

Propuesta para la implementación de sistemas agroforestales en la microcuenca Santa Inés, Honduras

José Roberto Banegas Blanco

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

Propuesta para la implementación de sistemas agroforestales en la microcuenca Santa Inés, 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 Roberto Banegas Blanco

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Propuesta para la implementación de sistemas agroforestales en la microcuenca Santa Inés, Honduras

José Roberto Banegas Blanco

Resumen. El cambio de uso de suelo por el avance de la frontera agrícola tiene efectos sobre el ciclo hidrológico en las cuencas, específicamente en la cantidad y calidad de agua. Los sistemas agroforestales son una estrategia de sistemas alternativos de producción sostenible. En estos sistemas, además de proveer un producto agrícola principal se obtienen diferentes subproductos que mejoran las condiciones ecológicas en agroecosistemas y generan ingresos económicos adicionales para el productor. En este estudio se desarrolla una propuesta para la implementación de sistemas agroforestales en áreas de producción de granos básicos de la microcuenca Santa Inés. La propuesta inició con la revisión de información secundaria que permitió identificar potenciales sistemas agroforestales. Luego con esta lista se construyó una serie de combinaciones y arreglos en los que se pueden incluir las especies arbóreas en las fincas de los productores. Después se realizó una consulta con un grupo de productores como informantes clave. La consulta permitió evaluar la preferencia de los productores sobre los sistemas y arreglos en la finca. Como resultado se determinó que existe un mayor interés por parte de los productores para la inclusión de especies de frutales y en arreglo de líneas o callejones en sus parcelas de granos básicos.

Palabra claves: Agroforestería, productores, sistemas agro-silviculturales.

Abstract. The change in land use due to the advance of the agricultural frontier has effects on the hydrological cycle within a watershed, specifically the quantity and quality of water. Agroforestry systems are a strategy for alternative sustainable production. These systems, in addition to providing a principal agricultural product, also provide by-products that improve local ecological conditions and generate income for the producer. In this study, a proposal is developed for the implementation of agroforestry systems in bean and maize production areas of the Santa Inés micro-basin. The proposal began with the review of secondary information to identify the preliminary list of potential agroforestry systems. With this list, a series of combinations and arrangements in which tree species can be included in the producers' farms was elaborated. Afterwards, a consultation was carried out with a group of producers as key informants. The consultation allowed evaluation of preferences for the systems and arrangements on the farm. Producers were most interested in including fruit trees arranged in lines or alleys within basic grains plots.

Key words: Agroforestry, agrosilvicultural systems, farmers.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen.....	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros y Figuras	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	17
5. RECOMENDACIONES	18
6. LITERATURA CITADA.....	19

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Matriz de consulta sobre preferencias de SAF para microcuenca Santa Inés.....	6
2. Análisis de suelos en las parcelas de las comunidades de la microcuenca Santa Inés.	9
3. Número de familias y áreas de producción en la microcuenca Santa Inés.....	9
4. Criterios de clasificación de los SAF.	10
5. Requerimientos agroecológicos de las especies arbóreas seleccionadas.	11
6. Combinación granos básicos más una especie frutal con preferencia de arreglo.	12
7. Combinación granos básicos más una especie forestal y preferencia de arreglo.	13
8. Preferencia por atributo económico árboles frutales.	14
9. Preferencia por atributo económico de árboles maderables.	14
10. Preferencia por atributo ecológico de árboles frutales.	15
11. Preferencia por atributo ecológico de árboles maderables.	15
12. Preferencia por atributo cultural árboles frutales.	16
13. Preferencia por atributo cultural árboles maderables.....	16
Figuras	Página
1. Mapa de ubicación de la microcuenca Santa Inés.	4
2. Mapa de áreas de producción de granos básicos en la microcuenca Santa Inés.	7
3. Mapa de áreas de producción según pendiente y franja de protección hidrológica.	8

1. INTRODUCCIÓN

El cambio del uso del suelo se da principalmente por el avance agrícola rural (Murphy, 2012). Al remover la cobertura natural (bosques), el territorio experimenta una serie de cambios que generan impactos ambientales como la erosión de suelos y disminución de la calidad y cantidad de agua de una cuenca. Estudios han comprobado también, que el cambio de cobertura tiene efectos sobre la temperatura y la precipitación de una región (Zhao, Pitman y Chase, 2011). De Paulo Rodrigues da Silva y colaboradores (2017) realizaron modelaciones bajo tres distintos escenarios, donde señalaron la necesidad de la cobertura vegetal para una cuenca, ya que, zonas con poca cobertura, tendían a una reducción en la disponibilidad del recurso hídrico. Además, los cambios en la cobertura vegetal se encuentran ligados a procesos de erosión e incremento del riesgo de inundación en las partes bajas de la cuenca hidrográfica.

Actualmente, el acelerado crecimiento poblacional en países en vías de desarrollo, genera mayor presión sobre los recursos naturales y el progreso de estos países. Latinoamérica a diferencia de otras regiones en desarrollo, podrá soportar la creciente población y demanda debido a la riqueza natural que esta región posee en cuanto a disponibilidad de recursos naturales (Stads, Beintema, Pérez, Flaherty y Falconi, 2016). Por ende, la incorporación de técnicas y prácticas de conservación, servirán de base para el manejo de recursos, impulsando el desarrollo de estas naciones.

Honduras enfrenta altas tasas de crecimiento poblacional y, por ende, una creciente demanda de alimentos, los cuales son producidos mediante técnicas no sostenibles que repercuten en presión hacia los recursos naturales (Monserate et al., 2016). En cuanto al manejo y uso adecuado de los recursos naturales nacionales, es necesario encontrar métodos agrícolas que puedan suplir la demanda alimentaria del país que al mismo tiempo este a la par con el bienestar ecológico. Se sabe que alrededor del 48% de la población hondureña habitan las zonas rurales (World Bank, 2020). Dicha población se compone principalmente de productores de pequeña escala distribuidos en todo el territorio nacional. Estos productores y sus actividades agrícolas se caracterizan por ser principalmente de subsistencia para las familias del sector rural que se encuentran en zonas marginadas.

De acuerdo con la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA, 2005), gran parte del territorio hondureño presenta pendientes mayores al 30%. Debido a ello, muchos de estos productores de pequeña escala se encuentran en zonas de ladera. Por las pendientes inclinadas más el constante uso de la tierra y el cambio de cobertura, se genera erosión al suelo y con esto la pérdida de nutrientes (Ayarza, Amézquita, Barrios, Rondón y Quintero, 2007). Estos hogares rurales se encuentran en zonas marginales en condiciones frágiles por las actividades agrícolas presentes (Escobar, 2016).

Los Sistemas Agroforestales (SAF) se definen como un asocio, donde especies maderables son combinadas con sistemas de producción agrícola, pecuaria o ambas simultáneamente (Nair, 1989). La interacción entre árboles y cultivos se ha dado desde hace varios siglos, volviendo a esta relación tan antigua como la agricultura misma. Sin embargo, los sistemas agroforestales como ciencia son relativamente nuevos (Dagar y Tewari, 2017a). En Latinoamérica, la práctica de sistemas

agroforestales se enseña mediante capacitaciones demostrativas y la transmisión de conocimiento de una generación a otra. Para la región tropical, este tipo de sistemas permiten maximizar los beneficios productivos mediante el aprovechamiento de la asociación de especies forestales, los cuales son significativos al ser incorporados dentro del área de producción agrícola (Altieri, 2004).

Los SAF brindan varios bienes y servicios que resultan en una alternativa viable para el desarrollo de pequeños y medianos productores en el área rural. Estudios e investigaciones previas señalan que la incorporación de estos sistemas mejora la productividad agrícola. Algunos de los beneficios son el aporte sombra para pasturas, aumento de la materia orgánica en el suelo, lo que a su vez mejora la estructura de este y la fijación de nitrógeno en el caso de especies leguminosas. Además, estos sistemas ayudan a regular el microclima y funcionan como estrategia para la reducción de riesgo a desastres, mejorando la calidad de vida de los productores (George, Harper, Hobbs y Tibbett, 2012; Gold y Hanover, 1987; Hasanuzzaman, 2012).

Existe evidencia de proyectos documentados de sistemas agroforestales para el desarrollo de productores de pequeña escala en Honduras, donde se ha observado altos rendimientos productivos y la creación de sistemas más resilientes. El sistema Quesungual, por ejemplo, fue incorporado como estrategia para desarrollo rural sostenible y adaptación al cambio climático en zonas rurales y de suelos pobres en Honduras (Ayarza et al., 2010). Los datos evidencian mejora en rendimientos de cultivos, retención de agua y suelo, infiltración de agua, ingresos económicos y valor agregado al terreno en las fincas de productores que implementaron el sistema Quesungual. Otros indicadores en los que se identificó impacto son la fertilidad del suelo y al incremento en cantidad de agua en cursos menores y cuencas pequeñas. La incorporación de especies forestales en zonas agrícolas, funcionan como estrategia para el manejo de recursos naturales, mitigación y adaptación al cambio climático (Lopez, s.f.). Los sistemas agroforestales, al igual que otras técnicas de conservación agropecuaria, contribuyen también en mejora de ingresos y con ello lograr un desarrollo rural sostenible (Toledo, 2000).

La microcuenca de Santa Inés es de gran importancia ya que abastece de bienes y servicios para la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano (EAP) y las comunidades de El Guayabo, Los Lirios, Matahambre, Santa Rosa, Santa Inés y el Hondable. El agua es el bien principal y esencial para el desarrollo agrícola, en donde la disponibilidad de este determina rendimientos productivos y, por lo tanto, el desarrollo social y económico en una zona. El volumen de agua extraída de la microcuenca para consumo doméstico y riego en el año 2016 por la EAP y las comunidades fue alrededor de 111,763 m³ (Cisneros, 2016).

La importancia estratégica de la microcuenca de Santa Inés para la provisión de agua en calidad y cantidad, demanda de prácticas adecuadas de manejo y conservación con el fin de mejorar la cobertura vegetal y las condiciones de vida de las comunidades que la habitan. Guardado (2019) reporta que el avance de la frontera agrícola en la microcuenca tiene consecuencia en la calidad del agua debido a la presencia de agroquímicos. Una alternativa viable es la incorporación de distintos arreglos con especies forestales, que permitan producción eficiente de cultivos que conforman la dieta diaria, como son los granos básicos. Por lo tanto, este estudio propone la implementación de sistemas agroforestales como una respuesta para el manejo insostenible de áreas productivas en la microcuenca de Santa Inés. Para ello, se establecieron los siguientes objetivos:

- Describir las áreas destinadas a la producción de granos básicos en la microcuenca de Santa Inés.
- Identificar sistemas agroforestales que responden a criterios económicos, ecológicos y culturales de los productores de la microcuenca.
- Proponer Sistemas Agroforestales (SAF) para las áreas de granos básicos en la microcuenca de Santa Inés.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se enfocó en la microcuenca de Santa Inés (Figura 1). Esta microcuenca pertenece a la subcuenca del río del Yeguaré que a su vez forma parte de la cuenca del río Choluteca. Se encuentra ubicada entre los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso y la comparten los municipios de San Antonio de Oriente, Güinope y Yuscarán. Alcanza una altitud máxima de 1,765 msnm y una altitud mínima de 755 msnm. El área total es de 19.09 km² con un perímetro de 21 km y forma oblonga con una pendiente media del 10% (Huezo, 2011). La precipitación es bimodal con dos épocas de lluvia que se extienden del mes de mayo hasta noviembre separadas por canícula en el mes de agosto, con una temperatura media anual es de 23 °C (Acosta y Kucharsky, 2012).

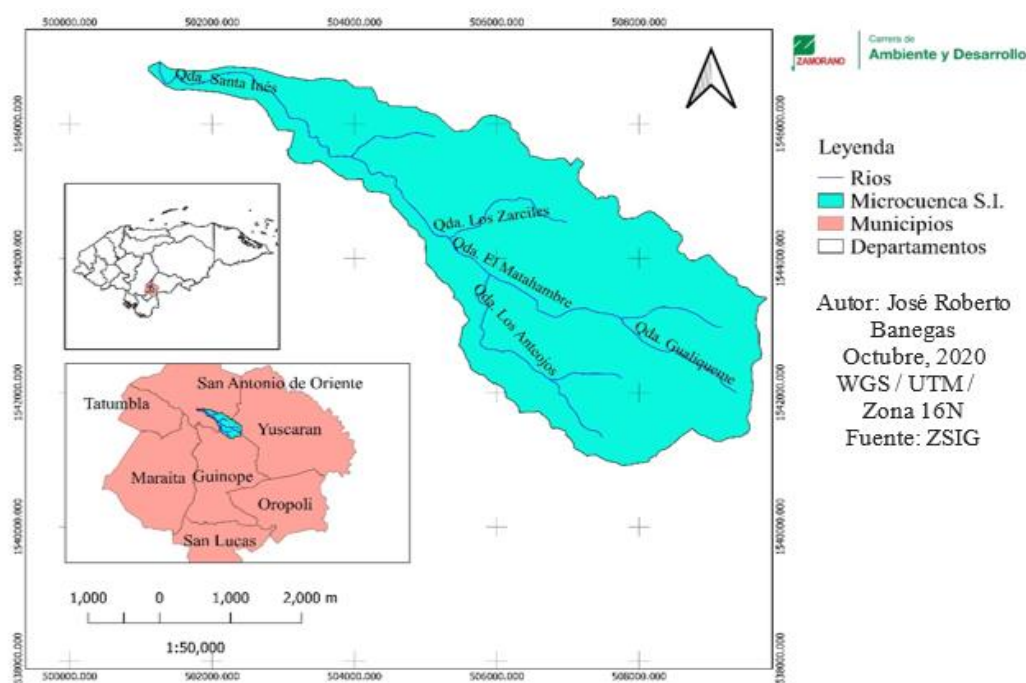


Figura 1. Mapa de ubicación de la microcuenca Santa Inés.

Fuente: (Cabascango, 2015; ICF, 2017).

Identificación de áreas de producción de granos básicos en la microcuenca Santa Inés

La identificación de áreas de producción de granos básicos en la microcuenca se llevó a cabo en dos fases. En la primera fase se revisó información secundaria sobre la ubicación de las áreas en la microcuenca. En la segunda fase se recopiló información primaria sobre los productores y sus parcelas de producción. En la primera fase se realizó una revisión de literatura que incluyen estudios sobre caracterización, cambios de uso suelo y modelaciones futuras. Estos estudios fueron encontrados mediante la herramienta de búsqueda y la base de datos de la Biblioteca Digital “Wilson Popenoe” de la Escuela Agrícola Panamericana. Para conocer la caracterización del suelo, se realizó un muestreo tomando una muestra compuesta en cada 10 parcelas. Para la localización de las áreas de producción de granos básicos en la cuenca se realizó la consulta de información

secundaria sobre las capas disponibles en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de Zamorano. Estas capas de datos se procesaron con el “software” QGIS® (versión 3.14) obteniendo, así como resultado el mapa de ubicación de las parcelas de granos básicos en la microcuenca Santa Inés.

Caracterización de los productores. Una vez identificadas las áreas de producción de granos básicos, se procedió a caracterizar productores de este rubro. Esta caracterización se realizó con el apoyo de personal técnico del proyecto Fortalecimiento de Gestión Universitaria Frente al Cambio Climático ejecutado por el departamento de Ambiente y Desarrollo de Zamorano con apoyo financiero de la Cooperación Suiza en Honduras (COSUDE). Para la caracterización se evaluó un total de 112 familias productoras en las que se incluyó datos de tamaño de parcela y épocas de siembra. Esta información es relevante para el diseño de los paquetes de SAF y las combinaciones que se deben proponer.

Identificación de los SAF

La identificación de los SAF se realizó mediante revisión bibliográfica con uso de la herramienta de búsqueda de Google Académico. Para la búsqueda de información, se utilizaron palabras claves como: sistemas agroforestales, implementación de sistemas agroforestales, agroforestería en el trópico, beneficios de la agroforestería. Luego se realizó un filtro de los documentos encontrados hasta tener solo las fuentes bibliográficas que hacen referencia directa a los sistemas agro-silviculturales ya que son los más relacionados con el alcance del estudio. Con la información recopilada se creó una base de datos bibliográficos que fueron utilizados para determinar una lista preliminar de sistemas agroforestales para Santa Inés.

Selección de especies arbóreas. La revisión bibliográfica permitió tener una lista preliminar de especies arbóreas entre frutales y maderables. Esta lista se validó mediante consulta con expertos. Los expertos fueron clasificados de acuerdo al conocimiento en el área de estudio y las experiencias previas en proyectos relacionados a la implementación de SAF para manejo de cuencas. Después a esta lista preliminar de especies se les caracterizó según los requerimientos agroecológicos. Para ello, se tomó en cuenta los requerimientos de altitud, precipitación, tipo y profundidad de suelos y drenaje requerido para cada especie (Mendieta y Rocha, 2007; Agencia Alemana para la Cooperación Internacional [GIZ], 2014). A partir de estos requerimientos se realizó un análisis y un segundo filtro para definir las especies que se adapta mejor en la microcuenca.

Propuesta de sistemas agroforestales para la microcuenca Santa Inés

La propuesta final de SAF para la microcuenca se obtuvo en tres fases. En la primera fase se definieron las combinaciones posibles entre los cultivos de granos básicos más una de las especies arbóreas. Una vez definidas las combinaciones se les asignó los posibles arreglos o la distribución de los árboles en la finca. Posteriormente se definieron tres atributos sobre los SAF resultantes de las combinaciones y arreglos; atributo económico, ecológico y cultural. La segunda fase consistió en el diseño de una matriz de consulta sobre la preferencia para las diferentes combinaciones, arreglos y atributos. Finalmente, en la tercera fase se utilizó la matriz de consulta con un grupo de nueve productores de la microcuenca. Este grupo se identificaron como informantes clave y líderes en cada comunidad de la microcuenca. Los resultados de la consulta se analizaron basados en la valoración de la preferencia de cada sistema.

Primera fase: combinaciones, arreglos y atributos de los SAF. Las especies arbóreas seleccionadas fueron combinadas con cultivos de granos básicos. Para cada combinación se determinaron tres posibles arreglos o distribución en la finca (Mendieta y Rocha, 2007; Nair, 1984). Estos arreglos son: 1) árboles en contorno, 2) árboles dispersos en la finca y 3) árboles en líneas o callejones. Cada combinación entre un árbol frutal o maderable brindan una serie de atributos para los productores. Los atributos evaluados para esta propuesta son: atributo económico, atributo ecológico y atributo cultural (Cassanova et al., 2016; Norgrove y Beck, 2016). Para el atributo económico se consideró los componentes de leña, madera, postes y frutos. Para el atributo ecológico se consideró los componentes de sombra, la retención de humedad y/o estabilización de suelos y la producción de biomasa. En el atributo cultural se evaluaron los componentes de paisaje o belleza escénica, tradiciones y conocimientos sobre las especies, así como el uso no convencional de estas.

Segunda fase: matriz de consulta con los productores sobre preferencias. La plantilla de la matriz de consulta fue generada en “Microsoft Excel” versión 2016 (Cuadro 1), donde se presentan las combinaciones, los arreglos y los atributos para la propuesta preliminar de los SAF.

Cuadro 1. Matriz de consulta sobre preferencias de SAF para microcuenca Santa Inés.

Productor	SAF	Arreglo			Atributo económico				Atributo ecológico			Atributo cultural		
		C	D	L/c	L	M	P	F	S	Rh	Bm.	P	T / c	A/m
										y ES				
Nombre	G.B. + A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C = combinación/paquete, GB=granos básicos, A=árbol, C/c=contorno/cerco, D=disperso, L/c=líneas/callejón, L=leña, M=madera, P=postes, F=frutos, S=sombra, Rh=retención de humedad, ES=estabilización del suelo Bm.=biomasa, Pj=paisaje, T/c=tradición/conocimiento, A/m=aromático/medicinal

Tercera fase: consulta. Para realizar la consulta se seleccionó un grupo de productores informantes clave en la microcuenca. Estos son productores y líderes de cada comunidad y miembros del consejo de la microcuenca Santa Inés. Asimismo, la información de los productores se trianguló con la consulta a dos técnicos agrícolas que conocen y trabajan en la microcuenca en temas de producción agroecológica. El ejercicio consistió en presentar cada SAF con la combinación y el posible arreglo en la finca por medio de llamadas telefónicas. Los productores hicieron la valoración de su preferencia en una escala de uno (1) al cinco (5), en donde uno (1) representa muy poca preferencia, dos (2) poca preferencia, tres (3) preferencia media, cuatro (4) preferencia moderada y cinco (5) es alta preferencia.

Análisis de los datos. Con la información obtenida, se organizaron los datos en conglomerados en una sola hoja en Microsoft Excel versión 2016, donde se realizó un análisis de datos para medir las preferencias utilizando una tabla dinámica. En dicha tabla, los datos se agruparon de acuerdo con las combinaciones y sus preferencias, las cuales se promediaron para cada arreglo y componentes de los atributos para luego comparar y hacer una valoración final.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de áreas de producción de granos básicos

Se generó el mapa de ubicación de las áreas utilizadas para la producción de granos básicos en la microcuenca de Santa Inés (Figura 2). Las áreas de cultivo agrícola se distribuyen principalmente en la parte media y alta de la microcuenca en pequeños fragmentos. El área total utilizada para cultivos de granos básicos fue de 35 hectáreas que cubre casi el 2% del área de la microcuenca para el año 2015. Aunque en términos de cobertura esta cifra no es alta, los cultivos de granos básicos están impactando mucho en la calidad del agua debido a la práctica convencional y alto uso de agroquímicos (Guardado, 2019).

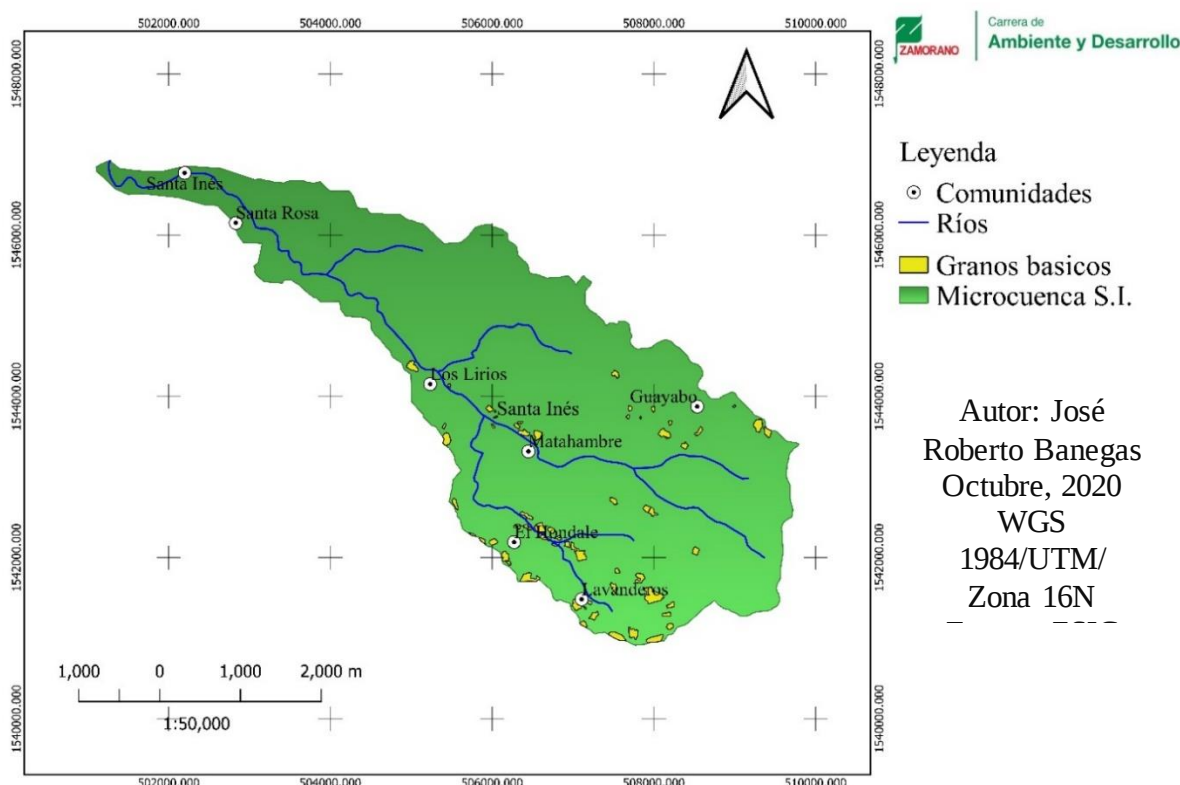


Figura 2. Mapa de áreas de producción de granos básicos en la microcuenca Santa Inés. Fuente: (Cabascango, 2015).

El artículo No. 123 de la Ley Forestal de Honduras estipula una franja de protección hidrológica de 150 m desde la línea de la ribera en una proyección horizontal en pendientes mayores al 30%. En la microcuenca Santa Inés, el 31% de las áreas de producción de granos básicos se localizan en esta franja de protección lo que tiene un efecto negativo sobre la calidad del agua. Además, cerca del 80% de las áreas de producción se localizan en la zona alta de la cuenca, arriba de 1,500 msnm caracterizada por ser la zona de recarga hídrica (García, 1993). Las parcelas de producción cerca de las comunidades de Santa Inés, Matahambre, El Hondale y Lavanderos se encuentran a una distancia promedio de 100 m de las quebradas tributarias en la microcuenca de Santa Inés.

El cambio de uso y de cobertura de bosque denso (principalmente pino), inciden en una mayor tasa de erosión ya que suelos están expuestos y son arrastrados por escorrentía superficial (Ayarza et al., 2007; García, 1993; Tewari y Dagar, 2017). Con el avance de la frontera agrícola, los productores recurren cada vez más a la utilización de agroquímicos para el manejo de los cultivos. En la microcuenca Santa Inés se comprobó la presencia de alrededor de seis compuestos agroquímicos en el punto de captación de agua para la EAP (Guardado, 2019).

Características de las áreas de cultivo. El 36% de las áreas de producción de granos básicos se localizan en pendientes mayores a 30%, el 36% se localiza en pendientes entre el 12 y 30% y el 28% en pendientes menores al 12% (Figura 3).

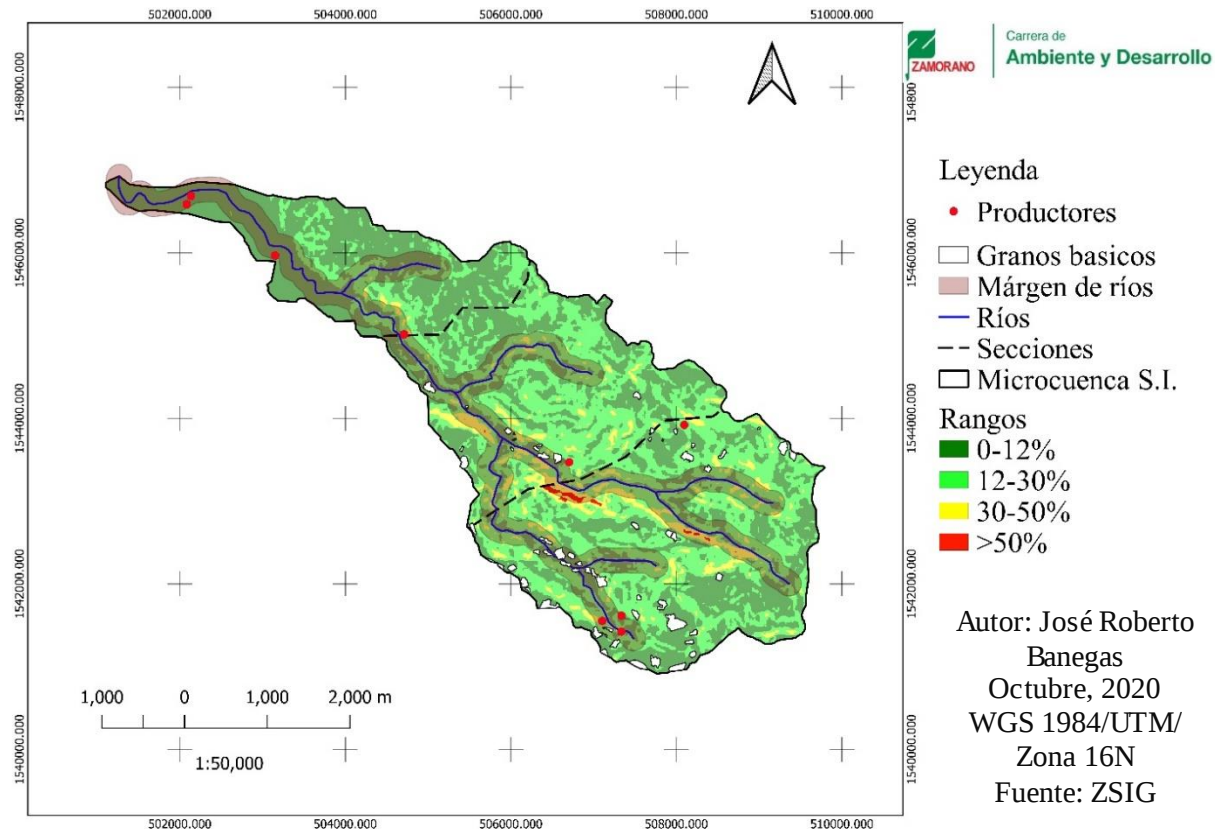


Figura 3. Mapa de áreas de producción según pendiente y franja de protección hidrológica. Fuente: (Cabascango, 2015).

Los suelos de la microcuenca son considerados de profundidad baja y media, con una tendencia a suelos poco profundos (Dubón, 2007). Estos se caracterizan por tener texturas medias y gruesas como franca, franca arenosa, arenosa franca y arena (Acosta y Kucharsky, 2012). En el análisis químico para las parcelas de producción de la microcuenca, se obtuvo que además son ligeramente ácidos con un contenido de materia y carbono orgánico dentro del rango medio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de suelos en las parcelas de las comunidades de la microcuenca Santa Inés.

Comunidad	pH	g/100g de muestra		
		Carbono Orgánico	Materia Orgánica	Nitrógeno total
Santa Inés	5.76	0.82	1.42	0.07
Santa Inés	5.67	1.71	2.95	0.15
Santa Rosa	5.82	3.53	6.09	0.30
Santa Rosa	4.98	1.69	2.92	0.15
Los Lirios	5.43	1.40	2.42	0.12
Matambre	5.40	1.78	3.07	0.15
El Guayabo	5.94	3.09	5.33	0.27
El Hondable	5.47	1.67	2.89	0.14
Lavanderos	5.92	1.60	2.75	0.14
Finca Agroecológica	5.40	1.55	2.67	0.13

*Rango medio: M.O. 2.00 - 4.00; N total 0.20 - 0.50

Características de productores de la microcuenca. Los datos obtenidos en campo demuestran que la mayoría de los productores de la microcuenca son de pequeña escala con tamaño de parcela desde 0.36 a 1.62 ha (Cuadro 3). Las actividades agrícolas realizadas por los productores son de subsistencia ya que estos dependen de la cosecha para producir alimento diario (Muñoz, 2014).

Cuadro 3. Número de familias y áreas de producción en la microcuenca Santa Inés.

Aldea	Familias consultadas	Familias que reportaron área de siembra	Área total reportada de siembra en postera (Ha)	Área promedio de siembra reportada por familia (Ha)
El Guayabo	23	20	9.60	0.48
Lavanderos	26	23	11.0	0.47
Los Lirios	12	7	3.70	0.52
Matambre	10	9	14.6	1.62
Santa Inés	20	9	3.30	0.36
Santa Rosa	21	14	9.80	0.70

Ha=hectáreas

Identificación de SAF

La implementación de sistemas agroforestales genera múltiples beneficios para los agricultores a pequeña escala (Ospina, 2017). Según la revisión de información secundaria se determinó que no ha habido evidencia sobre la implementación de sistemas agroforestales u otras técnicas de conservación como estrategia de desarrollo en la microcuenca (Montenegro, 2013). Los SAF se encuentran en la literatura bajo distintas clasificaciones en base a diferentes criterios. Estos sistemas se pueden separar en sistemas agro-silviculturales, sistemas silvopastoriles y sistemas especiales (Dagar y Tewari, 2017b; Mendieta y Rocha, 2007; Pavlidis y Tsihrantzis, 2017). Los

sistemas especiales son aplicados a rubros como la acuacultura o la producción de insectos de utilidad (polinizadores, controladores biológicos, etc.). Además, estos pueden ser divididos en otras categorías dependiendo del tiempo en el que la especie agrícola y la especie leñosa se encuentren asociadas (Nair, 1991). Por otra parte, los SAF tiene subdivisiones basadas en tres criterios siendo estos: estructural, funcional, y condición socioeconómica (Cuadro 4).

Cuadro 4. Criterios de clasificación de los SAF.

Criterios de clasificación	Descripción
Estructural	Agro-silvicultural (cultivos agrícolas y árboles) Agrosilvopastoril (cultivos agrícolas, pasturas, animales y árboles) Especial (estanques acuícolas y árboles, árboles e insectos de utilidad)
Función	Productiva (frutos, leña, madera, etc.) Protectora (conservación de suelo, aumento de fertilidad, biomasa, sombra, etc.)
Condición socioeconómica	Comercial Subsistencia

Fuente: (Nair, 1984)

Después de un análisis de la clasificación de SAF y las características agroecológicas de la microcuenca Santa Inés, se determinó que los sistemas más idóneos para los productores son los agro-silviculturales. Los sistemas agro-silviculturales consisten en utilizar árboles distribuidos en parcelas con cultivos agrícolas (Cabrera, Díaz, Berny y Lozano, 2011; Nair, 1984; Norgrove y Beck, 2016). Como resultado se seleccionaron nueve especies arbóreas (Cuadro 5), de las cuales tres son frutales y seis son maderables. Los frutales y maderables que se proponen responden a atributos económicos, ecológicos y culturales que brindan cuando se asocian con los cultivos agrícolas (Ayarza et al., 2007; GIZ, 2014). Las especies propuestas se combinaron en tres arreglos, generando así un total de 27 sistemas. Cada sistema incluye a los granos básicos más una especie arbórea. Los arreglos propuestos son árboles en contorno, dentro de la parcela en diferente distribución.

Cuadro 5. Requerimientos agroecológicos de las especies arbóreas seleccionadas.

Especie	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Tipo de suelo	Profundidad (m)	Drenaje
Aguacate Hass (<i>Persea americana</i> var. Hass)	1,200 - 2,000	1,200 - 1,800	franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso	0.5 - 1	Suelos bien drenados
Cítricos, Limón Persa (<i>Citrus latifolia</i>)	250 - 4,000	600 - 1,200	arenoso, franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso	0.5 - 2.0	
Melocotón (<i>Prunus persica</i> L. var. Diamante)	1,200 - 2,000	1,200 - 1,800	franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso	0.6 - 1	
Teca (<i>Tectona grandis</i> L.f.)	500 - 800	1,300 - 2,500	franco, franco arcillo arenoso	0.5 - 0.7	
Pino (<i>Pinus</i> sp.)	1,200 - 2,000	500 - 1,200	franco, franco arenoso, arenoso	0.6 - 1	
Grevillea (<i>Grevillea robusta</i>)	500 - 1,500	700 - 1,500	franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso	0.8 - 1	
Macuelizo (<i>Tabebuia rosea</i>)	700 - 1,500	1,500 - 2,000	arcilloso, franco arcilloso	0.6-1	
Laurel Negro (<i>Cordia megalantha</i>)	500 - 800	1,200 - 1,750	franco, franco arenoso	0.5 - 0.8	
Leucaena (<i>Leucaena leucophala</i>)	700 - 1,200	700 - 1,500	arenoso, franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso	0.5 - 0.8	

Fuente: (Sistema de Información para la Reforestación [SIRE], 2001a, 2001b; Escuela Nacional de Ciencias Forestales/Proyecto PD 022/99 REV. 2 (F) Estudio de Comportamiento de Especies Maderables Nativas con Importancia Comercial del Bosque Húmedo Tropical en Honduras [ESNACIFOR/PROECEN], 2003; Estrada, 1997; GIZ, 2014; González y Tullo, 2019; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal [FONAFIFO], 2003; Zárate, 1987).

Propuesta de SAF y nivel de preferencia de los productores

En general todos los productores consultados manifestaron su interés por la inclusión de los SAF en sus parcelas de producción con granos básicos. Indicaron que tienen un mayor interés por las especies frutales principalmente por el atributo económico si se compara con las especies maderables. El arreglo de mayor preferencia para las especies frutales fue la distribución en líneas o callejones dentro de la finca. Por otro lado, el arreglo preferido para las especies maderables fue en contorno o cerco vivo. Para la combinación granos básicos y frutal; el aguacate y el cítrico fueron de mayor preferencia para los productores debido al beneficio económico de estos. Sobre los arreglos propuestos, el de mayor preferencia fue en líneas o callejones ya que según los productores, estos generarán una mayor cantidad de frutos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Combinación granos básicos más una especie frutal con preferencia de arreglo.

Combinación	Número de productores	Contorno/cerco	Disperso	Líneas/callejones
Granos Básicos + Aguacate Hass	9	3.2	3.6	3.7
Granos Básicos + Cítricos	9	2.8	3.4	4.0
Granos Básicos + Melocotón	6	2.8	3.7	3.5
Total	-	2.96	3.54	3.75

En cuanto a las combinaciones de granos básicos y especies maderables, se reporta que la mayor preferencia es para el macuelizo (*Tabebuia rosea*) y el laurel negro (*Cordia megalantha*) (Cuadro 7). Los productores señalaron que estas especies requieren de mayor área para su desarrollo en comparación con las especies frutales, así como lo señaló Norgrove (2016). Por lo tanto, el arreglo preferido fue en contorno o cerco. Los productores manifestaron interés por este arreglo ya que ayudaría con la delimitación de sus parcelas y como cortinas rompevientos.

Cuadro 7. Combinación granos básicos más una especie forestal y preferencia de arreglo.

Combinación	Número de Productores	Contorno/cerco	Disperso	Líneas/callejones
Granos Básicos + Grevillea (<i>Grevillea robusta</i>)	5	3.6	2.6	3.0
Granos Básicos + Laurel Negro (<i>Cordia megalantha</i>)	7	3.3	3.1	3.1
Granos Básicos + Leucaena (<i>Leucaena leucophala</i>)	3	3.0	3.3	4.3
Granos Básicos + Macuelizo (<i>Tabebuia rosea</i>)	8	3.6	3.4	2.8
Granos Básicos + Pino (<i>Pinus</i> sp.)	6	2.5	2.3	2.2
Granos Básicos + Teca (<i>Tectona grandis</i> L.f.)	4	3.8	3.4	3.6
Total	-	3.32	3.03	3.03

Los productores indicaron que el tiempo de desarrollo de estas especies influye bastante en la decisión ya que un aprovechamiento económico requiere de mayor tiempo. El pino, por ejemplo, alcanza su turno de cosecha entre los 15 - 20 años. Otros autores señalan que puede tardar hasta 29 años (Estrada, 1997). El pino se propuso como especie maderable para este estudio, ya que es una especie nativa y comúnmente utilizada como fuente de energía para cocción de alimentos.

La teca (*Tectona grandis* L.f.), por otra parte, es un árbol de rápido crecimiento que tiene un alto interés comercial a nivel mundial (FONAFIFO, 2003). El arreglo con la especie teca con mayor preferencia fue en contorno/cerco, por la misma función de protección contra el viento. La combinación con leucaena (*Leucaena leucophala*) fue valorada por tres de los productores. A pesar de ello, esta combinación recibió la mejor valoración con 4.3 para el arreglo de líneas/callejones. Los productores identifican la función de aporte de nutrientes que este árbol cumple en un terreno con cultivos (Nair, 1984).

Valoración de atributos de los SAF. El primer atributo analizado fue el económico. Este atributo tiene tres componentes de producción: madera, leña, postes y frutos. Según la valoración de los productores, el fruto obtuvo la mayor preferencia para especies como aguacate, cítricos y melocotón (Cuadro 8). Sin embargo, dos de los productores consultados señalaron que cuando los árboles frutales llegan a su fase terminal se les puede dar otros usos. Las ramas funcionan como fuente de energía y el fuste de estos puede ser utilizados como poste muerto.

Cuadro 8. Preferencia por atributo económico árboles frutales.

Combinación	Leña	Madera	Postes	Frutos
Granos Básicos + Aguacate Hass	1.0	1.0	1.0	4.9
Granos Básicos + Cítricos	1.0	1.0	1.0	4.9
Granos Básicos + Melocotón	1.0	1.5	1.2	4.5
Total	1.0	1.1	1.0	4.8

Con respecto a las combinaciones entre granos básicos y una especie maderable, el atributo económico de mayor preferencia para los productores fue la madera para las especies disponibles en la propuesta a excepción de la leucaena (*Leucaena leucophala*). La leña y el poste fueron de menor preferencia (Cuadro 9). Las especies maderables juegan un rol importante como otras alternativas de ingreso económicos. Las especies arbóreas preferidas para madera fueron, la grevillea (*Grevillea robusta*) y la teca (*Tectona grandis* L.f.). La madera de estas especies es utilizada para la elaboración de muebles. Cuando se evaluó esta sección, los productores enfatizaron que estas especies son consideradas como productoras de maderas finas o “de color” mismos que así vez tienen un alto valor comercial. El pino (*Pinus* sp.) es el segundo mejor valorado para madera principalmente por su abundancia en la microcuenca (Cabascango, 2015). Los productores indicaron que la madera de pino es de buena resistencia como material de construcción (Estrada, 1997) así como el uso como fuente de energía.

Cuadro 9. Preferencia por atributo económico de árboles maderables.

Combinación	Leña	Madera	Postes	Frutos
Granos Básicos + Grevillea (<i>Grevillea robusta</i>)	2.0	4.2	2.2	1.0
Granos Básicos + Laurel Negro (<i>Cordia megalantha</i>)	2.6	3.9	1.9	1.0
Granos Básicos + Leucaena (<i>Leucaena leucophala</i>)	3.0	1.7	2.3	1.0
Granos Básicos + Macuelizo (<i>Tabebuia rosea</i>)	1.8	3.6	2.3	1.0
Granos Básicos + Pino (<i>Pinus</i> sp.)	3.3	4.0	2.8	1.0
Granos Básicos + Teca (<i>Tectona grandis</i> L.f.)	2.0	4.2	2.8	1.0
Total	2.4	3.7	2.4	1.0

El segundo atributo analizado fue el ecológico. Este atributo incluye los componentes de sombra, retención de humedad y/o estabilización de suelos y producción de biomasa (Cuadro 10). En general, los productores de la microcuenca valoraron todos los componentes para cada especie con una preferencia media.

Cuadro 10. Preferencia por atributo ecológico de árboles frutales.

Combinación	Sombra	Retención de humedad/estabilización de suelo	Producción de Biomasa
Granos Básicos + Aguacate Hass	3.4	3.2	3.2
Granos Básicos + Cítricos	2.8	2.7	2.8
Granos Básicos + Melocotón	3.2	3.5	3.2
Total	3.1	3.1	3.0

Los productores señalaron algunas ventajas de incluir especies arbóreas en sus parcelas. Uno de estos beneficios es que el suelo debajo de la sombra disminuye la tasa de evaporación y pérdida de agua (Villarreyana, 2016). Otra ventaja es la incorporación de la biomasa degradada de los árboles lo que a su vez incrementa la disponibilidad de nutrientes. Los valores asignados para los atributos ecológicos son muy similares (Cuadro 11). Esto refleja que los productores reconocen la importancia de los SAF en el atributo ecológico sin mayores diferencias en sus compontes.

Cuadro 11. Preferencia por atributo ecológico de árboles maderables.

Combinación	Sombra	Retención de humedad/estabilización de suelo	Producción de Materia Orgánica
Granos Básicos + Grevillea (<i>Grevillea robusta</i>)	2.8	2.8	3.0
Granos Básicos + Laurel Negro (<i>Cordia megalantha</i>)	2.6	2.7	3.0
Granos Básicos + Leucaena (<i>Leucaena leucophala</i>)	2.7	3.0	3.0
Granos Básicos + Macuelizo (<i>Tabebuia rosea</i>)	2.8	3.0	3.0
Granos Básicos + Pino (<i>Pinus</i> sp.)	2.2	2.3	2.2
Granos Básicos + Teca (<i>Tectona grandis</i> L.f.)	2.8	3.0	3.4
Total	2.6	2.8	2.9

En la evaluación del atributo cultural se consideraron los componentes de paisaje, tradiciones/conocimientos sobre las especies y usos no tradicionales (medicinal/aromático). Estos componentes están relacionados con el conocimiento preexistente por parte de los productores sobre las especies arbóreas propuestas. Los valores de preferencia asignados para los componentes del atributo cultural mostraron ser los más bajos en comparación con los otros atributos (Cuadro 12). El componente de mayor preferencia por los productores para las especies frutales fue el paisaje. Por otro lado, las especies de cítricos mostraron el valor más alto de preferencia para el

componente de usos aromático o medicinal en el atributo cultural. Esto es debido a que el zumo de estas especies, como lo señala Stampella, Hilgret y Pochettino (2018), es utilizado como tratamiento de algunas enfermedades comunes en regiones rurales.

Cuadro 12. Preferencia por atributo cultural árboles frutales.

Combinación	Paisaje	Tradición/Conocimiento	Aromáticos/medicinal
Granos Básicos + Aguacate Hass	3.7	1.9	1.0
Granos Básicos + Cítricos	3.2	2.1	2.6
Granos Básicos + Melocotón	2.5	1.8	1.2
Total	3.2	2.0	1.6

En el caso de maderables, la combinación de granos básicos con el macuelizo (*Tabebuia rosea*) tuvo la mejor valoración en el componente de paisaje (Cuadro 13). Este árbol presenta una floración de color rosado o amarillo intenso dando un atractivo visual en las fincas (Sistema de Información para la Reforestación [SIRE], 2001b). Asimismo, otras combinaciones de mayor preferencia en el componente de paisaje fueron la teca (*Tectona grandis* L.f.), pino (*Pinus* sp.) y el laurel negro (*Cordia megalantha*). Para el componente de tradición/conocimiento, el pino (*Pinus* sp.) fue el mejor valorado, mientras que la combinación con el macuelizo (*Tabebuia rosea*) tuvo la segunda valoración más alta. Los productores señalaron que las raíces del macuelizo ayudan a retener agua en el suelo.

Cuadro 13. Preferencia por atributo cultural árboles maderables.

Combinación	Paisaje	Tradición/Conocimiento	Aromáticos/medicinal
Granos Básicos + Grevillea (<i>Grevillea robusta</i>)	3.0	1.6	1.0
Granos Básicos + Laurel Negro (<i>Cordia megalantha</i>)	3.4	2.3	1.3
Granos Básicos + Leucaena (<i>Leucaena leucophala</i>)	2.7	2.0	1.3
Granos Básicos + Macuelizo (<i>Tabebuia rosea</i>)	3.9	2.4	1.8
Granos Básicos + Pino (<i>Pinus</i> sp.)	3.5	2.8	1.0
Granos Básicos + Teca (<i>Tectona grandis</i> L.f.)	3.6	1.2	1.0
Total	3.4	2.1	1.3

4. CONCLUSIONES

- Las parcelas de granos básicos en la microcuenca Santa Inés se localizan principalmente en la parte media y alta en altitudes mayores a 1,000 msnm y cercano a los márgenes de curso de agua. Además, la mayoría de los sistemas productivos son desarrollados por productores de pequeña escala, en suelos ligeramente ácidos y con pendientes mayores al 30%.
- Los SAF identificados para la microcuenca de Santa Inés responden a criterios económicos, ecológicos y culturales de los productores. Se identificó un total de nueve especies arbóreas con potencial para incluirlas en los sistemas de producción de granos básicos. De estas especies, seis son maderables y tres son frutales.
- La propuesta de SAF para las áreas de producción en la microcuenca Santa Inés se compone de 27 combinaciones posibles, los cuales se obtuvieron al combinar granos básicos con nueve especies arbóreas, en tres arreglos diferentes. Siendo las combinaciones que incluyeron especies frutales, especialmente aguacate y cítricos, los sistemas de mayor preferencia.

5. RECOMENDACIONES

- Para una caracterización más precisa de los sistemas productivos de la microcuenca de Santa Inés, es necesario realizar talleres participativos con los productores en campo.
- Ampliar la lista con otras especies arbóreas que se adapten a las condiciones de la microcuenca y que a su vez sean aceptadas por los productores a través de un proceso de capacitación y formación.
- La propuesta de SAF para la microcuenca Santa Inés debe iniciar con la implementación de fincas piloto. Esto permitirá una validación previa de campo con los productores de las diferentes combinaciones propuestas.
- Elaborar un inventario de productores dentro de la franja ribereña de la microcuenca Santa Inés, a fin de diferenciar las zonas con cobertura boscosa y con cultivos agrícolas. Posteriormente, establecer programas de protección del bosque y agricultura agroecológica en las parcelas de cultivo.

6. LITERATURA CITADA

- Acosta, A. y Kucharsky, O. (2012). *Estudio edafológico y de cobertura para la modelación hidrológica con el modelo SWAT de la microcuenca Santa Inés, Honduras* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Agencia Alemana para la Cooperación Internacional [GIZ]. (2014). *Sistemas agroforestales en El Trifinio: Experiencias y aprendizajes con pequeños productores en seis microcuencas*. Esquipulas: Programa de Bosques y Agua GIZ.
- Altieri, M. A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(1), 35-42. doi: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- Ayarza, M., Amézquita, E., Barrios, R., Rondón, M. y Quintero, R. (2007). Advances in improving Agricultural Profitability and Overcoming Land Degradation in Savanna and Hillside Agroecosystems of Tropical America. En A. Bationo, B. Waswa, J. Kihara, J. Kimetu (Eds.), *Advances in Integrated Soil Fertility Management in sub-Saharan Africa: Challenges and Opportunities* (pp. 209-229). Springer, Dordrecht. doi: 10.1007/978-1-4020-5760-1_19 Springer.
- Ayarza, M., Huber-Sannwald, E., Herrick, J. E., Reynolds, J. F., García, L., Welchez, L. A., . . . Trejo, M. (2010). Changing human–ecological relationships and drivers using the Quesungual agroforestry system in western Honduras. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(3), 219-227. doi: <https://doi.org/10.1017/S1742170510000074>.
- Cabascango, W. (2015). *Modelación de cambios de uso de y coberturas de la tierra bajo un escenario tendencial y restrictivo en la microcuenca Santa Inés* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Cabrera, D., Díaz, E., Berny, J. y Lozano, M. (2011). *Establecimiento de Sistemas Agroforestales*. Recuperado de <https://fddocuments.ec/document/manual-sistemas-agroforestales.html>.
- Cassanova, F., Ramírez, L., Parsons, D., Caamal, A., Piñero, A. y Díaz, V. (2016). Environmental services from tropical agroforestry systems. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 270 - 284.
- Cisneros, Y. (2016). *Proyección de escenarios futuros utilizando el modelo hidrológico WEAP en la microcuenca Santa Inés, Honduras* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Dagar, J. C. y Tewari, V. P. (2017a). *Agroforestry: Anecdotal to Modern Science*. Singapore: Springer.
- Dagar, J. C. y Tewari, V. P. (2017b). Evolution of Agroforestry as a Modern Science. En C. J. Dagar y V. P. Tewari (Eds.), *Agroforestry: Anecdotal to Modern Science* (pp. 13-90). Singapore: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-10-7650-3_2
- Dubón, E. (2007). *Estudio general de suelos de las áreas de montaña en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

- Escobar, G. (2016). La relevancia de la agricultura en América Latina y el Caribe. *Revista Nueva Sociedad*, 1-23. Obtenido de <https://nuso.org/media/documents/agricultura.pdf>.
- Escuela Nacional de Ciencias Forestales/Proyecto PD 022/99 REV. 2 (F) Estudio de Comportamiento de Especies Maderables Nativas con Importancia Comercial del Bosque Húmedo Tropical en Honduras [ESNACIFOR/PROECEN]. (2003). *Guías silviculturales de 23 especies forestales del bosque humedo de Honduras*. Siguatepeque: ESNACIFOR.
- Estrada, W. (1997). *Manual para la producción de Pino*. Ibarra: CORMADERA.
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal [FONAFIFO]. (2003). *Manual para productores de Teca (Tectona grandis L.f.) en Costa Rica*. Heredia: FONAFIFO.
- García, B. Y. (1993). *Potencial hídrico de la microcuenca de la quebrada Santa Inés* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- George, S. J., Harper, R. J., Hobbs, R. J. y Tibbett, M. (2012). A sustainable agricultural landscape for Australia: A review of interlacing carbon sequestration, biodiversity and salinity management in agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 163, 28-36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.06.022>.
- Gold, M. A. y Hanover, J. W. (1987). Agroforestry systems for the temperate zone. *Agroforestry Systems*, 5, 109-121. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00047516>.
- González, L. y Tullo, C. (2019). *Guía Técnica: Cultivo de Cítricos*. San Lorenzo, Paraguay: Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.
- Guardado, W. (2019). *Presencia de agroquímicos persistentes en tres microcuencas abastecedoras de agua en el Oriente de Honduras* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- Hasanuzzaman, M. (2012). Classification of agroforestry systems. *Sitio web de Sher-e-Bangla Agricultural University*. Recuperado el 29 de September de 2020, de <https://hasanuzzaman.webs.com/>
- Huezo, L. A. (2011). *Caracterización hidrológica y balance hídrico de la microcuenca Santa Inés, Honduras* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal [ICF]. (2017). ICF - Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre - Instituciones - Datos Abiertos del Gobierno de Honduras. ICF. <https://datos.gob.hn/organization/icf>
- Lopez, G. (s.f.). *Sistemas agroforestales*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Puebla, México.
- Mendieta, M. y Rocha, L. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Monserate, F., Valencia, J., Quintero, M., Hyman, G., Da Silva, M., Coppus, R., Manueles, A. (2016). *Aumentando la Resiliencia Climática en el Occidente de Honduras: Explorando Fuentes de Agua para Pequeños Productores Rurales*. United States Agency for International Development (USAID); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (EAP Zamorano).

- Montenegro, G. L. (2013). *Caracterización agrícola de la zona de recarga de la microcuenca Santa Inés, Honduras* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Muñoz, D. (2014). *Diagnóstico socioeconómico para la declaratoria de la microcuenca Santa Inés como zona abastecedora de agua* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Murphy, S. (2012). *Puntos de vista en evolución: agricultura a pequeña escala, mercados y globalización*. La Paz: Plural editores.
- Nair, P. (1984). Tropical Agroforestry Systems and Practices. En J. I. Furtado y K. Ruddle, (Eds.), *Tropical resource ecology and development* (39 pp.). Chichester, Inglaterra: International Council for Research in Agroforestry (ICRAF).
- Nair, P. (1989). *Agroforestry Systems in the tropics*. Dordrecht, Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*.
- Nair, P. (1991). State-of-the-art of agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, 5, 5-29.
- Norgrove, L. y Hauser, S. (2014). Improving plantain (*Musa* spp.AAB) yields on smallholder farms in West and Central Africa. *Food Security*, 6, 501–514. doi: 10.1007/s12571-014-0365-1.
- Norgrove, L. y Beck, J. (2016). Biodiversity function and Resilience in Tropical Agroforestry Systems Including Shifting Cultivation. *Current Forestry Reports*, 2, 62-80. doi: 10.1007/s40725-016-0032-1.
- Ospina, C. (2017). *Climate and economic benefits of agroforestry systems*. Washington, D.C.: The Climate Institute.
- Pavlidis, G. y Tsihrintzis, V. A. (2017). Environmental Benefits and Control of Pollution to Surface Water and Groundwater by Agroforestry Systems: a Review. *Water Resources Management*, 32, 1-29. doi: <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1805-4>.
- Sistema de Información para la Reforestación [SIRE]. (2001a). *Paquetes tecnológicos: Grevillea robusta A. Cunn.* México: SIRE.
- Sistema de Información para la Reforestación [SIRE]. (2001b). *Paquetes tecnológicos: Tabebuia rosea (Bertol.) DC.* México: SIRE.
- Stads, G.-J., Beintema, N., Pérez, S., Flaherty, K. y Falconi, C. (2016). *Investigación Agropecuaria en Latinoamérica y el Caribe: Un análisis de las instituciones, la inversión y las capacidades entre países*. Washington, USA: BID.
- Stampella, P., Hilgret, N. y Pochettino, M. (2018). Usos medicinales de los cítricos (*Citrus* L., Rutaceae) entre los criollos del sur de Misiones (Argentina). *Gaia Scientia*, 12(1), 90-108. doi: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n1.32838>.
- Tewari V. P. y Dagar J. C. (2017). Introduction. En J. Dagar y V. Tewari (Eds.) *Agroforestry: Anecdotal to Modern Science* (pp. 1-11). Singapore: Springer. doi: 10.1007/978-981-10-7650-3_1

- Toledo, V. M. (2000). *La paz en Chiapas: ecología, luchas indígenas y modernidad alternativa*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología: Ediciones Quinto Sol.
- Villarreyna, R. A. (2016). *Efecto de los árboles de sombra sobre el suelo, en sistemas agroforestales con café, incluyendo la fenología y fisiología de los cafetos*. CATIE.
- World Bank. (2020). The World Bank In Honduras. *Sitio web del Banco Mundial*. Recuperado de: <https://www.worldbank.org/en/country/honduras/overview>.
- Zárate, R. S. (1987). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. *glabrata* (Rose). *Phytologia*, 63,(4), 304-306.
- Zhao, M., Pitman, A. J. y Chase, T. (2011). The impact of land cover change on the atmospheric circulation. *Climate Dynamics*, 17, 467-477.