

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



Proyecto Especial de Graduación

**Identificación de barreras y capacidades locales para adopción de Buenas  
Prácticas Agrícolas en la conservación del agua y suelo en la microcuenca  
Santa Inés, Honduras**

Estudiante

Carlos Adán Murillo Rivera

Belisa Melanie Vasquez Coca

Asesores

Josué León, Mtr.

Moisés Castellanos, Mtr.

Honduras, agosto 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ERIKA TENORIO MONCADA**

Directora Departamento de Ambiente y Desarrollo

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

### **Agradecimientos**

A Horacio Espinoza, Jorge Salgado y Margarita Ferrera, quienes fueron pieza fundamental durante toda la investigación, brindándonos de su valioso tiempo para poder tener una investigación exitosa. A los otros 26 productores que acompañaron esta investigación por brindarnos de su tiempo: Jonathan Ferrera, Helmer Ferrera, Jose Daniel Nuñez, Leví López Grazo, Roger Núñez, Julio Varela, Miguel Varela, Lourdes Suazo, Pascual Láñez, Celio Flores Castro, Jose Santos Flores, Kelvin, Erzan Colindres, Zandy Xiomara Rodriguez, Oscar Ruiz, Luis Trejo, Leonel Flores, Jose Florentino Reyes, Marco Alvarado, Jose Lisandro Sanches, Miguel A. Ordoñez, Eduardo Flores, Omar Torres, Victoria Eloísa Ramos, Santos Emilio Ferrera y Nazario Ferrera.

## Contenido

Agradecimientos .....	3
Índice de Cuadros.....	7
Índice de Figuras .....	9
Índice de Anexos.....	10
Resumen .....	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
Metodología.....	18
Sitio de Estudio .....	18
Tipo de Estudio .....	18
Selección de las Unidades Productivas .....	19
Desarrollo de la Investigación .....	20
Recolección de Datos .....	20
Talleres de Consulta .....	20
Caracterización de las Unidades Productivas .....	21
Caracterización Socioeconómica y de Prácticas de Manejo .....	21
Caracterización Biofísica .....	22
Medición de la Humedad del Suelo en los Sistemas Productivos .....	22
Capacitación para la Toma de Datos de Humedad.....	24
Análisis de Textura y Materia Orgánica del Suelo.....	24
Identificación de Barreras y Potencial para la Implementación de BPA.....	25
Pendiente .....	26
Diversidad Paisajística.....	27
Riego .....	28

	5
Erosión .....	28
Cobertura Vegetal.....	29
Barreras Vivas .....	30
Labranza de Conservación .....	30
Prácticas para Aumentar Materia Orgánica.....	31
Terrazas y Semi-terrazas .....	32
Autoconsumo.....	33
Autosuficiencia de Insumos Externos .....	34
Banco de Semillas .....	34
Asociación de Cultivos .....	35
Áreas Protegidas o Zonas Naturales de Protección.....	36
Identificación de Estrategias para la Implementación de las BPA.....	36
Análisis de Datos .....	37
Resultados y Discusión.....	39
Caracterización Biofísica y Socioeconómica de las Unidades Productivas .....	39
Caracterización de Prácticas de Manejo .....	44
Cultivos de Cobertura .....	44
Barreras Vivas (BV).....	44
Cobertura Permanente (CP).....	45
Sistema Agroforestal Quesungual (SQ).....	45
Prácticas Convencionales (PC) .....	45
Efecto de las BPA en la Humedad del Suelo .....	48
Barreras y Oportunidades para la Implementación de las BPA.....	54
Relación entre Nivel Educativo y Aplicación de Prácticas (Barrera de Conocimiento).....	54
Relación entre Venta de Productos y Aplicación de prácticas (Barrera de Mercado).....	55

Relación entre Influencias y Grado de Aplicación de Prácticas (Barrera de Acceso a Asistencia Técnica)	56
.....	56
Análisis de Resiliencia .....	57
Clasificación de las Principales Barreras para la Implementación de las BPA .....	63
Medidas para el Desarrollo de una Estrategia para Implementación de BPA en Unidades Productivas de la Microcuenca.....	65
Fomentar el Conocimiento de los Productores .....	65
Desarrollo de las Capacidades de los Productores .....	66
Facilitar el Acceso a Recursos Productivos y Servicios Básicos.....	66
Escuela de Campo Comunitaria .....	68
Acompañamiento Técnico .....	69
Acceso al Financiamiento para Producción .....	70
Manejo Adecuado del Recurso Hídrico.....	71
Conclusiones .....	72
Recomendaciones.....	73
Referencias.....	74
Anexos.....	82

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Caracterización tratamientos .....	24
Cuadro 2 Clasificación de pendiente para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	26
Cuadro 3 Clasificación de diversidad paisajística para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .	28
Cuadro 4 Clasificación de riego para análisis de resiliencia .....	28
Cuadro 5 Clasificación de erosión para análisis de resiliencia .....	29
Cuadro 6 Clasificación de cobertura vegetal para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	30
Cuadro 7 Clasificación de barreras vivas para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	30
Cuadro 8 Clasificación de labranza de conservación para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	31
Cuadro 9 Clasificación de prácticas para aumentar materia orgánica en análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	32
Cuadro 10 Clasificación de terrazas y semi-terrazas para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	33
Cuadro 11 Clasificación de autoconsumo para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	33
Cuadro 12 Clasificación de autosuficiencia de insumos externos para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	34
Cuadro 13 Clasificación de banco de semillas para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	35
Cuadro 14 Clasificación de asociación de cultivos para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016)	35
Cuadro 15 Clasificación de áreas protegidas para análisis de resiliencia (M. Altieri et al., 2016) .....	36
Cuadro 16 ANOVA tratamientos de humedad por zona .....	49
Cuadro 17 Precipitaciones mensuales por zona .....	49
Cuadro 18 Prueba de medias Duncan para tratamientos en El Guayabo .....	50
Cuadro 19 Correlación de Pearson humedad-precipitación.....	50
Cuadro 20 Materia orgánica – humedad promedio por tratamiento .....	53

Cuadro 21 Chi cuadrado nivel educativo – aplicación de practica .....	55
Cuadro 22 Prácticas de adaptación al cambio climático en relación con el nivel educativo.....	55
Cuadro 23 Chi cuadrado incentivos del mercado – aplicación de prácticas agrícolas.....	56
Cuadro 24 Chi cuadrado origen de la influencia – aplicación de prácticas agrícolas .....	57
Cuadro 25 Chi cuadrado grado de aplicación .....	57
Cuadro 26 Medición AIC para obtener los aspectos influyentes en el análisis de resiliencia .....	59
Cuadro 27 Aspectos influyentes en resiliencias altas .....	61
Cuadro 28 Aspectos influyentes resiliencia media .....	62
Cuadro 29 Matriz de Vester .....	64

## Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de la microcuenca Santa Inés, Honduras.....	18
Figura 2 Escala para análisis de resiliencia.....	26
Figura 3 Relaciones entre los subsistemas de las unidades productivas (Wadsworth, 1997).....	27
Figura 4 Rendimiento como respuesta a la aplicación del fertilizante químico y abono orgánico en cantidades equivalentes (Avnimelech, 1986).....	32
Figura 5 Número de personas por casa .....	39
Figura 6 Nivel de educación .....	40
Figura 7 Tamaño de las unidades productivas.....	40
Figura 8 Principales cultivos.....	41
Figura 9 Destino de la producción .....	42
Figura 10 Tipos de riego.....	43
Figura 11 Fuente de acceso al agua .....	43
Figura 12 Principales prácticas en las unidades productivas.....	46
Figura 13 Percepción sobre las prácticas implementadas.....	47
Figura 14 Intervenciones del proyecto .....	47
Figura 15 Otras prácticas implementadas .....	48
Figura 16 Gráfica humedad-precipitación El Guayabo .....	51
Figura 17 Gráfica humedad-precipitación Matambre .....	51
Figura 18 Gráfica humedad-precipitación Santa Rosa.....	52
Figura 19 Gráfico de dispersión materia orgánica – humedad del suelo .....	53
Figura 20 NMDS resiliencia por zona .....	58
Figura 21 Gráfico matriz de Vester .....	65

**Índice de Anexos**

Anexo A Herramienta para la caracterización .....	82
Anexo B Croquis-Ejemplo.....	92
Anexo C Señalización de los tratamientos.....	93
Anexo D Datos de humedad del suelo y precipitación .....	94
Anexo E Formato de resiliencia .....	95
Anexo F Información completa análisis de resiliencia .....	96

## Resumen

Los efectos del cambio climático como la variabilidad en la temperatura, cambios en la precipitación y los cambios en la humedad del suelo, han tenido grandes impactos en la agricultura y el bienestar humano. Estos afectan principalmente la producción de alimentos y la seguridad alimentaria. El objetivo de este estudio es la evaluación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la conservación del agua y suelo con el fin de proponer estrategias para su implementación en la microcuenca de Santa Inés, Honduras. Para lograrlo se involucró a un total de 29 productores y sus unidades productivas. Se caracterizaron los sistemas productivos mediante entrevistas semiestructuradas, análisis de resiliencia y grupos focales por cada zona de la microcuenca. Como resultado se identificó las barreras y oportunidades en relación con la implementación de BPA. Así mismo, mediante la recolección de datos de humedad en diferentes prácticas agrícolas, se observó que las BPA, especialmente las barreras vivas tienen un impacto positivo en la conservación de humedad del suelo. Con la información anterior se propuso una estrategia para implementar las BPA por parte de los productores y así mejorar su resiliencia frente a los impactos negativos del cambio climático y la provisión de servicios ecosistémicos de la microcuenca Santa Inés.

*Palabras clave:* Barreras vivas, cobertura, humedad, Quesungual, resiliencia.

### **Abstract**

The effects of climate change, such as variability in temperature, changes in precipitation, increased concentrations of carbon dioxide, and changes in soil moisture, have had major impacts on agriculture and humans. These mainly affect food production and food security. The objective of this study is the evaluation of Good Agricultural Practices (GAP) in the conservation of water and soil to propose strategies for their implementation in the micro-basin of Santa Inés, Honduras. To achieve this, a total of 29 producers and their production units were involved. The productive systems were characterized through semi-structured interviews, farm resilience analysis and focus groups for each area of the basin. As a result, the barriers and opportunities in relation to the implementation of BPA were identified. Likewise, by collecting moisture data in different agricultural practices, it was observed that GAP, especially live barriers, have a positive impact on soil moisture conservation. With all the information, a strategy was proposed to implement GAP by producers and thus improve their resilience against the negative impacts of climate change and the provision of ecosystem services in the Santa Inés micro-basin.

*Keywords:* Cover, live barriers, moisture, Quesungual, resilience.

## Introducción

Los efectos biológicos en el rendimiento de los cultivos; las consecuencias del impacto sobre los resultados que incluyen precios, producción y consumo; los impactos sobre el consumo per cápita de calorías y la nutrición infantil están incluidos dentro de los principales impactos del cambio climático (Nelson, 2009). Asimismo, los efectos biofísicos se manifiestan en el sistema económico de los agricultores, los cuales se ven reflejados en el cambio de la combinación de sus cultivos, el uso de insumos, el nivel y cantidad de producción, la demanda de los alimentos, el consumo y el comercio (García Encinas y Mirabal Cano, 2021). Por otra parte, los ecosistemas se pueden ver disminuidos y generar un impacto ambiental, ya que no solo se reduce o cambia el área, sino también afecta a los servicios ecosistémicos de la zona, siendo la provisión de agua la más común (Pabón, 2021).

La mayoría de los modelos del cambio climático predicen que los principales daños serán compartidos de forma desproporcionada por los agricultores de pequeña escala del tercer mundo, y particularmente, por los agricultores que dependen de regímenes de lluvia impredecibles (Altieri y Nicholls, 2009). Por lo que, la situación ambiental de cambio climático pone en riesgo la producción de alimentos, en otros términos, la seguridad alimentaria.

En África y en América Latina se estima que los impactos en la producción agrícola experimentarán una reducción de 10% en la producción de maíz hacia el año 2055, equivalente a pérdidas de USD2 mil millones al año, con afectaciones en agricultores de pequeña escala (Jones y Thornthorn, 2003). Estas pérdidas mencionadas afectarán la producción y se volverán más fuertes a medida ocurra un incremento en las temperaturas y otros efectos de cambio climático como las alteraciones del ciclo hidrológico. Los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico se manifiestan mediante la variación de los procesos que lo caracterizan (temperatura, precipitación, evapotranspiración, etc.), ya que está vinculado con el balance de radiación, es decir que mantiene un equilibrio entre la energía que entra y la que sale durante dichos procesos, lo que repercute en la disponibilidad y calidad de agua (Pachauri, 2008).

Debido al cambio climático, se espera que las condiciones idóneas para la producción de alimentos sean casi imposibles de encontrar en Latinoamérica hacia fines del siglo para la producción de los cultivos de frijol, maíz, arroz y café (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) & Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC)/ Sistema de la Integración Centroamericana [SICA], 2013). También, se proyectan disminuciones en la disponibilidad de agua y el aumento de la escorrentía para toda la región.

La agricultura familiar es una estrategia para lograr la erradicación del hambre y el cambio hacia sistemas agrícolas sostenibles en América Latina, el Caribe y el mundo. Los agricultores de pequeña escala son aliados de la seguridad alimentaria y actores protagónicos en el esfuerzo de los países por lograr un futuro sin hambre. En nuestra región, el 80% de las explotaciones pertenecen a la agricultura familiar, incluyendo a más de 60 millones de personas, convirtiéndose en la principal fuente de empleo agrícola y rural (Food and Agriculture Organization [FAO], 2014).

Los agricultores de pequeña escala representan el 75% de las explotaciones agrícolas del mundo (Lowder et al., 2016) comprenden el 60% de la mano de obra agrícola en todo el mundo (Fyfe, 2002) y proporcionan más del 80% de los alimentos que se consumen en el mundo en desarrollo (United Nations Environment Programme [UNEP], 2013). La mayoría de los agricultores a pequeña escala dependen de su producción tanto para la seguridad alimentaria como para los ingresos. Cultivan áreas pequeñas y a menudo utilizan mano de obra familiar (Nagayets, 2005).

Es de gran importancia poder enfrentar los diferentes riesgos que se presentan y de esta manera poder asegurar la producción de alimentos accesibles y de calidad. Estos esfuerzos de mejora deberían enfocarse en los agricultores de pequeña escala, no porque se encuentran en una situación de gran vulnerabilidad, sino porque son los encargados de gestionar la producción de alimentos en sus zonas y regiones. La vulnerabilidad frente a estos eventos del cambio climático de los productores de pequeña escala a nivel mundial ha incrementado debido a los cambios drásticos en las condiciones climáticas. Es decir, el rendimiento, distribución de los cultivos, la variación de precios, la producción

y el consumo han sido los principales sectores afectados por eventos como el cambio de la temperatura, precipitación y a eventos como las sequias y huracanes (Viguera et al., 2017).

A pesar de la importancia que tienen los agricultores de pequeña escala para el sector agrícola, a menudo tienen recursos limitados para mantener o aumentar la productividad agrícola, viven en lugares remotos y frágiles desde el punto de vista ambiental y con frecuencia, están marginados de los programas de asistencia social y de desarrollo (Harvey et al., 2014). El acceso a mejores tecnologías y el apoyo para producir de manera sostenible, protegiendo los recursos naturales, son medidas de extrema urgencia para poner en práctica (Mion y de Gineste, 2017).

De acuerdo con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2015) la contribución de las BPA es necesaria para enfrentar el cambio climático, y la necesidad de contar con directrices que orienten el reforzamiento de estas prácticas con parámetros del cambio climático. El concepto de BPA, introducido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), consiste en un sistema de aplicación voluntaria orientado a pequeños productores y basado en prácticas de producción agrícola sostenibles y amigables con el medio ambiente (Meer, 2006).

Actualmente, el concepto de BPA se utiliza en gran número de países agrícolas con el objetivo de incrementar la competitividad, la seguridad alimentaria y la estandarización de los productos agrícolas. Sin embargo, es común que la mayoría de los productores no puedan aplicarlas, debido al poco desarrollo económico-productivo que poseen. El rigor de las normas de comercio internacional, además de la presencia de fuertes barreras culturales impiden sustituir los métodos y sistemas de producción vigentes (Pongvinyoo et al., 2014). Es importante que el desarrollo de tales políticas de intervención esté cimentado en estudios más específicos que permitan analizar de manera más concreta el entorno local de los productores del área y sus vínculos con los demás actores involucrados en las cadenas productivas y de valor a las que se insertan (Contreras Hernández, 2015).

Por lo que, esta investigación se decidió ejecutar en la microcuenca de Santa Inés para cuantificar los beneficios del proyecto “Fortalecimiento de la Gestión Universitaria Frente al Cambio Climático y la Reducción de Riesgo Ante Desastres” que tiene como objetivo impulsar las capacidades de las Universidades miembros del CICA en procesos de enseñanza/investigación en adaptación frente al cambio climático y la reducción de riesgos ante desastres como elementos para alcanzar sostenibilidad, resiliencia y seguridad (Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación [COSUDE], s.f.) De esta manera, se podrá observar el estado actual de las unidades productivas para proveer los registros en cuestión agrícola, ambiental y social, ya que es de gran importancia generar alternativas de mejora para la microcuenca Santa Inés debido a que en los últimos años ha sido sometida a un cambio constante en el uso de los suelos. Se estima que el 86.4% del área es de bosques y al menos el 13.6% para la agricultura y otros (Huezo Sánchez, 2011). Es necesario considerar este aspecto y la falta de BPA dentro de la microcuenca, ya que es la fuente de abastecimiento de agua para consumo y riego para la población que la habita, es decir, que pueden alterar el comportamiento de la cuenca. La ausencia de BPA solo trae más problemas debido a los efectos negativos del cambio climático y pone en riesgo la seguridad alimentaria porque es predominante la agricultura familiar dentro de la microcuenca.

Este estudio pretende contribuir en la descripción de los servicios ecosistémicos derivados de los sistemas productivos mediante una evaluación de las Buenas Prácticas Agrícolas en la conservación del agua y suelo con el fin de proponer estrategias para su implementación en la microcuenca Santa Inés, Honduras. Es decir, caracterizar en términos biofísicos, socioeconómicos y prácticas de manejo en las unidades productivas en la microcuenca Santa Inés, comparar diferentes prácticas agrícolas de conservación, mediante el indicador de humedad y manejo de suelos e identificar las barreras (culturales, económicas, biofísica y de conocimiento) y el potencial para la implementación de buenas prácticas agrícolas con los productores de la microcuenca Santa Inés, para proponer estrategias para

la implementación de las BPA en sistemas productivos de pequeña y mediana escala en la microcuenca Santa Inés.

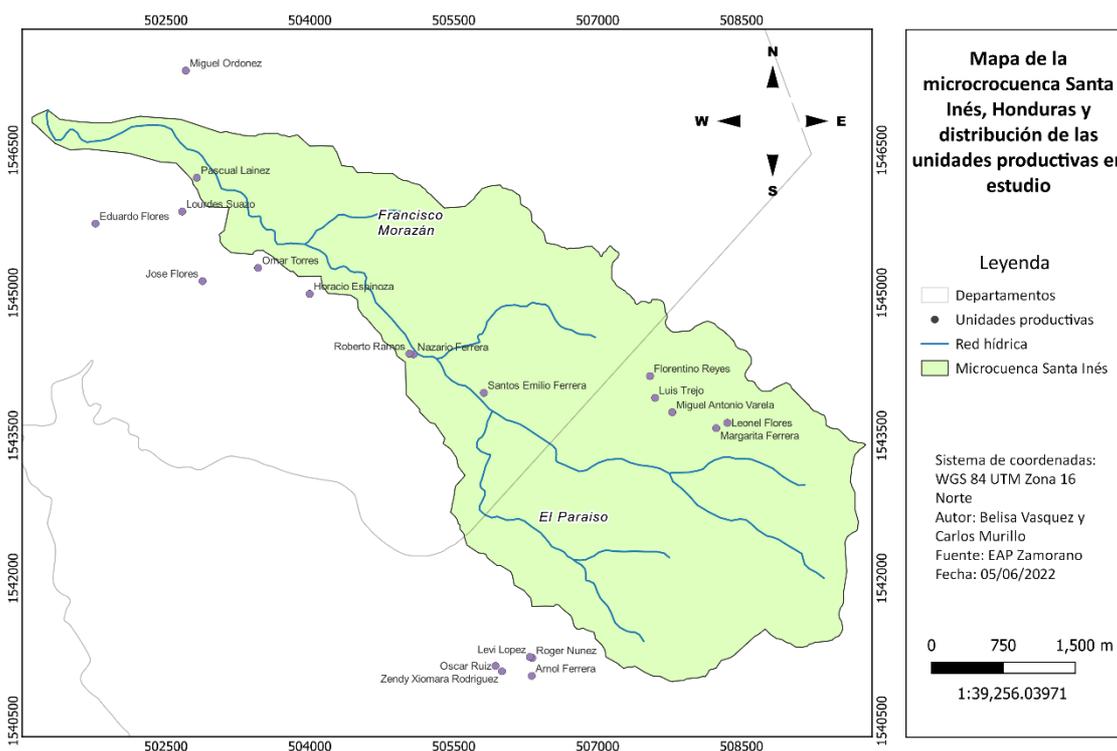
## Metodología

### Sitio de Estudio

La investigación se realizó en la microcuenca de Santa Inés, ubicada entre las coordenadas UTM (universal transversal de Mercator) 501095 y 510160 longitud y 1547051 y 1540601 latitud, entre los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso. Su altitud máxima es de 1,765 msnm y la mínima 755 msnm. En la microcuenca se encuentran seis comunidades: El Guayabo, El Matahambre, Los Lirios, Santa Rosa, Lavanderos y Santa Inés (Huezo Sánchez, 2011).

**Figura 1**

*Mapa de la microcuenca Santa Inés, Honduras*



### Tipo de Estudio

El presente estudio es de tipo correlacional, es decir que se miden dos o más variables y se pretende ver si están o no relacionadas entre sí. Se identificaron y recopilamos los conocimientos, tradiciones y percepciones que tienen los productores en relación con las prácticas agrícolas que

realizan. La información de los productores se convirtió a datos numéricos por medio de las encuestas, análisis de resiliencia y la matriz de Vester para el caso de los grupos focales. El enfoque de la investigación fue mixto. Se recopilaron datos cuantitativos por medio de sensores de humedad (“3 way soil meter”). Se recolectaron datos cualitativos provenientes de las encuestas donde se obtuvo las percepciones y descripciones de los productores sobre sus prácticas. El producto obtenido de este estudio es una base de datos de referencia sobre prácticas agroecológicas, de resiliencia climática y sistemas de producción convencionales que realizan los agricultores de pequeña escala en la microcuenca de Santa Inés, Honduras.

### **Selección de las Unidades Productivas**

El grupo de estudio fue seleccionado previamente por medio del proyecto de Zamorano con la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) titulado: Fortalecimiento De La Gestión Universitaria Frente Al Cambio Climático y la Reducción de Riesgo Ante Desastres. En el proceso de selección participaron 79 productores. Estos fueron partícipes de una capacitación enfocada en prácticas de producción agroecológica como ser la densidad de siembra, manejo de materia orgánica en el suelo, preparación de abonos orgánico y composta, elaboración de microorganismos de montaña, elaboración de repelentes botánicos y agricultura de conservación. Capacitaciones las cuales tuvieron lugar en el 2021.

Los criterios usados para la selección fueron los siguientes: asistencia al proceso de capacitación que recibieron de parte del proyecto (haber asistido mínimo al 70% de las sesiones de capacitación que se impartieron); apoyo con insumos agrícolas (semilla, fertilizante, herramientas) y que los ha utilizado en su unidad productiva; que disponga de terreno para cultivo; acceso a fuente de agua para riego; y buenas actitudes hacia el cambio estos debían cumplir al menos con 4 de estos criterios. Al finalizar, se obtuvo un grupo conformado por veinte (20) productores los cuales se encuentran distribuidos en la parte baja, media y alta de microcuenca Santa Inés.

Además, con el fin de profundizar la información para el estudio se seleccionó de forma al azar un grupo de nueve (9) agricultores ajenos al proyecto con Zamorano y COSUDE. Estos nueve productores se seleccionaron con el fin de identificar si existía alguna diferencia en cuestión de resiliencia entre los involucrados en el proyecto y los que no. De esta forma, se podrá observar si estas capacitaciones y apoyo de insumos sirven para que los productores y sus unidades productivas logren tener resiliencia. También sirvieron para los grupos focales para observar cómo influían personas ajenas y pertenecientes al proyecto a la realidad colectiva de la microcuenca.

## **Desarrollo de la Investigación**

### ***Recolección de Datos***

Se desarrolló la investigación con carácter participativo. La investigación participativa es un enfoque de la investigación social mediante el cual se busca la plena participación de la comunidad en el análisis de su propia realidad, con el objeto de promover la participación social para el beneficio de los participantes de la investigación. En muchas otras investigaciones los participantes se encuentran oprimidos, marginados, explotados y comprometidos con quienes les brindan ayuda por lo que la información muchas veces difiere de la realidad de su percepción (de Witt y Gianotten, 1988). Esta investigación se realizó un ambiente de confianza que volvió más proactiva, participativa y efectiva las dinámicas de recolección de datos.

### ***Talleres de Consulta***

Con la finalidad de recolectar datos mediante talleres de consulta los cuales estaban conformadas de diferentes actividades. Se convocó a los productores (20) más nueve (9) productores de Santa Inés que no se encuentran actualmente en el proyecto Zamorano-COSUDE. El adicionar productores que no estaban dentro del proyecto permitió comparar las condiciones de productores que se encuentran asesorados, en comparación a los que no. Los talleres de consulta consistieron en tres (3) diferentes actividades: 1) elaboración del croquis de cada una de sus unidades productivas, 2) el análisis de resiliencia de sus unidades productivas y 3) un grupo focal.

Para facilitar la recolección de datos y mejorar el entendimiento de las actividades por los participantes se dividió el grupo de estudio en tres (3) grupos, dos (2) de diez (10) productores y uno (1) de nueve (9). Así mismo, cada taller se realizó en tres (3) momentos diferentes, teniendo una duración de entre 3 horas y media a 4 horas cada taller.

### **Caracterización de las Unidades Productivas**

Para caracterizar las unidades productivas, se utilizó como método de recolección de información un análisis de las fincas de los productores previamente seleccionados por medio de visitas de campo, entrevistas y croquis para la situación actual de las unidades productivas.

### ***Caracterización Socioeconómica y de Prácticas de Manejo***

Se visitó y conoció 20 de las unidades productivas y los productores. Al encontrarnos en cada unidad productiva se realizó una entrevista semiestructurada mediante una encuesta para guiar las preguntas que eran necesarias en la investigación. La encuesta fue generada acorde a las necesidades de la investigación y utilizando como referencia la encuesta elaborada por Lezcano Muñoz (2016) (Anexo A). Dicha entrevista se realizó a cada uno de los productores de las unidades productivas seleccionadas en el estudio. La duración de cada entrevista fue de alrededor de cuarenta y cinco (45) minutos.

El objetivo de la encuesta realizada en las entrevistas fue traducir variables empíricas, sobre las que se deseaba información, en preguntas concretas capaces de suscitar respuestas fiables, válidas y susceptibles de ser cuantificadas (Casas Anguita et al., 2018). Es importante mencionar que la información obtenida por medio de las encuestas no representa la realidad social, es solo uno de los instrumentos que permite producirla (Ariztía, 2012). Este cuestionario sirvió para conocer las principales características, problemas (disponibilidad de agua, principales plagas, principales enfermedades, principales efectos del cambio climático, principales barreras y limitantes para la implementación de las BPA) y componentes de las unidades productivas (tamaño de las unidades productivas, área de producción, principales cultivos, personas que habitan en la unidad productiva,

prácticas de manejo), los conocimientos agrícolas de los productores con respecto a las BPA y el factor social (percepción de las BPA, percepción del cambio climático, apoyo por parte instituciones) climático que se encuentra dentro de las diferentes comunidades de la microcuenca de Santa Inés.

### ***Caracterización Biofísica***

El diagnóstico de las unidades productivas se realizó por medio de la elaboración de un croquis de las unidades productivas durante los talleres y visitas de campo. El croquis es un dibujo simple, que no tiene muchos detalles y el cual muestra las características de un terreno sin ninguna precisión geométrica (Hermosilla Galeano, 2021). El propósito de esta actividad fue identificar los distintos elementos que existen dentro de las unidades productivas. Al identificarlos, se puede obtener una mejor realidad con respecto a todos los elementos pertenecientes a las unidades productivas, por medio de las prácticas de manejo que los productores les dan. En esta actividad se explicó a los productores como realizar un modelo gráfico de sus unidades productivas proporcionándoles un modelo guía y una explicación concisa de cómo realizar este modelo de sus unidades productivas. (Anexo B).

### **Medición de la Humedad del Suelo en los Sistemas Productivos**

Se seleccionaron cuatro tratamientos 1) prácticas de agricultura convencional (control), 2) cobertura permanente del suelo, 3) barreras vivas y 4) Sistema Agroforestal "Sistema Quesungual". Los tratamientos se seleccionaron dentro de la misma unidad productiva por cada una de las diferentes zonas (alta, media y baja) de la microcuenca. El objetivo fue comparar las prácticas en las mismas condiciones biofísicas (características del suelo, altitud y precipitación). La precipitación fue tomada por medio de un pluviómetro ONSET de HOBO.

Prácticas convencionales: La agricultura convencional gestiona los insumos de recursos (es decir, fertilizantes, agua de riego, enmiendas, pesticidas) de manera uniforme, ignorando la heterogeneidad espacial inherente de forma natural de las condiciones del suelo y los cultivos entre y dentro de los campos (Corwin y Scudiero, 2019). Las prácticas convencionales que los productores

de las unidades productivas en el estudio realizan son la quema y aplicación de agroquímicos como el glifosato y Roundup®.

Cobertura permanente del suelo: Para el “International Institute of Rural Reconstruction” (2005) la cobertura del suelo durante todo el año es fundamental para la agricultura de conservación. Está es importante por varias razones: Protege el suelo de la lluvia, el sol y el viento. Reduce la erosión del suelo y protege la capa fértil del suelo, evitando así la sedimentación de ríos y lagos. Aumenta la fertilidad del suelo y el contenido de materia orgánica del suelo. Aumenta la humedad del suelo al permitir que más agua se hunda en el suelo y reduciendo la evaporación.

Barreras vivas: a barrera viva es una práctica que ayuda a la conservación del suelo y del agua en la parcela. Las barreras vivas son cultivos que se siembran en curvas a nivel, principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión. Poseen la característica de que se manejan compactas en los surcos, con alta densidad; por este motivo actúan como barreras (FAO, 2011).

Sistema Quesungual: Sistema Quesungual es una modificación de los sistemas de agricultura migratoria (milpa) donde no se quema para iniciar el ciclo de cultivo y se usa la biomasa generada durante la limpieza de los campos como cobertura de suelo. El Sistema Quesungual extiende el periodo de uso de la tierra, reduce los impactos de la agricultura sobre la erosión del suelo (particularmente en laderas), y mantiene suficiente vegetación arbórea para sustentar los procesos de regeneración natural (Ordoñez y Hellin, 2017).

Posteriormente, se realizó una visita de campo a varios productores identificando la aptitud de sus sistemas productivos para evaluar la presencia y calidad de los cuatro (4) tratamientos seleccionados. Tres (3) productores fueron seleccionados porque cumplían los criterios antes mencionados y el potencial para efectuar la toma de datos. Se caracterizó cada tratamiento identificando que elementos los conformaban (Cuadro 1).

## Cuadro 1

### Caracterización de tratamientos

Zona	Prácticas Convencionales	Cobertura Permanente ton/ha	Barrera viva		Sistema Quesungual	
			Tipo	Distanciamiento (m)*	Árbol	Distanciamiento (m)*
El Guayabo	Quema y	3.65	Musácea	3 x 4	Pino	6m x 6m
Matambre	aplicación de	2.80	Musácea	3 x 5	Pino	11m x 7m
Santa Rosa	agroquímicos	5.00	Piña	0.3 x 3	Pino y mango	8m x 7m

*Nota.* Distanciamiento = distancia entre plantas x distancia entre filas

Las prácticas convencionales eran las que tenían uso excesivo de agroquímicos y se realizaban quemas. En la cobertura permanente se recolectó 1m<sup>2</sup> de la cobertura mediante un muestreo simple, cerca de donde se realizaban las mediciones de humedad. Este se picó y luego se llevó a secar durante 24 horas en un horno. Las barreras vivas y los Sistema Quesungual se caracterizaron mediante la identificación del tipo de planta y medición de la distancia entre plantas y distancia entre filas.

### **Capacitación para la Toma de Datos de Humedad**

Una vez seleccionadas las tres (3) unidades productivas para el estudio, se realizó una visita de campo para orientar a cada productor en el proceso de recolección de datos. El área de registro, es decir la unidad muestral, para los datos de humedad de cada tratamiento seleccionado fue de 1m<sup>2</sup>. Para facilitar la identificación y la toma de datos, el área de cada uno de los tratamientos fue etiquetada con su respectivo nombre y se le asignó un color (rojo: prácticas convencionales; verde: Sistema Quesungual; amarillo: cobertura permanente de suelo; y azul, barreras vivas) (Anexo C). A cada productor se le indico como usar el sensor de humedad tipo "3 way soil meter". Aunado a lo anterior, se proporcionó a los productores una libreta en la cual tomaron los datos y la respectiva explicación de como llenarla.

### **Análisis de Textura y Materia Orgánica del Suelo**

Para la toma de muestras se realizó el procedimiento descrito por Schweizer Lassaga (2011) el cual consiste en utilizar un palín, hacer un corte en forma de V en cada uno de los tratamientos, a

la profundidad deseada desechando el suelo removido. Después se toma una porción, se cortan el procedimiento para el cálculo bordes con un cuchillo y se descartan. La parte central constituye cada submuestra, estas fueron almacenadas en bolsas y llevadas al laboratorio. En el Laboratorio de Suelos de Zamorano realizaron de Carbono Orgánico del Suelo (COS) determinado por Walkley y Black (1934) y el de Bouyoucos (1936) para la textura del suelo. Para convertir el COS a Materia Orgánica, se utiliza el factor propuesto por Van Bemmelen (1890). El análisis de suelos un análisis indispensable para determinar si existe una relación entre materia orgánica-humedad del suelo y tipo de suelo-humedad del suelo.

### **Identificación de Barreras y Potencial para la Implementación de BPA**

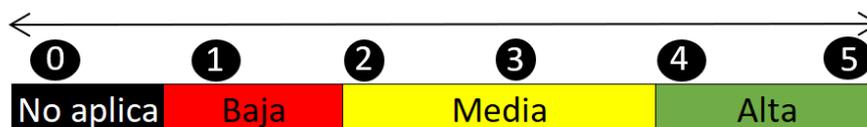
Se aplicó un análisis de resiliencia para establecer una relación entre sistema-práctica en su conjunto, así como por el entendimiento de los patrones dinámicos que rigen su desarrollo. Esto solo es posible desde una aproximación transdisciplinaria, holística y sistémica como lo es el análisis de resiliencia (Alzate Atehortúa, 2008). La visión holística aplicada al estudio implica que los seres humanos no están separados de la naturaleza o incluso por encima ella, valorando sólo sus funciones instrumentales, sino que son parte integral de la naturaleza (Pradilla Villamizar, 2016). La evaluación de la resiliencia se refiere a la capacidad de las fincas, los agricultores y los sistemas agrícolas para anticipar, hacer frente a la solidez, y responder (adaptabilidad y transformabilidad) a los impactos y tensiones, incluidos los fenómenos naturales, pero también comerciales, financieros y políticos (Mathijs y Wauters, 2020).

Para realizar el análisis se les proporciono una plantilla de evaluación de resiliencia (Anexo D) a cada uno y se explicó detalladamente los criterios de evaluación de cada aspecto. Cada productor tuvo que usar su propio criterio para realizar esta evaluación. Los parámetros considerados para el desarrollo de la plantilla de evaluación de resiliencia fueron tomados de herramienta de resiliencia de Altieri et al. (2016) citado por el Manual Básico de Prácticas Agroecológicas elaborado por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano (2017). Cada aspecto fue evaluado mediante una escala tipo Likert

(1932), marcando el grado de influencia con respecto a la existencia de cada aspecto dentro de las unidades productivas (Figura 2).

**Figura 2**

*Escala para análisis de resiliencia*



$$\text{Índice de Resiliencia por Finca (IRF): IRF} = \frac{\sum \text{valores de parámetros}}{\# \text{ de parámetros}} [1]$$

### **Pendiente**

Es una característica en campos agrícolas. La intensidad de la pendiente se refiere a cuanta altura descendemos de la parte más alta a la más baja. La distancia desde la “loma”, donde comienza la pendiente, hasta el “bajo” donde finaliza (Gange y Davrieux, 2011). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 2). Una pendiente elevada es más perjudicial debido a que favorece la degradación del suelo.

### **Cuadro 2**

*Clasificación de pendiente para análisis de resiliencia (Altieri et al., 2016)*

Clasificación	% Pendiente	Situación Correspondiente
4-5	menor de 20% o (<11°)	Pendientes suaves, con cobertura vegetal (viva o muerta), cultivos múltiples y prácticas de conservación de suelo.
2-3	Entre 20% y 60% o (11°> y <30°)	Pendientes con posible riesgo de erosión, con cubierta vegetal pobre y pocas prácticas de conservación.
1	Mayor de 60% o (>30°)	Pendientes con riesgo de erosión alto, sin cobertura vegetal de suelo y sin prácticas de conservación

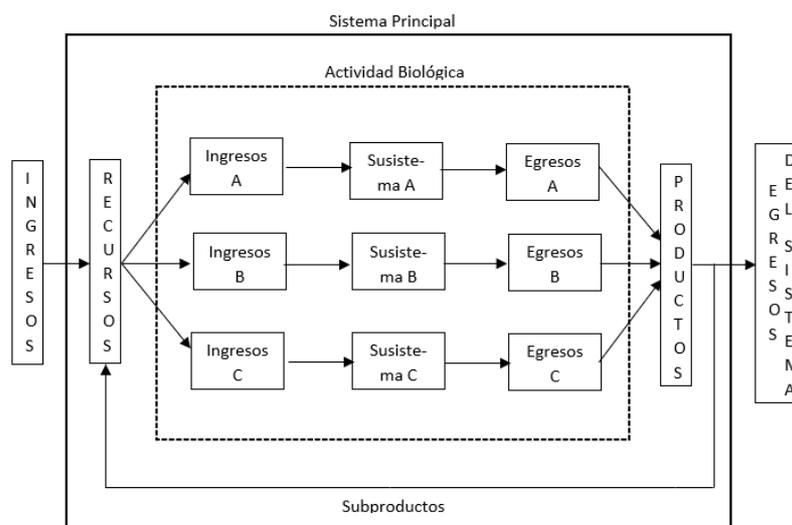
### **Diversidad Paisajística**

La diversidad paisajística se refiere a construcciones complejas cuya gestión requiere una buena comprensión y respuestas a la naturaleza multifacética de los biosistemas geofísicos, humanos y las interacciones entre ellos (Cash et al., 2006). La importancia de la diversidad paisajística hace referencia a la cantidad de laderas, zonas bajas, bosques, variedad de sistemas de producción que se encuentren dentro de las unidades productivas, así como la riqueza vegetal de su entorno.

Esta diversidad paisajística se puede considerar como subsistemas, puesto que se encuentran dentro de la misma unidad productiva y conforman relaciones entre sí. En términos generales, las funciones y relaciones entre subsistemas están ilustradas en la (Figura 3). Todos los egresos de los subsistemas son productos de la actividad biológica del subsistema Situación Correspondiente. Conceptualmente, algunos vuelven a la “laguna de recursos” donde son disponibles para formar ingresos a otros subsistemas. El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 3).

**Figura 3**

*Relaciones entre los subsistemas de las unidades productivas*



*Nota.* Tomada de Wadsworth (1997).

### Cuadro 3

#### *Clasificación de diversidad paisajística para análisis de resiliencia*

Clasificación	Riesgo	Situación Correspondiente
4-5	Bajo	Heterogeneidad en el paisaje donde se combinan sistemas productivos y periferias naturales.
2-3	Medio	Existen diferentes sistemas productivos entre los vecinos; poca matriz boscosa.
1	Alto	Homogeneidad generalizada en los sistemas de producción (monocultivos), no hay presencia de matriz boscosa.

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

#### **Riego**

El desafío de aumentar el rendimiento de los cultivos se complica aún más por el cambio climático, que afecta significativamente el crecimiento de los cultivos a escala regional y mundial (Asseng et al., 2015). Mejorar el riego es indispensable para lograr niveles de rendimiento más altos en regiones con escasez de agua y al mismo tiempo, mejorar la resiliencia de los sistemas de producción frente a la variabilidad climática (Jägermeyr et al., 2017). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 4).

### Cuadro 4

#### *Clasificación de riego para análisis de resiliencia*

Clasificación	Riesgo	Situación Correspondiente
4-5	Bajo	Posee sistemas de riego en toda o casi toda su unidad productiva.
1-3	Medio	Posee sistemas de riego en al menos un cultivo, posee riego en la mitad de su unidad productiva, tiene acceso a agua para regar con maguera, pero no un sistema de riego fijo.
0	Alto	No posee ningún sistema de riego, ni acceso a una maguera para regar.

#### **Erosión**

La erosión se puede definir como: el proceso o conjunto de procesos externos físicos que, en la superficie del suelo o a escasa profundidad, eliminan parcial o totalmente los materiales existentes y cuyo efecto es una reducción (Marqués, 1996). Representa una de las mayores amenazas y barrera para la sostenibilidad de los sistemas agrarios en gran parte del planeta, ya que reduce el potencial de los suelos para la producción agraria y produce desertificación y polución hídrica (Franco, 2008).

El efecto negativo que causa la erosión del suelo puede minimizarse por medio de sistemas de manejo de la tierra que disminuyen la erosividad de la lluvia y el escurrimiento superficial (Camas Gómez et al., 2012). Así, se ha documentado que el establecimiento de barreras vivas, terrazas de muro vivo en contorno y labranza de conservación, las cuáles atrapan el escurrimiento, los sedimentos y nutrimentos, son prácticas efectivas en la conservación del suelo y agua (Ramírez-Cruz y Oropeza-Mota, 2001). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 5).

### **Cuadro 5**

#### *Clasificación de erosión para análisis de resiliencia*

Clasificación	Riesgo	Situación Correspondiente
4-5	Bajo	Terrenos planos o con pendiente casi o completamente cubiertos.
2-3	Medio	Terrenos planos con poca o ninguna cobertura vegetal, terrenos con gran pendiente y poca cobertura vegetal.
1	Alto	Terrenos con gran pendiente y ninguna cobertura vegetal.

### ***Cobertura Vegetal***

La cobertura vegetal es la mejor herramienta y una oportunidad para mejorar la resiliencia. Sirve para controlar la erosión, ya que brinda protección al suelo contra los agentes erosivos. El manejo de esta requiere la integración de diversas prácticas, entre las cuales destacan la agricultura de conservación, la introducción de cultivos alternativos, la reconversión de áreas agrícolas de baja productividad a uso pecuario, el manejo y rehabilitación de pastizales y el establecimiento y manejo de sistemas agroforestales (Loredo Osti y Beltrán López, 2005). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 6).

## Cuadro 6

### *Clasificación de cobertura vegetal para análisis de resiliencia*

Clasificación	% Cobertura	Situación Correspondiente
4-5	>50	Suelos cubiertos por plantas acompañantes, coberturas vivas, acolchados y/o abonos verdes.
1-3	10-50	Suelos parcialmente enmalezados y/o cubiertos por capas vivas o acolchadas.
0	<10	Suelos completamente descubiertos, con presencia de erosión y altas temperaturas.

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

### **Barreras Vivas**

Las barreras vivas consisten en una hilera de plantas, perennes o semi-perennes, de crecimiento denso en el suelo, sembradas perpendicularmente a la pendiente o en curvas de nivel, con la finalidad de disminuir la velocidad de escorrentía y provocar la sedimentación (Andrade y Rodríguez, 2002). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 7).

## Cuadro 7

### *Clasificación de barreras vivas para análisis de resiliencia*

Clasificación	% Presencia	Situación Correspondiente
4-5	>50	Alta presencia de cercas vivas y/o barreras establecidas y diversificadas con varias especies en especial enfrentando vientos dominantes.
1-3	10-50	Mediana presencia de árboles o arbustos y/o barreras vivas poco diversificados y densos.
0	<10	No hay barreras de vegetación

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016)

### **Labranza de Conservación**

Existen evidencias que la labranza convencional (LC) en la agricultura moderna mediante el uso intensivo del arado y la rastra, modifica la estructura de la capa superficial del suelo, la continuidad del espacio poroso y reduce el contenido de materia orgánica (MO) (Paustian et al., 1997). Según Reicosky (2004), el uso intensivo de la labranza contribuye severamente con la emisión de carbono (C) almacenado en el suelo que, al exponerlo a la intemperie se oxida y como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) forma parte de los gases tipo invernadero causantes del calentamiento global del planeta.

Actualmente, se promueve la utilización de tecnologías de producción que garanticen la reducción de emisiones de carbono mediante su secuestro in situ como la labranza de conservación; esta práctica se vuelve una oportunidad puesto que contribuye a mejorar la estructura del suelo, incrementa su fertilidad y conservan su humedad (Lal, 2004). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 8).

### **Cuadro 8**

#### *Clasificación de labranza de conservación para análisis de resiliencia*

Clasificación	% Presencia	Situación Correspondiente
4-5	>50	Labranza mínima (mínimo movimiento del suelo, rotación con abonos verdes y suelos cubiertos).
1-3	10-50	Uso de maquinaria liviana y/o bueyes, suelos cubiertos y rotación con abonos verdes.
0	<10	Uso de maquinaria pesada con arado o uso de implementos de labranza como pica o azadón a profundidad. Monocultivo, barbecho desnudo.

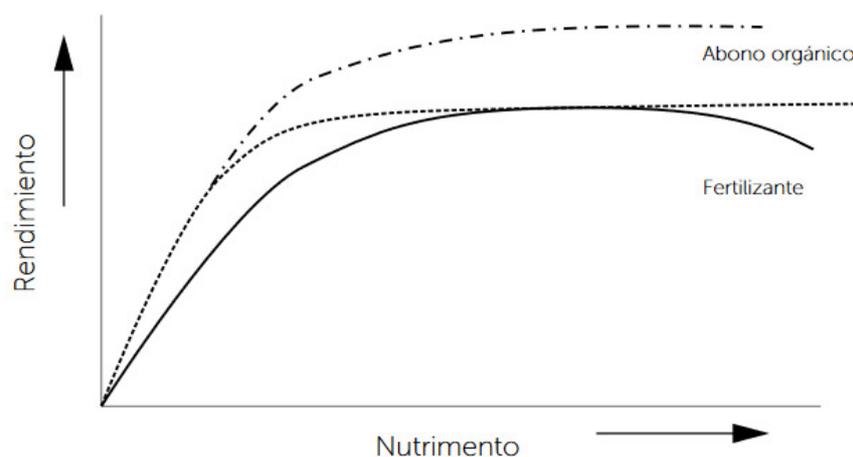
*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

#### ***Prácticas para Aumentar Materia Orgánica***

La materia orgánica es un material de origen vegetal o animal de composición química variable, y es una oportunidad debido a que aporta nutrientes para el desarrollo y rendimiento de los cultivos. La aplicación de materia orgánica tiene una potencialidad para aumentar los rendimientos de las cosechas mucho mayor que los fertilizantes químicos en cantidades equivalentes de nutrimentos. Una prueba de esta potencialidad es el efecto de la aplicación de una enmienda orgánica contra un fertilizante químico en cantidades equivalentes de un nutrimento (Figura 4) al trazar las curvas de respuesta del cultivo (Trinidad-Santos y Velasco-Velasco, 2016). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 9).

**Figura 4**

*Rendimiento como respuesta a la aplicación del fertilizante químico y abono orgánico en cantidades equivalentes*



*Nota.* Tomada de Avnimelech, (1986)

**Cuadro 9**

*Clasificación de prácticas para aumentar materia orgánica en análisis de resiliencia*

Clasificación	Riesgo	Situación Correspondiente
4-5	Bajo	Utilización de abonos orgánicos fermentados, combinados con alta producción de biomasa para reincorporación en los cultivos. Integración animal.
1-3	Medio	Utilización del abono orgánico fermentado con presencia de una baja cantidad de cobertura viva o muerta.
0	Alto	La materia orgánica perdida no es repuesta. Se abona con fertilizante química para lograr una producción agrícola.

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

### **Terrazas y Semi-terrazas**

Son una serie de plataformas continuas a nivel en forma de escalones con una parte plana cultivable. Las medidas de las terrazas están sujetas a la pendiente y tipo de suelo. Son las obras más efectivas en controlar la erosión en laderas y se convierten en una oportunidad de reducir la erosión. Su uso es limitado por su alto costo, el cual se justifica solamente en zonas con escasez de tierra, suficiente disponibilidad de mano de obra en la época seca y para la producción de cultivos de alto

valor (Raudales y Sagastume, 2009). El criterio de evaluación solamente aplica a las unidades productivas con alta pendiente y fue explicado a los productores según el Cuadro 10.

### Cuadro 10

#### *Clasificación de terrazas y semi-terrazas para análisis de resiliencia*

Clasificación	Riesgo	Situación Correspondiente
4-5	Bajo	Presencia de varias técnicas como: Terrazas, multiestratos, curvas a nivel, cultivos en fajas, rotación de cultivos, acolchado, entre otros.
2-3	Medio	Presencia de una o dos técnicas como: Terrazas, multiestratos, curvas a nivel, cultivos en fajas, rotación de cultivos, entre otros.
1	Alto	Sin presencia de ninguna técnica conservacionista y evidencia de erosión en los límites del cultivo.
0	Ninguno	No aplica, terrenos planos.

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

### **Autoconsumo**

Abastecer alimentos para autoconsumo, implica fortalecer la economía familiar al reducir al mínimo la compra y el costo para adquirir en el mercado dichos alimentos; el manejo de estos espacios también proporciona opciones para la conservación de la biodiversidad vegetal en dichos agroecosistemas y presenta una oportunidad para aumentar la resiliencia dentro de la unidad productiva (Guarneros-Zarandona et al., 2014). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 11).

### Cuadro 11

#### *Clasificación de autoconsumo para análisis de resiliencia*

Clasificación	% de autoconsumo	Situación Correspondiente
4-5	> 60	La alimentación familiar es producida en la finca en más de 60 %.
2-3	20-60	Entre un 20 y un 60 % de la alimentación es producida en la finca dependiendo algo del mercado externo para completar su dieta.
1	< 20	Más del 80 % de la alimentación de la familia en la finca viene de afuera y pocos productos de la finca son destinados al consumo interno.

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

### ***Autosuficiencia de Insumos Externos***

La autosuficiencia de insumos tiene que ver con el alcance del sistema, es decir, hasta qué punto puede cubrir sus propias demandas sin recurrir a considerables insumos externos. La meta fundamental de cualquier sistema de producción sostenible es alcanzar la autosuficiencia al menor costo posible, con la mayor eficiencia energética, mínimo impacto ambiental y la máxima satisfacción de las necesidades humanas lo que presenta una enorme ventaja y oportunidad para tener una resiliencia alta (Funes-Monzote, 2017). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 12).

#### **Cuadro 12**

##### *Clasificación de autosuficiencia de insumos externos para análisis de resiliencia*

Clasificación	% de Autosuficiencia	Situación Correspondiente
4-5	>50	Más del 50% de los insumos que necesita la finca son producidos en la misma finca (abonos, semillas, energía, control ecológico de plagas, entre otros).
2-3	10-50	Entre un 10 y un 50% de los insumos que usa la finca son producidos en la misma finca (abonos, energía, control ecológico de plagas, entre otros).
1	<10	Más del 90% de los insumos que usa la finca vienen de afuera (fertilizantes químicos, agrotóxicos, semillas y maquinaria).

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

### ***Banco de Semillas***

El banco de semillas dentro de una unidad productiva es importante, puesto que se incluyen las áreas de la finca donde se conservan variedades locales y ancestrales. Estas son las áreas donde se producen semillas para la siembra y el intercambio lo que se vuelve oportunidad de tener una resiliencia debido a que el recurso de granos siempre estará presente para la producción de alimentos. El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 13).

**Cuadro 13***Clasificación de banco de semillas para análisis de resiliencia*

Clasificación	Riesgo	Situación Correspondiente
4-5	Bajo	Semillas de más de 10 variedades y especies. Diversidad de recursos genéticos locales y ancestrales.
2-3	Medio	Disponibilidad de semillas de 5 a 10 variedades o especies. Presencia de algunos recursos genético-ancestrales.
1	Alto	Disponibilidad de semillas de menos de 5 variedades o especies, en general semillas híbridas o mejoradas. Ausencia de recursos genéticos ancestrales.

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

**Asociación de Cultivos**

La asociación de cultivos o uso de cultivos simultáneos es una práctica de diversificación en la que se hacen crecer dos o más cultivos simultáneamente en la misma área (Mao et al., 2015). El uso de asociaciones de cultivos, si está correctamente planteada, ha conducido a una producción combinada por unidad de área mayor que los monocultivos (Marcos et al., 2015). Esto se debe a que el uso de cultivos simultáneos puede incrementar la resistencia y resiliencia del agroecosistema a las perturbaciones (sequía, inundación, enfermedad, pestes, disponibilidad de nutrientes, contaminación) (Lin, 2011). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 14).

**Cuadro 14***Clasificación de asociación de cultivos para análisis de resiliencia*

Clasificación	Número de especies asociadas	Situación Correspondiente
4-5	>3	Con más de tres especies asociadas con diferentes alturas dentro de la parcela (agroforestal-multiestratopolicultivo).
2-3	2	Con dos especies dentro de la parcela.
1	1	Monocultivo.

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

### **Áreas Protegidas o Zonas Naturales de Protección**

Las áreas protegidas dentro de las unidades productivas van principalmente destinadas a la existencia de ecosistemas sin alterar, como los bosques. La agricultura con la conservación de los árboles y zonas boscosas tiene un importante potencial para almacenar el exceso de carbono. Esta capacidad de absorción contribuye significativamente. Los bosques del mundo almacenan más de 650,000 millones de toneladas de carbono: el 44 por ciento en biomasa; el 11 por ciento en madera muerta y hojarasca, y el 45 por ciento en el suelo (Harris et al., 2011). El criterio de evaluación fue determinado para la investigación y explicado a los productores según el (Cuadro 15).

#### **Cuadro 15**

##### *Clasificación de áreas protegidas para análisis de resiliencia*

Clasificación	% Área original	Situación Correspondiente
4-5	>70 Alta capacidad	Todos los bosques y áreas ecológicamente sensibles se encuentran protegidos o en proceso de restauración.
2-3	>30 se mantiene	Se presenta una protección intermedia de los bosques nativos y otras áreas como humedales, morichales, guaduales, pantanos, etc.
1	< 10 peligro alto	Sin protección de vegetación natural en las áreas como humedales, morichales, guaduales, pantanos, etc.

*Nota.* Tomado de Altieri et al. (2016).

#### **Identificación de Estrategias para la Implementación de las BPA**

Se realizaron los grupos focales, siguiendo la definición de Martínez Miguélez (2012), mediante un método de investigación colectivista el cual se centra en la pluralidad y variedad de las actitudes, experiencias y creencias de los participantes. Lo que hace un método eficiente de recolección de datos. Los grupos se conformaron por 9 a 10 productores. El grupo de enfoque se realizó para complementar la información de las encuestas debido a que, como indica Medina (2012), esta práctica anima y estimula a los individuos para compartir ideas más abiertamente.

Aunado a lo anterior, la información recolectada en un grupo focal puede ser más realista que las encuestas. Debido a que estos productores se encuentran con otros que no solo comparten la misma comunidad, sino que también, tienen una relación de confianza que generaron entre ellos y

esta confianza genera un espacio donde la información proporcionada se puede ver más apegada a la realidad. Este grupo focal tiene un efecto transversal el cual sirve de complemento para la información anterior conformada por las encuestas y análisis de resiliencia.

### **Análisis de Datos**

Los resultados del primer objetivo fueron obtenidos por medio de la información recolectada de las encuestas, las cuales se tabularon en el programa "Excel". Cada respuesta fue codificada y procesada dándoles un valor de 1 (si la respuesta era si o si cumplía con el aspecto de la interrogante) y 0 (si la respuesta a la interrogante no se cumplía). Posteriormente las respuestas a cada pregunta fueron analizadas.

Los datos de humedad del suelo se analizaron por medio de un Análisis de Varianzas (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05, en RStudio para comparar las varianzas entre las medias de los diferentes tratamientos, posteriormente, se realizó una comparación de medias Duncan para lograr determinar el mejor tratamiento con respecto a las medias de humedad en el suelo. Se realizaron diagramas de dispersión y valores de correlación para determinar la relación entre humedad del suelo-precipitación y humedad del suelo-materia orgánica.

Para determinar las barreras y oportunidades en la implementación de BPA, se aplicó un análisis de Chi cuadrado de K. Pearson (1900) (significancia de 0.05) con un factor de corrección de Monte Carlo a las información de las 20 encuestas para determinar las barreras y oportunidades mediante la existencia o no de relación entre los aspectos culturales, educativos y económicos influyentes en relación a la aplicación de BPA. Con el análisis de resiliencia se determinó la relación que existe entre obtener una resiliencia alta o media. Mediante un cálculo del coeficiente de correlación se identificó cuál es la relación de cada aspecto en el nivel de resiliencia final.

El producto de estos análisis fue un modelo final obteniendo el  $R^2$  y el valor-p. La selección de los mejores predictores mediante el método mixto con la medición Akaike (1973) para determinar cuáles son los aspectos influyentes para tener una resiliencia alta y así identificar las oportunidades

en las unidades productivas que tienen en comparación a las de resiliencia media. La validación del análisis y confirmar que el modelo fue efectivo para determinar las oportunidades y barreras se realizó mediante la prueba de normalidad de Shapiro y Wilk (1965). Se analizó de forma descriptiva la información obtenida en los grupos focales, posteriormente se priorizaron las principales barreras por medio de la matriz de Vester (1980), la cual permite identificar las causas y efectos de una situación problemática. Finalmente, para la propuesta de estrategias (objetivo 4), se analizó todos los datos para el desarrollo de una estrategia efectiva de acorde a lo más relevante.

## Resultados y Discusión

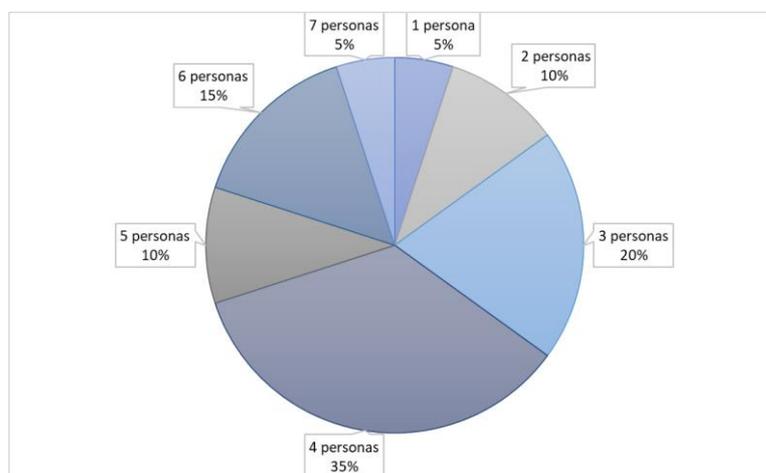
### Caracterización Biofísica y Socioeconómica de las Unidades Productivas

Los resultados de la caracterización de las unidades productivas seleccionadas para el estudio se obtuvieron utilizando la metodología sondeo y encuesta desarrollados en sitio. Se observó el uso actual de sus tierras, siendo estos la producción de cultivos básicos, sus limitantes como la disponibilidad del recurso hídrico, accesibilidad a las comunidades y las oportunidades. Además, permitió conocer las características biofísicas y condiciones socioeconómicas dentro de las unidades productivas y las prácticas de manejo.

Cada una de las unidades productivas dispone de un área para su vivienda, en promedio en cada vivienda habitan 4 personas (35%) (Figura 5). Las personas que habitan en el sitio presentan mayormente niveles de educación primaria (45%) (Figura 6). El nivel de educación es un factor importante en cuanto la implementación de las BPA en las unidades productivas.

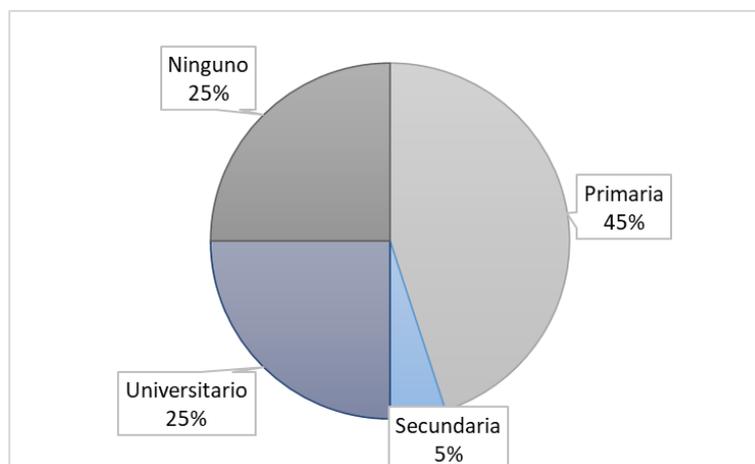
**Figura 5**

*Número de personas por casa*



**Figura 6**

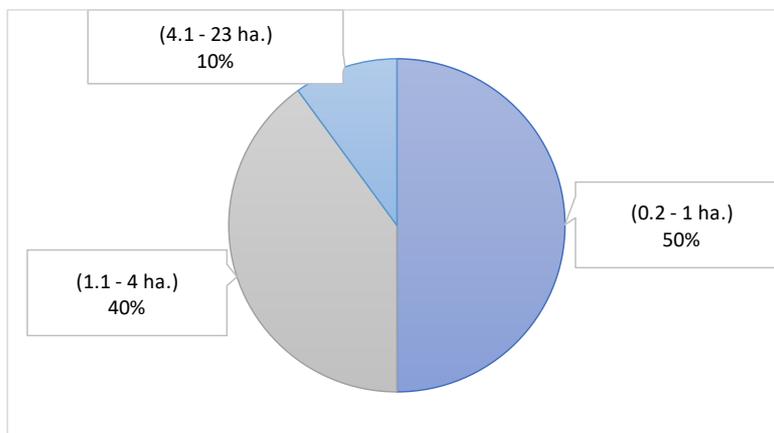
*Nivel de educación de los informantes*



El 95% de los productores son propietarios de su unidad productiva, el 5% que no es propietario, solo la utiliza para producir. El 50% (10) de las unidades productivas tienen el área de sus unidades productivas por debajo de 1 ha. que representan a las unidades productivas más pequeñas (Figura 7), el resto de las unidades productivas se encuentran entre 1 y 4 ha., una de 9.8 ha. y una de 22.4 ha. Esto hace referencia a que el tamaño de la unidad productiva podría ser una limitante para la implementación de las BPA, como diversidad de cultivos, barreras vivas y el Sistema Quesungual, ya que al tener áreas limitadas los productores optan por realizar prácticas convencionales para asegurar la producción de sus alimentos. De acuerdo con estas características Espinoza. (2021) atribuye que estos sistemas productivos son considerados minifundios sin nexo y se dificulta la subsistencia del sistema debido a las condiciones, lo que generalmente las lleva a buscar alternativas de incremento de los niveles de subsistencia.

**Figura 7**

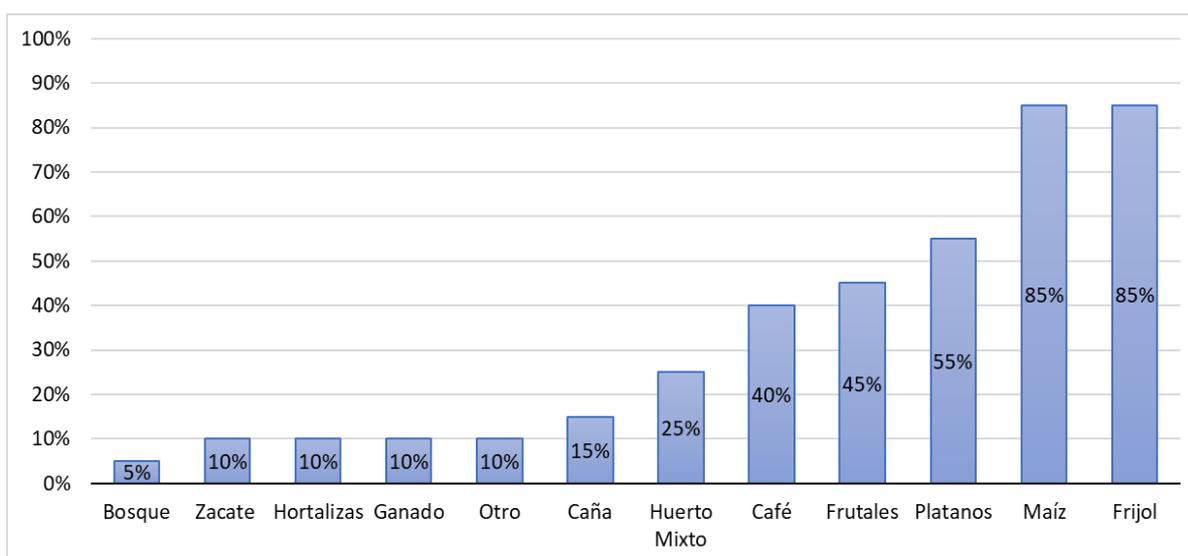
*Tamaño de las unidades productivas*

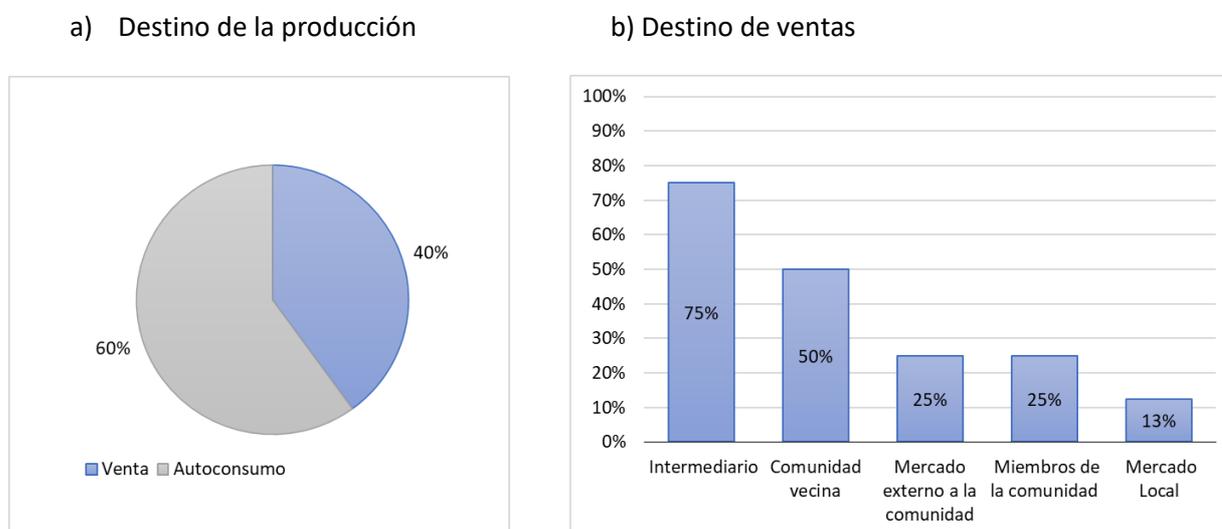


Por otro lado, principalmente dentro del área designada para producción cultivan maíz y frijol (Figura 8) destinados para autoconsumo, es decir que son la base alimenticia en las unidades productivas (Figura 9a). A pesar de que la producción se destina principalmente para el autoconsumo, quienes venden una parte de su producción, cuentan con diversas oportunidades de mercado (Figura 9b).

**Figura 8**

*Principales objetos de producción*



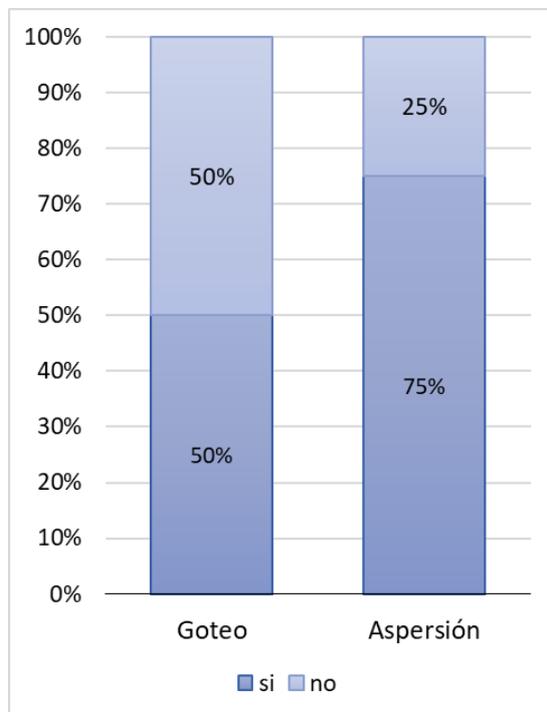
**Figura 9***Destino de la producción*

Es importante considerar los impactos del cambio climático para la producción de alimentos en la microcuenca, puesto que la seguridad alimentaria y fuente de ingresos de las personas se encuentran en riesgo. Los testimonios de los productores como “el clima se ha vuelto más caliente”, “ahora no se puede producir sin riego”, “los períodos de cosecha han cambiado” confirman que los efectos del cambio climático se manifiestan en la microcuenca de Santa Inés. Esto concuerda con la investigación de Eitzinger et al. (2013) la cual muestra que la producción de maíz y frijol en Centroamérica para el 2050 tendrá una reducción significativa debido a las sequías causadas por el cambio climático. Es decir, los principales cultivos se verán afectados por sequías lo que requiere que tengan sistemas de riego.

Por otro lado, los resultados de las encuestas muestran que un 80% de los sistemas productivos poseen sistemas de riego. De la misma forma, es importante saber cómo manejan el recurso hídrico por medio del tipo de riego que tienen (Figura 10) y la fuente de donde proviene el agua (Figura 11). Esta información permite identificar las oportunidades que tienen para mejorar la gestión del agua en la microcuenca y contrarrestar los efectos del cambio climático.

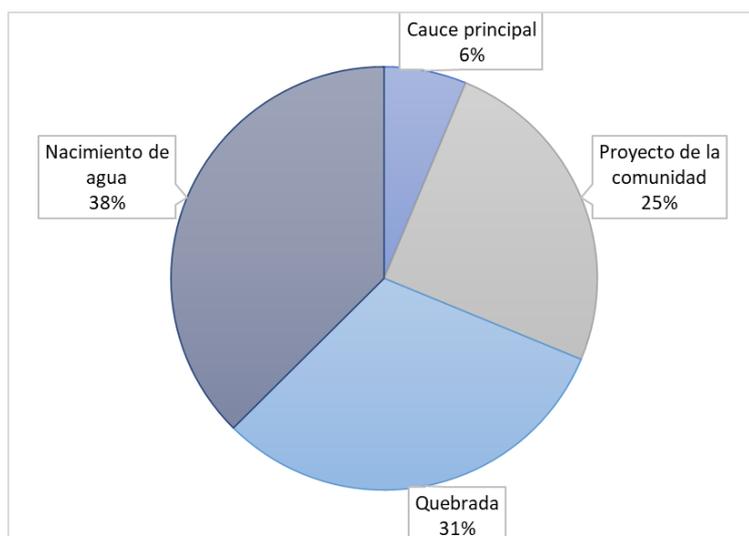
**Figura 10**

*Tipos de riego*



**Figura 11**

*Fuente de acceso al agua*



## **Caracterización de Prácticas de Manejo**

Se identificó que dentro de las unidades productivas evaluadas se realizan principalmente las siguientes prácticas de manejo: cultivos de cobertura, Barreras vivas, cobertura permanente del suelo, sistema agroforestal Sistema Quesungual, enmiendas orgánicas, agroquímicos, quemas, labranza de suelos y microorganismos de montaña (Figura 12).

### ***Cultivos de Cobertura***

El 70% de los productores realizan esta práctica en sus unidades productivas, principalmente para cultivos específicos como el maíz y el frijol. Los productores la realizan, ya que aseguran que previenen la erosión del suelo, sirve de abono orgánico y mejora la producción. Por lo que perciben que esta práctica es beneficiosa. Esta ha sido una práctica promovida por Zamorano y proyectos en conjunto, ya que les brindan insumos como el frijol de abono, así mismo, los productores reciben capacitaciones en cuanto a prácticas agroecológicas. Los testimonios obtenidos en los grupos focales constatan que esta práctica se realiza con mayor frecuencia después de que los productores recibieron capacitaciones por parte de Zamorano y COSUDE, ya que antes no tenían conocimiento técnico de dicha práctica. Los productores la realizan debido a que aseguran que previenen la erosión del suelo, sirve de abono orgánico y mejora la producción. Por lo que perciben que esta práctica es beneficiosa.

### ***Barreras Vivas (BV)***

Dentro de las unidades productivas, los principales tipos de barreras vivas son de musáceas y pastos de corte (King Grass). Esta práctica es realizada por el 75% de los productores, el 25% restante no la realiza, ya que no poseen el conocimiento técnico ni básico para realizarla. A pesar de que no todos la implementan, todos conocen los beneficios que traen como reducir la erosión del suelo, aumentar la humedad del suelo, favorecer el buen desarrollo de las plantas, reducir la escorrentía y mejorar la producción.

***Cobertura Permanente (CP)***

El 95% de los productores en estudio realizan mantienen una cobertura permanente la mayor parte del año, ya que han percibido que mejora la calidad y humedad suelo y mejora la producción. En general, mantienen coberturas de frijol de abono para posteriormente aprovechar los beneficios en cuanto al aporte de nitrógeno que brinda al suelo.

***Sistema Agroforestal Quesungual (SQ)***

El Sistema Quesungual es aplicado en un 65%, se identificó que la mayoría de ellos la practican por los beneficios que les brinda como el incremento de la fertilidad y productividad del suelo. Es decir, que aprendieron por su cuenta, es importante mencionar que, al realizar las entrevistas, ellos no conocían esta práctica con el nombre “Sistema Quesungual”, comúnmente le dicen “sembrar con árboles que ya existen”. Por lo general el Sistema Quesungual es combinado con pino y árboles frutales.

***Prácticas Convencionales (PC)*****Agroquímicos.**

El 100% de los productores utilizan agroquímicos como fertilizantes (Urea, fórmula 12-24-12), plaguicidas (random, cipermetrina) y herbicidas (glifosato, gramoxone). De acuerdo con los testimonios de los productores en las entrevistas y grupos focales, los agroquímicos son indispensables para el mantenimiento del cultivo, la limpieza del terreno y para asegurar la producción, o como comúnmente dicen “no es posible producir sin el uso de agroquímicos”.

**Quemas.**

Solo el 20% realiza esta práctica, por lo general, queman con el objetivo de limpiar sus terrenos antes de sembrar. Por otro lado, a pesar de que 80% asegura no realizar esta práctica. De acuerdo con los grupos focales realizados en el estudio, se pudo identificar que las unidades productivas aledañas en su mayoría si queman, que incluso todos alguna vez la han realizado para evitar que enfermedades como el hongo se propague en su siguiente producción.

Se puede observar que en las unidades productivas las prácticas que más se implementan son el uso de agroquímicos y la cobertura permanente del suelo (Figura 12). Para determinar las causas de su implementación, es necesario conocer la percepción de estas (Figura 13). Según las encuestas y grupos focales los agroquímicos son considerados mayormente como un “mal necesario” puesto que consideran que “no pueden producir si no los utilizan”. Vargas Trejos (2015) realizó una investigación sobre el uso de agroquímico y concluyó que el uso de estos se debe a que contribuyen a facilitar el manejo del cultivo, al control de las malezas y fertilización con un menor esfuerzo.

Según el análisis de la información obtenida en los grupos focales, los productores aseguran que la práctica de cobertura permanente se implementa con mayor frecuencia actualmente, lo cual se debe a que diversos proyectos por parte de Zamorano y COSUDE han realizado capacitaciones con respecto a las prácticas agroecológicas y han logrado cambiar su mentalidad de aplicar la quema en la producción agrícola (Figura 13). P. Pearson (2020) señala que cambiar el hábito arraigado de quemar desechos agrícolas requiere de educación, sensibilización y desarrollo de capacidades entre los agricultores. Es una labor extensa, pero sus impactos serían considerables y de gran alcance.

**Figura 12**

*Principales prácticas en las unidades productivas*

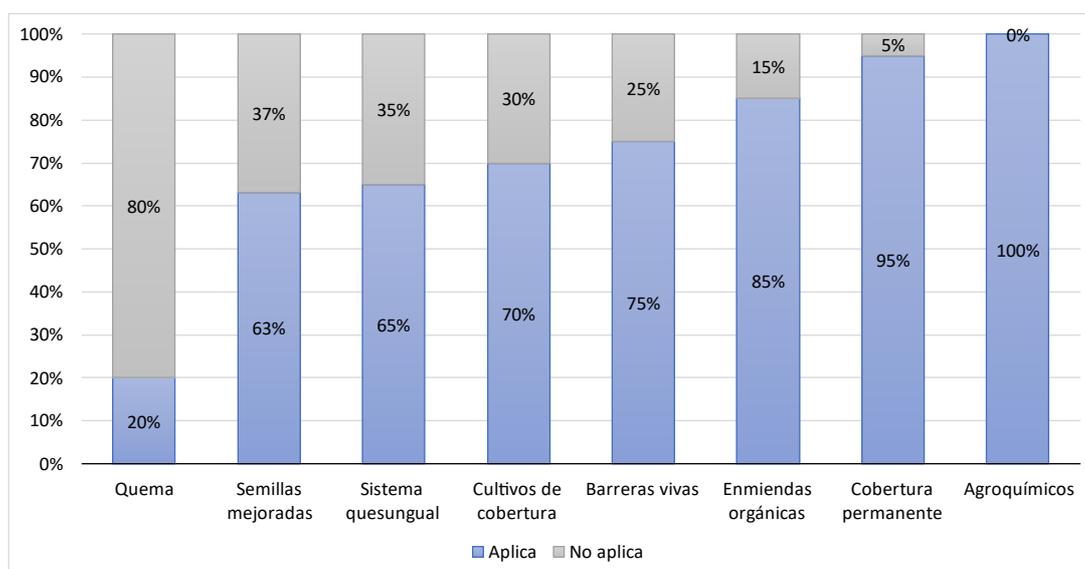


Figura 13

## Percepción sobre las prácticas implementadas

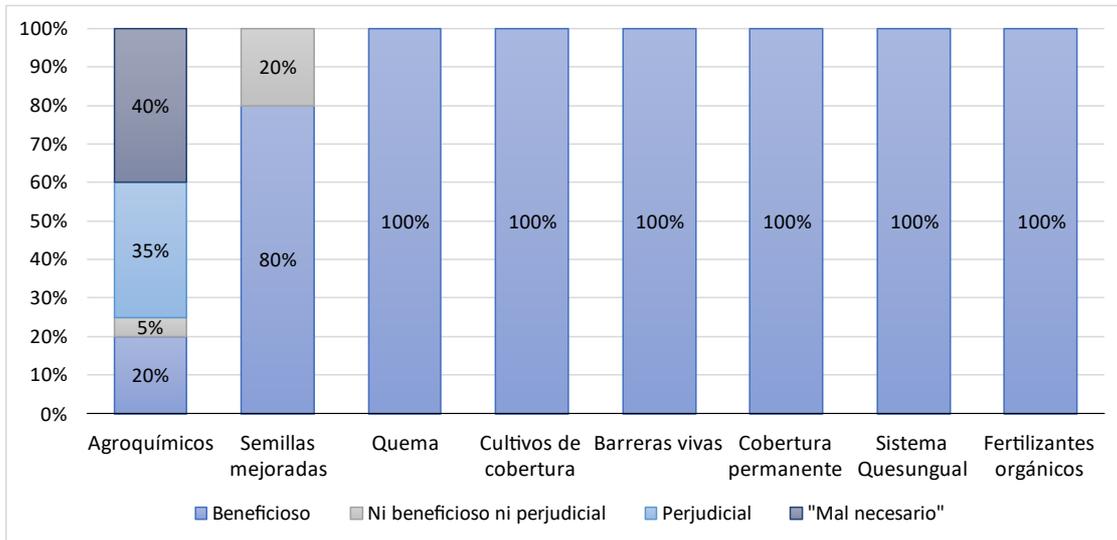
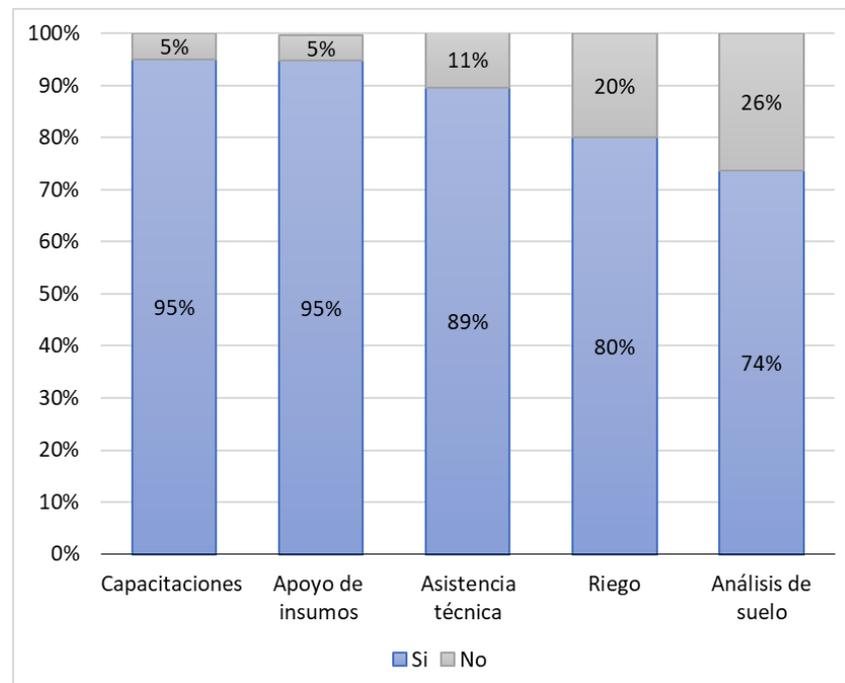
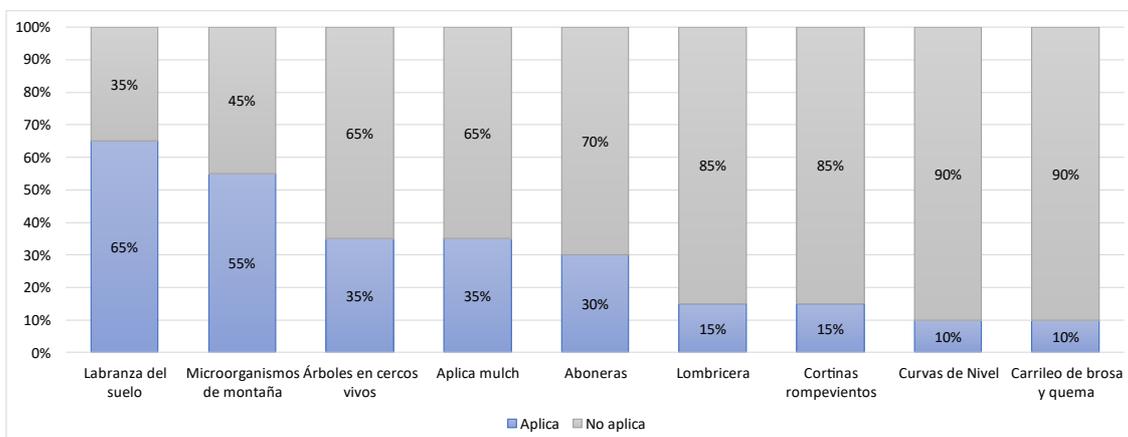


Figura 14

## Intervenciones del proyecto



**Figura 15***Otras prácticas implementadas***Efecto de las BPA en la Humedad del Suelo**

La humedad en la capa superficial del suelo (5-15cm) fue principalmente diferente entre unidades productivas y zonas. Con los datos de humedad de cada tratamiento, por zona, se realizó una ANOVA para comparar las varianzas entre las medias de los diferentes tratamientos. Por medio de una comparación de medias de Duncan poder identificar el mejor tratamiento. De las tres zonas únicamente la parte alta (El Guayabo) fue la única que demostró diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 16). Esta diferencia significativa es debido a que la precipitación es mayor en las zonas altas por lo que es posible observar mejor la respuesta de estos tratamientos. Esto coincide con los resultados obtenidos en otras investigaciones (Pérez Cutillas et al., 2015), según los cuales el aumento de la altitud está relacionado con un crecimiento de los valores de humedad del suelo a causa de una mayor cantidad de eventos de precipitación.

**Cuadro 16**

*ANOVA diferencias significativas entre tratamientos de humedad por zona*

Comunidad (Zona)	( $P \leq 0.05$ )
El Guayabo (Alta)	<2e-16
Matambre (Media)	0.15
Santa Rosa (Baja)	0.223

Según Bai et al. (2019) la humedad del suelo se ve influenciada conjuntamente por la precipitación, siendo el factor dominante. En la anterior investigación la contribución relativa de la precipitación a los cambios de humedad del suelo fue superior al 80%. A partir de esta información se puede identificar qué estas variaciones son causadas debido a las diferencias de precipitación entre las zonas de la microcuenca (Cuadro 17).

**Cuadro 17**

*Precipitaciones mensuales por zona*

Mes	El Guayabo mm Totales	Matambre mm Totales	Santa Rosa mm Totales
Febrero	91.0	19.2	9.4
Marzo	28.8	4.4	0.0
Abril	105.2	106.4	121.8
Mayo	214.8	280.0	274.6
Total	439.8	410.0	405.8

Por otro lado, la comparación de medias Duncan (Cuadro 18), determinó que las barreras vivas son la mejor práctica en El Guayabo (parte alta). Se puede ver los mismos resultados que Garzon Pastrana (2017) encontró en su investigación, la implementación de barreras vivas es efectiva debido a que estas aparte de controlar la erosión, favorecen la infiltración del agua en el suelo. Con ayuda del Cuadro 1 es posible identificar que la barrera viva en esta zona es de Musáceas. Según Díaz Rivera (2017) el “mulching” natural producido por el deshoje del plátano promueve la retención de agua en la zona de la raíz del plátano y reducción en la evaporación.

**Cuadro 18***Prueba de medias Duncan para tratamientos en El Guayabo*

Práctica	Media Duncan	Grupo
Barrera Viva	6.02	A
Sistema Quesungual	4.9	B
Cobertura Permanente	2.19	C
Práctica Convencional	1.9	C

Mediante una correlación de Pearson (Cuadro 19) y gráficas de humedad-precipitación (Figuras 16-18) fue posible determinar que existe una relación directa entre la precipitación en mm y el porcentaje de humedad. También fue posible observar que efectivamente llueve más en la zona alta. Suseela et al. (2012) examinó cómo la precipitación afectó la humedad del suelo y encontró que la humedad del suelo en periodos de sequía fue aproximadamente un 40% más baja que en época lluviosa. La variabilidad de la humedad del suelo con el clima y la cobertura del suelo es determinado por las relaciones físicas como precipitación - tipo de cobertura (Gaur y Mohanty, 2013) y los efectos del clima sobre la humedad del suelo es muy valiosa para la gestión de los recursos hídricos (Li et al., 2009).

**Cuadro 19***Correlación de Pearson humedad-precipitación*

Tratamiento	El Guayabo (Alta)	Matambre (Media)	Santa Rosa (Baja)
Sistema Quesungual	0.345	0.365	0.411
Cobertura Permanente	0.387	0.322	0.424
Barrera Viva	0.255	0.406	0.379
Práctica Convencional	0.378	0.336	0.384

Figura 16

Gráfica humedad-precipitación El Guayabo

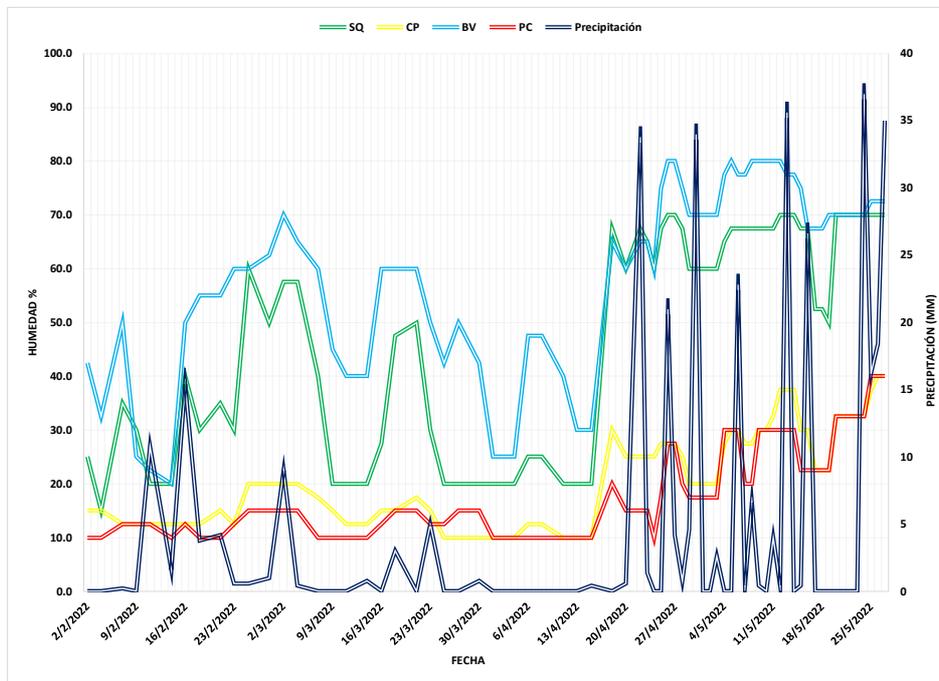


Figura 17

Gráfica humedad-precipitación Matambre

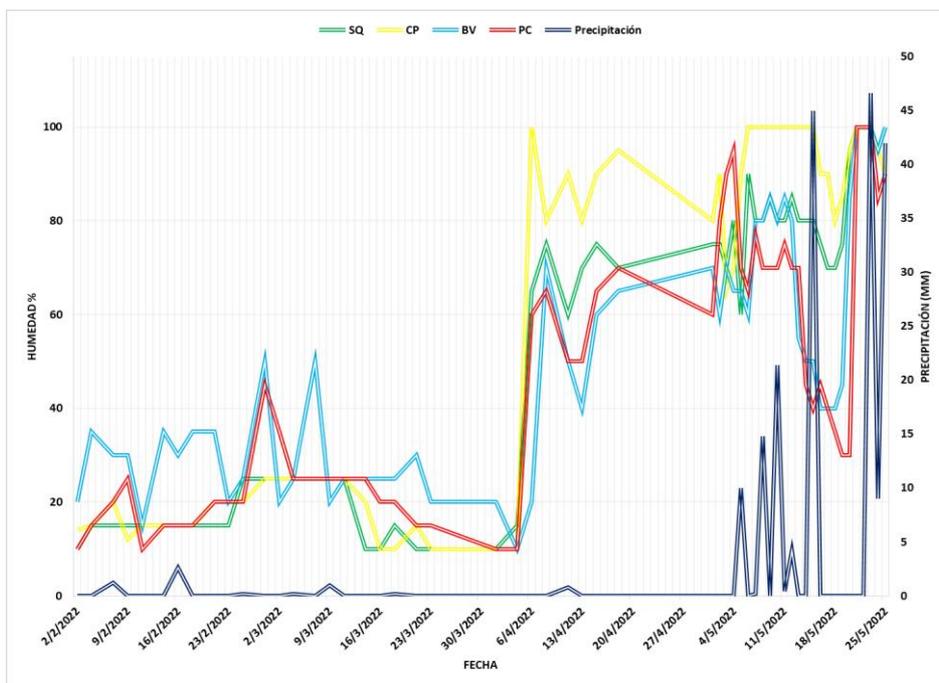
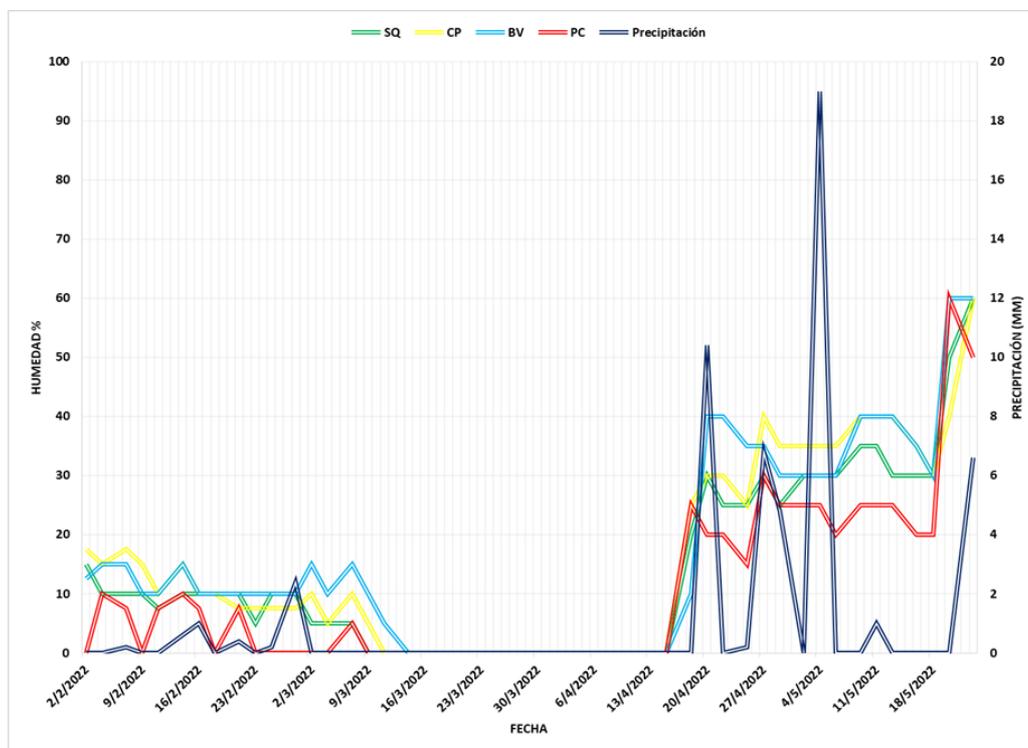


Figura 18

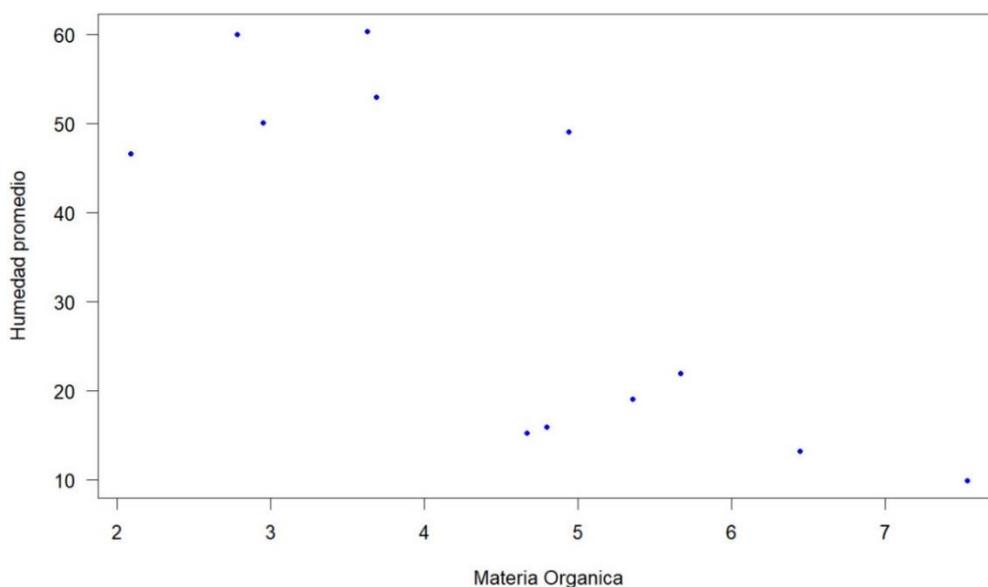
Gráfica humedad-precipitación Santa Rosa



Considerando el otro aspecto en este análisis fue posible determinar que la materia orgánica es otro factor de variación que causa que existan diferencias en la humedad (Cuadro 20). Se realizó una correlación de la humedad promedio por tratamiento y la materia orgánica, el resultado fue de un valor de  $-0.798$ . Esta correlación indica que cuando el valor en materia orgánica es muy alto, el valor en la humedad será muy bajo (Figura 19). Los valores recomendados para materia orgánica en el suelo son entre 2% a 4%. A partir de más de un 4% de acumulación de la materia orgánica en el suelo, existen situaciones de estrés debido al bajo contenido de oxígeno y bajos valores de conductividad hidráulica saturada. Se induce al taponamiento de los macroporos, lo que produce una menor tasa de difusión del oxígeno, estresando las raíces que no pueden absorber agua al disminuirse la respiración y la energía necesaria para tal proceso (Bragado Alcaraz, 2018). La textura del suelo no fue un factor de variación debido a que todos los suelos eran Franco Arenosos.

**Cuadro 20***Materia orgánica – humedad promedio por tratamiento*

Comunidad (Zona)	Tratamiento	Tipo de Suelo	Materia Orgánica %	Humedad Promedio %
Santa Rosa (Baja)	Sistema Quesungual	Franco Arenoso	6.45	13.21429
	Cobertura	Franco Arenoso	4.67	15.20408
Santa Rosa (Baja)	Permanente	Franco Arenoso	4.8	15.86735
Santa Rosa (Baja)	Barrera Viva	Franco Arenoso	7.54	9.897959
Santa Rosa (Baja)	Práctica	Franco Arenoso	4.94	49.0493
El Guayabo (Alta)	Sistema Quesungual	Franco Arenoso	5.67	21.93662
El Guayabo (Alta)	Cobertura	Franco Arenoso	3.63	60.28169
El Guayabo (Alta)	Permanente	Franco Arcillo Arenoso	5.36	19.01408
El Guayabo (Alta)	Barrera Viva	Franco Arenoso	3.69	52.94643
El Guayabo (Alta)	Práctica	Franco Arenoso	2.78	59.92857
El Guayabo (Alta)	Convencional	Franco Arenoso	2.95	50.08929
Matambre (Media)	Sistema Quesungual	Franco Arenoso	2.09	46.55357
Matambre (Media)	Cobertura	Franco Arenoso		
Matambre (Media)	Permanente	Franco Arenoso		
Matambre (Media)	Barrera Viva	Franco Arenoso		
Matambre (Media)	Práctica	Franco Arenoso		
Matambre (Media)	Convencional	Franco Arenoso		

**Figura 19***Gráfico de dispersión materia orgánica – humedad del suelo*

### **Barreras y Oportunidades para la Implementación de las BPA**

A partir del análisis de la información de las encuestas, resultados del análisis de resiliencia y de los grupos focales, se identificó las barreras más importantes, así como las oportunidades existentes para la implementación de BPA. Para los análisis de la información de las encuestas se utilizó un Chi cuadrado para comparar cuatro principales parámetros y como influyen en la aplicación de diferentes prácticas.

#### ***Relación entre Nivel Educativo y Aplicación de Prácticas (Barrera de Conocimiento)***

Se determinó que no existe un grado de relación entre el nivel educativo y la aplicación de las diferentes prácticas agrícolas; incluyendo las BPA, y prácticas convencionales de producción (Cuadro 21). El único factor que demuestra tener una relación influyente con el nivel educativo es la aplicación de prácticas para la adaptación al cambio climático (Cuadro 22). Esto se debe a que los productores están en contacto con la naturaleza y percibieron algunos efectos del cambio climático como el cambio de temperatura y la precipitación los cuales también muchas veces fueron validados por registros meteorológicos. Sin embargo, Falaki et al. (2013) asegura que la concientización sobre cambio climático sigue siendo muy necesaria entre los agricultores rurales. Ya que de acuerdo con Cornejo Calvachi (2021) generalmente las personas con grado educativo más elevado tienen una tendencia de conocer mejor los impactos negativos del cambio climático. Quiere decir que existe una menor conciencia sobre el cambio climático cuando hay menor nivel educativo. Por lo que permite concluir que existe una barrera de conocimiento en los sistemas productivos y la oportunidad de crear estrategias para contrarrestarlo.

**Cuadro 21***Chi cuadrado nivel educativo – aplicación de practica*

Práctica	$\chi^2$	Pr(>F)
Quemas	2.78	0.461
Cultivos de cobertura	4.76	0.23
Barreras vivas	1.04	0.86
Cobertura permanente	3.15	0.55
Sistema Quesungual	2.42	0.72
Productos Orgánicos	2.78	0.46
¿Conoce las prácticas de adaptación al CC?	9.12	0.03
Semilla mejorada	2.24	0.74
Análisis de suelo	4.17	0.41

**Cuadro 22***Prácticas de adaptación al cambio climático en relación con el nivel educativo*

¿Conoce las prácticas de adaptación al Cambio Climático?	Nivel educativo				Total
	Ninguno	Primaria	Secundaria	Universidad	
Si	4	2	1	5	12
No	1	6	0	0	7
Total	5	8	1	5	19

***Relación entre Venta de Productos y Aplicación de prácticas (Barrera de Mercado)***

Los productores indicaron en las encuestas que no existe un incentivo en el mercado para la implementación de las prácticas agrícolas que se muestran en el Cuadro 23. Al no tener un mercado claro y ser principalmente vendido a través de intermediarios; la implementación de estas prácticas no es determinada por la oportunidad en el mercado. El estudio realizado por Barnes et al. (2019) muestra que la adopción de BPA depende de muchos factores: los incentivos ofrecidos del mercado y características culturales de los agricultores.

Así mismo, en la investigación de Cofre et al. (2012) se logró identificar que la principal ventaja al adoptar BPA es acceder a más y mejores mercados. Es decir, la implementación de estas prácticas podría impactar positivamente sobre los productores de pequeña escala tanto en aspectos económicos como sociales. Esto concuerda con el estudio realizado por Pallek (2021) en el que

identifico que al implementar las BPA trae mayor posibilidad de acceder a los mercados, notables mejoras en su sistema de gestión (administración y control de personal, insumos, instalaciones, horas de trabajo), en la calidad de sus productos, manejo de plagas y la creación de capital humano por la educación recibida. En el caso de este estudio no se encontraron ningún tipo de incentivos en el mercado por lo que representa una gran oportunidad para proponer estrategias que permita crear incentivos para promover las BPA.

### **Cuadro 23**

*Chi cuadrado incentivos del mercado – aplicación de prácticas agrícolas*

Práctica	$\chi^2$	Pr(>F)
Quemas	3.33	0.12
Cultivos de Cobertura	0.28	0.68
Cobertura Permanente	0.70	1.00
Fertilizantes	0.07	1.00
Análisis de suelo	0.00	1.00
Barreras Vivas	0.00	1.00
Sistema Quesungual	0.04	1.00
Semilla mejorada	0.04	1.00

### ***Relación entre Influencias y Grado de Aplicación de Prácticas (Barrera de Acceso a Asistencia Técnica)***

El análisis demostró que existe una relación entre el origen de la influencia (interna o externa) y el grado de implementación de BPA. La influencia externa tiene un gran peso, los productores confían más en seguir una recomendación ya sea por parte de otro productor o de una persona especializada; que aplicar una práctica por iniciativa propia. Nesamvuni et al. (2016) determinó que las limitantes importantes de la aplicación de BPA son: falta de fuentes de consulta, falta de educación agrícola y entrenamiento. Se identifica una barrera debido a la falta de iniciativa que causa poca implementación de estas prácticas en cuestión de área debido a la incertidumbre que genera el sí funcionarán o no (Cuadro 24 y 25).

**Cuadro 24***Chi cuadrado origen de la influencia – aplicación de prácticas agrícolas*

Influencia	Que ma	Cultivos de cobertura	Barreras vivas	Práctica			Productos orgánicos	Semilla mejorada	análisis de suelo
				Cobertura permanente	Sistema Quesungual				
Perso nal	2	3	4	5	6	0	0	0	
Exter na	2	11	11	14	7	17	12	14	
$\chi^2 = 20.48$						$Pr(>F) = 0.005997$			

**Cuadro 25***Chi cuadrado grado de aplicación*

Grado de aplicación	Cultivos de cobertura	Barreras vivas	Práctica		
			Cobertura permanente	Sistema Quesungual	Productos orgánicos
Completo	5	4	14	4	9
Parcial	9	11	5	8	8
No aplica	6	5	1	7	3
$\chi^2 = 9.7814$			$Pr(>F) = 0.04798$		

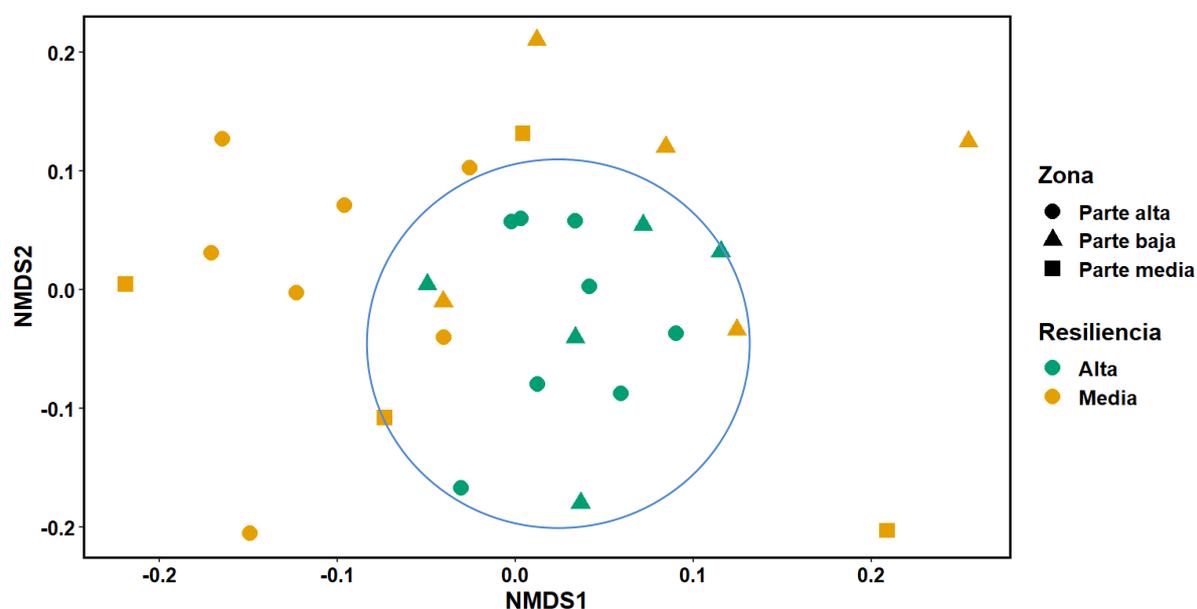
**Análisis de Resiliencia**

Se realizó un NMDS (Escalado multidimensional no métrico/Non-metric multidimensional scaling) para demostrar si existe una afinidad relativa en las unidades productivas (Figura 20) con base a los resultados del análisis de resiliencia (Anexo F). Esta afinidad permite determinar que existen oportunidades de implementación de BPA si se logra identificar los aspectos que comparten más peso dentro del análisis de resiliencia. Como apoyo al NMDS se realizó un ANOSIM (Análisis de las similitudes) para un análisis de relación que los grupos presentan entre sí. Puesto que  $P_f = 0.0131$  y este es  $P_f < 0.05$  se puede decir que los grupos poseen una relación entre ellos, por lo que comparten aspectos similares, que a su vez les hace que se presenten resiliencia alta o media. Con este análisis se puede identificar la relación entre unidades productivas que tienen resiliencia alta e identificar los aspectos que la conforman.

Principalmente, las unidades productivas con resiliencia alta son las que tienen parámetros similares y estas se encuentran en la parte alta y baja de la cuenca. Esto indica que hay ciertos factores que afectan a la parte media de la cuenca que impide que las unidades productivas puedan tener resiliencia alta. Esto concuerda con los resultados de Vallecillo Sándigo y Lira López (2018) en su análisis de resiliencia en Boaco, Nicaragua; donde se observa que existe una relación entre parámetros específicos para que exista una resiliencia alta.

**Figura 20**

*NMDS resiliencia de las tres zonas de la microcuenca*



Para tener una mejor percepción de los aspectos que influyen en tener una resiliencia alta, se aplicó la medición *Akaike (AIC)* (Cuadro 26). Esta medición permitió determinar los principales aspectos del análisis de resiliencia que tienen menor influencia para tener una resiliencia alta. Así eliminarlos del modelo para tener un dato de resiliencia más efectivo. De esta manera poder concentrar esfuerzos en aspectos específicos para mejorar y llevar a resiliencia alta las demás unidades productivas.

**Cuadro 26**

*Medición AIC para obtener los aspectos influyentes en el análisis de resiliencia*

Aspecto	Pr(> t )
Pendiente	0.054361
Diversidad paisajística	0.027674
Riego	0.000426
Erosión	0.423481
Cobertura vegetal	0.00297
Barreras de vegetación	8.91E-05
Labranza de conservación	0.002638
Prácticas para aumentar materia orgánica	0.011822
Autoconsumo	5.24E-05
Autosuficiencia de insumos externos	0.000406
Banco de semillas	0.001341
Asociación de cultivos	0.000148
Áreas protegidas dentro de la finca	8.32E-06
R <sup>2</sup>	0.9688
valor-p	6.80E-09

Un modelo lineal facilita conocer cuáles son los aspectos que definen una resiliencia alta o media. Para obtener el modelo se utilizó una regresión de paso a paso (*stepwise*). Se utilizaron los valores de medición Akaike (AIC) para eliminar los parámetros que no fueron significativos y se obtuvo el siguiente modelo:

$$\text{Resiliencia} = -0.10565 \text{Pendiente} + 0.0788 \text{Diversidad paisajística} + 0.0604 \text{Riego} +$$

$$0.09746 \text{Cobertura vegetal} + 0.068 \text{Barreras de vegetación} + 0.123 \text{Labranza de conservación} +$$

$$0.06739 \text{Prácticas para aumentar materia orgánica} + 0.12212 \text{Autoconsumo} +$$

$$0.11349 \text{Autosuficiencia de insumos externos} + 0.06829 \text{Banco de semillas} +$$

$$0.10331 \text{Asociación de cultivos} + 0.09827 \text{Áreas protegidas dentro de la finca} [2]$$

Este modelo lineal ayuda a determinar los aspectos más significativos del análisis de resiliencia. El resultado concuerda con la investigación realizada por Casimiro-Rodríguez et al. (2020), la cual explica que hay indicadores más eficientes en la estimación de resiliencia. Según el modelo, la erosión no es un aspecto muy significativo para determinar el nivel de resiliencia. Los productores por falta de educación agrícola y de manejo sobre sus unidades productivas desconocen la implicación de este aspecto debido a que es un efecto de las prácticas de manejo. Por lo que este aspecto se eliminó, ya que depende de otros factores como lo son pendiente, cobertura vegetal y prácticas de manejo.

De esta forma, se permitió identificar la oportunidad de priorizar las prácticas de conservación de suelo en terrenos con alta pendiente y aumentar la cobertura vegetal. Así lograr controlar la erosión en las unidades productivas. Ya que, de acuerdo con Hincapié Gómez y Ramírez Ortiz (2020) las pendientes fuertes, presentan valores altos de erosión, así también Huerta-Olague et al. (2018) asegura que la presencia o ausencia de cobertura vegetal favorece o reduce progresivamente la erosión del suelo.

Por otro lado, para comprobar que la recolección de los datos mediante el análisis de resiliencia fue efectiva se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, donde se observó la normalidad de los datos con un  $P_f = 0.782$ , es decir que los datos si muestran normalidad. Lo que significa que efectivamente la recolección de datos de resiliencia fue correcta.

Los resultados de los análisis realizados para la resiliencia permitieron identificar más exhaustivamente la relación de las unidades productivas con su resiliencia alta o baja. Las trece (13) unidades productivas con resiliencia alta tenían mayor valoración en diversidad paisajística, labranza de conservación, prácticas para aumentar materia orgánica y banco de semillas (Cuadro 27). Lo que repercute en la oportunidad para implementar estrategias que promuevan estas BPA y mejorar la resiliencia en las unidades productivas.

**Cuadro 27***Aspectos influyentes en resiliencias altas*

Aspectos	% de "5"	% de "4"
Pendiente	15.38	38.46
Diversidad paisajística	53.85	23.08
Riego	30.77	23.08
Cobertura vegetal	30.77	46.15
Barreras de vegetación	23.08	0.00
Labranza de conservación	61.54	23.08
Prácticas para aumentar materia orgánica	76.92	7.69
Autoconsumo	38.46	15.38
Autosuficiencia de insumos externos	0.00	15.38
Banco de semillas	69.23	15.38
Asociación de cultivos	38.46	0.00
Áreas protegidas dentro de la finca	30.77	30.77

Diversidad paisajística: vuelve las unidades productivas más resiliente reduciendo el riesgo y la incertidumbre; permite apoyar la reproducción social de la familia sobre diferentes fuentes de ingreso. Disminuye los riesgos que dependen de factores naturales (por ejemplo, clima y plagas), como así también aquéllos relacionados con el mercado de productos e insumos (como ser fluctuaciones en los precios o en la demanda de los productos). A su vez, incrementa significativamente la estabilidad de la unidad de producción y disminuyen los riesgos derivados de situaciones climáticas adversas (puesto que permite realizar un manejo más equilibrado de los agroecosistemas) o de la caída de precios en el mercado (Cáceres, 1994).

Labranza de conservación: vuelve las unidades más resilientes, porque según Hidalgo Meléndez (2005), reduce la erosión del suelo y vuelve la producción más sustentable y racional. También apoya manteniendo una buena estructura en el suelo y permitiendo un contenido de agua en el suelo, para aprovechar mejor la humedad, permitiendo soportar veranos con más seguridad de producción.

Prácticas para aumentar materia orgánica: tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados disminuyendo la erosión. Sirve de alimento a una multitud de microorganismos

y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado. también facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como los plaguicidas (Julca-Otiniano et al., 2006).

Banco de semillas: La autonomía en materia de semillas de los productores tiene efectos positivos. Con esto se logra asegurar la seguridad alimentaria de los productores porque se mantiene el recurso esencial para la producción de alimentos.

Las 16 unidades productivas con resiliencia media tuvieron valoraciones bajas en riego, barreras vivas, autoconsumo, autosuficiencia de insumos externos y asociación de cultivos (Cuadro 28). Lo que representa una gran oportunidad para fomentar estas prácticas, ya que es importante tomar acción para mejorar estos aspectos y aumentar la resiliencia de las unidades productivas.

### **Cuadro 28**

#### *Aspectos influyentes resiliencia media*

Porcentajes	% de "2"	% de "1"	% de "0"
Pendiente	6.25	6.25	0
Diversidad paisajística	0	0	6.25
Riego	6.25	12.5	25
Cobertura vegetal	6.25	0	6.25
Barreras de vegetación	6.25	18.75	25
Labranza de conservación	0	0	0
Prácticas para aumentar materia orgánica	12.5	0	6.25
Autoconsumo	37.5	6.25	0
Autosuficiencia de insumos externos	25	25	0
Banco de semillas	12.5	0	6.25
Asociación de cultivos	0	18.75	0
Áreas protegidas dentro de la finca	6.25	25	6.25

Riego: producción sostenida todo el año y a su vez producción más intensiva en menor área. Estudios (Bornet, 2016) han demostrado la relación de proporcionalidad entre el volumen de agua aplicado con un buen sistema de riego y la cantidad de grano obtenida.

Barreras vivas: Es indispensable la aplicación de las barreras vivas en las unidades productivas. Con el análisis de humedad y literatura citada anteriormente en este documento, los múltiples beneficios de las barreras vivas han quedado demostrados.

Autoconsumo: Es un factor determinante puesto que contribuye a la seguridad alimentaria de los productores. Garantiza mejoras económicas puesto que existe una provisión de alimentos desde la unidad productiva que satisfaga las necesidades alimentarias.

Autosuficiencia de insumos externos: Según las encuestas y los grupos focales, la mayoría de los productores consideran “imposible sembrar sin fertilizantes sintéticos y plaguicidas”. Por medio de prácticas agroecológicas será posible reducir el uso de agroquímicos encontrando un balance natural en el ecosistema de la unidad productiva. Mejorando naturalmente la fertilidad del suelo consecuentemente controlando plagas de manera natural.

Asociación de cultivos: esta práctica tiene varios beneficios, presentado principalmente beneficios económicos por la diversificación y aumento de la productividad en los cultivos. También al tener asociación de cultivos se reduce la cantidad de riego necesaria (García y Davis, 1983).

#### **Clasificación de las Principales Barreras para la Implementación de las BPA**

Para tener más información sobre los problemas de las unidades productivas se utilizó la información obtenida de los grupos de enfoque. Con estos datos se pudo realizar una matriz de Vester, la cual permite identificar las causas y efectos de una situación problemática esto para proponer soluciones mediante estrategias (Cuadro 29 y Figura 21).

Los principales problemas fueron las malas prácticas de manejo como la persistencia en las quemas y el exceso de semillas por postura, siendo la ausencia de BPA el problema más crítico dentro de estos mencionados. Se identificaron los siguientes problemas activos: Falta de regulación dentro de la zona, falta de experiencia y capacitación, fuerte influencia por las costumbres y tradiciones, pereza e ignorancia. Estos problemas activos son los que requieren de más atención y manejo crucial, considerando la causa principal de la problemática que es la ausencia de BPA como las que fueron propuestas la presente investigación (barreras vivas, cobertura permanente y Sistema Quesungual). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por García Peña et al. (2012), en su investigación la

cual esquematizó en una matriz de Vester los mismos problemas activos y críticos para el análisis del desarrollo de una propuesta agroecológica.

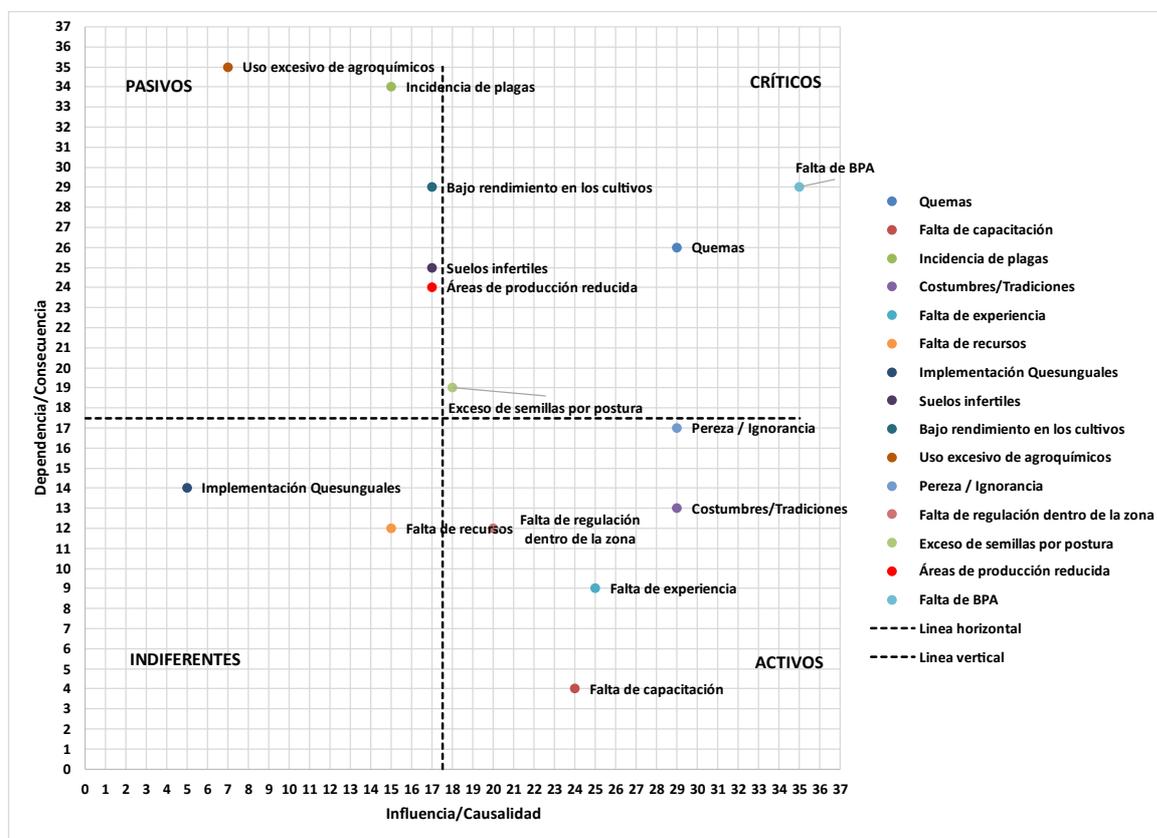
### Cuadro 29

*Matriz de Vester para identificación de problemas*

Código	Variable	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	Influencia / Activa
P1	Quemas	0	0	3	2	0	1	3	3	3	3	3	0	2	3		29
P2	Falta de capacitación	3	0	3	1	0	0	3	3	2	3	0	0	2	1	3	24
P3	Incidencia de plagas	3	0	0	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	2	2	15
P4	Costumbres/Tradiciones	3	0	1	0	2	0	2	3	3	3	2	2	3	2	3	29
P5	Falta de experiencia	2	0	3	0	0	2	0	3	3	3	2	2	1	2	2	25
P6	Falta de recursos	0	0	3	0	2	0	0	2	3	0	1	0	0	1	3	15
P7	Implementación Sistema Quesungual	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5
P8	Suelos infértiles	0	0	2	0	0	0	2	0	3	3	0	0	2	3	2	17
P9	Bajo rendimiento en los cultivos	2	0	1	0	0	1	1	1	0	3	1	0	2	2	3	17
P10	Uso excesivo de agroquímicos	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
P11	Pereza / Ignorancia	3	3	3	2	1	1	0	1	1	3	0	2	3	3	3	29
P12	Falta de regulación dentro de la zona	3	1	2	0	0	1	0	1	1	3	2	0	0	3	3	20
P13	Exceso de semillas por postura	0	0	2	3	1	1	0	1	3	3	3	0	0	0	1	18
P14	Áreas de producción reducida	2	0	3	0	0	2	2	1	1	2	0	0	3	0	1	17
P15	Ausencia de BPA	3	0	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	0	35
	Dependencia / Pasivas	26	4	34	13	9	12	14	25	2	35	17	12	19	24	29	

Figura 21

Gráfico matriz de Vester



## Medidas para el Desarrollo de una Estrategia para Implementación de BPA en Unidades

### Productivas de la Microcuenca

Para desarrollar estrategias para la implementación de las BPA se usó como base el análisis de todos los componentes evaluados en esta investigación, especialmente sobre las oportunidades y barreras; se propone de forma general las siguientes alternativas conducentes hacia la implementación de BPA en las unidades productivas:

#### **Fomentar el Conocimiento de los Productores**

Actualmente existe un conocimiento básico en cuanto a la aplicación de BPA en la microcuenca Santa Inés. Sin embargo, la percepción por parte de los productores ha sido favorable, por lo que es importante fomentar el conocimiento sobre los beneficios sobre los servicios ecosistémicos de las buenas prácticas y desarrollar las capacidades de los productores para mejorar

los sistemas productivos y la seguridad alimentaria. Debido a esto y al estado actual de las unidades productivas, las BPA poseen gran potencial para su aplicación.

Por lo anterior, la estrategia principal para superar las barreras biofísicas, de conocimiento, culturales y ambientales, se basa en un programa de capacitación sobre BPA basada en los 10 principios de agroecología (FAO, 2018). Conforme a lo mencionado y a las principales características (tamaño de la unidad productiva, área de producción, personas por hogar, percepción y nivel de educación predominante) de las unidades productivas, se sugiere fomentar y capacitar sobre el uso de las BPA mediante el “Manual básico de prácticas agroecológicas” propuesto por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano (2017) donde muestran las principales prácticas agroecológicas con ejemplos basados en el contexto del Corredor Seco Centroamericano y permite espacios de reflexión y motivación de práctica continua. De tal forma facilitar el entendimiento y promover la aplicabilidad de las BPA.

### ***Desarrollo de las Capacidades de los Productores***

Para aprovechar los conocimientos y capacidades que poseen algunos productores al estar en la categoría alta en implementación de BPA y debido a que los productores han demostrado que la influencia por parte de otros posee un gran potencial para promover las BPA. Se propone como estrategia utilizar la metodología del manual de “Metodología de Campesino a Campesino” propuesto por Briceño (2008). De tal forma, realizar jornadas de intercambio horizontal de productor a productor entre los que ya tienen implementadas algunas BPA con los que aún no y así maximizar el uso de BPA y promover el desarrollo sustentable de las unidades productivas en la microcuenca.

### ***Facilitar el Acceso a Recursos Productivos y Servicios Básicos***

Los entes como la municipalidad, el Estado y Zamorano deben gestionar recursos para invertir en el desarrollo de infraestructura e insumos en la microcuenca. Ya que, invertir en infraestructura básica como carreteras para un mejor acceso, mercados, transporte, telecomunicaciones y

electricidad es la clave para incentivar las buenas prácticas de producción, ya que proporciona las condiciones adecuadas para el desarrollo socioeconómico de las unidades productivas. Así también las unidades productivas necesitan apoyo en cuanto a insumos como semillas de buena calidad de diferentes cultivos, semillas mejoradas y herramientas. Ya que, de acuerdo con los testimonios obtenidos en los grupos focales obtienen mayor producción y calidad de productos. Sin embargo, algunos productores a pesar de tener diversos insumos no son capaces de aprovecharlos al máximo debido a la falta de BPA en cuanto a la siembra, uso de herramientas y riego. Por lo que se vuelve indispensable realizar capacitaciones en cuanto las técnicas agrícolas para aprovecha los insumos, de tal forma que permita aumentar la efectividad de los insumos en las unidades productivas y mejorar la producción.

Por otro lado, los productores buscan mejorar los ingresos en sus unidades productivas para mantener a sus familias y satisfacer necesidades complementarias a la seguridad alimentaria. Pero, el 50% de las unidades productivas poseen un área total menor a 1ha., lo que representa una limitante para producir lo suficiente para satisfacer las necesidades del hogar y obtener ingresos de ellos. Por lo que optan por buscar trabajos externos en instituciones aledañas como Zamorano para lograr mantener a sus familias. Como hace mención Suttie (2019), cuando la productividad y los ingresos agrícolas disminuyen, tiene un efecto negativo, que incrementa la probabilidad que las personas abandonen la agricultura y se dediquen a otras actividades.

Para poder contrarrestar estas barreras en las unidades productivas, es importante crear un plan de finca que incluya un modelo de negocio por unidad productiva para aumentar la producción de los cultivos base como maíz y frijol y los cultivos que de acuerdo con la información de las encuestas poseen mayores oportunidades en el mercado (plátano, frijol, maíz y hortalizas) en conjunto con las BPA como la diversificación de cultivos y el Sistema Quesungual en combinación con árboles frutales para aprovechar al máximo el área de las unidad productiva y así mejorar la resiliencia y maximizar la producción.

### ***Escuela de Campo Comunitaria***

De acuerdo con la información obtenida en las entrevistas, al menos el 50% de los productores aseguraron que estarían dispuestos a conformar un grupo entre ellos para compartir sus conocimientos y trabajar en conjunto para mejorar sus sistemas productivos. En base a esto, se propone la implementación de una Escuela de Campo comunitaria basada en BPA utilizando los principios básicos de la agroecología y las prácticas de adaptación basadas en ecosistemas.

Las escuelas de campo se basan en reunir a las personas interesadas con el objetivo de capacitarlos para mejorar los niveles de producción en sus unidades productivas mediante diferentes técnicas para cultivar, además, dichas personas son instruidas para conocer el valor nutritivo de los cultivos que producen y contribuir en la seguridad alimentara para ellos y sus familias (CODESPA, 2015). Para esto, el campo se convierte en la fuente de aprendizaje y se fomentan los valores en cuanto al respeto a la diversidad cultural, igualdad de género y el cuidado del medio ambiente.

Según los resultados de los grupos focales, las entrevistas realizadas y la elaboración de los croquis de las unidades productivas, en la microcuenca de Santa Inés, los productores ya cuentan con conocimientos sobre algunas BPA como barreras vivas, cobertura permanente, cultivos de cobertura, diversificación de cultivos. Lo anterior, significa que existe un gran potencial para intercambiar conocimientos entre ellos en cuanto a ventajas y desventajas que implican las BPA. Por ejemplo “Omar Torres” posee su unidad productiva con diversas BPA como el sistema Quesungual, diversidad de cultivos, barreras vivas, cobertura permanente y otros (Anexo B) debido a los resultados evidenciados en el análisis de resiliencia y la encuesta, él tiene una percepción positiva de las BPA, por lo que lo convierte en un candidato perfecto para compartir sus experiencias y crear un grado de certeza para que los otros productores puedan aplicar BPA en sus unidades productivas.

Por otro lado, las escuelas de campo generan el empoderamiento de los agricultores y se espera que, en conjunto, ellos puedan resolver problemas productivos, ambientales y organizativos en sus unidades productivas.

### ***Acompañamiento Técnico***

Se propone un plan de capacitación sobre BPA para aumentar el conocimiento de estas e ir eliminando malas prácticas causadas por la tradicionalidad o las costumbres. Por ejemplo, reducir el uso de agroquímicos y empezar una fuerte campaña de implementación de productos naturales y orgánicos, principalmente que puedan ser elaborados por los productores con insumos de sus propias unidades productivas, logrando así mejorar la resiliencia.

Diseño de áreas, en las unidades productivas para la fabricación de abonos orgánicos por medio del compostaje, pilas para producción de lombricomposta elaboradas con materiales locales para así aprovechar los recursos materiales, residuos de cosechas y otros rastrojos en la preparación de estos.

Programas de capacitación sobre prácticas agroecológicas y prácticas de adaptación basadas en ecosistemas. A través de talleres o cursos para contribuir al conocimiento agroecológico y ecosistémico que les permitan enfrentarse a la escasez de insumos e ir recuperando su confianza en los cultivos agrícolas y evitar así, que todas las áreas agrícolas en un futuro se conviertan en dependientes de los agroquímicos. Por ejemplo, la práctica de rotación de cultivos, el uso de los policultivos y el uso de los cultivos de cobertura que además de aportar a la fertilidad del suelo también pueden evitar la erosión, la compactación, la pérdida de agua y controlar las malezas.

Fortalecimiento de conocimientos de manejo integrado de plagas para la reducción del uso de plaguicidas para que no tengan que depender exclusivamente de los plaguicidas químicos. Utilizando como estrategia la eficiencia en la densidad de siembra (semillas por postura), de esta

manera se tendrán mejores cultivos, mejor aprovechamiento del espacio, reducción de plagas y, por ende, reducción en el uso de agroquímicos.

Mantener el avance que Zamorano ha realizado en la microcuenca gracias a el proyecto en colaboración con la COSUDE con la implementación de un módulo de “Aprender Haciendo” para los estudiantes de Zamorano, así, fortalecer la gestión universitaria, mantener y continuar con los avances de este proyecto. Utilizar la Finca Agroecológica de Zamorano como medio demostrativo para que, por medio de ensayos, los productores puedan observar los beneficios ya implementados de las BPA y se convenzan para así implementarlos en sus unidades productivas.

### ***Acceso al Financiamiento para Producción***

De acuerdo con la información obtenida en las encuestas, los productores de los sistemas productivos en la microcuenca han percibido los efectos del cambio climático como el cambio en los ciclos de producción, afectando principalmente a la seguridad alimentaria y económica en la zona. Así también, carecen de suficiente área para producir y otras fuentes de ingreso. Por lo que el financiamiento formal para solventar estas problemáticas no es posible, ya que las pequeñas unidades productivas no tienen los recursos suficientes para cumplir con los requisitos que solicitan las agencias bancarias.

Debido a esto, las cajas rurales en las comunidades son una alternativa para apoyar a los productores a solventar las problemáticas en sus unidades productivas. Ya que contribuyen al crecimiento de una cultura local de participación y ahorro para promover el desarrollo, mejora los conocimientos locales sobre alternativas de financiamiento, gestiona recursos para cubrir necesidades de financiamiento, crea conciencia de pago en la población rural y da acceso oportuno al crédito (IICA, 2011). Una de las ventajas de la caja rural que se puede aprovechar para las unidades productivas en la microcuenca es que estas financian la producción de granos básicos, hortalizas, compra y venta de ganado, el pequeño comercio y la microindustria. Es decir, apoyan actividades

productivas individuales y colectivas para mejorar la disponibilidad y acceso de alimentos y así mejorar la seguridad alimentaria. Por lo que se propone fomentar y mejorar la caja rural en la microcuenca Santa Inés tomando en cuenta las BPA y que estas se enfoquen en incentivar el uso de las BPA, de tal forma promover las BPA e incentivar su aplicación para que los productores puedan producir de forma sostenible.

### ***Manejo Adecuado del Recurso Hídrico***

De acuerdo con la información recolectada de las encuestas, el 80% de los productores en la microcuenca Santa Inés utilizan riego para producir en sus unidades productivas. Según los testimonios, la necesidad de utilizar riego en sus cultivos ha aumentado en los últimos años. Así mismo, los resultados de los grupos focales demuestran que esto se debe a los efectos del cambio climático, ya que los productores han percibido cambios en la temperatura y la precipitación en la microcuenca. Ellos aseguran que estos efectos se reflejan en la producción ya que “si no disponen de riego es imposible producir”. Es decir que su producción depende cada vez más del suministro de agua por lo que se propone como estrategia para contrarrestar esta limitante de producción promover implementación de BPA como las barreras vivas, cobertura permanente, cultivos de cobertura y el Sistema Quesungual, ya que Martínez et al. (2017) asegura que estas prácticas además de ser BPA, son prácticas basadas en ecosistemas y al aplicarlas a nivel de cuencas o paisajes influyen en la conservación de los bosques en la cuenca para asegurar la provisión de agua ante los efectos del cambio climático.

## Conclusiones

Las unidades productivas de la microcuenca de Santa Inés se caracterizan como sistemas de subsistencia o agricultura familiar de pequeña escala. La mayoría se dedican a la producción de granos básicos como base para la seguridad alimentaria. Asimismo, todos los productores consultados hacen uso constante de agroquímicos para la fertilización, control de plagas y malezas, lo que pone en riesgo la sostenibilidad ambiental a escala de microcuenca.

Las barreras vivas de Musáceas son la mejor práctica para la retención de agua y conservación de suelo y a su vez se considera una medida de adaptación al cambio climático por los productores de microcuenca dado que contribuye como complemento en la dieta básica y algunos ingresos familiares.

La falta de conocimiento, costumbres y tradiciones arraigadas en los sistemas de producción convencionales, representan las principales barreras para la adopción de BPA. Un ejemplo es la quema agrícola heredada de patrones culturales para preparar terrenos previos a la siembra. La principal causa ha sido la falta de educación agrícola mediante estrategias de Aprender Haciendo y la demostración en campo.

La principal estrategia para implementar BPA se basa en medidas como: organización y funcionamiento de Escuelas de Campo con una currícula de capacitación, promoción de consumo y mercado de producción limpia, financiamiento local para fomentar la implementación de BPA y sistemas de riego para así obtener diversos beneficios agroambientales.

### Recomendaciones

Desarrollar censo agropecuario de todas las unidades productivas de la microcuenca y un análisis de resiliencia para todos los productores de la microcuenca y aplicar un plan de finca que permitirá a los productores gestionar sus unidades productivas de forma sostenible a la luz de la finalización del proyecto con la COSUDE.

Continuar con otras investigaciones con respecto al uso de agroquímicos, de esta manera, cuantificar su aplicación y el impacto ambiental que tienen en el recurso hídrico y como afecta no solamente la calidad de la producción sino, también la salud de las personas.

Fomentar el desarrollo de las Musáceas como barreras vivas y con especies de alto valor comercial como el plátano *Curare enano*, logrando así la sostenibilidad en la adopción de esta BPA.

Fomentar el uso del Sistema Quesungual debido a que, como las barreras vivas, cumplen con el triángulo de sostenibilidad. Además, presentan beneficios ecosistémicos para leña, económicos en el caso de la combinación con árboles frutales y promueve la seguridad alimentaria de las familias.

Dar seguimiento a las parcelas de escorrentía y compartir resultados con los productores antes de concluir con el proyecto de la COSUDE y Zamorano debe continuar proceso de intercambio de conocimientos con todos los productores de la microcuenca a fin de difundir los beneficios de las BPA.

Brindar asistencia técnica encaminada a crear demanda con precios diferenciados de productos provenientes de BPA como incentivo para la promoción de estas en la microcuenca.

## Referencias

- Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación. (s.f.). *Fortalecimiento de la gestión universitaria frente al cambio climático y reducción de riesgo ante desastres: Plan operativo Enero - Diciembre 2022*.
- Akaike, H. A. (1973). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. *Second International Symposium on Information Theory*, 267–281.
- Altieri, M., Henao, A. y Nicholls, C. (2016). *Herramienta didáctica para evaluar y manejar sistemas resilientes*.
- Altieri, M. y Nicholls, C. I. (2009). Cambio Climático y agricultura campesina impactos y respuestas adaptativas. *LEISA Revista De Agroecología*, 5–8. <https://www.biopasos.com/biblioteca/CC%20y%20agricultura%20campesina%20impactos%20y%20respuestas%20adaptativas.pdf>
- Alzate Atehortúa, B. E. (2008). *Diagnóstico de la Sostenibilidad Ambiental* (1ª ed.).
- Andrade, O. y Rodríguez, O. (2002). Evaluación de la eficiencia de barreras vivas como sistemas de conservación de suelos en ladera. *Bioagro*, 14(3), 123–133. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85714301.pdf>
- Ariztía, T. (2012, 5 de noviembre). Las encuestas no representan la realidad social. *El Mostrador*. <https://www.elmostrador.cl/noticias/opinion/2012/11/06/las-encuestas-no-representan-la-realidad-social/>
- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., Kimball, B. A., Ottman, M. J., Wall, G. W., White, J. W., Reynolds, M. P., Alderman, P. D., Prasad, P. V. V., Aggarwal, P. K., Anothai, J., Basso, B., Biernath, C., Challinor, A. J., Sanctis, G. de, . . . Zhu, Y. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*, 5(2), 143–147. <https://doi.org/10.1038/nclimate2470>
- Avnimelech, Y. (1986). Organic residues in modern agriculture. En Y. Chen y Y. Avnimelech (Eds.), *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture* (pp. 1–10). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-4426-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-009-4426-8_1)
- Bai, W., Chen, X., Tang, Y., He, Y. y Zheng, Y. (2019). Temporal and spatial changes of soil moisture and its response to temperature and precipitation over the Tibetan Plateau. *Hydrological Sciences Journal*, 64(11), 1370–1384. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1632459>
- Barnes, A. P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A. T., Sanchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T. y Gómez-Barbero, M. (2019). Influencing incentives for precision agricultural technologies within European arable farming systems. *Environmental Science & Policy*, 93, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.014>
- Bornet, F. (2016). Riego del almendro buscando la máxima productividad. *Revista De Fruticultura*, 49, 112–117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5607012>
- Bouyoucos, G. J. (1936). Directions for making mechanical analyses of soils by the hydrometer method. *Soil Science*, 42(3), 225–230.

- Bragado Alcaraz, R. (2018). *Materia orgánica: Consecuencias de su acumulación*. Tiloom. <https://www.tiloom.com/materia-organica-ii-consecuencias-de-su-acumulacion/>
- Briceño, D. (2008). *Agroecología: Metodología de Campesino a Campesino*. <http://agroecologiavenezuela.blogspot.com/2008/10/metodologa-de-campesino-campesino.html>
- Cáceres, D. (1994). Estrategias Campesinas y Riesgo. *Desarrollo Agroforestal Y Comunidad Campesina*, 2–6. [https://www.researchgate.net/profile/Daniel-M-Caceres/publication/234003455\\_Estrategias\\_Campesinas\\_y\\_Riesgo/links/02bfe50e181fd36a80000000/Estrategias-Campesinas-y-Riesgo.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel-M-Caceres/publication/234003455_Estrategias_Campesinas_y_Riesgo/links/02bfe50e181fd36a80000000/Estrategias-Campesinas-y-Riesgo.pdf)
- Camas Gómez, R., Turrent Fernández, A., Cortes Flores, J. I., Livera Muñóz, M., González Estrada, A., Villar Sánchez, B., López Martínez, J., Espinoza Paz, N. y Cadena Iñiguez, P. (2012). Erosión del suelo, escurrimiento y pérdida de nitrógeno y fósforo en laderas bajo diferentes sistemas de manejo en Chiapas, México. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 3(2). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342012000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342012000200002&script=sci_arttext)
- Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J. y Donado Campos, J. (2018). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I) | Atención Primaria. En Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (Ed.), *Atención Primaria* (Vol. 8, pp. 469–558). <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>
- Cash, D. W., Adger, W. N., Berkes, F., Garden, P., Lebel, L., Olsson, P., Pritchard, L. y Young, O. (2006). Scale and Cross-Scale Dynamics: Governance and Information in a Multilevel World. *Ecology and Society*, 11(2). <https://doi.org/10.5751/ES-01759-110208>
- Casimiro-Rodríguez, L., Casimiro-González, J. A., Suárez-Hernández, J., Martín-Martín, G. J., Navarro-Boulanger, M. y Rodríguez-Delgado, I. (2020). Evaluación de la resiliencia socioecológica en escenarios de agricultura familiar en cinco provincias de Cuba. *Pastos Y Forrajes*, 43(4), 304–314. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269167438005>
- CODESPA (2015, 4 de septiembre). Escuelas de campo: qué son y sus 5 líneas básicas. *CODESPA*. <https://www.codespa.org/blog/2015/04/10/escuelas-de-campo-que-son-y-sus-5-lineas-basicas/>
- Cofre, G., Riquelme, I., Engler, A. y Jara-Rojas, R. (2012). Adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA: costo de cumplimiento y beneficios percibidos entre productores de fruta fresca. *Idesia (Arica)*, 30(3), 37–45. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292012000300005>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) & Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC)/ Sistema de la Integración Centroamericana. (2013). *Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica*. Mexico. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27171/M20130042\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27171/M20130042_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Contreras Hernández, A. M. (2015). *El uso de buenas prácticas agrícolas ¿Un problema de economías de escala? Estudio de caso de los productores de la Subcuenca III, Nicaragua* (núm. 101). <http://repositorio.uca.edu.ni/2615/1/El%20uso%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20C2%BFUn.pdf> <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i101.2119>

- Cornejo Calvachi, G. A. (2021). *Cambio Climático: Relación entre Conocimiento y Percepción en Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c1294f08-4757-4770-9113-8d14826b734a/content>
- Corwin, D. L. y Scudiero, E. (2019). Review of soil salinity assessment for agriculture across multiple scales using proximal and/or remote sensors, *158*, 1–130. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.07.001>
- de Witt, T. y Gianotten, V. (Eds.). (1988). *Investigación participativa en un contexto de economía campesina (Holanda)*. CREFAL. <https://www.yumpu.com/es/document/read/14216377/la-investigacion-participativa-en-un-contexto-de-economia->
- Díaz Rivera, M. (2017). *Manual practico para el cultivo sustentable del platano*. Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas.
- Eitzinger, A., Läderach, P., Sonder, K., Schmidt, A., Sain, G., Beebe, S., Rodríguez, B., Fisher, M., Hicks, P., Navarrete-Frías, C. y Nowak, A. (2013). *Tortillas en el Comal: Los Sistemas de Maíz y Frijol de América Central y el Cambio Climático* (Políticas en síntesis). CIAT. [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/41675/politica\\_sintesis6\\_tortillas\\_en\\_comal.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/41675/politica_sintesis6_tortillas_en_comal.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. (2017). *Manual Básico de Prácticas Agroecológicas*.
- Espinoza., G. (2021, 14 de abril). Minifundio, características, tipos y ejemplos. *Naturaleza Y Ecología*. <https://naturaleza.animalesbiologia.com/ecologia/minifundio-caracteristicas-tipos>
- Falaki, A. A., Akangbe, J. A. y Ayinde, O. E. (2013). Analysis of Climate Change and Rural Farmers' Perception in North Central Nigeria. *Journal of Human Ecology*, *43*(2), 133–140. <https://doi.org/10.1080/09709274.2013.11906619>
- FAO (Ed.). (2011). *Colección buenas prácticas: Barreras vivas*. FAO. <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641664990/barrerasfinal.pdf>
- FAO. (2018). *Los 10 elementos de la agroecología: Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles*.
- Food and Agriculture Organization. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Políticas*. FAO. <https://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>
- Franco, J. A. (2008). Percepción de la erosión agraria. *La Erosión Representa Una De Las Mayores Amenazas Para La Sostenibilidad De*, *40*(2), 49–60.
- Funes-Monzote, F. (2017). Integración agroecológica y soberanía energética. *Agroecología*, *12*, 57–66.
- Fyfe, A. (2002). Bitter Harvest, child labour in agriculture. Geneva(INT/00/M17NOR). [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---actrav/documents/publication/wcms\\_111427.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---actrav/documents/publication/wcms_111427.pdf)
- Gange, J. M. y Davrieux, R. (2011). *¿Como conservar el suelo?* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_cmo\\_conservar\\_el\\_suelo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cmo_conservar_el_suelo.pdf)

- García, S. y Davis, J. (1983). *Principios básicos de la asociación de cultivos*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- García Encinas, L. F. y Mirabal Cano, L. P. (2021). Agricultura y cambio climático, ¿cómo se vinculan en Bolivia y en el mundo? [https://www.iisec.ucb.edu.bo/assets\\_iisec/publicacion/4\\_29092021\\_HSS\\_GARCIAE\\_MIRABAL.pdf](https://www.iisec.ucb.edu.bo/assets_iisec/publicacion/4_29092021_HSS_GARCIAE_MIRABAL.pdf)
- García Peña, S. M., Montoya Restrepo, I. A. y Montoya Restrepo, L. A. (2012). Propuesta de un diseño agroecológico para un Parque Natural Multifuncional (Finca Agualinda, Vereda Olarte en Usme, Bogotá D.C. - Colombia. *Facultad Nacional De Agronomía - Colombia*, 65(1), 6407–6417. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179924340011>
- Garzon Pastrana, D. A. (2017). *Análisis preliminar de las propiedades del suelo al establecer barreras vivas en la vereda Santa Teresa de San Juan de Rioseco (Cundinamarca)* [Tesis]. Universidad Libre, Colombia. <https://hdl.handle.net/10901/11166>
- Gaur, N. y Mohanty, B. P. (2013). Evolution of physical controls for soil moisture in humid and subhumid watersheds. *Water Resources Research*, 49(3), 1244–1258. <https://doi.org/10.1002/wrcr.20069>
- Guarneros-Zarandona, N., Morales-Jiménez, J., Cruz-Hernández, J., Huerta-Peña, A. y Ávalos Cruz, D. A. (2014). Economía familiar e índice de biodiversidad de especies en los traspatios comunitario de Santa María Nepopualco, Puebla. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*(9), 1701–1712. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1058>
- Harris, J., Birjandi Feriz, M. y García, A. (2011). *Bosques, agricultura y clima: consideraciones económicas y de políticas*.
- Harvey, C. A., Rakotobe, Z. L., Rao, N. S., Dave, R., Razafimahatratra, H., Rabarijohn, R. H., Rajaofara, H. y Mackinnon, J. L. (2014). Extreme vulnerability of smallholder farmers to agricultural risks and climate change in Madagascar. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 369(1639), 20130089. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0089>
- Hermosilla Galeano, K. E. (2021, 21 de abril). Cómo hacer un croquis y usarlo bien ¡con actividades y ejemplos! *ABC Color*. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/aprender-a-usar-un-croquis-1338742.html>
- Hidalgo Meléndez, E. (2005). *Labranza de conservación para la producción sostenible de maíz en la selva*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/852>
- Hincapié Gómez, É. y Ramírez Ortiz, F. A. (2020). Riesgo a la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera, *Avances técnicos CENICAFE*, 1–8. <https://biblioteca.cenicafe.org/jspui/bitstream/10778/404/1/avt0400.pdf>
- Huerta-Olague, J. d. J., Oropeza Mota, J. L., Guevara Gutiérrez, R. D., Ríos Berber, J. D., Martínez Menes, M. R., Barreto García, O. A., Olguín López, J. L. y Mancilla Villa, O. R. (2018). Efecto de la cobertura vegetal de cuatro cultivos sobre la erosión del suelo. *Idesia (Arica)*(ahead), 0. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018005000701>

- Huezo Sánchez, L. A. (2011). *Caracterización hidrológica y balance hídrico de la microcuenca Santa Inés, Honduras* [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/407/1/IAD-2011-T015.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2011). *Organización y fortalecimiento de cajas rurales de ahorro de crédito experiencias de DICTA*. <https://dicta.gob.hn/files/2011,-Organizacion-y-fortalecimiento-de-cajas-rurales-de-ahorro-de-credito--experiencias-de-DICTA,-L.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). *Expertos coinciden en que las buenas prácticas agrícolas aportan a la adaptación y mitigación frente cambio climático*. IICA. <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/expertos-coinciden-en-que-las-buenas-practicas-agricolas-aportan-la-adaptacion-y>
- International Institute of Rural Reconstruction (Ed.). (2005). *Conservation agriculture a manual for farmers and extension workers in Africa*. International Institute of Rural Reconstruction. <http://www.act-africa.org/image/05SOIL~1.PDF>
- Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H. y Gerten, D. (2017). Reconciling irrigated food production with environmental flows for Sustainable Development Goals implementation. *Nature Communications*, 8(1), 15900. <https://doi.org/10.1038/ncomms15900>
- Jones, P. y Thornthorn, P. (2003). The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change*, 13(1), 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00090-0)
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R. y Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1). <https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Lal, R [Rattan.] (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science (New York, N.Y.)*, 304(5677), 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
- Lezcano Muñoz, A. K. (2016). *Análisis de vulnerabilidad de sistemas agrícolas ante variabilidad climática en San Antonio de Oriente, F.M., Honduras* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5732/1/IAD-2016-T023.pdf>
- Li, Z., Liu, W., Zhang, X. y Zheng, F. (2009). Impacts of land use change and climate variability on hydrology in an agricultural catchment on the Loess Plateau of China. *Journal of Hydrology*, 377(1-2), 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.08.007>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 55. <https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001>
- Lin, B. B. (2011). Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. *BioScience*, 61(3), 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- Loredo Osti, C. y Beltrán López, S. (2005). Prácticas Agronómicas y Vegetativas. En C. Loredo Osti (Ed.), *Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas* (pp. 39–73). <https://www.iec.cat/mapasols/DocuInteres/PDF/Llibre32.pdf>

- Lowder, S. K., Skoet, J. y Raney, T. (2016). The Number, Size, and Distribution of Farms, Smallholder Farms, and Family Farms Worldwide. *World Development*, 87, 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.041>
- Mao, L., Zhang, L., Zhang, S., Evers, J. B., van der Werf, W., Wang, J., Sun, H., Su, Z. y Spiertz, H. (2015). Resource use efficiency, ecological intensification and sustainability of intercropping systems. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(8), 1542–1550. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61039-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61039-5)
- Marcos, M., Zornoza, R. y Sanchez, V. (2015). Asociación de cultivos en horticultura para incrementar la productividad agraria y los servicios ecosistémicos. *9th Workshop on Agri-Food Research for Young Researchers.*, 203, 142–145. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.018>
- Marqués, M. Á. (1996). *El concepto de erosión*. Universidad de Barcelona. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/download/88320/124167/>
- Martínez, R., Viguera, B., Donnatti, C., Harvey, C. y Alpízar, F. (2017). Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas de adaptación basadas en ecosistemas. [https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade\\_modulo-4-como-enfrentar-el-cambio-climatico-desde-la-agricultura.pdf](https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade_modulo-4-como-enfrentar-el-cambio-climatico-desde-la-agricultura.pdf)
- Martínez Miguélez, M. (2012). *Los Grupos Focales de Discusión como Método de Investigación*. Universidad Simón Bolívar. <http://miguelmartinezm.atSPACE.com/gruposfocales.html>
- Mathijs, E. y Wauters, E. (2020). Making Farming Systems Truly Resilient. *EuroChoices*, 19(2), 72–76. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12287>
- Medina, G. (2012). *Grupos de Enfoque (Focus Groups)*. Los Angeles, California. Universidad de California en Los Ángeles. [https://healthpolicy.ucla.edu/programs/health-data-espanol/Documents/seccion\\_2\\_apendice\\_A.pdf](https://healthpolicy.ucla.edu/programs/health-data-espanol/Documents/seccion_2_apendice_A.pdf)
- Meer, C. L. J. van der. (2006). Exclusion of small-scale farmers from coordinated supply chains. En R. Ruben (Ed.), *Wageningen UR Frontis series / Frontis, Wageningen International Nucleus for Strategic Expertise, Wageningen University and Research Centre: Vol. 14. The agro-food chains and networks for development* (pp. 209–217). Springer Netherlands. <https://edepot.wur.nl/137772>
- Mion, A. y de Gineste, C. (2017). Reducir los riesgos de los pequeños agricultores para erradicar el hambre en la región. *Nueva Sociedad*. <https://nuso.org/articulo/reducir-los-riesgos-de-los-pequenos-agricultores-para-erradicar-el-hambre-en-la-region/>
- Nagayets, O. (Ed.). (2005). *The Future of Small Farms: Small farms: Current Status and Key Trends*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.474.8402&rep=rep1&type=pdf#page=362>
- Nelson, G. C. (2009). *Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. International Food Policy Research Institute. [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf) <https://doi.org/10.2499/0896295370>
- Nesamvuni, A. E., Tshikolomo, K. A., Nengovhela, N. B., Moloto, A., Madzivhandila, T. P., Swanepoel, F. J. y Mpandeli, N. S. (2016). Farmer Perceptions on Empowerment Programs by the Department of Agriculture and Rural Development, Gauteng Province, South Africa.

- Journal of Human Ecology*, 54(2), 101–109.  
<https://doi.org/10.1080/09709274.2016.11906991>
- Ordoñez, J. y Hellin, J. (2017). *El Sistema “Quesungual”: Agroforestería y manejo de suelos para la producción de maíz y frijol en laderas*.  
<http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/WP18007.pdf>  
<https://doi.org/10.5716/WP18007.PDF>
- Pabón, J. D. (2021, 8 de enero). *Variabilidad climática: ¿qué es y cuál es su relación con los desastres?* UNAL. <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/variabilidad-climatica-que-es-y-cual-es-su-relacion-con-los-desastres/>
- Pachauri, R. K. (2008). *Climate change 2007: Synthesis report: A report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, WMO.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf)
- Pallek, M. (2021). *¿Hay modelos que beneficien a quienes llevan a cabo las BPA?* Colegio de Ingenieros Agrónomos de la Provincia de Santa Fe.  
<http://www.agrovisionprofesional.com.ar/2021/07/beneficiosbpa/>
- Paustian, K., Andrén, O., Janzen, H. H., Lal, R [R.], Smith, P., Tian, G., Tiessen, H., Noordwijk, M. y Wooster, P. L. (1997). Agricultural soils as a sink to mitigate CO<sub>2</sub> emissions. *Soil Use and Management*, 13(s4), 230–244. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1997.tb00594.x>
- Pearson, K. (1900). *Chi square goodness of fit*.
- Pearson, P. (2020). *El impacto de las quemas agrícolas: un problema de calidad del aire*. UNEP. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/el-impacto-de-las-quemas-agricolas-un-problema-de-calidad-del-aire>
- Pérez Cutillas, P., González Barberá, G. y Conesa García, C. (2015). Estimación de la humedad del suelo a niveles de capacidad de campo y punto de marchitez mediante modelos predictivos a escala regional. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*. Publicación en línea avanzada. <https://doi.org/10.21138/bage.1864>
- Pongvinyoo, P., Yamao, M. y Hosono, K. (2014). Factors Affecting the Implementation of Good Agricultural Practices (GAP) among Coffee Farmers in Chumphon Province, Thailand. *American Journal of Rural Development*, 2(2), 34–39. <https://doi.org/10.12691/ajrd-2-2-3>
- Pradilla Villamizar, G. (2016). *Análisis ambiental de las prácticas campesinas de resiliencia a la variabilidad y el cambio climático en fincas ecológicas del altiplano Cundiboyacense - Colombia* [Tesis magistral]. Análisis ambiental de las prácticas campesinas de, Bogotá D.C., Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56782/pradilla.2016.resiliencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez-Cruz, M. E. y Oropeza-Mota, J. L. (2001). *Eficiencia de dos prácticas productivo-conservacionistas para controlar erosión de laderas en el trópico*. <https://www.agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/download/131/131>
- Raudales, M. y Sagastume, N. (2009). *Manual de conservación de suelos*.
- Reicosky, D. C. (2004). Tillage-induced soil properties and chamber mixing effects on gas exchange. *International Soil Tillage Research Organization Conference*, 971–976. <https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/50600000/products-reprints/2003/1042.pdf>

- Schweizer Lassaga, S. (2011). *Muestreo y Análisis de Suelos para Diagnóstico de Fertilidad*. CENCOOD. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P33-9965.pdf>
- Shapiro, S. S. y Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Suseela, V., Conant, R. T., Wallenstein, M. D. y Dukes, J. S. (2012). Effects of soil moisture on the temperature sensitivity of heterotrophic respiration vary seasonally in an old-field climate change experiment. *Global Change Biology*, 18(1), 336–348. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02516.x>
- Suttie, D. (2019). *Migración, agricultura y sistemas alimentarios – Comprender sus vínculos para lograr mejores resultados*. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). [https://www.ifad.org/es/web/latest/-/migraci%C3%B3n-agricultura-y-sistemas-alimentarios-comprender-sus-v%C3%ADnculos-para-lograr-mejores-resultados?p\\_l\\_back\\_url=%2Fes%2Fsearch%3Fq%3Dmigracion](https://www.ifad.org/es/web/latest/-/migraci%C3%B3n-agricultura-y-sistemas-alimentarios-comprender-sus-v%C3%ADnculos-para-lograr-mejores-resultados?p_l_back_url=%2Fes%2Fsearch%3Fq%3Dmigracion)
- Trinidad-Santos, A. y Velasco-Velasco, J. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *AgroProductividad*, 9(8), 52–58. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802/666>
- United Nations Environment Programme (2013). Smallholders, food security, and the environment. [https://www.ifad.org/documents/38714170/39135645/smallholders\\_report.pdf/133e8903-0204-4e7d-a780-bca847933f2e](https://www.ifad.org/documents/38714170/39135645/smallholders_report.pdf/133e8903-0204-4e7d-a780-bca847933f2e)
- Vallecillo Sándigo, A. d. C. y Lira López, J. A. (2018). *Diagnóstico de resiliencia en las fincas cafetaleras “La Esperanza” y “El Bosque”, del Departamento de Boaco, a través de la Metodología del Sistema de Semáforo (Sds)* [Trabajo de graduación]. Universidad Nacional Agraria, Boaco, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/4053/1/tnp40v181.pdf>
- Van Bemmelen, J. (1890). *ber die Bestimmung des Wassers, des Humus, des Schwefels, der in den colloidalen Silikaten gebundenen Kieselsäure, des Mangans u. s. w. im Ackerboden* (Die Landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen). Alemania. <https://edepot.wur.nl/211282>
- Vargas Trejos, Y. (2015). Exposición a agroquímicos y creencias asociadas a su uso en la cuenca hidrográfica del Río Morote, Guanacaste, Costa Rica: Un estudio de casos. *Ciencia & Trabajo*, 17(52), 54–68. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492015000100011>
- Vester, F. (1980). *Sensitivity Model*. Germany. Umweltbundesamt.
- Viguera, B., Martínez Rodríguez, R., Donatti, C., Harvey, C. y Alpízar, F. (2017). Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. [https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade\\_modulo-2-impactos-del-cambio-climatico-en-la-agricultura-de-centroamerica.pdf](https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade_modulo-2-impactos-del-cambio-climatico-en-la-agricultura-de-centroamerica.pdf)
- Wadsworth, J. (1997). *Análisis de sistemas de producción animal. Estudio FAO producción y sanidad animal: Vol. 140*. FAO.
- Walkley, A. y Black, I. A. (1934). An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Science*, 37(1), 29–38. <https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>

## Anexos

### Anexo A

#### Herremienta para la caracterización

#### Perfil Información general del encuestado/a y la finca

1. Fecha \_\_\_\_\_
2. Nombre del productor/a: \_\_\_\_\_
3. Edad: \_\_\_\_\_
4. Comunidad: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_
5. Grado de Escolaridad:
  - Ninguno  Primaria  Secundaria  Universitaria
6. ¿Es dueño de su propiedad? Si  No
7. Número de personas que viven en su casa: \_\_\_\_\_
  - a. Número de menores \_\_\_\_\_
  - b. Número de mayores \_\_\_\_\_

#

Oficio/Profesión

Persona 1

Persona 2

Persona 3

Persona 4

Persona 5

8. Área de la Finca en manzanas: \_\_\_\_\_
9. ¿Cuáles son los principales cultivos que siembra en su parcela? Primero preguntar esto, luego el área para cada cultivo y área total. Es importante definir la unidad Mz

<b>Cultivo</b>	<b>Área</b>	<b>Autoconsumo/venta</b>
Maíz		
Frijol		
Café		
Plátanos		
Caña		
Zacate o pasto		
Frutales		
Huerto mixto		
Hortalizas (especificar cual)		
Bosque		
Ganado (especificar)		

<i>Otros (describir)</i>		
--------------------------	--	--

10. La producción la destina principalmente para:

Consumo  Venta  Ambos

11. ¿En el caso de vender la producción, a quien/quienes en qué lugar/lugares la vende?

Mercado Local  Mercado externo de la comunidad  Intermediario  Miembros de la comunidad  Comunidades vecinas  Otros (especificar): \_\_\_\_\_

### **Agricultura**

1. ¿Tiene riego en su finca? Si  No

2. ¿Qué tipo de riego tiene?

Goteo  Regar con Manguera  Aspersión  Otro  \_\_\_\_\_

3. ¿De dónde proviene el agua de riego para su finca?

Nacimiento de agua  Cauce principal  Quebrada  Pozo artesanal  Proyecto de la comunidad  Otros  \_\_\_\_\_

4. ¿Cuál es la frecuencia con la que riega?

Verano  Todo el año

i. ¿Frecuencia durante el verano? Diario  Una vez por semana  Dos veces por semana

Día de por medio  Otro  \_\_\_\_\_

5. ¿Utiliza realiza quemas? Si  No

i. ¿Por qué?

No desmalezar  Limpiar antes de sembrar  Limpiar después de sembrar  Tradición  Si no

la brosa caliente el suelo e imposibilita la siembra  Matar las plagas  Evita enfermedades  Sirve de abono al suelo  Me parece un buen método  Mejora la producción  Beneficios económicos  Más fácil de practicar en mi terreno  Otro  \_\_\_\_\_

ii. ¿Con que frecuencia?

Antes de sembrar(preparar)  Antes de nazca el cultivo  Otro  \_\_\_\_\_

iii. ¿Cómo aprendió a utilizar fuego para cultivar?

Por mi cuenta  Familia  Amigo  Conocido  Otro  \_\_\_\_\_

iv. ¿Percepción?

Beneficioso  Ni Beneficioso ni perjudicial  Perjudicial  "Mal necesario"  Otro  \_\_\_\_\_

6. ¿Utiliza agroquímicos? Si  No

i. ¿Para que los utiliza?

Limpieza del terreno  Mantenimiento del cultivo  Control de plagas  Otro  \_\_\_\_\_

ii. ¿Cuales?

Fertilizante  Plaguicida  Herbicida  Otro  \_\_\_\_\_

## Nombres de productos por cada tipo:

PRODUCTO	USO

iii. ¿Con que frecuencia?  
 Antes de sembrar(preparar)  Antes que nazca el cultivo  Otro  \_\_\_\_\_

iv. ¿Cómo aprendió a utilizarlo?  
 Por mi cuenta  Familia  Amigo  Conocido  Otro  \_\_\_\_\_

v. ¿Percepción? Beneficioso  Ni Beneficioso ni perjudicial  Perjudicial  “Mal necesario”  Otro  \_\_\_\_\_

vi. ¿Usted sabe cuál es lugar en que acaban todos estos químicos?  
 Fuentes de agua  Se quedan en el suelo  Aire  Desaparecen

vii. ¿Qué efectos considera usted que esta contaminación podría tener en el rio y la calidad del agua?  
 Ninguno  Perjudicial para el agua  Perjudicial para el suelo  Perjudicial para la salud

7. ¿Usted realiza la práctica de **cultivos de cobertura** en su finca? (añadir observaciones si al momento de preguntar no entiende bien el significado) Si  No

i. ¿Por qué la práctica?

Prevenir la erosión del suelo  Regulan la humedad  Atraen insectos polinizadores  Facilitan el control de malas hierbas y plagas  Abono verde y materia orgánica  Me parece un buen método  Mejora la producción  Beneficios económicos  Más fácil de practicar en mi terreno  Otro  \_\_\_\_\_

ii. ¿Cómo aprendió a utilizarlo?  
 Por mi cuenta  Familia  Amigo  Conocido  Otro  \_\_\_\_\_

iii. ¿En qué parte?  
 Toda mi finca  Cultivo específico

<b>Cultivo</b>	<b>Descripción</b>
Maíz Frijol Café	

Plátanos  
Caña  
Zacate o pasto de corte  
Frutales  
Huerto mixto  
Hortalizas (especificar cual)  
Bosque  
Otros

iv. ¿Percepción?

Beneficioso  Ni Beneficioso ni perjudicial  Perjudicial  "Mal necesario"  Otro  \_\_\_\_\_

8. ¿Conoce las **barreras vivas**? (añadir observaciones si al momento de preguntar no entiende bien el significado)

Si  No

i. ¿Por qué la implementa en su finca?

ii. Reducir la erosión del suelo  Aumentar la humedad del suelo  Favorece el buen desarrollo de las plantas  Reducir la escorrentía  Me parece un buen método  Mejora la producción  Beneficios económicos  Más fácil de practicar en mi terreno  Otro  \_\_\_\_\_

iii. ¿Cómo aprendió a utilizarlo?

Por mi cuenta  Familia  Amigo  Conocido  Otro  \_\_\_\_\_

iv. ¿En qué parte? Toda mi finca  Cultivo específico

<b>Cultivo</b>	<b>Descripción</b>
Maíz	
Frijol	
Café	
Plátanos	
Caña	
Zacate o pasto de corte	
Frutales	
Huerto mixto	
Hortalizas (especificar cual)	
Bosque	
Otros	

v. ¿Percepción?

Beneficioso  Ni Beneficioso ni perjudicial  Perjudicial  "Mal necesario"  Otro

9. ¿Conoce la **cobertura permanente del suelo** o dejar la brosa sin quemar ni amontonar? (añadir observaciones si al momento de preguntar no entiende bien el significado)

Si  No

i. ¿Por qué?

Incremento de la fertilidad del suelo  Humedad del suelo  Conservación del suelo  
 Me parece un buen método  Mejora la producción  Beneficios económicos  Más fácil de practicar en mi terreno  Otro  \_\_\_\_\_

ii. ¿Cómo aprendió a utilizarlo? Por mi cuenta  Familia  Amigo  Conocido  Otro

\_\_\_\_\_

i. ¿En qué parte?

Toda mi finca  Cultivo específico

<b>Cultivo</b>	<b>Descripción</b>
Maíz	
Frijol	
Café	
Plátanos	
Caña	
Zacate o pasto de corte	
Frutales	
Huerto mixto	
Hortalizas (especificar cual)	
Bosque	
Otros	

ii. ¿Percepción? Beneficioso  Ni Beneficioso ni perjudicial  Perjudicial  "Mal necesario"  Otro  \_\_\_\_\_

10. ¿Conoce usted los sistemas **Sistema Quesungual**? (añadir observaciones si al momento de preguntar no entiende bien el significado) Si  No

i. ¿Por qué?

Aprovechamiento de los recursos naturales  Mejoran la productividad  Mantiene la biodiversidad  Reducen los gastos por insumos como agroquímicos  Reducen la pérdida de agua superficial  Reduce la erosión del suelo  Ayuda a incrementar la materia orgánica  Mejora la fertilidad del suelo  Me parece un buen método  Mejora la producción  Beneficios económicos  Más fácil de practicar en mi terreno  Otro  \_\_\_\_\_

i. ¿Cómo aprendió a utilizarlo?

Por mi cuenta  Familia  Amigo  Conocido  Otro  \_\_\_\_\_

ii. ¿En qué parte?

Toda mi finca  Cultivo específico

<b>Cultivo</b>	<b>Descripción</b>
Maíz	
Frijol	
Café	
Plátanos	
Caña	
Zacate o pasto de corte	
Frutales	
Huerto mixto	
Hortalizas (especificar cual)	
Bosque	

Otros

iii. ¿Percepción?

Beneficioso  Ni Beneficioso ni perjudicial  Perjudicial  "Mal necesario"  Otro

11. ¿Qué otras prácticas agrícolas realizan en su finca?

Labranza del suelo  Aboneras  Lombricera  Microorganismos de montaña  Curvas de nivel  Árboles en cercos vivos  Cortinas rompe vientos  Aplica mulch  Carrileo de brosa y quema  Otros  \_\_\_\_\_

12. ¿Consideran importante que se mantenga la humedad del suelo durante la producción de los cultivos?

Si  No

i. ¿Por qué?

Riego menos  Crecen mejor los cultivos y producen más  Otro  \_\_\_\_\_

13. ¿De las prácticas mencionadas a continuación cuales cree que lea ayudarían a mantener mojado o más húmedo el suelo por más tiempo incluso en verano?

Convencional  Sistema Quesungual(árboles nativos dispersos y mulch sobre el cultivo)  Barrera viva  Cobertura permanente o no quema  Otro  \_\_\_\_\_

14. ¿Cuáles de las prácticas anteriormente mencionadas estaría dispuesto a implementar para que le ayuden a mantener esta humedad en el suelo?

Convencional  Sistema Quesungual  Barrera viva  Cobertura permanente  Otro

\_\_\_\_\_

15. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta en su finca?

16. ¿Tiene plagas en su finca?

Si  No

i. ¿Cuáles plagas tiene en su finca? ¿Cómo controla estas plagas?

PLAGA	CONTROL

17. ¿Utiliza productos orgánicos para fertilizar sus cultivos?

Si  No

i. ¿Por qué?

Aprovechamiento de los recursos naturales  Mejoran la productividad  Mantiene la biodiversidad  Reducen los gastos por insumos como agroquímicos  Reducen la

pérdida de agua superficial  Reduce la erosión del suelo  Ayuda a incrementar la materia orgánica  Mejora la fertilidad del suelo  Me parece un buen método  Mejora la producción  Beneficios económicos  Más fácil de practicar en mi terreno  Otro  \_\_\_\_\_

ii. ¿Cómo aprendió a utilizarlo?

Por mi cuenta  Familia  Amigo  Conocido  Otro  \_\_\_\_\_

iii. ¿En qué parte?

Toda mi finca  En el cultivo de

<b>Cultivo</b>	<b>Descripción</b>
Maíz	
Frijol	
Café	
Plátanos	
Caña	
Zacate o pasto de corte	
Frutales	
Huerto mixto	
Hortalizas (especificar cual)	
Bosque	
Otros	

iv. ¿Percepción?

Beneficioso  Ni Beneficioso ni perjudicial  Perjudicial  "Mal necesario"  Otro  \_\_\_\_\_

### **Clima y Agua. Coloque en la mayoría opciones**

1. ¿Considera que el clima ha cambiado? Utilizar de referencia un evento o en los últimos 10 años.

Si  No

a. ¿Cómo se manifiesta este cambio del clima?

Llueve menos  Llueve más  Mas caliente  Mas fresco

Mas humedad en el suelo  Mas húmedo el aire  Mas seco el suelo

Mas seco el aire  Se ha mantenido igual  Otro  \_\_\_\_\_

b. ¿El clima afecta la producción en su finca?

Si  No

c. ¿En qué manera afecta este cambio de clima la producción en su finca?

Disminuyó  Se mantiene igual  Aumentó  Desconozco

Afecta los cultivos  Debo tener riego  Cambian las fechas de siembra y cosecha  Otro  \_\_\_\_\_

d. ¿Usted ha aplicado prácticas para disminuir los efectos negativos del cambio del clima en su finca?

Si  No

e. No: ¿Le interesaría implementar? Si  No

i. No: ¿Porque no? No me genera beneficios  No tengo tiempo  No me interesa  Desconozco estas prácticas  Otro  \_\_\_\_\_

- ii. Si: ¿Por qué? Considero que tendría beneficios  Me interesa  Desconozco estas prácticas  Otro  \_\_\_\_\_
- f. Si: ¿Cuáles implementa? Sistema Quesungual  Barrera viva  Cobertura permanente  Otro  \_\_\_\_\_
2. ¿Hablando del clima, cuáles de los siguientes eventos climáticos ha vivido usted en su finca en los últimos 10 años? ¿Otros? Explique:  
Sequias  Inundaciones  Huracanes  Deslizamiento  Derrumbes  Otros  \_\_\_\_\_
- Periodos de sequia \_\_\_\_\_
  - Periodo de Inundación \_\_\_\_\_
  - Huracán ETA  OTA
3. ¿Porque cree que cambia el clima?  
Monocultivos  Deforestación e incendios  Contaminación del aire  Quemadas  Uso excesivo de los agroquímicos  Proceso natural  Otros  \_\_\_\_\_
4. ¿Existe alguna institución que regule la agricultura para evitar que afecte el clima y las fuentes de agua? Si  No
- No: ¿Le gustaría que existiese? Si  No
  - Si: ¿Cuál? \_\_\_\_\_
5. ¿Existe algún reservorio o laguna en la que guarde agua para los periodos de sequía en su parcela? Sí  No
6. ¿Si existe alguna forma, puede describir como usted guarda agua para sus cultivos? Tanque  Balde  Otro  \_\_\_\_\_
7. ¿Usa semilla mejorada? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- Si: ¿Por qué? Mejor cosecha  Mas resistente a plagas y enfermedades  Mas resistente a sequias  Otro  \_\_\_\_\_
  - No: ¿Le interesaría usar?
    - Si: ¿Por qué? Mejor cosecha  Mas resistente a plagas y enfermedades  Mas resistente a sequias  Otro  \_\_\_\_\_
    - No: ¿Por qué? No considero que existan beneficios  No tengo acceso  No me interesa  Otro  \_\_\_\_\_
8. ¿Usted sabe cuál es lugar en que acaban todos estos químicos?  
Fuentes de agua  Se quedan en el suelo  Aire  Desaparecen  Otro  \_\_\_\_\_
9. ¿Qué efectos considera usted que esta contaminación podría tener en el rio y la calidad del agua?  
Ninguno  Perjudicial para el agua  Perjudicial para el suelo  Perjudicial para la salud  Otro  \_\_\_\_\_
10. ¿Considera que la fuente de agua es suficiente para su finca?  
Sobra agua  Si  No  No ajusta para nadie
11. ¿La fuente de agua es permanente?  
Invierno  Verano  Todo el año  Otro  \_\_\_\_\_

**Barreras:**

1. ¿Que considera que impide que pueda implementar las BPA su finca?  
Difícil acceso a caminos  Difícil acceso a créditos  Difícil acceso a fuentes de agua  Poca o ninguna asistencia técnica  Mercado inseguro  Otras  \_\_\_\_\_

**Oportunidades**

1. ¿Alguna vez ha participado en algún proyecto? Si  No
2. ¿Alguna vez ha participado en algún proyecto dirigido por Zamorano? Si  No

<b>Cultivo</b>	<b>Descripción</b>
<i>Maíz</i> <i>Frijol</i> <i>Café</i> <i>Plátanos</i> <i>Caña</i> <i>Zacate o pasto de corte</i> <i>Frutales</i> <i>Huerto mixto</i> <i>Hortalizas (especificar cual)</i> <i>Bosque</i> <i>Otros</i>	

3. ¿Qué tipo de asistencia técnica ha obtenido al participar?

<b>Tipo</b>	
Riego Acuicultura Café bajo sombra Agricultura protegida Variedades mejoradas Diversificación de la siembra	

4. ¿Qué cultivos cree que protegen el suelo y a la vez son fáciles de producir?

5. ¿Qué cultivos considera que tienen mayor potencial para venta?

6. ¿Cuáles cree que son las oportunidades con las que cuenta Santa Inés?

Acceso a mercado local  Apoyo de cajas rurales  Apoyo de ONGs y cooperación  Apoyo de programas del gobierno  Inversiones por remesas  Mercado para nuevos rubros y cultivos  Miembro de distrito de riego  Miembro de un organismo de cuenca  Miembro de organizaciones asociativas  Obra de cosecha de agua  Prácticas ACC/RRD  Otras

<b>Cultivo</b>	
<i>Maíz</i> <i>Frijol</i> <i>Café</i> <i>Plátanos</i> <i>Caña</i> <i>Zacate o pasto de corte</i> <i>Frutales</i> <i>Huerto mixto</i> <i>Hortalizas (especificar cual)</i> <i>Recursos Forestales</i> <i>Otros</i>	

\_\_\_\_\_

7. ¿Usted recibe alguna asistencia técnica para el manejo de su finca? Si  No
8. ¿Quién le brinda asistencia técnica?  
Personal externo  Miembro de la comunidad  Zamorano  Otra institución   
Otra  \_\_\_\_\_
9. ¿Con qué frecuencia recibe asistencia técnica en su parcela?  
Semanal  Mensual  Anual  Nunca
10. ¿Si usted no recibe asistencia técnica, ¿cómo aprendió sobre el manejo de su finca?  
Por mi cuenta  Familia  Amigo  Conocido  Otro  \_\_\_\_\_
11. ¿Alguna vez ha realizado análisis de suelo en su finca? Si  No
12. ¿Con que frecuencia lo hace?  
1 vez al año  cada 2 años  otro  \_\_\_\_\_
13. ¿Considera que es importante hacer un análisis de suelos? Si  No
14. ¿Por qué considera que es importante hacer un análisis de suelo?  
Planes de fertilización  conocer el estado del suelo  otro  \_\_\_\_\_
15. ¿Alguna vez ha recibido algún tipo de apoyo para el manejo de su finca? Si  No
16. ¿Qué tipo de apoyo a recibido?  
Capacitaciones  Asistencia técnica  Insumos (herramientas, semillas)  \_\_\_\_\_



### Anexo C

#### Señalización de los tratamientos



**Anexo D**

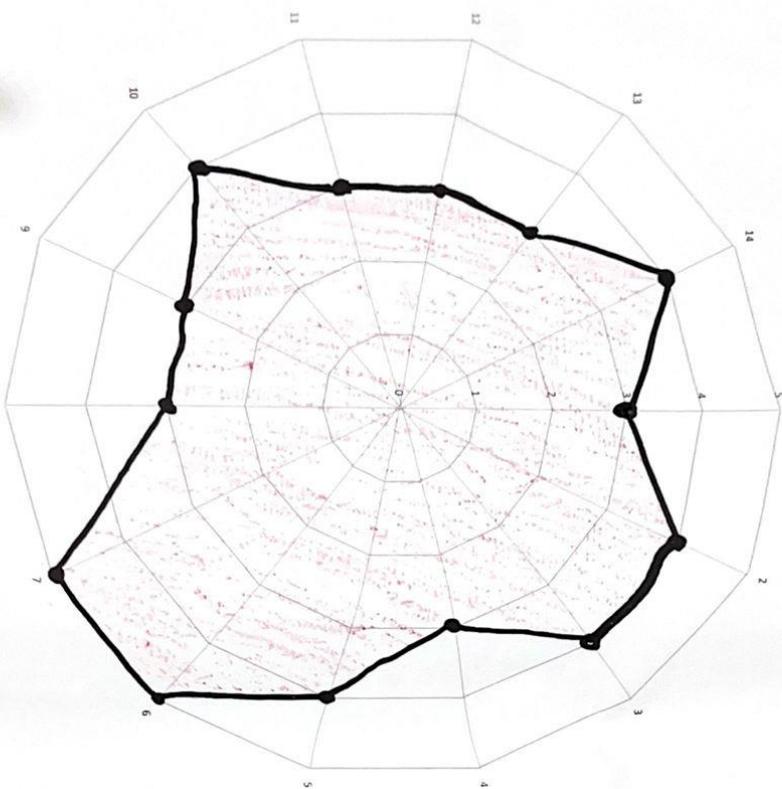
*Datos de humedad del suelo y precipitación*

[Carecterización de Fincas TESIS.xlsx](#)

Anexo E

Formato de resiliencia

Nombre: Horacio Espinosa Comunidad: Santa Rosa Fecha: 20/05/22



Parámetros de resiliencia	Evaluar					
1 Pendiente	0	1	2	3	4	5
2 Diversidad paisajística	0	1	2	3	4	5
3 <b>Riego de bioestructura</b>	0	1	2	3	4	5
4 Erosión	0	1	2	3	4	5
5 Cobertura vegetal	0	1	2	3	4	5
6 Barreras de vegetación	0	1	2	3	4	5
7 Labranza de conservación	0	1	2	3	4	5
8 Prácticas para aumentar materia orgánica	0	1	2	3	4	5
9 Terrazas y semiterrazas	0	1	2	3	4	5
10 Autoconsumo	0	1	2	3	4	5
11 Autosuficiencia de insumos externos	0	1	2	3	4	5
12 Banco de semillas	0	1	2	3	4	5
13 Asociación de cultivos	0	1	2	3	4	5
14 Áreas protegidas dentro de la finca	0	1	2	3	4	5
Promedio						
Nivel de resiliencia						

Observaciones

---

Nivel de resiliencia		Rango
Baja	0 a 1,66	
Media	1,67 a 3,33	
Alta	3,34 a 5	

**Anexo F**

*Información completa análisis de resiliencia*

[Datos tesis.xlsx](#)