Quebrada La Bolsa                | 46                                 | 472                          |
| Olancho      | Juticalpa  | Río Arriba                       | 45                                 | 7                            |
| Olancho      | Juticalpa  | Quebrada Cerro El Brujo          | 43                                 | 0                            |
| Olancho      | Campamento | La Bellota                       | 41                                 | 0                            |
| Olancho      | Juticalpa  | El Cacao                         | 31                                 | 0                            |
| Olancho      | Salama     | Quebrada Yocones                 | 28                                 | 593                          |
| Olancho      | Silca      | Quebrada Grande                  | 25                                 | 33                           |
| Olancho      | Guayape    | Quebrada Los Chiqueros           | 22                                 | 13                           |
| Olancho      | Guayape    | Quebrada Las Mariposas           | 21                                 | 13                           |
| Olancho      | Silca      | Los Anices                       | 17                                 | 26                           |
| Olancho      | Juticalpa  | Quebrada La Bellota              | 16                                 | 0                            |
| Olancho      | Concordia  | Los Micos                        | 16                                 | 17                           |
| Olancho      | Campamento | El Zapote                        | 8                                  | 0                            |
| Olancho      | El Rosario | Quebrada El Chililn de Río Tabac | 7                                  | 31                           |
| Olancho      | Salama     | Quebrada El Suyate               | 5                                  | 0                            |
| Olancho      | Silca      | La Rosa                          | 3                                  | 16                           |
| Olancho      | Guayape    | Quebrada El Maniadero            | 3                                  | 8                            |
| Olancho      | Campamento | San Juan                         | 3                                  | 0                            |
| Olancho      | Salama     | Quebrada de Mondez               | 1                                  | 222                          |
| Olancho      | Juticalpa  | Quebrada de Talanquera           | 1                                  | 0                            |

| Departamento                | Municipio            | Nombre microcuenca      | Área afectada por agricultura (ha) | Área afectada por plaga (ha) |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Olancho                     | Campamento           | Platanares              | 1                                  | 0                            |
| Olancho                     | Silca                | El Carámbano            | 0                                  | 112                          |
| Olancho                     | Silca                | El Higuerito            | 0                                  | 44                           |
| Olancho                     | Silca                | El Tamagaz              | 0                                  | 7                            |
| Olancho                     | Silca                | El Tigre                | 0                                  | 0                            |
| Olancho                     | Silca                | La Calaverna            | 0                                  | 90                           |
| Olancho                     | Silca                | La Pita                 | 0                                  | 17                           |
| Olancho                     | Silca                | Las Flores              | 0                                  | 139                          |
| Olancho                     | Silca                | Plan de La India        | 0                                  | 25                           |
| Olancho                     | Silca                | Quebrada de Agua        | 0                                  | 105                          |
| Olancho                     | Silca                | Quebrada El Higuerito   | 0                                  | 172                          |
| Olancho                     | Silca                | Quebrada La Lima        | 0                                  | 32                           |
| Olancho                     | Silca                | Quebrada La Presa       | 0                                  | 6                            |
| Olancho                     | Salama               | Quebrada El Chile       | 0                                  | 0                            |
| Olancho                     | Salama               | Quebrada El Zunteco     | 0                                  | 9                            |
| Olancho                     | Juticalpa            | Las Minas               | 0                                  | 14                           |
| Olancho                     | Juticalpa            | Quebrada El Ocote       | 0                                  | 0                            |
| Olancho                     | Guayape              | El Pasadero             | 0                                  | 29                           |
| Olancho                     | El Rosario           | Quebrada El Liquidambal | 0                                  | 116                          |
| Olancho                     | Campamento           | Cara Sucia              | 0                                  | 3                            |
| Olancho y Francisco Morazán | Concordia y Guaimaca | El Aguacatal            | 3                                  | 0                            |

