



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
CIUDAD DE MÉXICO

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ  
ORGÁNICO EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA EL TRIUNFO, CHIAPAS.

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:

ALDO DANIEL JIMÉNEZ ORTEGA

**TUTOR PRINCIPAL**

DR. ALONSO AGUILAR IBARRA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, UNAM

**MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR**

DRA. HELENA COTLER ÁVALOS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL

DR. JUAN MANUEL NÚÑEZ HERNÁNDEZ  
CENTRUS-UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

**REVISORES**

DR. ALEXANDER RINCÓN RUÍZ  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

DRA. GABRIELA DE LA MORA DE LA MORA  
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES MULTIDISCIPLINARIAS, UNAM

DR. GUSTAVO MANUEL CRUZ BELLO  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO, 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
**Directora General de Administración Escolar**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 80 del 17 de mayo del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, del alumno **Jiménez Ortega Aldo Daniel** con número de cuenta **406062583** con la tesis titulada "Evaluación de la sostenibilidad de la producción de café orgánico en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas", bajo la dirección del Dr. Alonso Aguilar Ibarra.

PRESIDENTA: DRA. GABRIELA DE LA MORA DE LA MORA  
VOCAL: DR. ALEXANDER RINCÓN RUIZ  
SECRETARIA: DRA. HELENA COTLER ÁVALOS  
VOCAL: DR. GUSTAVO MANUEL CRUZ BELLO  
VOCAL: DRA. JUAN MANUEL NÚÑEZ HERNÁNDEZ

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
**Cd. Universitaria, Cd. Mx., 25 de agosto de 2022.**



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra**  
**Coordinador**  
**Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM**

## **AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de recibir conocimientos de primer nivel.

Al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad y al Instituto de Investigaciones Económicas por los espacios de aprendizaje, los cuales fueron fundamentales en mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca número “285983” para realizar mis estudios y al proyecto “PAPIIT-IN302820”, por otorgarme una beca para realizar mi investigación en campo.

A mi director de tesis, Dr. Alonso Aguilar Ibarra, por tu amistad incondicional, la orientación y el invaluable apoyo que me brindaste, tanto en lo académico como en lo personal, incluso en condiciones de pandemia.

A los miembros de mi comité tutor, Dra. Helena Cotler Ávalos y Dr. Juan Manuel Núñez Hernández, por sus asesorías y orientación en cada etapa del desarrollo de esta tesis.

A los revisores y miembros del jurado, el Dr. Alexander Rincón Ruíz, la Dra. Gabriela de la Mora de la Mora y el Dr. Gustavo Manuel Cruz Bello.

A Mauricio Galeana Pizaña, Gabriel Morales y Rodrigo González por apoyarme en la realización de talleres y mesas de trabajo. Gracias por los continuos, a veces desgastantes, pero siempre enriquecedores viajes a Chiapas.

A las Cooperativas Café Capitán, Comon Yaj Noptic y Finca Triunfo Verde, así como a las autoridades de la Reserva de la Biósfera El Triunfo, por su colaboración y disposición a co-construir conocimiento.

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

En primer lugar, a mi persona, por que a pesar del deterioro físico y mental derivado de proceso doctoral, logré cerrar este ciclo, incluso en el contexto dinámico de pandemia y paternidad.

A Mercy, por vivir y sufrir a mi lado en este largo camino. Gracias por tu paciencia, por apoyarme, alentarme y creer en mí, incluso en mis horas más oscuras.

A mi madre, Silvia, por tu apoyo y porque has confiado en mi potencial. Tú sabías que lo iba a lograr desde antes que entrara al doctorado.

A mi abuelo, Raúl. Te me adelantaste, viejo, pero tus enseñanzas quedan para siempre.

A mi familia y amigos, que siempre me alentaron a alcanzar esta meta.

*Para Larissa*

*Mi motor de vida, mi inspiración en los momentos más complejos.*

*Gracias por llenar de alegría y amor mi vida.*

## RESUMEN

La transición a sistemas de producción sostenibles es una necesidad creciente en el contexto de crisis ambiental y aumento en la demanda de alimentos. En la literatura, los la producción orgánica ha sido prescrita como sostenible por el hecho de no incorporar insumos químicos y reducir la deforestación, pese a que esto no garantiza beneficios económicos y sociales. Para conocer qué tan sostenible son estos ecosistemas, se han desarrollado diversos métodos basados en indicadores denominados evaluaciones de la sostenibilidad. En esta tesis se realizó una evaluación de la sostenibilidad de la producción de café orgánico utilizando el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS) e incorporando los cambios temporales que ocurren en el agroecosistema. El estudio se realizó con la participación de tres cooperativas cuyos productores se ubican en cuatro municipios de la Reserva de la Biósfera El Triunfo (REBITRI), en donde este sistema de producción ha sido impulsado por las autoridades de esta área natural protegida para contener la deforestación.

En el marco conceptual se abordó al agroecosistema como un sistema complejo y el concepto de sostenibilidad del agroecosistema. La metodología utilizada se estructuró en dos apartados: en el primer apartado, se abordaron las dinámicas de la producción de café en la REBITRI mediante la relación productores-REBITRI, los proyectos impulsados por las autoridades de REBITRI y las evaluación de la pérdida y degradación de la vegetación arbórea en las zonas productoras de café entre 1999 y 2019, tanto al interior como al exterior de la REBITRI. En el segundo apartado, se describen los cinco pasos de la metodología propuesta con base en el MESMIS: caracterización conceptual; clasificación de productores; puntos críticos, indicadores y pesos; medición de la sostenibilidad y; análisis de diferencias.

La evaluación partió de la co-construcción del concepto de sostenibilidad desde la perspectiva y conocimiento de los representantes de las cooperativas. A través de diferentes procesos participativos, se realizó la caracterización conceptual de la relación productor-cooperativa, del sistema de manejo y de los posibles cambios que ocurren en los terrenos de los productores. Asimismo, de manera participativa con los representantes de las cooperativas, se realizó la identificación de puntos críticos, selección de indicadores, determinación de umbrales críticos y sostenibles, así como la ponderación de los indicadores para la

conformación de un índice de sostenibilidad. La inserción de los cambios en el agroecosistema se realizó mediante una clasificación de productores basada en la asociación entre los cambios que los actores locales manifestaron que ocurrieron en los terrenos y un mapa de transición de uso de suelo obtenido de las imágenes de satélite entre 1999 y 2019. De esta clasificación resultaron cuatro grupos: expansión de café, reconversión a café, expansión y reconversión, y sin cambios. Se aplicó una encuesta a 139 productores, de cuyos datos permitieron el cálculo de los indicadores. Por último, se realizó un análisis de diferencias entre las clases de productores mediante técnicas de estadística no paramétrica.

Esta tesis presenta dos principales aportaciones en el marco de evaluaciones de la sostenibilidad. Por un lado, se construyó el concepto de sostenibilidad a partir del conocimiento local, lo que permitió dirigir la evaluación en sus diferentes etapas. Por otro lado, se propuso una adaptación metodológica al MESMIS para incorporar los cambios temporales en el agroecosistema dentro del primer ciclo de evaluación. Los resultados mostraron que los actores locales consideran a la producción de café como un aliado para la conservación de la vegetación en la REBITRI. Se observó que la pérdida de vegetación en las zonas cafetaleras es menor a las reportadas en las zonas al exterior de la REBITRI. La definición de sostenibilidad co-construida con los actores locales guarda relación con las definiciones de desarrollo sostenible y sostenibilidad del agroecosistema, sin embargo, es más operable para el contexto del agroecosistema en estudio. Los resultados obtenidos de la medición de la sostenibilidad mostraron que la productividad es el atributo sistémico con niveles más bajos entre los productores de las tres cooperativas, lo cual está asociado al rendimiento y los costos. Se observó una mayor proporción de productores por encima del umbral sostenible en los indicadores críticos ingreso predominante del café, precio, porcentaje de sombra y recuperación de la producción por afectaciones de plagas y enfermedades, lo cual se atribuye al funcionamiento del sistema de producción orgánico y al modelo organizativo. Se observaron diferencias en los precios pagados por las cooperativas a los productores, especialmente entre aquellas con mayor tiempo de operación respecto a la de reciente creación, lo cual se relacionó con la consolidación en los mercados y la diversificación de estrategias. Por último, los resultados observados en análisis de varianzas entre las clases de productores mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo cual permitió realizar recomendaciones diferenciadas.



## CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Problemática general.....	12
1.2. Preguntas de investigación:.....	16
1.3. Objetivos.....	17
1.4. Hipótesis.....	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. El agroecosistema como un sistema complejo adaptativo.....	20
2.2. Desarrollo sostenible y sostenibilidad.....	24
2.3. Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostentabilidad (MESMIS).....	26
CAPÍTULO 3. MÉTODO.....	30
3.1. Área de estudio.....	30
3.3. Metodología.....	36
3.2.1. Dinámicas de la producción de café en la REBITRI.....	36
3.2.2. Evaluación de la sostenibilidad.....	38
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	49
4.1. Dinámicas en la producción de café en la REBITRI.....	49
4.1.1. Relación producción de café - REBITRI.....	49
4.1.2. Dinámicas de uso de suelo en zonas productoras de café.....	54
4.2. Evaluación de la sostenibilidad,.....	57
4.2.1. Paso 1. Caracterización conceptual.....	57
4.2.2. Paso 2. Determinación de puntos críticos, indicadores y pesos.....	62
4.2.3. Paso 3. Clasificación de productores.....	66
4.2.4. Paso 4. Medición de la sostenibilidad y análisis de diferencias.....	67
4.2.5. Paso 5. Análisis de diferencias.....	93
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	97

5.1. Dinámicas de la producción de café en la REBITRI.....	97
5.2. Evaluación de la sostenibilidad .....	98
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	110
REFERENCIAS .....	114
ANEXOS.....	132
Anexo 1. Entrevista a actores clave de la REBITRI .....	132
Anexo 2. Cuestionario de línea base a productores de café orgánico .....	139

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de evaluación del MESMIS.....	27
Figura 2. Área de estudio. ....	31
Figura 3. Asociación de los sistemas de producción de la Reserva de la Biósfera El Triunfo con la tipificación propuesta por Toledo y Moguel (2012). ....	35
Figura 4. Diagrama metodológico.....	38
Figura 5. Diagrama de los procesos participativos con los representantes de las cooperativas .....	40
Figura 6. Esquema conceptual de los posibles cambios en los terrenos del productor .....	41
Figura 7. Distribución de los productores encuestados por cooperativa, municipio, sexo y rango de edad. ....	45
Figura 8. Imágenes Landsat clasificadas.....	54
Figura 9. Estructura y cambios de uso de suelo en el área de estudio.....	55
Figura 10. Superficie ganada y pérdida por clase entre 1999 y 2019.....	56
Figura 11. Cambio neto por clase entre 1999 y 2019.....	56
Figura 12. Proporción de los terrenos de los productores de acuerdo con el cambio de uso de suelo al interior y exterior de la REBITRI .....	57
Figura 13. Fotos de primer taller con organizaciones. Hacia la construcción de agendas. ....	58
Figura 14. Fotos de grupos de trabajo con cooperativas para la delimitación del objeto de estudio. ....	59
Figura 15. Caracterización de las principales relaciones productor-cooperativa .....	61
Figura 16. Caracterización del sistema de manejo del agroecosistema café orgánico .....	62
Figura 17. Asociación conceptual-metodológica de los posibles cambios en los terrenos .....	66
Figura 18. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador rendimiento.....	67
Figura 19. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador relación beneficio-costo .....	68

Figura 20. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador precio.....	68
Figura 21. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador % de sombra del cafetal. .....	69
Figura 22. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador recuperación ante plagas y enfermedades.....	69
Figura 23. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador variedades.....	70
Figura 24. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador ingreso de la cafecultura. .....	71
Figura 25. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador superficie del productor. .....	71
Figura 26. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de sostenibilidad.....	73
Figura 27. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de eficiencia productiva. .....	74
Figura 28. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de disponibilidad de recursos. ....	74
Figura 29. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de recuperación por afectaciones.....	75
Figura 30. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de dinamismo comercial. .....	76
Figura 31. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de conocimiento. ....	76
Figura 32. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de opciones productivas. .....	77
Figura 33. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de autodependencia... ..	77
Figura 34. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de involucramiento familiar.....	78
Figura 35. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de acceso a la tierra. ...	78
Figura 36. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de sostenibilidad. .....	80
Figura 37. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de eficiencia productiva.....	81
Figura 38. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de disponibilidad de recursos. ....	81
Figura 39. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de recuperación por afectaciones.....	82

Figura 40. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de dinamismo comercial.....	83
Figura 41. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de conocimiento.....	83
Figura 42. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de opciones productivas.....	84
Figura 43. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de autodependencia.....	84
Figura 44. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de involucramiento familiar.....	85
Figura 45. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de acceso a la tierra.....	85
Figura 46. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de sostenibilidad.....	87
Figura 47. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de eficiencia productiva.....	88
Figura 48. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de disponibilidad de recursos.....	89
Figura 49. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de recuperación por afectaciones.....	89
Figura 50. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de dinamismo comercial.....	90
Figura 51. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de conocimiento.....	91
Figura 52. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de opciones productivas.....	91
Figura 53. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de autodependencia.....	92
Figura 54. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de involucramiento familiar.....	92
Figura 55. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de acceso a la tierra.....	93
Figura 56. Índice de sostenibilidad promedio para cada grupo de productores.....	94
Figura 57. Índices de desempeño de productores en puntos críticos.....	95

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problemática general

Desde la década de los ochenta, la concepción de desarrollo sostenible como una condición necesaria para la reproducción de las actividades humanas ha cobrado fuerza ante la evidencia de crisis ambiental por la cual atraviesa el planeta (Pinheiro do Nascimento, 2012). Satisfacer las necesidades presentes sin poner en riesgo la capacidad de satisfacer las necesidades futuras (CMMAD, 1987) es un reto que tiene la humanidad ante la creciente presión sobre los límites planetarios dentro de los cuales puede vivir de manera segura (Rockström *et al.*, 2009; Randers *et al.*, 2019). Dentro de los límites con riesgo de ser rebasados se encuentra el cambio en el sistema de tierras y la tasa de pérdida de biodiversidad, impulsados principalmente por la expansión de las actividades agropecuarias (Steffen *et al.*, 2015).

En los últimos 50 años, la agricultura se ha expandido de manera acelerada a costa de los bosques y selvas (Gibbs *et al.*, 2010). Tan solo entre 1990 y 2015 se perdieron alrededor de 129 millones de hectáreas de bosques y selvas a nivel mundial, cuyo efecto es la alteración del ciclo hidrológico, la reducción en la captura y almacenamiento de carbono, erosión y pérdida de fertilidad del suelo, pérdida de biodiversidad, alteración del clima y microclimas, entre otros (FAO, 2016; Gordon *et al.* 2010). En México, la superficie de bosques y selvas se redujo en el orden de 10 y 8 por ciento entre 1976 y 2014, respectivamente (INEGI, 2016). Estas cifras tienen un mayor impacto si se considera que, al menos, el 76 por ciento de la superficie nacional registra algún tipo de degradación de suelos (Bolaños González *et al.*, 2016).

Las tendencias observadas a nivel global muestran que entre 1961 y 2007, el total de tierras de cultivo se incrementaron en 11% (UNEP, 2014). Asimismo, las proyecciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (OCDE, 2008) muestran que las áreas de cultivo y pastizales de uso pecuario se expandirán en un 10% para 2030 y en 14% para 2050. Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) proyecta un incremento en las tierras de uso agrícola de 69 millones de hectáreas, entre 2005 y 2050 (Alexandratos y Bruinsma, 2012). Otros estudios muestran proyecciones de expansión agrícola en 90, 180 e incluso 470 millones de

hectáreas a nivel mundial hacia 2050 (Smith, 2010; van Vuuren et al. 2009). Pese a la incertidumbre asociada a la amplia variabilidad de estas proyecciones, incluso las cifras más discretas de expansión agrícola dan cuenta de una importante reconfiguración en la estructura de tierras ante los requerimientos de alimentos derivados de un incremento proyectado de alrededor de 2,300 millones de personas en 2050 (FAO, 2009).

Estas proyecciones dan cuenta de las necesidades humanas de acceso a la alimentación, pero también de la estructura de producción agrícola como un factor impulsor del cambio de uso de suelo (Alexandratos y Bruinsma, 2012). Por un lado, la agricultura a pequeña escala, caracterizada por la mano de obra familiar, la producción de autoconsumo y venta a mercados locales representa el 75% de los productores y provee el 80% de los alimentos a nivel mundial (Donatti et al., 2018). Por otro lado, los sistemas de producción intensivos, orientados a obtener beneficios económicos, impulsan la producción masiva a gran escala, la concentración de la producción de una amplia cantidad de alimentos en unas cuantas manos y la creciente necesidad de tierras ante la degradación de suelos (Parmentier, 2014). Estos sistemas, caracterizados por el uso de insumos químicos a gran escala para compensar las pérdidas nutricionales de los suelos que llevan a su degradación, a la contaminación del agua y a una creciente demanda de tierras, son responsables del 70% de la deforestación en América Latina y del 30% en África, mientras que en Asia son causa del 80% de la degradación forestal (Rautner et al., 2013).

Ante esta evidencia, uno de los principales retos es transitar hacia sistemas de producción sostenibles. Esto implica que tengan la capacidad de satisfacer la demanda de alimentos, sean socialmente justos, económicamente viables y hagan un uso eficiente de los recursos naturales (Velten *et al.*, 2015). Lo anterior también se enmarca en diversas metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2018), entre las cuales destacan: poner fin al hambre (objetivo 2), lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible; reducir la desigualdad; el impulso de la producción y consumo responsables mediante el uso eficiente de recursos (objetivo 12); adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (objetivo 13) y; proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible

de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica (objetivo 15).

Se ha documentado en la literatura el potencial de los sistemas agroforestales para constituirse como sistemas sostenibles que permiten combinar la gestión forestal con la producción agrícola (Valencia *et al.*, 2014; Perfecto y Vandermeer, 2008). Entre la amplia diversidad de sistemas agroforestales (e.g. cacao, palma camedor), la producción de café bajo sombra es el más representativo, pues es uno de los productos agroalimentarios más comercializados y consumidos a nivel global (Basar y Sanlier, 2017). De su producción dependen alrededor de 125 millones de personas a nivel mundial, la cual se realiza, en su mayoría, en países tropicales de América Latina, África y Asia (Krishnan, 2017). México es uno de los principales productores de café bajo sombra a nivel mundial (Jurjonas *et al.*, 2016), pues ocupa el décimo segundo lugar en la producción mundial, con 180 mil toneladas de café verde y segundo lugar en la producción de café orgánico, con 21 mil toneladas (ICO, *sf*; CEDRSSA, 2018). La actividad cafetalera representa la principal fuente de empleo de más de 500,000 productores mexicanos y sus familias (SAGARPA, 2017).

La producción de café orgánico surge como una alternativa de diversificación que promueve mayores beneficios sociales y ambientales respecto a su producción convencional (Anderzén *et al.*, 2020). Este sistema implica una mejora en la salud y funcionamiento del agroecosistema derivado de la eliminación de insumos químicos y del mantenimiento de la cobertura vegetal, la cual funge como sombra de los cafetales (Toledo y Moguel, 2012). Asimismo, promueve mayores beneficios a los pequeños productores mediante mejores precios derivado de la obtención de certificaciones y el consecuente acceso a mercados de exportación (Anderzén *et al.*, 2020). En México, este sistema se lleva a cabo a través de cooperativas, principalmente, las cuales son modelos organizativos donde los productores acceden a asistencia técnica, financiamiento y la compra de su producción para su posterior transformación y comercialización (Jurjonas *et al.*, 2016).

Este sistema de producción ha sido impulsado por organizaciones ambientalistas y autoridades ambientales al ser considerado un aliado para la conservación de los ecosistemas y su diversidad biológica (CONANP, *sf*). No obstante, pese a su potencial como sistema sostenible, existen factores que atentan con su capacidad de mantenerse a futuro. Entre estos

factores destacan la variabilidad en los precios (Hagggar et al., 2013), las afectaciones por roya, responsable de una reducción del 50% de la producción entre 2012 y 2016 (Henderson, 2019; FIRA, 2016) y el cambio climático, el cual se estima que sea responsable de la reducción en las áreas de aptitud de café arábica de entre el 29 y 53 por ciento al 2050 (Sachs et al., 2015; Ovalle-Rivera et al., 2015).

Una tarea clave para identificar en qué medida este tipo de sistemas de producción son sostenibles es la realización de evaluaciones (Arnés y Astier, 2016). Las evaluaciones de la sostenibilidad se realizan a través de una serie de marcos metodológicos que buscan hacer operativo el concepto de desarrollo sostenible para apoyar la toma de decisiones integrando las dimensiones ambiental, social y económica (Sala et al., 2015; Wulf et al., 2019) Dado que la sostenibilidad es una cualidad o principio aplicable a los sistemas que involucra una serie de evoluciones dinámicas para preservar su funcionamiento a corto y largo plazo, la evaluación de la sostenibilidad permite medir el estado y cambios de un sistema en relación a una serie de propiedades (Feil y Schreiber, 2017; Khalili, 2011). Para hacer operativo el concepto normativo (o ideológico) de desarrollo sostenible, se requiere el establecimiento de evaluaciones y mediciones de la sostenibilidad que integren el conocimiento de actores involucrados mediante procesos participativos (Spangenberg, 2011). Esta transición normativo-operacional requiere del abordaje de los cambios del sistema y la incorporación del conocimiento local en los procesos de evaluación.

Se han desarrollado diversos enfoques y técnicas de evaluación de la sostenibilidad (Wulf et al., 2019; Latruffe et al., 2016; Singh et al., 2012), no obstante, la mayoría se centran en la generación de indicadores sin profundizar en cómo integrar los cambios de los sistemas y las diversas perspectivas y conocimientos de los actores locales. Entre la diversidad de estudios orientados a evaluar la sostenibilidad de sistemas de producción o de los productores mismos se encuentran aquellos que se realizan a nivel unidad de producción mediante indicadores de las dimensiones ambiental, social y económicas (Lynch et al., 2019; Bertocchi et al., 2016; Vilain, 2000). Se han realizado evaluaciones a escalas regionales que utilizan indicadores de entradas (*inputs*) de los sistemas para evaluar rendimientos, carga ambiental y niveles de sostenibilidad (Liu et al., 2019; Cheng et al., 2017; Zhang et al., 2016; Wu et al., 2013). Otros estudios realizan evaluaciones de sostenibilidad con el enfoque de ciclo de vida



(Wulf et al., 2019; Nitchelm et al., 2018; Aziz et al., 2016; Foolmaun et al., 2013). Asimismo, se han desarrollado estudios orientados a evaluar la sostenibilidad de sistemas agroforestales a partir de análisis de medios de vida con productores de café y cacao (Salazar et al. 2018), con el uso de indicadores sociales, económicos y ambientales para comparar sistemas de producción de café (Duarte-Silvera, 2005; Pérez-Grovas, 2000), o bien, abordando específicamente una de las dimensiones de la sostenibilidad, como es el caso del balance de nutrimentos (Yepez-Pacheco et al., 2006).

En este trabajo se evaluó la sostenibilidad de los productores de tres cooperativas de café orgánico a partir de indicadores y un índice de sostenibilidad co-construido con el conocimiento de los actores locales. La investigación se desarrolló en cuatro municipios donde se ubica la Reserva de la Biósfera El Triunfo (REBITRI), una de las zonas con mayor producción y de mayor tradición cafetalera del estado de Chiapas. La producción de café bajo sombra ha sido una de las principales apuestas por parte de las autoridades de la REBITRI en su estrategia de conservación, por lo que en esta tesis se abordan los alcances de la estrategia en términos de conservación de la cobertura arborea, y la sostenibilidad de los de los productores. La evaluación fue realizada teniendo como referencia el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). La contribución de esta investigación es una propuesta metodológica que permite la incorporación de los cambios que ocurren en el agroecosistema desde el primer ciclo de evaluación del MESMIS. Esto se realizó a partir de una clasificación de productores que integra el conocimiento local y transiciones de uso de suelo que ocurrieron en los terrenos del productor entre 1999 y 2019. Asimismo, se identificaron diferencias estadísticas entre cada clase de productores para ciertos indicadores, lo cual permitió realizar recomendaciones diferenciadas.

## **1.2. Preguntas de investigación:**

Con base en lo anterior, esta tesis busca responder las siguientes preguntas:

¿En qué medida la apuesta de las autoridades de la REBITRI por impulsar la producción de café ha ayudado a contener el cambio de uso de suelo?

¿En qué medida los productores de café orgánico han podido transitar hacia la sostenibilidad?

¿Es posible incorporar los cambios temporales en el agroecosistema en la evaluación de la sostenibilidad?

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Evaluar la sostenibilidad de los productores de café orgánico de tres cooperativas e incorporar al estudio los cambios temporales observados en el agroecosistema entre 1999 y 2019, a partir de la inserción del conocimiento local, con la finalidad de establecer recomendaciones diferenciadas que les facilite la elaboración de agendas de trabajo eficientes.

#### **Objetivos particulares**

- Op1. Analizar la dinámica de la vegetación en zonas productoras de café al interior y exterior de la REBITRI a partir de mapas de transiciones de uso de suelo.
- Op2. Caracterizar el sistema de manejo, la relación productor-cooperativa y la percepción de los actores locales respecto a los cambios que ocurren en los terrenos de los productores.
- Op3. Construir un índice de sostenibilidad a partir de la identificación de puntos críticos del sistema de manejo, la selección y ponderación de indicadores con base en el marco MESMIS.
- Op4. Medir la sostenibilidad de la producción de café orgánico de las tres cooperativas.
- Op5. Realizar una clasificación de productores con base en la asociación entre los cambios percibidos por los miembros de las cooperativas y las transiciones de uso de suelo y determinar si existen diferencias estadísticas entre las clases de productores.

### **1.4. Hipótesis**

Dada la apuesta de las autoridades de la REBITRI por impulsar la producción de café bajo sombra, se observarán menores tasas de pérdida de vegetación en las zonas productoras de café al interior de la REBITRI respecto a las observadas en zona de influencia.

Se espera que los productores que pertenecen a cooperativas con mayor tiempo de operación tengan mayores niveles de sostenibilidad que aquellas de creación más reciente.

Se observarán diferencias estadísticas entre las clases de productores para diversos indicadores, lo que permitirá validar el éxito de la propuesta de incorporación de cambios a la evaluación de la sostenibilidad.

La estructura de esta tesis está conformada por cinco capítulos, incluyendo la presente introducción (Capítulo I). En el Capítulo II se detalla el marco teórico y de referencia, en el cual se abordan los elementos conceptuales de desarrollo sostenible, sostenibilidad y el marco MESMIS. Asimismo, se expone la definición de agroecosistema y agroecosistema sostenible, así como los elementos que los conforman. En el Capítulo III corresponde a métodos, mismo que se divide en dos secciones: en la primera se hace una descripción del área de estudio y se abordan los antecedentes de la producción cafetalera en la región; en la segunda se describe la propuesta metodológica que se utilizó en la investigación. En el Capítulo IV se exponen los resultados de la investigación. En el Capítulo V se hizo una discusión de los resultados obtenidos y, por último, en el Capítulo VI se realizaron las conclusiones y se expusieron las contribuciones y perspectivas del estudio.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Desde la segunda mitad del Siglo XX, se han desarrollado una serie de esfuerzos encaminados a comprender de mejor manera la relación sociedad-naturaleza. Ejemplos de ello ha sido la formalización del pensamiento sistémico (von Bertalanffy, 1968), la generación de esfuerzos multidisciplinarios para explicar la importancia del funcionamiento ecológico en términos económicos, durante la década de los sesenta (Gómez-Baggethun et al., 2010), la generación de diversos espacios de colaboración y discusión entre expertos, tales como la Conferencia del Medio Ambiente Humano y el Programa Internacional de la Geósfera-Biósfera (Bac, 2018). Sin embargo, no fue sino hasta la publicación del Reporte de la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo “Our Common future” (CMMAD, 1987) que se reconocieron las estrechas relaciones sociedad-naturaleza y se establecía al desarrollo sostenible como una condición necesaria para la reproducción de la vida tal como la conocemos. A partir de este momento, se establecería la necesidad de integrar marcos de conocimiento orientados a hacer operable el concepto de desarrollo sostenible y comprender de mejor manera las dinámicas complejas entre el sistema social y ecológico (Spangenberg, 2011; Liu *et al.* 2007).

En este contexto surgieron las ciencias de la sostenibilidad como un campo emergente orientado a comprender la complejidad que caracteriza a los problemas socioambientales desde la frontera ciencia-sociedad (Spangenberg, 2011; Kauffman, 2009). Las ciencias de la sostenibilidad se caracterizan por orientar la generación de conocimiento a partir de problemáticas y necesidades de la sociedad, de manera holística, aceptando la incertidumbre como parte de la comprensión de fenómenos complejos y con el involucramiento de diversos actores (Spangenberg, 2011). Para comprender las dinámicas que surgen de la interacción sociedad-naturaleza y los problemas asociados a éstas, es necesario adoptar un enfoque transdisciplinario, el cual integre conocimiento entre diversas disciplinas, pero también requiere de la participación de sectores no académicos en su construcción (Miller, 2012). Lo anterior exige pluralismo epistemológico y apertura por parte de los investigadores a conocer, aceptar y adoptar nuevos enfoques, de tal manera que les permita integrar conocimiento entre disciplinas y actores involucrados (Kates et al., 2001; Maass, 2012; Fischer et al., 2015).

El estudio de los problemas de sostenibilidad requiere transitar de la adopción de enfoques interdisciplinarios a los transdisciplinarios (Sala et al., 2015). La transdisciplina es un enfoque de investigación orientado a generar conocimiento mediante la inclusión e interacción de múltiples disciplinas con actores operativos fuera de la academia (Lang et al., 2012). La transdisciplina en ciencias de la sostenibilidad surge de la creciente tendencia de formar puentes entre la sociedad y la ciencia para resolver problemas y situaciones complejas, lo cual requiere de nuevo conocimiento y su conformación con actores no académicos para generar alternativas de acción (Brandt et al., 2013; Lang et al., 2012; McGregor, 2004). Adoptar un enfoque transdisciplinario permite que los esfuerzos colaborativos entre las distintas comunidades de conocimiento incrementen la legitimidad y apropiación respecto al problema en estudio y las alternativas de solución (Lang et al., 2012). No obstante, la transdisciplina tiene importantes retos. Por un lado, se trata de un enfoque relativamente nuevo en el cual se destaca la ausencia de marcos que permitan la integración de diversos métodos entre disciplinas y perspectivas entre los actores, mientras que, por otro lado, los esfuerzos para establecer un lenguaje común que facilite la interacción entre la comunidad científica y la sociedad y permita la co-creación de conocimiento en sus distintos niveles, aún se encuentran en desarrollo (Klenk y Meehan, 2015; Brandt et al. 2013; Kauffman, 2009).

Con base en lo anterior, a continuación se describen los elementos teóricos-conceptuales que permiten la comprensión de las relaciones sociedad-naturaleza en el ámbito de un agroecosistema, como lo es la producción de café orgánico. Asimismo, se profundiza en los conceptos de desarrollo sostenible y sostenibilidad para dar pauta a la evaluación de la sostenibilidad como una vía de hacer operable el concepto de desarrollo sostenible. Por último, este capítulo cierra con la descripción del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sostenibilidad.

## **2.1. El agroecosistema como un sistema complejo adaptativo**

El concepto de agroecosistema tiene su origen en la agroecología, la cual es definida comúnmente como “la aplicación de los principios y conceptos ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles” (Gliessman, 2018). La agroecología surge como concepto durante la década de los veinte del Siglo XX y décadas más tarde como disciplina,

en la cual el agroecosistema es el modelo conceptual de estudio de la complejidad de la agricultura (Gallardo-López et al., 2018). En ese sentido, el agroecosistema se ha erigido por muchos autores como la unidad de análisis de la agroecología en donde ocurren las diversas relaciones complejas (León-Sicard et al., 2018).

Existen diversas definiciones de agroecosistema, cada una dependiendo el énfasis con el que se quieren abordar las diversas relaciones entre la sociedad y el ambiente en relación a la producción de bienes y servicios. De acuerdo con Altieri (2002), los agroecosistemas son “*comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano*”. Para Gliessman (1990) y León-Sicard et al. (2018), el agroecosistema es un ecosistema que ha sido modificado por el ser humano con el objetivo de obtener bienes y servicios con diferentes propósitos y es el lugar donde ocurren complejas interrelaciones entre los componentes socioambientales. Garbach et al (2014) lo define como ecosistemas agrícolas que incluyen los componentes humano y biofísico y sus interacciones. En estas definiciones se hace referencia a un ecosistema que ha sido modificado por el ser humano con el objetivo de producir bienes y servicios y en el cual subyacen una serie de relaciones complejas entre componentes socioambientales.

Con base en lo anterior, un agroecosistema es un sistema complejo adaptativo en donde cada agente individual tiene la capacidad de cambiar y aprender (Newlands, 2006). En estos sistemas de manejo, las propiedades macroscópicas surgen de acciones locales y se trasladan a escalas amplias de comportamiento colectivo, lo cual implican compensaciones (trade-offs) relacionadas con las características o propiedades centrales de los sistemas complejos adaptativos (Levin et al., 2012). Las principales propiedades de los sistemas complejos adaptativos son la no linealidad, retroalimentación, organización jerárquica, auto-organización y emergencia, multiplicidad de estados estables, modularidad, co-evolución, resiliencia, adaptabilidad y transformabilidad (Brownlee, 2007; Holland, 1992).

La no linealidad se refiere a que no es posible predecir el comportamiento dinámico de un sistema complejo a partir de criterios de proporción en los cambios de sus componentes (Ladyman y Wiesner, 2011). La retroalimentación es el resultado del entramado de interacciones socio-ecológicas como flujos de materia, energía e información, lo cual deriva

en un sentido de estímulo-respuesta (Ryan et al., 2007). La organización jerárquica se refiere al carácter multinivel del agroecosistema, el cual está organizado en distintos niveles de estructura en la cual sus componentes interactúan entre sí, lo que da cuenta de sistemas o subsistemas que conforman una entidad (Ladyman y Wiesner, 2011). La auto-organización y emergencia son conceptos estrechamente asociados. La emergencia es el surgimiento de una nueva propiedad global del sistema derivado de las interacciones no lineales de los componentes (Brownlee, 2007), mientras que la auto-organización es la propiedad del sistema que resulta de las interacciones y da como resultado la emergencia global del sistema (Heylighen, 2008). La multiplicidad de estados estables se refiere a la capacidad del sistema de experimentar múltiples estados donde los componentes pueden operar dentro de límites impuestos por propiedades del ambiente, y que están relacionados con la velocidad del cambio del sistema y su capacidad de adaptar su estructura y funciones (Ryan et al., 2007). La modularidad es el grado en el cual los componentes del sistema pueden separarse o combinarse (Levin et al., 2012). Por último, la co-evolución es la mejora en el comportamiento colectivo de los componentes, es decir, del desenvolvimiento derivado de la adaptación mutua y la coordinación de sus acciones para lograr sinergias que ayuden a sus funciones (Heylighen, 2008).

Adicionalmente a las propiedades anteriormente descritas, se destacan otras tres propiedades asociadas estrechamente con la sostenibilidad de los sistemas complejos. Estas son la resiliencia, la adaptabilidad y transformabilidad (Brown, 2016; Walker et al., 2004). De acuerdo con Walker et al. (2004), la resiliencia *“es la capacidad de un sistema de absorber disturbios y reorganizarse al mismo tiempo que experimenta un cambio, de tal manera que aún conserva su función, estructura, identidad y retroalimentación”*. Esta definición es resultado de la evolución del concepto de Holling (2002), la cual destacaba la capacidad de absorber el cambio y disturbio para mantener la estructura del sistema. Walker et al. (2004) establece que cuatro aspectos cruciales de la resiliencia: 1) latitud, como el monto máximo en que un sistema puede ser modificado sin perder la habilidad de recuperarse; 2) resistencia, que es la facilidad o dificultad de cambio; 3) precariedad, que se refiere a qué tan cercano está el estado actual del sistema de un límite y; 4) panarquía, que refiere a la influencia que tienen las dinámicas del sistema en diferentes escalas en la resiliencia del sistema, dadas sus interacciones. La adaptabilidad, por otro lado, es definida

como “la capacidad de los actores en un sistema de influir en la resiliencia” (Walker et al. 2004). De acuerdo con Folke et al. (2010), la adaptabilidad de un sistema le permite aprender y combinar experiencias y conocimiento para ajustar sus respuestas al cambio ante impulsores externos y procesos internos que le permitan desarrollarse dentro de su estabilidad actual. La adaptabilidad depende fundamentalmente de las acciones implementadas al interior del sistema social, las cuales pueden tener como resultado la modificación de los umbrales respecto del estado actual del sistema, acercar o alejar el estado actual de los umbrales del sistema, haciendo que el umbral sea más sencillo o difícil de alcanzar o gestionar interacciones entre escalas para evitar o generar una pérdida de resiliencia multi-escalar. Por último, la transformabilidad es “*la capacidad de transformar el propio paisaje de estabilidad para convertirse en un tipo diferente de sistema o un sistema fundamentalmente nuevo cuando las estructuras ecológicas, económicas o sociales hacen que el sistema sea insostenible*” (Folke et al. 2010). Para Redman (2014), la transformación de un sistema es una alteración fundamental del sistema toda vez que las condiciones ecológicas, sociales y económicas se vuelven insostenibles, lo que implica una reorganización radical del sistema.

Bajo estas consideraciones, en los agroecosistemas los productores interactúan con los ecosistemas, reemplazando algunas comunidades nativas con cultivos, los cuales son manipulados mediante diversas prácticas de manejo, modificando sus propiedades dinámicas, aunque manteniendo algunos de sus procesos ecológicos (Conway, 1987). En el agroecosistema pueden llevarse a cabo prácticas agroecológicas que crean sinergias entre los procesos ecológicos y la producción de los cultivos, lo que significa que los productores se benefician del funcionamiento de los ecosistemas y éstos mantienen su funcionamiento gracias a que no hay una alteración sustancial que modifique su estructura. Pese a que el agroecosistema puede funcionar en un estado estable determinado por los límites del ambiente, en términos de organización jerárquica, este se encuentra anidado en un sistema de mayor nivel, lo cual no garantiza la eficiencia y estabilidad del sistema (Wu, 2013). En ese sentido, el agroecosistema se encuentra anidado en un sistema alimentario cuyas dinámicas difieren de los preceptos de la agroecología, y cuya retroalimentación tiene efectos en el comportamiento del agroecosistema, lo cual refleja que las interacciones no son óptimas debido a la rigidez entre niveles y los altos controles de arriba abajo (Wu, 2013).



## **2.2. Desarrollo sostenible y sostenibilidad**

El Informe Bruntland, publicado en 1987, concretó una serie de esfuerzos desarrollados durante la segunda mitad del siglo XX en el abordaje de las relaciones sociedad-naturaleza y la evidencia de crisis ambiental global. Este informe destacó el concepto de desarrollo sostenible, el cual se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades humanas fundamentales, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades (CMMAD, 1987), lo cual implica preservar los sistemas de soporte de vida del planeta (Gallopín, 2004). En términos conceptuales, el desarrollo sostenible implica una serie de procesos y prácticas centradas en mejorar la vida humana, con la visión a largo plazo de erradicar la pobreza, reducir la desigualdad a la par que se realiza una producción y consumo más sostenible (Feil y Schreiber, 2017). El enfoque de desarrollo sostenible ha sido el punto de partida para el establecimiento de las bases normativas orientadas a la definición de acciones y metas de desarrollo, así como el involucramiento de diversas disciplinas y sectores de la sociedad en su abordaje, para hacer simbiosis entre la actividad humana y el ambiente, de tal forma que contribuya a hacer operativo el concepto normativo de desarrollo sostenible (Spangenberg, 2011; Miller, 2013).

Por otro lado, la sostenibilidad es una cualidad o principio aplicable a los sistemas, la cual involucra una serie de evoluciones entre los componentes sociales, económicos y ambientales para preservar su funcionamiento a través de perturbaciones, a corto plazo, y su cambio, a largo plazo (Feil y Schreiber, 2017; Brinsmead y Hooker, 2011). La sostenibilidad de un sistema se asocia con el concepto de sostenibilidad fuerte, el cual refiere a que la naturaleza no puede ser sustituida por capital físico o humano y que se requiere mantener cantidades mínimas de capital económico, social y natural de manera independiente, por lo que los ecosistemas son esenciales para la producción, el consumo y el bienestar (Gallopín, 2003). De acuerdo con Gallopín (2003) las propiedades básicas que requiere un sistema sostenible son: 1) contar con disponibilidad de recursos; 2) adaptabilidad y flexibilidad para detectar cambios en el entorno y adaptarse a las nuevas condiciones; 3) la capacidad del sistema de preservar valores esenciales de variables internas que les permita mantener

estabilidad y estructura y, 4) la capacidad de dar respuesta y cambiar de estrategias ante perturbaciones.

En el caso de la sostenibilidad de los agroecosistemas, el concepto depende de cómo es percibido por los diferentes actores involucrados, por lo que para su comprensión es necesario diferenciar los conceptos de “prescripción de objetivos” y “descripción del sistema” (Siebrecht, 2020). De acuerdo con Siebrecht (2020), el concepto prescripción de objetivos parte de la interpretación de la sostenibilidad desde un enfoque ideológico, donde determinadas prácticas de manejo son predefinidas para que el sistema sea sostenible, mientras que el concepto descripción del sistema aborda la sostenibilidad como la capacidad de cumplir con una serie de objetivos o como la capacidad de continuar en el tiempo. En el caso de la prescripción de objetivos, Pretty (2008) establece que para lograr la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y agroecosistemas se requiere la adopción de cuatro principios: 1) integrar procesos biológicos y ecológicos dentro del proceso de producción; 2) minimizar el uso de insumos no renovables; 3) hacer productivo el uso de conocimiento y habilidades de los productores para mejorar su auto-dependencia y; 4) hacer un uso productivo de las capacidades colectivas de los productores para trabajar en conjunto en la resolución de problemas comunes. Por otro lado, el concepto de descripción del sistema se asocia a los procesos de evaluación de la sostenibilidad para medir el estado y cambios del sistema en relación con las propiedades que le permitan mantenerse en el tiempo (Khalili, 2011).

Con base en lo anterior, para llevar a cabo evaluaciones de la sostenibilidad de agroecosistemas que permitan describir el sistema a partir de una serie de principios de lo que se busca “sostener”, es necesario adoptar enfoques sistémicos y multidimensionales que permitan la integración del conocimiento local (Sala et al., 2015). Existen diversos enfoques para evaluar la sostenibilidad con diferentes niveles de participación de los actores locales (Wulf et al., 2019; Quintero-Ángel y González-Acevedo, 2018). Entre estas aproximaciones destaca el MESMIS, pues no solo es una metodología de evaluación sino que es una propuesta teórico-práctica ampliamente utilizada cuyas características permiten una evaluación integral. A continuación se abordará con mayor profundidad este marco de evaluación.

### **2.3. Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS)**

El MESMIS es un marco de evaluación de carácter cíclico, participativo, sistémico y multi-escalar, dado que la sostenibilidad es concebida de manera dinámica, multidimensional y ubicada en un contexto espacio-temporal definido que permite identificar puntos críticos en el sistema socio-ecológico en estudio que impiden alcanzar la sostenibilidad (Quintero-Angel y González-Acevedo, 2018; Balvanera *et al.* 2017; Maser et al. 2000). Esta propuesta metodológica facilita la medición de variables del sistema para transitar hacia su sostenibilidad, pues evalúa la evolución del sistema a partir de dos momentos en el tiempo con base en indicadores de siete atributos sistémicos relacionados a las dimensiones social, ambiental y económica (López-Ridaura *et al.*, 2008). Es cíclico porque una vez que concluyen los seis pasos que conforman al marco, se lleva a cabo un proceso de retroalimentación que permite generar alternativas e implementar acciones que dirijan al sistema en estudio hacia la sostenibilidad, lo cual permite la realización de la evaluación en un segundo momento (Galván-Miyoshi *et al.* 2008). Es participativo porque su implementación exige la incorporación de las opiniones, puntos de vista y creciente involucramiento por parte de los actores involucrados. En ese sentido, el marco favorece la co-construcción de conocimiento al adoptar un enfoque transdisciplinario que permite intensificar el involucramiento de los actores en el sentido que plantea Stauffacher *et al.* (2008), al pasar de la simple información contextual hasta un eventual empoderamiento. No obstante, pese a que el empoderamiento de los actores requiere de tiempo y trabajo continuo de colaboración para modificar las estructuras “convencionales” en los cuales se guían los procesos epistémicos, la naturaleza transdisciplinaria del marco permite el mejoramiento del aprendizaje mutuo y la retroalimentación entre actores académicos y no académicos (Nyang’au *et al.* 2018). El carácter sistémico y multi-escalar del MESMIS exige considerar los diferentes elementos (y sus relaciones) que existen entre las dimensiones social, ambiental y económica, las cuales ocurren a diferentes escalas. Esto permite la identificación de propiedades o atributos relacionados con la función de un sistema de manejo de recursos naturales. Estos atributos sistémicos buscan reflejar los elementos necesarios para su regulación y transformación, entre las que destacan la resiliencia, adaptabilidad y la transformabilidad (Galván-Miyoshi *et al.*, 2008).

El proceso de evaluación del MESMIS consiste en seis pasos (Ver figura 1), los cuales son aplicados de manera cíclica (Tonolli y Ferrer, 2018). De acuerdo con Masera et al. (2000), los seis pasos se describen a continuación: El paso 1 corresponde a la determinación y caracterización del objeto de estudio, en el cual se establece la escala de estudio y se describen las características de los componentes del sistema de manejo y sus relaciones en términos de flujos. En este paso se hace un especial énfasis en el tipo de manejo que se lleva a cabo, las formas de organización y las características socioeconómicas y del contexto territorial. El paso 2 corresponde a la determinación de fortalezas y debilidades del sistema de manejo, mediante la identificación de puntos críticos considerando los atributos sistémicos del sistema de manejo. En el paso 3 se seleccionan o construyen los indicadores estratégicos que se utilizarán para medir los atributos sistémicos, los cuales serán calculados y, en su caso, monitoreados en el Paso 4. En los pasos 5 y 6, la información resultante es presentada ante los actores involucrados para su retroalimentación y la definición de conclusiones, en las cuales se definen las líneas de acción para mejorar procesos y capacidades necesarias para mantener el funcionamiento del sistema de manejo a través del tiempo.

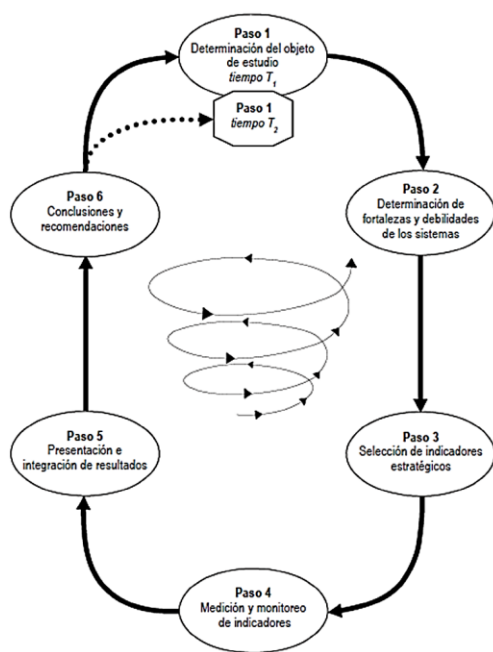


Figura 1. Ciclo de evaluación del MESMIS  
Fuente: Masera et al. 2000.

La fortaleza sistémica y multi-escalar del MESMIS radica en la conformación participativa de indicadores que permiten cuantificar el nivel de sostenibilidad de los sistemas

de manejo dados los procesos clave y puntos críticos identificados. Estos indicadores se encuentran asociados a siete atributos sistémicos que, como se explicó anteriormente, buscan dar cuenta de la resiliencia, adaptabilidad y transformabilidad del sistema para evaluar su capacidad de transitar hacia la sostenibilidad. Es importante precisar que, aunque dos de los atributos sistémicos llevan por nombre resiliencia y adaptabilidad, éstos no integran en su totalidad a los conceptos descritos previamente, sino que lo hacen en complemento con el resto de los atributos. De acuerdo con García-Barrios *et al.* (2008), la medición se basa en siete atributos sistémicos:

1. *Productividad*. Es el nivel de bienes y servicios que brinda el proceso por unidad de tiempo y por unidad de insumo invertido
2. *Estabilidad*. Cuantifica la estabilidad de los procesos productivos a partir de mecanismos internos que autorregulan el estado de sus variables críticas, es decir, que se mantengan dentro de los rangos que permite que el proceso funcione.
3. *Resiliencia*. Es la velocidad con la que la variable perturbada regresa a su estado previo. Se presenta únicamente en procesos estables.
4. *Confiabilidad*. Ocurre cuando las perturbaciones llevan a las variables que permiten el funcionamiento fuera de los límites de tolerancia. Esto sucede si crece la frecuencia con la que se presenta la perturbación, disminuye la resistencia de la variable ante la perturbación o si disminuye el rango de valores de la variable en el cual es reversible.
5. *Adaptabilidad*. Es la capacidad de un proceso de reorganizarse internamente para seguir funcionando cuando presenta cambios internos o externos irreversibles.
6. *Autogestión*. Un proceso tiene mayor autogestión si su capacidad para funcionar, regularse y evolucionar depende más de sus propios recursos, interacciones y procesos internos, y menos de condiciones, perturbaciones e intervenciones externas.
7. *Equidad*. Ocurre cuando el proceso permite distribuir de manera apropiada los beneficios y costos entre los agentes sociales que participan en él.

Existe una amplia documentación sobre diversos estudios en los cuales se ha aplicado el MESMIS, la mayoría de ellos desarrollados en América Latina, aunque también se observan casos en España, Portugal, Estados Unidos, entre otros (Astier et al., 2012). Estos estudios se centran en productos agrícolas y agroalimentarios, como el limón, algodón y tequila

(Orozco y Astier, 2007; Gomero y Velázquez, 2007; Bowen y Zapata, 2009); producción pecuaria de carácter convencional, orgánica o silvopastoril (Salcedo y García-Trujillo, 2005; North y Hewes, 2006; Gomes de Almeida y Bianconi, 2007; Gutiérrez-Cedillo et al., 2012; Ripoll-Bosch et al., 2012); uso de tecnologías y sistemas de manejo productivo (Guevara et al., 2000; Ocampo-Fletes, 2004; Merlin, 2009); producción de bioenergía (Valdez-Vázquez et al., 2017); entre otros. En el caso de sistemas agroforestales, destacan los estudios sobre cacao (Priego-Castillo et al. 2009) y café (Pérez-Grovas, 2000; Cárdenas-Grajales et al., 2006), mientras que Vallejo Cabrera et al (2020) combinan el marco MESMIS con el uso del análisis de correspondencia múltiple en agroecosistemas, incluyendo café, en un área de Reserva Rural en Colombia.

Las principales limitaciones del marco radican en que no integra los principios de las Leyes de la Termodinámica y existe ambigüedad en el establecimiento de los pesos que tienen la medición de sus atributos sistémicos (Quintero-Angel y González-Acevedo, 2018). Otras limitantes del marco son presentadas por Tonolli y Ferrer (2018), quienes consideran dos principales debilidades. La primera consiste en que, al ser un marco que se aplica en casos de estudios semi-cuantitativos, dadas las circunstancias y procesos particulares, tiene un limitado poder de generalización. La segunda se refiere a su condición cíclica de evaluación, pues esta característica puede traducirse en modificaciones basadas en situaciones circunstanciales, lo cual puede generar conclusiones imprecisas sobre los puntos críticos del sistema en estudio. No obstante, a pesar de estas limitaciones, el MESMIS es parte de los esfuerzos para lograr evaluaciones más holísticas. De hecho, todos los métodos de sostenibilidad presentan ventajas y limitantes (Bell y Morse, 2010).

## CAPÍTULO 3. MÉTODO

### 3.1. Área de estudio

La Reserva de la Biósfera El Triunfo (REBITRI) es una de las cuatro Áreas Naturales Protegidas que conforman el Complejo Sierra Madre de Chiapas. Esta Reserva, cuyo decreto data de 1990, cuenta con 119 mil hectáreas y se encuentra estructurada de la siguiente manera (Ver figura 2): 26 mil hectáreas en cinco áreas núcleo, las cuales son zonas mejor conservadas o no alteradas que se destinan a la protección e investigación sobre la biodiversidad; 93 mil hectáreas corresponden a una zona de amortiguamiento en donde se promueven actividades sostenibles, en la cual habitan alrededor de 14,000 habitantes en 29 ejidos, 338 propiedades privadas y una tierra comunal (CONANP, 2018; FMCN-CONANP, 2010). Posterior a la publicación del Programa de Manejo de la REBITRI (INE, 1998) se delimitó un polígono de influencia de la reserva, en el cual se observa una amplia riqueza natural y que es considerada por la autoridades de la CONANP con potencial para su manejo con criterios ecológicos y con la consulta y participación de sus habitantes (INE-CONABIO, 1995).

La REBITRI se extiende a lo largo de un macizo montañoso, altamente escarpado, en dirección a la depresión central y la vertiente del pacífico, en el sur de Chiapas. La geología de la REBITRI está conformada fundamentalmente por rocas ígneas intrusivas, sedimentarias y metamórficas (INEGI, 2005). El 85% de la superficie de la REBITRI corresponde a diferentes tipos de bosques y selvas (INEGI, 2016), de los cuales destaca el bosque mesófilo de montaña por su importancia ecosistémica (Jiménez Ortega et al., 2019)

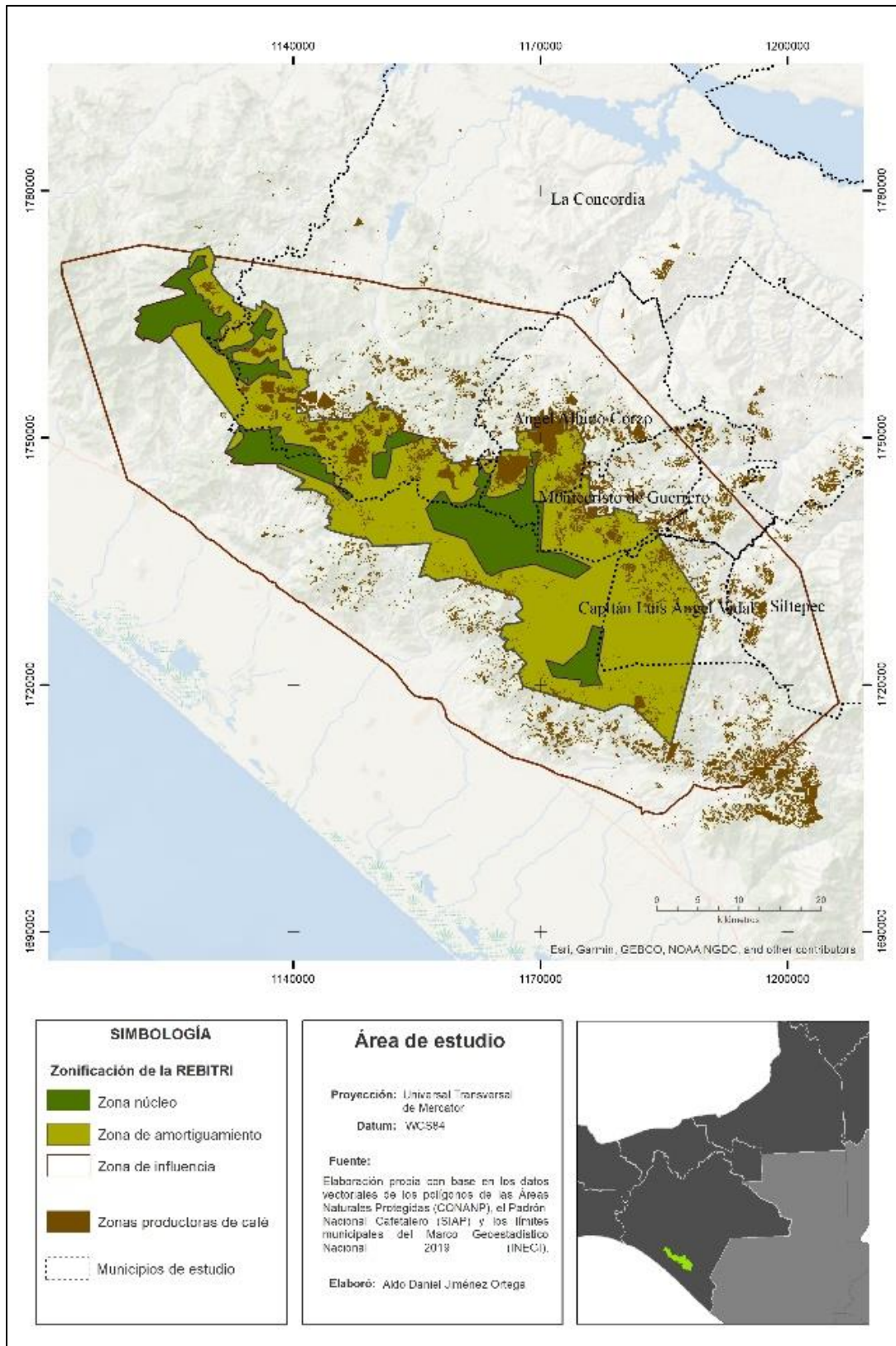


Figura 2. Área de estudio.  
Fuente: Propia con datos vectoriales de CONANP e INEGI.



La Sierra Madre de Chiapas cuenta con una importante tradición cafetalera desde la segunda mitad del siglo XIX, cuando se llevó a cabo la colonización de las laderas de la sierra por parte de finqueros procedentes de Europa y el desplazamiento de campesinos e indígenas hacia las partes más elevadas, quienes posteriormente eran incorporados como mano de obra en las fincas (Penagos, 2016; Tarrío García y Concheiro Bórquez, 2006). El dinamismo del mercado internacional, así como la generación de infraestructura ferroviaria y carretera permitieron mantener la actividad cafetalera en las grandes fincas durante las primeras décadas del siglo XX (Tarrío García y Concheiro Bórquez, 2006). Posteriormente, la atención a las demandas de tierra por parte de los campesinos mediante el reparto agrario durante la década de los treinta, dio pauta a una importante reconfiguración agraria orientada a reducir el latifundio (Tarrío García y Concheiro Bórquez, 2006). Con lo anterior, los predios cafetaleros mayores a cinco hectáreas, que en 1940 representaban el 95.8%, pasaron a ser el 25.4% en 1990 y a 23.9% en 2010 (Pérez Akaki, 2013). Asimismo, la generación de incentivos públicos en materia de precios e insumos, así como la creación y operación del Instituto Mexicano del Café (INMECAFE), fueron factores que permitieron el incremento del número de productores y superficie cafetalera hasta la década de los ochenta (Pérez Akaki, 2013).

Hacia la segunda mitad del siglo XX, Chiapas se posicionó como la entidad con la mayor producción de café y la región de la Sierra Madre de Chiapas como una de las zonas más importantes del cultivo al interior de la entidad (Pérez Akaki, 2013). Durante la década de los setenta, se materializaron los primeros esfuerzos de conservación en la región por parte del Instituto de Historia Natural y el Gobierno de Chiapas, el cual decretó siete “Áreas Naturales Típicas del Estado de Chiapas” (Castro Hernández, 2019). La creciente presencia de organizaciones conservacionistas permitió establecer procesos de trabajo conjunto con productores de café y, con ello, se sentaron las bases para la promoción de modelos organizativos de productores (Enríquez et al. 2019).

La disolución del INMECAFE y el colapso del Acuerdo Internacional del Café a finales de los ochenta dieron como resultado una fuerte caída en los precios del café por sobreoferta, así como la reducción y eliminación de los apoyos a la producción y comercialización (Jurjonas et al., 2016). Esta situación, combinada con los procesos de promoción de modelos organizativos, impulsó la creación de cooperativas de producción

orgánica y comercio justo para campesinos e indígenas, tanto dentro como fuera de la REBITRI (Castro Hernández, 2019; Jurado, 2014). En este contexto surge la REBITRI, decretada en 1990 y cuyo plan de manejo se publicó nueve años después (INE, 1998). Fue precisamente durante esta década cuando se dio el “boom” de la conformación de cooperativas de café orgánico en la REBITRI y zonas aledañas.

### ***Sistemas de producción de café en la REBITRI***

El *Coffea arabica* es la principal especie de café que se produce tanto en la entidad como en la REBITRI, la cual se desarrolla en condiciones de aptitud agroecológica entre los 1,100 y los 2,000 metros de altitud, en pendientes inferiores al 60%, con precipitación media acumulada anual entre los 750 y 3,000 milímetros y temperatura media anual entre los 16 y 28 grados celcius (Sotelo *et al.* 2012; Ruiz *et al.* 2013; González y Hernández, 2016). Las variedades de la especie arabica que tienen mayor presencia son la typica, bourbon rojo, bourbon amarillo y caturra, mientras que las variedades con presencia, aunque en menor proporción, son la catuai, catimor y mundo novo (Medina-Meléndez *et al.* 2016). En el Plan de Manejo de la REBITRI se identifican tres sistemas de producción de café de sombra, los cuales tienen un sistema de manejo, comercialización y estructuras organizacionales muy particulares. Estos son el sistema campesino, el finquero y el orgánico. Pese a que esta investigación se enfoca de manera exclusiva al sistema de producción orgánico, resulta pertinente describir cada uno de ellos.

#### a) Campesino o convencional

Este sistema es el que más productores concentra en la REBITRI, aunque se desconoce el número exacto. La producción de café en el sistema campesino se lleva a cabo bajo el manejo de policultivo tradicional (Ver figura 7), ubicadas bajo un dosel diversificado de árboles nativos e introducidos que proporcionan un porcentaje de sombra que, combinado con los bajos niveles asistencia técnica, generan rendimientos bajos y medios (Jurado y Bartra, 2012; Toledo y Moguel, 2012). Si bien es cierto que la cafecultura que se practica en sistemas agroforestales de policultivo tradicional se adapta de mejor manera a las condiciones de los ecosistemas, es importante precisar que su producción se combina con cultivos como el maíz y el frijol para autoconsumo, en gran parte de los casos a través del sistema milpa y la práctica de roza-tumba-quema, lo que genera daños a los ecosistemas por

la remoción de la cubierta vegetal y su eventual quema, la cual ha sido causante de incendios y graves afectaciones tanto al interior como al exterior de la reserva (Toledo y Moguel, 2012; INE, 1998).

La cafeticultura campesina se lleva a cabo en predios con una superficie de 0.5 a 4 hectáreas, en localidades con alta presencia indígena y fundamentalmente con mano de obra familiar (INE, 1998). La comercialización del café se realiza mediante intermediarios o acaparadores, quienes compran el café en cereza y pergamino a precios bajos, los cuales pueden ser incluso menores de acuerdo con la calidad (Jurado, 2014). Se trata de un sistema de producción altamente vulnerable que se encuentra sujeto a las restricciones de uso de suelo de la REBITRI, al uso de agroquímicos, a bajos rendimientos, a una alta variabilidad de precios, así como a las condiciones adversas de sus territorios por las características el relieve y su inaccesibilidad (Ellis, 2000).

#### b) Finquero

La cafeticultura de fincas se caracteriza por eliminar la mayoría de árboles nativos e inducir especies del género *Inga*, contar con altos rendimientos basados en la fertilización y el control químico de plagas, comercialización en mercados consolidados, además de tener un impacto mediano-fuerte en los suelos y cuerpos de agua debido a la contaminación por agroquímicos y los desechos que produce (INE, 1998). La información referente a este sistema de producción no es abundante, no obstante, está asociado a superficies mayores a los dos sistemas anteriormente descritos, además de contar con propiedad privada como régimen agrario. De acuerdo con García *et al.* (1993), los productores con superficies de hasta 30 hectáreas se encuentran distribuidos tanto en propiedad social como privada, mientras que aquellos con más de 30 hectáreas se distribuyen principalmente en propiedad privada.

#### c) Orgánico

El sistema de producción orgánico es el que mayor impulso ha tenido por parte de los programas y proyectos que desarrollan al interior de la REBITRI, pues está orientado a mejorar la calidad de vida de los productores y sus familias a la par que es un aliado para la conservación de los ecosistemas. Este sistema fue establecido como una alternativa ante el alto intermediarismo, la ausencia de asistencia técnica y financiamiento, así como de la

necesidad de participar en eslabones más avanzados de la cadena (Sánchez-Juárez, 2015). La producción orgánica de café se realiza fundamentalmente bajo esquemas de cooperativas de productores, las cuales se caracterizan por diversificar servicios para los productores que la conforman, tales como comercialización, crédito, asistencia técnica, insumos agrícolas, entre otros (Anderzen et al., 2020). La creación de cooperativas se acentuó tras la disolución del INMECAFE, organismo que compraba a precio preferencial y proveía a los productores diversos servicios, cubriéndose este vacío bajo esta forma de organización (Jurjonas et al., 2016). Entre las principales cooperativas de productores de café destacan: Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S.C. (CESMACH), Finca Triunfo Verde S.C., Comon Yaj Noptic, Indígenas Campesinos Ecológicos de Ángel Albino Corzo S.C. (ICEAAC), Sierra Azul S.C., Organización de Productores Ecológicos Regional S.C. (OPER), Café Capitán, entre otras.

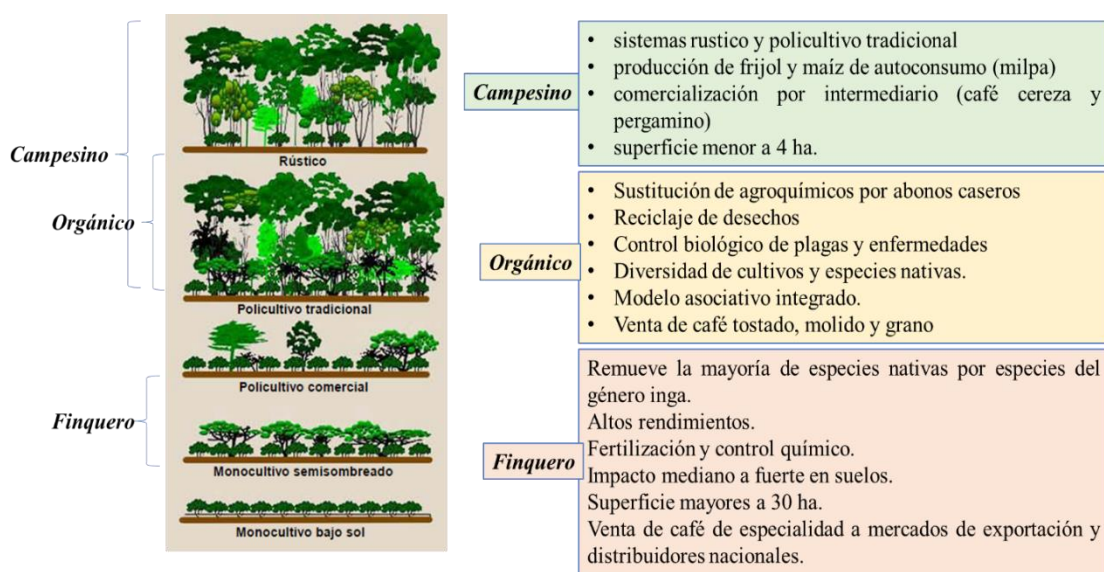


Figura 3. Asociación de los sistemas de producción de la Reserva de la Biósfera El Triunfo con la tipificación propuesta por Toledo y Moguel (2012).

Fuente: Toledo y Moguel (2012) con ajustes propios.

Esta investigación se llevó a cabo con tres cooperativas de productores, las cuales manifestaron su interés en colaborar y conformar agendas de investigación participativa. Estas cooperativas son: 1) Finca Triunfo Verde, creada en el año 2000; 2) Comon Yaj Noptic, fundada en 1995 y; 3) Café Capitán, constituida en 2018. El área de estudio se limita a las zonas de los municipios de Ángel Albino Corzo, La Concordia, Capitán Luis Ángel Vidal y Siltepec, los cuales concentran la mayor producción y comercialización en la REBITRI.

### **3.3. Metodología**

La metodología se estructura en dos apartados. En el primero describe el procedimiento que se llevó a cabo para abordar las dinámicas de la producción de café en la zona de amortiguamiento y de influencia de la REBITRI. En el segundo apartado se muestran los pasos que conforman la evaluación de la sostenibilidad de los productores, así como el proceso mediante el cual se realizó el análisis de cambios, partiendo de la clasificación de productores como vía para explicar los cambios que ocurren en este agroecosistema. Lo anterior da cuenta de una propuesta metodológica de carácter multiescalar y participativa que integra métodos cuantitativos y cualitativos. A continuación se describen de manera detallada cada uno de estos.

#### **3.2.1. Dinámicas de la producción de café en la REBITRI**

##### *Relación entre la producción de café - REBITRI*

El abordaje de la relación entre la producción de café y la REBITRI se realizó a partir de tres elementos: los primeros pasos de la relación café – REBITRI, el impulso a la producción de café por parte de la REBITRI y la identificación de otros programas de apoyo a la producción de café. Para ello, se realizaron entrevistas a las autoridades de la REBITRI y organización no gubernamental AMBIO, esta última elegida mediante “bola de nieve” a partir de la referencia por parte de CONANP. El propósito de estas entrevistas fue conocer un panorama actual e histórico de la relación entre la REBITRI y la producción de café. Para ello, se diseñaron dos guiones de entrevistas semi-estructuradas (Ver Anexo 1). Asimismo, se realizaron mesas de trabajo con técnicos y representantes de las cooperativas para conocer cómo ha sido la relación de cada organización con la REBITRI, qué acciones de fomento a la cafecultura se han impulsado desde la REBITRI y qué otros programas de apoyo a la producción de café tienen presencia en la región. A partir de lo anterior, se realizó una búsqueda bibliográfica de las características principales de los programas implementados en la región.

### *Cambio de uso de suelo en zonas productoras de café*

Con base en el objetivo particular 1 “*Identificar las dinámicas de cambio de uso de suelo en las zonas productoras de café al interior y exterior de la REBITRI*”, el punto de partida en este primer apartado fue obtener un mapa de transición de uso de suelo. Para ello, se llevó a cabo el procesamiento de imágenes Landsat 5 y 8 para los años 1999 y 2019 y se obtuvieron seis clases: agricultura, pastizales, bosque primario, bosque secundario, cuerpos de agua y otras coberturas. La clasificación se realizó mediante el método supervisado mediante redes neuronales artificiales (ANN) a partir del uso del software ENVI 5.5. El ANN es un modelo de procesamiento de información inspirado en el mecanismo del cerebro humano, el cual hace uso de una red neuronal multicapa iterativa para realizar la clasificación supervisada (Mas y Flores, 2008; Jensen et al., 2009; Li-na y Xiang-nan, 2011). Las muestras de calibración y verificación fueron obtenidas de datos geospaciales de las Series de Uso de Suelo y Vegetación II (INEGI,) y III (INEGI), del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2014), así como datos de la actividad de monitoreo para el programa REDD + mexicano (CONABIO, 2019). El mapa de transición se generó mediante la superposición de las imágenes con álgebra de mapas en el software ArcMap 10.4.1.

Una vez obtenido el mapa de transición de uso de suelo, se realizó la superposición con las zonas cafetaleras del área de estudio y obtuvieron las principales estadísticas diferenciando aquellas que se encuentran al interior de la REBITRI, las cuales incluyen la zona de amortiguamiento y núcleo, respecto a las que ubican al exterior, en la zona de influencia de la REBITRI. Para ello, se utilizaron los datos vectoriales del padrón cafetalero del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera obtenido a través del Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica (CEIEG, sf). Estos datos muestran los polígonos de los terrenos de los productores cafetaleros, aunque no permiten conocer a qué sistema de producción pertenecen. Asimismo, se utilizaron los datos vectoriales de zonificación de la REBITRI obtenidos de la CONANP. A partir de estos insumos, se obtuvieron los estadísticos zonales, los cuales reflejaron en qué medida se perdió la vegetación y en qué tanta se recuperó entre 1999 y 2019. Este procedimiento fue realizado en el ArcMap 10.4.1.

### 3.2.2. Evaluación de la sostenibilidad

Tanto para evaluación de la sostenibilidad de los productores de café orgánico, como para el análisis de diferencias, se propuso una metodología basada en los pasos del MESMIS pero enfocado a integrar los cambios en el agroecosistema en el proceso de evaluación y una mayor inserción de los procesos participativos con los representantes de las cooperativas en las distintas etapas de la evaluación. Esta propuesta integra métodos cuantitativos (e.g. análisis de varianza no paramétrica), cualitativos (e.g. mapeo de actores y procesos, lluvia de ideas) e híbridos (e.g. evaluación multicriterio) que facilitan la medición e integración de las diversas perspectivas. La metodología para evaluar la sostenibilidad de la producción de café orgánico se compone de cinco pasos: 1) caracterización conceptual; 2) clasificación de productores; 3) determinación de puntos críticos, indicadores y pesos; 4) medición de la sostenibilidad y; 5) análisis de diferencias. A continuación se describe cada una de estos pasos.

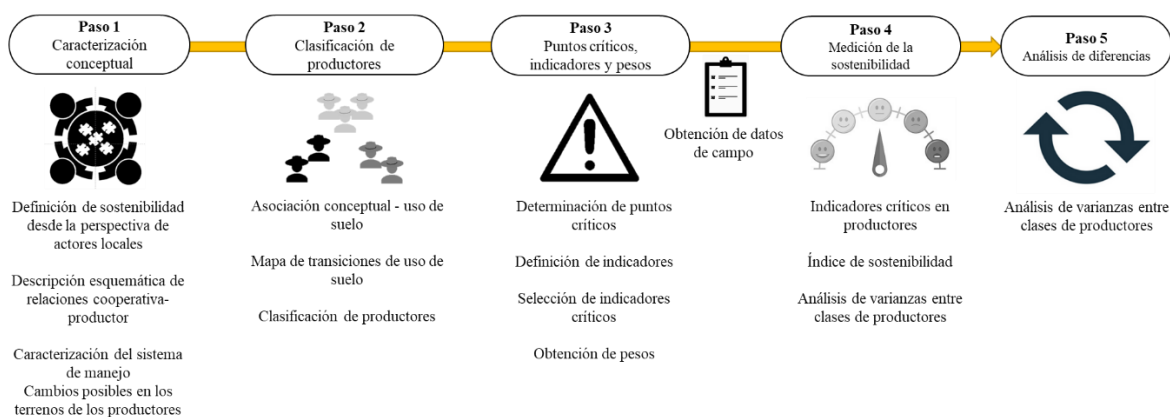


Figura 4. Diagrama metodológico  
Fuente: Elaboración propia.

#### *Paso 1. Caracterización conceptual*

En este paso se sentaron las bases para un adecuado proceso de investigación transdisciplinaria. De manera inicial, se llevaron a cabo una serie de encuentros con los representantes de las cooperativas (personal técnico, directivo y productores) para concertar las problemáticas generales y específicas de las cooperativas de café orgánico y las autoridades de la REBITRI. Se realizó un taller con la participación de representantes de las cooperativas de productores para establecer los alcances de la investigación, la conformación

de una primera agenda de trabajo consensuada, así como acordar los mecanismos de consecución de los objetivos de investigación. Estas primeras actividades fueron clave para el desarrollo del estudio, pues permitieron conocer quiénes son los actores que participarían y en qué medida.

Una vez concertados los mecanismos de colaboración y la agenda de investigación colaborativa, el siguiente paso fue realizar la caracterización conceptual del sistema de producción de café orgánico. En la caracterización conceptual se co-construyó la definición de sostenibilidad y sostenibilidad del agroecosistema a partir del conocimiento de los representantes de las cooperativas, se identificaron las relaciones cooperativa-productor, se describió el sistema de manejo orgánico y se conceptualizaron los posibles cambios que ocurrieron en los terrenos de los productores entre 1999 y 2019. Para lograr estas tareas, se realizó un taller de dos días con los representantes de las cooperativas. En el primer día se realizaron mesas de trabajo con los integrantes de cada cooperativa, quienes discutieron las preguntas ¿Qué entienden por sostenibilidad? ¿Qué entienden por sostenibilidad de la cafeticultura? Tras la discusión de cada mesa, se construyó la definición con la participación de todos los representantes de las cooperativas mediante acuerdos en la sesión plenaria del taller. Posteriormente, se realizó una dinámica donde los participantes representaron gráficamente los flujos entre la cooperativa y los productores en las etapas de producción, transformación y comercialización, partiendo de la pregunta ¿Qué obtiene el productor/cooperativa de la cooperativa/productor? En el segundo día del taller, se realizó la descripción del sistema de manejo a nivel parcela a partir de la discusión plenaria de los principales elementos y prácticas que conlleva la producción de café orgánico. Por último, se realizó un ejercicio de conceptualización en mesas de trabajo sobre cómo eran los terrenos de los productores veinte años atrás y cómo eran actualmente en cuanto a su uso y cobertura, de tal manera que pudiesen responder la pregunta ¿Cuáles son los cambios que ocurren con mayor frecuencia en las parcelas? Posteriormente, se realizó una dinámica en donde se ilustró las estructuras actuales más comunes de los terrenos y una posible estructura típica de un terreno de hace veinte años, en donde convergen la producción de café, sistemas agropecuarios y bosque. Una vez ilustradas estas estructuras, se crearon y discutieron las posibles transiciones o cambios.



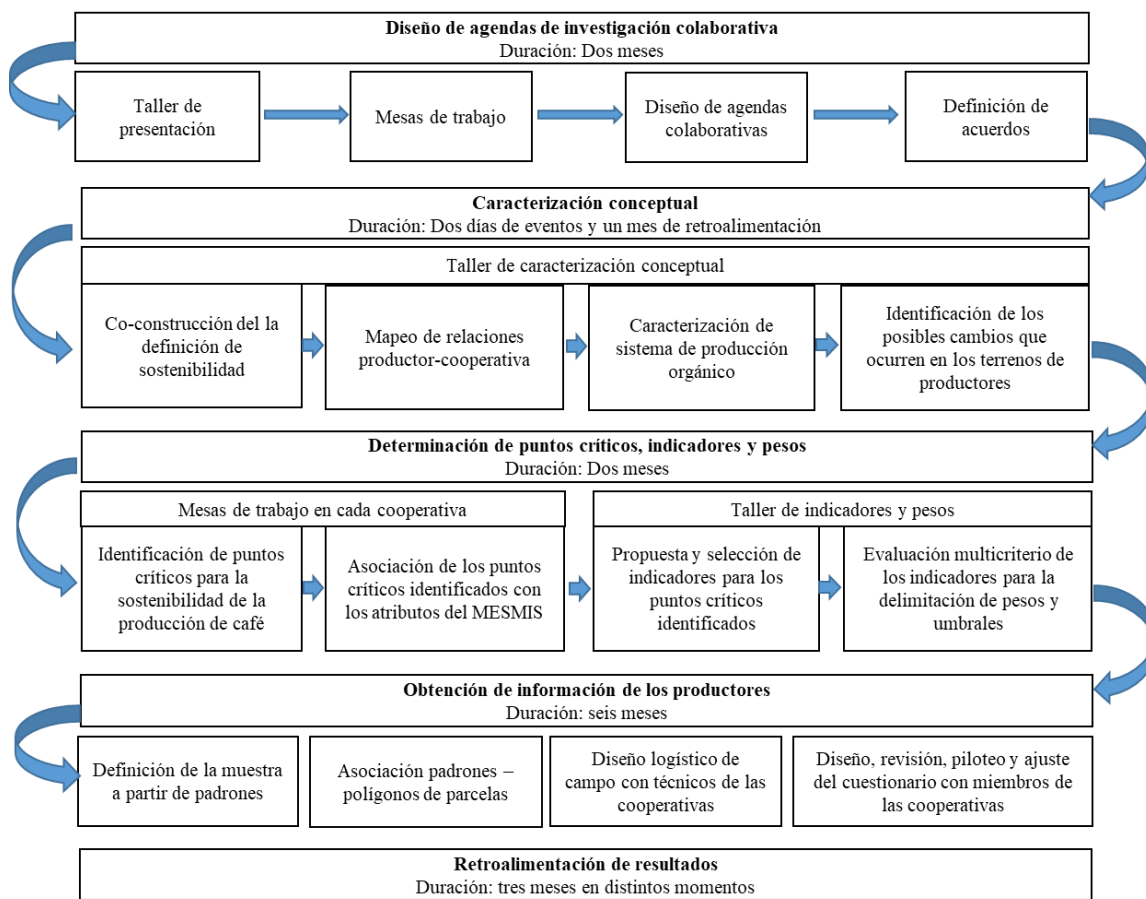


Figura 5. Diagrama de los procesos participativos con los representantes de las cooperativas  
Fuente: Elaboración propia.

## *Paso 2. Clasificación de productores*

A partir de la caracterización conceptual, se llevó a cabo la clasificación de productores mediante un proceso de asociación entre los posibles cambios en los terrenos del productor con transiciones de uso de suelo obtenidas mediante percepción remota (Ver 3.2.1 Dinámicas de uso de suelo). Esto último fue obtenido mediante el cruce entre los datos vectoriales de los terrenos de los productores con el mapa de transición de uso de suelo. La clasificación se realizó a partir de los cambios predominantes observados en cada uno de los terrenos, con base en las categorías discutidas con los representantes de las cooperativas. A partir de esta asociación, se definieron tres principales cambios en el agroecosistema de café orgánico: 1) conversión a café, que ocurre cuando la superficie destinada a la actividad agropecuaria transita a la producción de café; 2) expansión de café, que ocurre cuando los cafetales se expanden hacia las áreas boscosas y, 3) expansión-conversión, en donde se

observa que la producción de café ocupa las áreas que antes eran boscosas o estaban destinadas a la actividad agropecuaria. Los actores locales no consideraron la categoría de contracción de áreas de café, pues los incentivos de la producción orgánica tienden a aumentar o, al menos, mantener la superficie en producción.

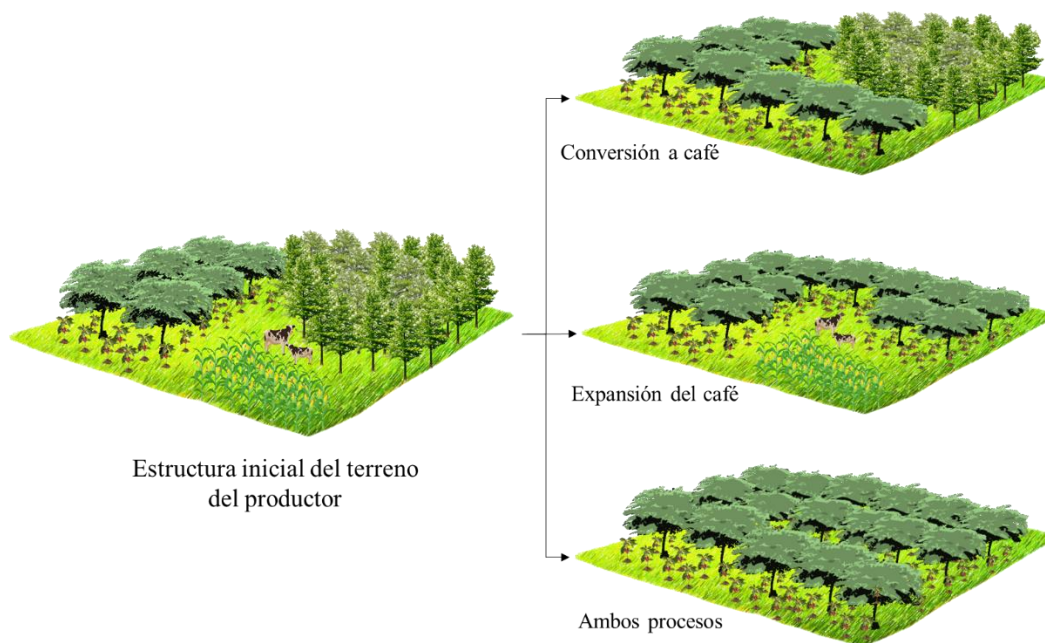


Figura 6. Esquema conceptual de los posibles cambios en los terrenos del productor  
Fuente: Propia con información de los representantes de las cooperativas

Dado que el área mínima cartografiable del mapa de transición obtenido mediante imágenes Landsat es mayor que los polígonos promedios de los terrenos de los productores, se realizó un ejercicio de validación de las transiciones observadas con los miembros de las cooperativas, quienes expusieron los cambios que ocurrieron en sus terrenos y se contrastaron con los cambios observados con los insumos cartográficos.

### *Paso 3. Definición de puntos críticos, indicadores y pesos*

Se llevaron a cabo mesas de trabajo con representantes de cada cooperativa donde se discutieron y determinaron los puntos críticos de la producción de café orgánico como aquellos procesos o factores que inciden sustancialmente en su sostenibilidad. En un segundo taller con representantes de las cooperativas, se definieron los indicadores asociados a los puntos críticos, teniendo como referencia indicadores utilizados en otros trabajos de evaluación de la sostenibilidad (Palestina-González, 2021; Trabelsi et al., 2016; Sánchez-

Morales et al, 2014). Una vez definidos los indicadores de cada punto crítico, se realizó una selección de aquellos que permiten establecer umbrales críticos (Ct) y umbrales sostenibles (St), los cuales fueron definidos con base en el conocimiento de los participantes. Cuando el valor del indicador  $x > Ct$ , la actividad corre el riesgo de ser inviable a futuro. Cuando  $x > St$ , la actividad no tiene estrés alguno y es sostenible a futuro. Por otro lado, cuando  $x < St$  pero  $x > Ct$ , la actividad se ubica en zona de transición.

La obtención de pesos de los indicadores, como insumo para el índice de sostenibilidad, se realizó mediante la técnica de decisión multicriterio Proceso Analítico Jerárquico (Saaty, 1987). Se llevó a cabo la comparación pareada de los indicadores para cada punto crítico y de los puntos críticos para cada atributo sistémico. La comparación pareada se llevó a cabo mediante la escala de Saaty (cuadro 1), la cual muestra la importancia de un criterio respecto a otro (Castillo et al, 2017).

Cuadro 1. Escala de Saaty  
Fuente: Castillo et al, 2017

Escala	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos elementos contribuyen igualmente al objetivo.
2	Débil	Entre igual y moderada.
3	Importancia moderada	La experiencia y juicios favorecen a un elemento respecto a otro.
4	Más que moderada	Entre moderada y fuerte.
5	Importancia fuerte	La experiencia y juicios favorecen fuertemente a un elemento respecto a otro.
6	Más que fuerte	Entre fuerte y muy fuerte
7	Importancia muy fuerte	La experiencia y juicios favorecen muy fuertemente a un elemento respecto a otro.
8	Muy muy fuerte	Entre muy fuerte y extrema.
9	Importancia extrema	La evidencia favorece un elemento respecto a otro de una manera categórica.

Una vez obtenidos los pesos, se calcularon los índices de inconsistencia para cada conjunto de indicadores de un mismo punto crítico y, posteriormente, de los puntos críticos y atributos sistémicos. El índice de inconsistencia permite reducir la ambigüedad derivada de la subjetividad de los procesos multicriterio respecto a las preferencias de un conjunto de actores (Brunelli et al. 2013). El índice de inconsistencia se calculó de la siguiente manera:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

donde CI es el índice de inconsistencia, el cual denota la racionalidad del criterio siempre que  $CI < 0.1$ ,  $\lambda_{\max}$  es el eigenvalor máximo de la matriz de comparación pareada y  $n$  es el número de criterios que se están comparando (Huang, 2016).

### *Obtención de datos de campo*

La información necesaria para el cálculo de los indicadores fue obtenida mediante trabajo de campo. Se diseñó un cuestionario semiestructurado y se utilizó la técnica de encuesta para recabar información de los productores. El cuestionario aplicado integra preguntas referentes a las características socioeconómicas del productor, características de su unidad de producción, manejo productivo y de recursos naturales, aspectos comerciales y de ingreso (Ver anexo 2). Se obtuvieron dos muestras para realizar el análisis: la primera estuvo orientada a la evaluación de la sostenibilidad de cada una de las cooperativas, lo cual requirió de una muestra amplia respecto al total de productores de cada organización; la segunda estuvo sujeta a la disponibilidad de datos de los polígonos de los terrenos de los productores, por lo que fue una sub-muestra de la anterior.

En el caso de la primera muestra, se utilizó la técnica de muestreo aleatorio obtenido de manera proporcional respecto a la cantidad de productores de cada localidad, considerando únicamente aquellas que concentran más del tres por ciento de los productores de la organización, por criterios de viabilidad y alcances financieros del proyecto. La muestra fue obtenida considerando un nivel de confianza del 90%, un margen de error de cinco y una heterogeneidad del 50%, conforme a la ecuación 1 (Vallejo Cabrera et al. 2020). No obstante, dada la crisis por la pandemia de COVID, no fue posible obtener la totalidad de cuestionarios. De los 144 cuestionarios de la muestra inicial, solo fue posible recabar 131 con información completa y suficiente para el análisis, más ocho cuestionarios adicionales de la cooperativa Comon Yaj Noptic. Es decir, se logró una eficiencia del muestreo del 91% y se completaron 96.5% de los cuestionarios que se buscaban levantar, considerando los ocho adicionales.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde  $N$  es el total de productores de la organización,  $Z^2 = 1.65$  (90% de confianza),  $p = 50\%$  es la proporción esperada (heterogeneidad) y  $d$  es el margen de error (10%).

Cuadro 2. Muestra por localidad correspondiente a la organización Finca Triunfo Verde  
Fuente: Propia con datos del Padrón de Productores de Finca Triunfo Verde

Localidad	Productores	Muestra	Cuestionarios aplicados
<b>Ángel Albino Corzo</b>	<b>90</b>	<b>12</b>	<b>9</b>
Francisco I Madero	4	0	0
Las Maravillas	6	0	0
Libertad Pajal	1	0	0
Nueva Colombia	5	0	0
Nueva Independencia	7	0	0
Nueva Palestina	33	7	7
Querétaro	7	0	0
Salvador Urbina	27	5	2
<b>La Concordia</b>	<b>223</b>	<b>34</b>	<b>28</b>
Concepción Pinada	9	0	0
Las Brisas	37	8	8
Loma Bonita	11	0	0
Monterrey	70	12	10
Plan de la Libertad Alta	47	8	8
Plan de la Libertad Baja	33	6	2
Santa Rita	7	0	0
Siete de Octubre	9	0	0
<b>Montecristo</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Argentina	4	0	0
Candelaria	3	0	0
Emiliano Zapata	2	0	0
La Lucha	9	0	0
Palenque II	7	0	0
<b>Siltepec</b>	<b>82</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
La Soledad	8	0	0
Matasano	16	5	5
Pablo Galeana	58	10	10
<b>Total general</b>	<b>420</b>	<b>61</b>	<b>52</b>

Cuadro 3. Muestra por localidad correspondiente a la organización Café Capitán  
Fuente: Propia con datos del Padrón de Productores de Café Capitán

Localidad	Productores	Muestra	Cuestionarios aplicados
Concepción Pinada	31	11	7
Las Pilas	40	25	25
<b>Total general</b>	<b>71</b>	<b>36</b>	<b>32</b>

Cuadro 4. Muestra por localidad correspondiente a la organización Comon Yaj Noptic  
Fuente: Propia con datos del Padrón de Productores de Comon Yaj Noptic

Localidad	Productores	Muestra	Cuestionarios aplicados
Berlín	7	4	4
Cerro Bola	17	8	5
Cerro el Gallo	3	0	0
Emiliano Zapata	29	13	9

Pacayal	5	3	2
Palmira	4	0	0
Plan Baja	6	4	2
San Diego	4	0	0
San Francisco	11	5	5
San José las Violetas	18	9	6
San Juan	13	6	6
San Pablo	13	6	6
Santa Cruz	16	8	6
Santa Rita	9	4	4
<b>Total general</b>	<b>155</b>	<b>70</b>	<b>55</b>

De los 139 productores encuestados, 55 pertenecen a Comon Yaj Noptic, 52 a Finca Triunfo Verde y 32 a Café Capitán. Del total de cuestionarios recabados, 83 corresponden a productores del municipio de La Concordia, 32 de Capitán Luis A. Vidal, 15 de Siltepec y 9 de Ángel Albino Corzo. La encuesta se llevó a cabo en 20 localidades de los cuatro municipios del área de estudio entre junio y octubre de 2020. Del total de productores encuestados, 42 corresponde a mujeres y 97 a hombres. Por último, los rangos de edad donde se ubica la mayor parte de la muestra levantada fueron entre 40 a 59 años y de 18 a 39 años, con 63 y 58 productores entrevistados, respectivamente.

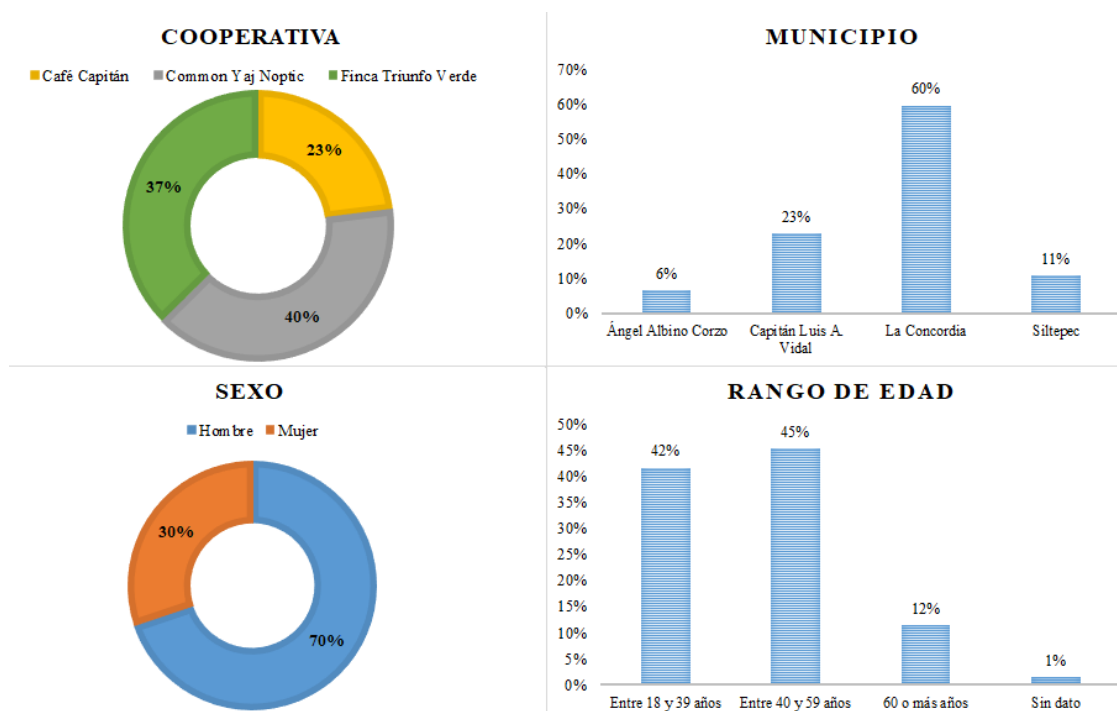


Figura 7. Distribución de los productores encuestados por cooperativa, municipio, sexo y rango de edad.

Fuente: Propia.

En cuanto a la segunda muestra, se seleccionó a 86 productores mediante la técnica no probabilística de muestreo por conveniencia (Galloway, 2005). Dado que el análisis de cambios en el agroecosistema requiere de datos geoespaciales, se consideraron únicamente aquellos productores con disponibilidad de los polígonos de sus terrenos. Estos datos fueron obtenidos mediante dos vías: por un lado, la organización Finca Triunfo Verde proporcionó datos vectoriales de 43 productores, mientras que en el caso de Comon Yaj Noptic y Café Capitán se realizó un ejercicio de asociación espacial entre el Padrón de Productores de cada organización y los datos vectoriales del Padrón Cafetalero obtenidos mediante el geoportal del Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas (CEIEG). La asociación espacial fue verificada con representantes y productores de cada organización. Derivado de lo anterior, se obtuvieron los datos vectoriales de 34 productores de Comon Yaj Noptic y 9 de Café Capitán.

#### *Paso 4. Medición de la sostenibilidad*

Como parte de la evaluación de la sostenibilidad de la producción orgánica, se integraron los perfiles de las cooperativas con la finalidad de contextualizar los resultados de la medición de los indicadores. Los perfiles de las cooperativas fueron generados a partir de la información obtenida de la aplicación de una entrevista semi-estructurada a líderes de las organizaciones (Ver Anexo 1), los cuales fueron visitados en cada una de las instalaciones de las cooperativas participantes. La entrevista estuvo dirigida a obtener información sobre cómo y en qué contexto surgieron las cooperativas, cuál es el contexto actual de la organización y cómo han sido los procesos de interacción con las autoridades de la REBITRI.

La evaluación de la sostenibilidad de la producción de café orgánico se realizó por cooperativa. Se muestran los resultados del cálculo de los indicadores críticos, con proporciones de los productores que se ubican por encima o por debajo de los umbrales críticos y de sostenibilidad, y el cálculo del índice de sostenibilidad y de cada punto crítico. Estos índices fueron obtenidos a partir de los pesos obtenidos, la normalización de los indicadores y la agregación de ambos elementos. La normalización de indicadores se llevó a cabo mediante funciones de valor (Eakin y Bojorquez, 2007), las cuales transforman los valores obtenidos de los indicadores en una escala de 0 a 1, donde 0 es el valor menos deseable y 1 el valor más deseable en relación con la sostenibilidad de la producción de café

orgánico. Se utilizó el método de normalización min-max (Mustaffa y Yusof, 2011), el cual permite realizar el proceso a partir de la identificación del sentido de cada indicador en relación con la meta, en este caso la sostenibilidad de la producción de café orgánico. En ese sentido, si el sentido del indicador es positivo (a mayor valor, mayor deseabilidad), se utilizará la fórmula 2. En caso de que el sentido del indicador sea negativo (a mayor valor, menor deseabilidad), se utilizará la fórmula 3.

$$X_n = \frac{X_0 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (2) \quad X_n = \frac{X_{max} - X_0}{X_{max} - X_{min}} \quad (3)$$

Donde  $X_n$  es el valor normalizado del indicador  $n$ ,  $X_0$  es el valor del indicador para el productor  $j$ ,  $X_{max}$  es el valor máximo del indicador  $n$  y  $X_{min}$  es el valor mínimo del indicador  $n$ .

La agregación del índice de sostenibilidad se realizó mediante la combinación lineal de los pesos obtenidos y los valores normalizados a partir de la función de valor.

$$S_i = \sum_{j=1}^{j=n} W_i C_{ij} \quad (4)$$

donde  $S_i$  es el índice de sostenibilidad,  $W$  es el peso del indicador  $i$ ,  $C$  es el valor del indicador  $i$  obtenido mediante la función de valor para el productor  $j$ .

#### *Paso 5. Análisis de diferencias*

El análisis de diferencias se realizó para las clases de productores obtenidas previamente. Este análisis se llevó a cabo mediante las pruebas de análisis de varianza no paramétrica Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. La prueba Kruskal-Wallis permite identificar si existe diferencia estadística en  $k$  grupos o muestras independientes, para cada uno de los indicadores. Una de las ventajas de esta prueba es que permite la utilización de variables categóricas y continuas para determinar las diferencias (Nuñez, 2018). Cuando la prueba es estadísticamente significativa, el resultado muestra que en al menos dos grupos existe diferencia y, por lo tanto, no se debe al azar. El estadístico que se aplica en esta prueba es el siguiente (Nuñez, 2018):

$$KW = \left[ \left( \frac{12}{N(N+1)} \right) \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(N+1) \quad (5)$$



donde  $N$  es el número total de datos a evaluar,  $n_i$  es el número de repeticiones del tratamiento  $i$ ,  $k$  es el número de tratamientos que se está comparando y  $R^2$  es la suma de rangos al cuadrado del tratamiento  $i$ .

La prueba de Mann-Whitney es otra prueba de varianza no paramétrica que opera de manera similar a Kruskal-Wallis, con la diferencia que aplica a dos muestras independientes (MacFarland y Yates, 2016). Al igual que en Kruskal-Wallis, la hipótesis nula se rechaza cuando  $p \leq 0.05$  cuando el nivel de confianza es de 95% (MacFarland y Yates, 2016). Esta prueba fue aplicada para observar diferencias estadísticas en los indicadores identificados con la prueba de Kruskal-Wallis.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 4.1. Dinámicas en la producción de café en la REBITRI

#### 4.1.1. Relación producción de café - REBITRI

##### *Los primeros pasos de la relación producción de café orgánico - REBITRI*

La producción de café y las actividades de conservación tienen un vínculo natural si se consideran las raíces de la actividad cafetalera y la gran riqueza natural que existe en el territorio. Por un lado, la actividad cafetalera en la región ha transitado por un amplio proceso de transformación, desde las grandes fincas de finales del Siglo XIX, hasta la actual diversidad de sistemas de producción con vestigios de latifundios, inercia de la revolución verde o esquemas organizativos basados en la economía social y solidaria. Por otro lado, los esfuerzos de conservación de la naturaleza iniciados en la década de los setenta del Siglo XX se materializaron en una mayor presencia de organizaciones ambientalistas, el decreto de Área Natural Típica del Estado de Chiapas y el posterior decreto de la REBITRI en 1990 (Castro Hernández, 2019).

*“Durante las décadas de los 70 y 80, la percepción no era positiva por parte de los habitantes de la Reserva, pero el trabajo conjunto se fue dando de manera positiva. Actualmente existe una percepción general positiva, por lo que trabajar para lograr una mejor percepción no es un aspecto prioritario de la estrategia”.*

- Miriam Janette González García, Reserva de la Biósfera El Triunfo.

Entrevistada el 1 de mayo de 2018.

Dentro de los objetivos de la REBITRI, resaltamos dos para fines de este estudio: 1) conservar los ecosistemas de la Sierra Madre de Chiapas, particularmente los bosques y; 2) favorecer el desarrollo integral de las comunidades locales a través del uso sustentable y racional de sus recursos naturales (INE, 1998). Con base en lo anterior, en el Programa de Manejo de la REBITRI (INE, 1998) se estableció que entre las políticas de manejo para la conservación está permitido el cultivo de café orgánico y el uso condicionado del suelo para la producción de café convencional. De acuerdo con las entrevistas realizadas en este estudio, para las autoridades de la REBITRI, la producción de café es una actividad aliada para la

conservación, particularmente la que es realizada con prácticas del sistema orgánico, el cual ha sido impulsado desde que la REBITRI fue creada. Cuando la REBITRI fue decretada en 1990, ya había avances en la relación entre organizaciones orientadas a la conservación con productores de café. Dado que el café era el medio de subsistencia de muchas familias, se impulsó una estrategia de promoción del café orgánico en la década de los 90 por parte del Instituto de Historia Natural y la organización World Wildlife Fund (WWF) y a principios de los 2000, por parte de las autoridades de la REBITRI. Esta estrategia tuvo como objetivo conservar la naturaleza a partir de la contención del cambio de uso de suelo y prácticas contaminantes a partir del fomento de un sistema sostenible.

*“Se busca que se mejoren las condiciones económicas, que haya una disminución de costos y reconocimiento de actividades productivas.”*

- Miriam Janette González García, Reserva de la Biósfera El Triunfo.

Entrevistada el 1 de mayo de 2018.

### *Impulso a la producción de café orgánico por la REBITRI*

Si bien es cierto que se habían realizado esfuerzos por impulsar la reconversión de las cafeticultura convencional por su producción orgánica durante los años noventa, el diseño y operación del Programa de Manejo permitió una transición del planteamiento estrictamente ecologista y de eco-desarrollo a un enfoque de desarrollo sostenible (Castro Hernández et al., 2003). En ese sentido, tras los primeros años de haberse publicado el Programa de Manejo, las autoridades de la REBITRI adoptaron el trabajo comunitario como un principio fundamental en el manejo de la ANP y realizaron una serie de esfuerzos para generar diagnósticos y definir proyectos estratégicos de desarrollo comunitario sostenible, iniciando con pobladores de cuatro comunidades piloto.

Entre los proyectos estratégicos, se impulsó el “Café amigable con la biodiversidad” orientado a conservar la biodiversidad y mejorar el hábitat de especies de interés a partir de la reconversión de cafetales convencionales y favorecer el uso de árboles nativos en su producción. Con este proyecto se apoyaron las capacidades de ocho cooperativas para reconvertir sus cafetales, certificar sus productos y acceder a mejores precios (Vázquez

Martínez y Vázquez Vázquez, 2020). De acuerdo a la información obtenida en entrevistas, estas primeras acciones dieron pauta para reducir los procesos de extracción de recursos maderables y reconvertir actividades agropecuarias de alto impacto.

En la década de los 2000, los esfuerzos de las autoridades de la REBITRI y aliados ambientalistas (Fondo de Conservación El Triunfo A.C., Pronatura SUR, Conservation International) impulsaron diversos proyectos de educación ambiental y de promoción de los beneficios de transitar a la producción de café orgánico. Se crearon centros de capacitación rural en diversos puntos de la zona de amortiguamiento en donde productores y cooperativas compartían experiencias sobre la producción orgánica y otras alternativas productivas complementarias a la cafecultura, además de un grupo especializado de productores en vivero formado con líderes de productores de las cooperativas con la ayuda de investigadores (Castro Hernández et al., 2003). Este trabajo entre productores-autoridades-ONGs permitió la transición de alrededor de 8,000 hectáreas de café convencional a su producción orgánica en 2009 (Vázquez Martínez y Vázquez Vázquez, 2020).

*“Desde el año 2008 se tiene presencia en la Reserva a través del programa Scolel’te, el cual trabaja con pequeños productores en el impulso de sistemas agroforestales y su adaptación al cambio climático y su desarrollo rural sustentable (...) En 2013, a través del Fondo de Áreas Naturales Protegidas, se tuvo presencia con el proyecto de Responsabilidad Ambiental para crear consejeros comunitarios a nivel de una microcuenca, para impulsar el apoyo en la toma de decisiones. Además, se tiene un programa de formación de jóvenes promotores comunitarios para la conformación de estrategias metodológicas para impulsar cambios en cuanto al manejo de recursos, eco-tecnias y gestión, los cuales incluyen sensibilización, el marco de cambio climático y análisis de las problemáticas existentes”.*

- Sotero Quechulpa Montalvo, AMBIO.

Entrevistado el 16 de mayo de 2018.

Entre 2010 y 2020, las autoridades de la REBITRI trabajaron de manera particular con las cooperativas y, con ello, se logró establecer las bases para atender las necesidades colectivas de manera conjunta. Entre los resultados de esta colaboración destaca el impulso y acompañamiento a la creación de la organización Unión El Triunfo, conformada por las

cooperativas CESMACH, Finca Triunfo Verde y Comon Yaj Noptic, cuyo objetivo es mejorar el proceso de transformación de café para su exportación mediante adquisición y mantenimiento de maquinaria industrial. Otro de los resultados fue la creación de las marcas de café de la reserva “Biosphere Reserve El Triunfo”, “Sierra Verde”, “Triunfo Verde” y “Café Metik”. Estas dos últimas pertenecen a las Cooperativas Finca Triunfo Verde y Comon Yaj Noptic, respectivamente. Por último, la colaboración entre las cooperativas y las autoridades de la REBITRI para realizar acciones de educación ambiental ha dado como resultado el incremento en las poblaciones entre corredores biológicos a partir del adecuado manejo de la cobertura forestal de las parcelas.

*“Se han fomentado estrategias de productos forestales no maderables, tales como la palma camedor, la cual ha contribuido a una menor pérdida y degradación de los bosques de El Triunfo. Además, la palma está asociada al café para aprovechar frutos y forrajes, además de que tiene un fuerte impacto en la estrategia de la reserva como complemento económico. Tal diversidad proporciona una entrada de ingresos incluso en los peores momentos de café. Los de Comon Yaj Noptic toman este tipo de propuestas por sí solo. La reserva ya no tiene la batuta, entre ellos se organizan.*

- Miriam Janette González García, Reserva de la Biósfera El Triunfo.

Entrevistada el 1 de mayo de 2018.

#### *Otros programas de apoyo a productores de café*

De manera adicional a las acciones y proyectos impulsados por las autoridades de la REBITRI y sus aliados, se identificó que existen una serie de programas gubernamentales de fomento a la producción de café, los cuales han tenido presencia al interior y exterior de la REBITRI. Se trata de los componentes del Plan Integral de Atención al Café (PIAC) y el Componente de Sustentabilidad y Bienestar para Pequeños Productores de Café (SUBICAFE). De acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta aplicada en este estudio, el 50% de los productores han sido beneficiarios del PIAC, mientras que el 80% lo han sido del SUBICAFE. A continuación se describen de manera breve los objetivos y tipos de apoyos de cada uno de estos programas.

## I. Plan Integral de Atención al Café (PIAC)

Se trata de un Plan “paraguas” impulsado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), hoy Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), en 2015, el cual incluye diversos componentes y cuyo objetivo fue “incrementar la productividad de manera competitiva del sector cafetalero a 4.5 millones de sacos (60 kg c/u) para la cosecha 2018-2019”. Los objetivos específicos del PIAC se orientaron a los siguientes aspectos: 1) Fortalecimiento de la cadena productiva; 2) Desarrollo de viveros certificados para suministro de planta a los productores; 3) Implementación del modelo de gestión de asistencia técnica especializada; 4) Gestionar y transferir a los productores paquetes tecnológicos; 5) Impulso de campañas sanitarias; 6) Fomentar la implementación del Fondo de Coberturas; 7) Promoción y difusión del café mexicano y 8) Ejecución de manera participativa de los incentivos de SAGRAPA.

En términos de apoyo a pequeños productores, el PIAC tiene dos principales componentes de incentivos productivos PROCAFE e Impulso Productivo al Café. De acuerdo con las Reglas de Operación [Diario Oficial de la Federación (DOF), 30 de diciembre de 2015], los apoyos de estos componentes se orientan a los siguientes conceptos: 1) adquisición de infraestructura, equipamiento e insumos para la producción de plantas, con apoyos de hasta \$1,800,000 para organizaciones de productores legalmente constituidas; 2) adquisición de plantas producidas en viveros, con apoyos de \$6 por planta y hasta 3,000 plantas por hectárea para pequeños productores y hasta 1000 hectáreas de apoyo a organizaciones de pequeños productores; 3) paquete tecnológico con insumos de nutrición y sanidad del cafetal y equipo y herramientas para su aplicación, con apoyos de hasta \$5,000 por hectárea y un máximo de \$15,000 a personas físicas y hasta \$3,000 por hectárea y un máximo de \$15,000,000 a organizaciones de pequeños productores legalmente constituidas y; 4) Capacitación y asistencia técnica especializada, con apoyos hasta \$200,000 de servicio técnico por un mínimo de 200 hectáreas.

## II. Componente de Sustentabilidad y Bienestar para Pequeños Productores de Café (SUBICAFE)

Este componente forma parte del Programa de Fomento a la Agricultura de la SADER. El objetivo del SUBICAFE es “Fortalecer los procesos y la transformación de la

producción cafetalera de las Unidades Económicas Rurales Agrícolas para apoyar en una mejor cosecha selectiva”. El componente SUBICAFE otorga incentivos a pequeños productores como personas físicas, o bien, de manera organizada en personas morales. Los montos de los incentivos para personas físicas son de \$2,500 por hectárea, hasta un máximo de \$5,000. En el caso de las personas morales, se apoyan hasta 1,000 hectáreas por año, sin rebasar los \$2,500,000, o bien, hasta 2,000 hectáreas por año, sin rebasar los \$5,000,000. El uso de estos incentivos está orientado a la adquisición de insumos de nutrición y fungicidas orgánicos y convencionales, así como equipo menor de manejo poscosecha como despulpadoras (DOF, 28 de febrero de 2019).

#### 4.1.2. Dinámicas de uso de suelo en zonas productoras de café

Los resultados de la clasificación muestran una estructura similar en cuanto a vegetación para 1999 y 2019, en el área de estudio. La vegetación primaria representaba el 79% del área de estudio en 1999, mientras que en 2019 fue de 78%. La vegetación secundaria representaba el 17% en 1999 y 18% en 2019. Por otro lado, en las tierras de uso agrícola y en los pastizales se observan cambios importantes. Las tierras de uso agrícola representaban el 2% de la superficie del área de estudio en 1999, misma proporción que los pastizales. No obstante, en 2019, las tierras de uso agrícola se redujeron, mismas que representaban el 1%. En el caso de los pastizales, la proporción aumentó a un 3%. Aunque en términos relativos estas cifras no son tan representativas, estamos hablando de una contracción del 73% de la superficie agrícola y un aumento de 37% en la superficie de pastizales.

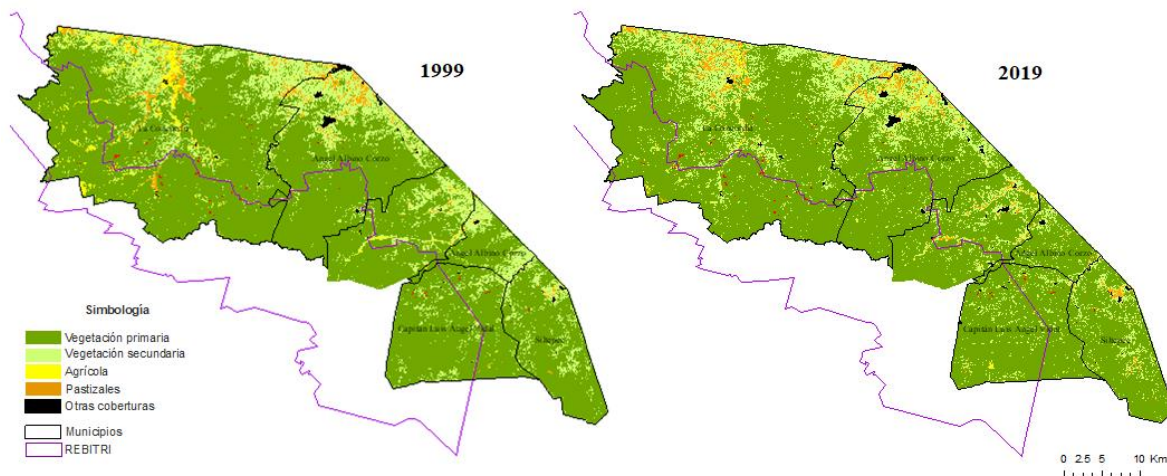


Figura 8. Imágenes Landsat clasificadas  
Fuente: elaboración propia

El cambio de uso de suelo se mantiene presente en las zonas productoras de café. De las poco más de 172 mil hectáreas que comprende el área de estudio, el 17% muestra cambios de uso y cobertura entre 1999 y 2019, la mayor parte en la zona de influencia de la REBITRI. Del total de la superficie en la que se observan cambios, el 49% corresponde a recuperación de vegetación, el 39% a degradación de vegetación primaria a secundaria y el 12% a pérdida de vegetación. Del total de la superficie recuperada, el 18% ocurrió en parcelas de café, ya sea de sistema convencional, orgánico o finquero. En el caso de degradación y pérdida de vegetación, el 15% y 11% de observa en estas áreas productivas de café. Estos datos contrastan con los productores de café orgánico de este estudio, pues no se observó pérdida de vegetación en sus parcelas, mientras que las proporciones de degradación y recuperación ascendieron a 8% y 7% de la superficie de los productores, respectivamente.

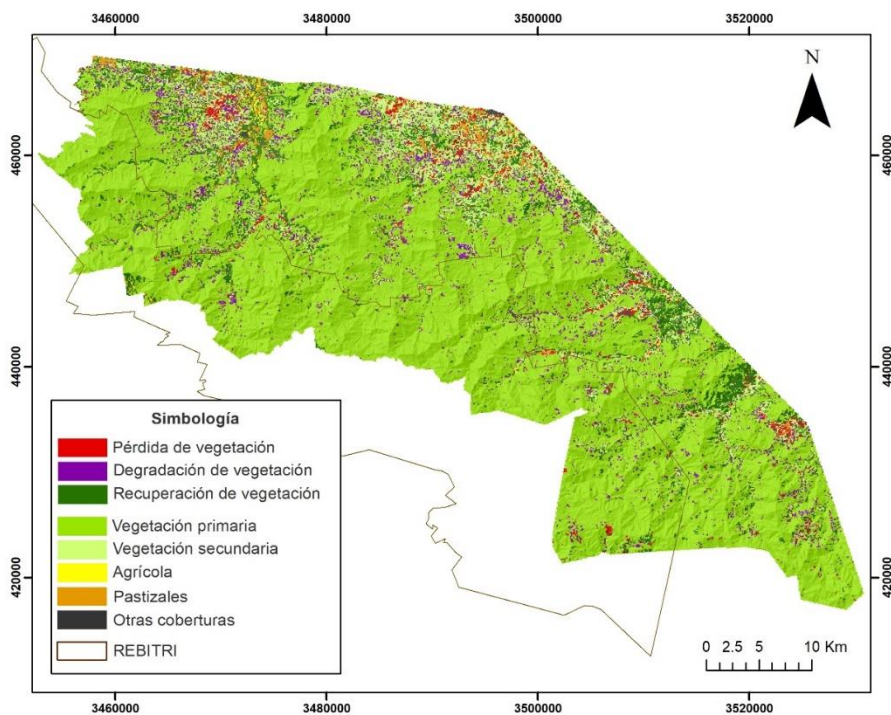


Figura 9. Estructura y cambios de uso de suelo en el área de estudio  
Fuente: elaboración propia a partir de la clasificación de imágenes Landsat



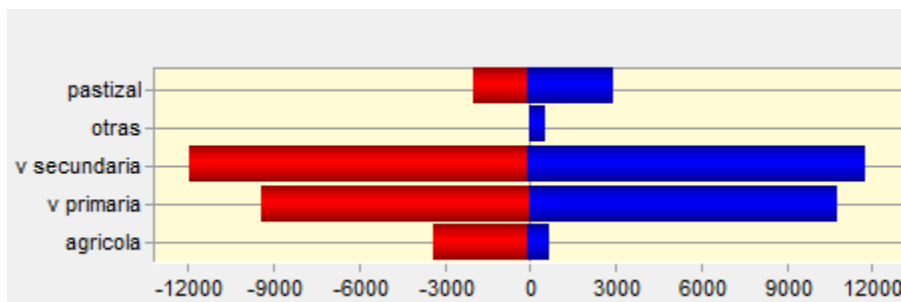


Figura 10. Superficie ganada y pérdida por clase entre 1999 y 2019  
 Fuente: elaboración propia a partir de la clasificación de imágenes Landsat

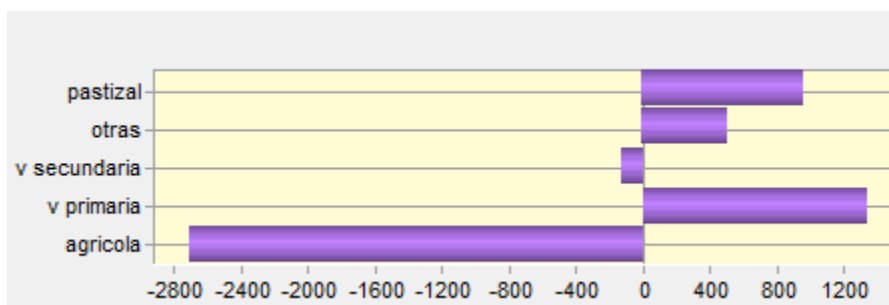


Figura 11. Cambio neto por clase entre 1999 y 2019  
 Fuente: elaboración propia a partir de la clasificación de imágenes Landsat

Al realizar una diferenciación entre los datos de cambio de uso de suelo en los terrenos de los productores al interior y exterior de la REBITRI, en el área de estudio, se observó que, pese a que en el área de influencia de la REBITRI hay una mayor proporción de pérdida de vegetación respecto a la superficie de los terrenos, la diferencia es mínima respecto a lo observado en los terrenos de la REBITRI. En ambos casos, este proceso de cambio de uso de suelo representa menos de 1% de la superficie de los terrenos productores de café. Una situación similar se observa en la recuperación de vegetación, donde la proporción respecto a los terrenos de los productores de café al interior y exterior de la REBITRI son de 5 y 5.9 por ciento, respectivamente. En el caso de la degradación de vegetación, se observa una mayor diferencia en los terrenos al interior y exterior de la REBITRI, con proporciones de 6.4 y 8.8 por ciento, respectivamente.

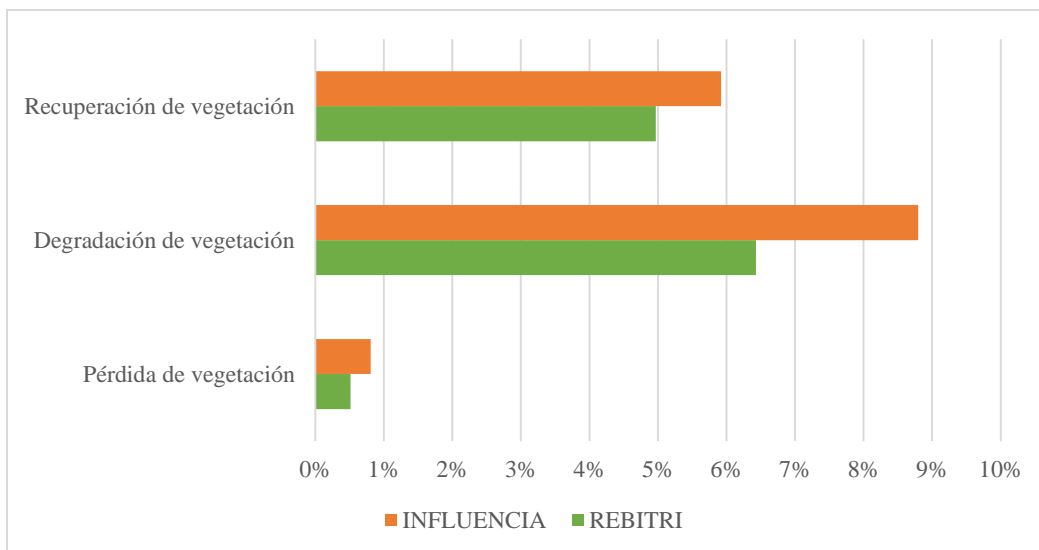


Figura 12. Proporción de los terrenos de los productores de acuerdo con el cambio de uso de suelo al interior y exterior de la REBITRI  
Fuente: elaboración propia

En síntesis, dado que en el área de estudio se observan proporciones similares de las superficies de estos terrenos tanto al interior como al exterior de la REBITRI, los resultados del estudio mostraron que no hay diferencias significativas en cuanto a la pérdida de vegetación, pues la diferencia entre ambas proporciones es del 0.3%. No obstante, la transición de vegetación primaria por vegetación secundaria es mayor en 2.4% en el área de influencia respecto al interior de la REBITRI. Asimismo, se observa una mayor recuperación de vegetación al exterior de la REBITRI que al interior, con una diferencia de 1% de la proporción de este proceso en las zonas productoras de café.

## 4.2. Evaluación de la sostenibilidad,

### 4.2.1. Paso 1. Caracterización conceptual

#### *Construcción de agenda y objeto de estudio*

El jueves 26 de septiembre de 2019 se llevó a cabo una reunión con las tres cooperativas de productores de café orgánico y con autoridades de la REBITRI en Jaltenango, municipio de Ángel Albino Corzo. El objetivo de la reunión fue dar a conocer la propuesta de investigación, recibir retroalimentación por parte de los actores asistentes y establecer un

plan de colaboración conjunta. De la retroalimentación se identificaron las siguientes problemáticas y necesidades coincidentes entre las cooperativas:

- Existen casos de contaminación por el uso de agua, lo cual se asocia a productores no orgánicos que hacen uso de agroquímicos.
- Es necesario realizar análisis que muestren cómo se ha expandido la frontera agrícola en las áreas donde se encuentran los productores agremiados a las cooperativas orgánicas.
- Se requiere georreferenciar las parcelas de los agremiados y hacer un análisis de las variedades que existen en cada una. Asimismo, se requieren desarrollar capacidades para que las cosas se puedan realizar por las propias cooperativas.
- Se requiere comunicar de mejor manera a los productores no organizados sobre los beneficios de adoptar el modelo orgánico y asociativo.
- Hay muchas marcas que usan el logo de la Reserva sin que sea un café sustentable. Se requiere conocer si la actividad está siendo sustentable a corto, mediano y largo plazo.



Figura 13. Fotos de primer taller con organizaciones. Hacia la construcción de agendas.

Fuente: Propia.

Posterior a esta primera reunión, se llevaron a cabo las reuniones con cada organización, a partir de las cuales se establecieron agendas de colaboración específicas. En estas agendas se destacan los siguientes puntos:

- Establecer indicadores para medir la sostenibilidad de productores.
- Llevar a cabo un análisis de la estructura de uso de suelo a partir de imágenes satelitales y su verificación en campo.

- Impartir cursos de georreferenciación de parcelas a personal de las organizaciones.
- Facilitar los padrones de productores por parte de las cooperativas para definir las muestras.



Figura 14. Fotos de grupos de trabajo con cooperativas para la delimitación del objeto de estudio.  
Fuente: Propia.

*Caracterización conceptual de sistema de manejo, relaciones productores-cooperativa y posibles cambios en el agroecosistema*

El trabajo de caracterización conceptual con los representantes de las cooperativas muestra resultados en tres sentidos: lo que representa el concepto de sostenibilidad para los actores, los procesos clave y los elementos que conforman el agroecosistema café orgánico. Incorporar la definición de la sostenibilidad de la producción de café orgánico desde la perspectiva de los actores locales resultó fundamental comprender qué combinaciones armónicas entre los componentes ambientales, económicos y sociales del sistema se pueden observar en la evaluación de la sostenibilidad. Esto, a su vez, contribuye a un mejor entendimiento de los resultados de la medición de los indicadores. En ese sentido, Los actores locales definieron a la sostenibilidad como *“todo lo que permite que la actividad productiva*

*perdure en el tiempo*”. Ellos consideran que la sostenibilidad de la cafecultura orgánica existe cuando *“la actividad productiva se realiza de manera amigable con el ambiente, es rentable, permite el sustento y la mejora de la calidad de vida de los productores y sus familias”*. Esta definición implica que, para mantener el sistema en el tiempo, es necesario sustentar, cambiar o transformar algunos de sus componentes, lo cual engloba la producción propiamente del café, el manejo de recursos naturales a partir de prácticas del sistema de manejo y las dinámicas rurales (Creemers et al, 2019; Gallopin, 2003).

Para mantener la actividad a través del tiempo, el papel de las cooperativas es determinante en la facilitación de los procesos productivos y comerciales al brindar una serie de servicios a los productores. En ese sentido, como parte de los resultados del primer taller, se construyó un esquema general de las relaciones entre las cooperativas y el productor. Para poder obtener la certificación orgánica, el productor debe acreditar tres años de manejo libre de insumos químicos. Durante este tiempo, el productor en estatus de “transición” también recibe los servicios de la organización, aunque su producción no puede ser comercializada como producto orgánico. Los productores reciben asistencia técnica por parte de la cooperativa, tienen acceso a financiamiento y, en caso de requerir renovar la plantación, se les brinda plantas del vivero de la organización. Un aspecto importante para llevar a cabo el manejo productivo es la contratación de trabajo temporal para realizar podas de los cafetales, limpiezas del terreno, regulación de sombra y cosecha. De acuerdo con los actores, los costos asociados a la contratación de mano de obra temporal representan entre el 60 y 70 por ciento del valor de la producción comercializada. Una vez cosechados los frutos, el productor realiza el despulpado y lavado para obtener el café “pergamino”, el cual es acopiado durante los meses de febrero a abril por la cooperativa. Al momento del acopio, al productor se le paga el 70% del precio pactado y el restante se le entrega cuando el café es pagado por el mercado destino. La cooperativa lleva a cabo el proceso de conversión de café pergamino a café oro de exportación a partir del secado y remoción de la cáscara. Por último, de acuerdo al producto a exportar, la cooperativa puede entregar el café oro exportación, café tostado o molido.

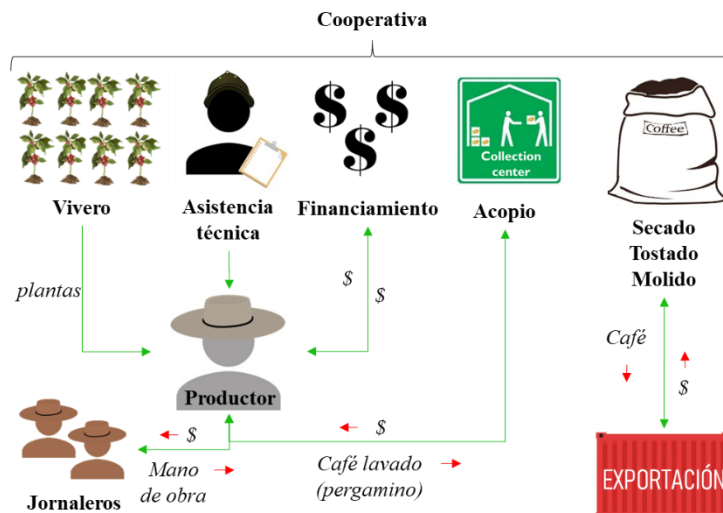


Figura 15. Caracterización de las principales relaciones productor-cooperativa  
Fuente: Elaboración propia con información de los representantes de las cooperativas

En cuanto a la caracterización del sistema de producción, los actores consideraron cuatro aspectos clave para la sostenibilidad del agroecosistema: el manejo de la sombra, la cobertura arborea, las plantas y el manejo de los suelos. El manejo de la sombra es percibido como un aspecto indispensable para regular la temperatura y humedad de la plantación y, con ello, evitar la presencia y proliferación de plagas y enfermedades. El manejo de la sombra se realiza una vez por año y se mantiene en 60% en tierras bajas (hasta 1200 msnm) y 40% en tierras altas (superiores a 1200 msnm). La cobertura arborea en las plantaciones es una combinación entre especies nativas e inducidas, con presencia predominante del género *Inga*, con densidades que oscilan entre 80 y 100 árboles por hectárea. La edad de las plantaciones van desde 1 a 100 años con un promedio de 18.8 años. De acuerdo con los actores, a los tres años inicia la etapa productiva del cafeto y se observa su etapa productiva óptima entre los 5 y 8 años. Las variedades con mayor presencia en las parcelas de los productores son la típica, borbón, marago, mondo novo, costa rica, catuai, caturra, oro azteca, lempira, entre otras. La mayoría de los productores tienen densidades que van de las 3,500 a las 4,000 plantas por hectárea. Las principales prácticas de manejo de suelos empleadas por los productores son la utilización de terrazas individuales y barreras vivas para aumentar la presencia de hojarasca, mantener la materia orgánica y evitar el suelo desnudo. El uso de composta por parte de los productores es una práctica frecuente para mejorar la fertilidad, humedad y pH del suelo.

---

**Regulación de sombra**

60% en zonas bajas (hasta 1,200 msnm), 40% en zonas altas (superior a 1,200 msnm)  
Se realiza una vez por año.

La regulación de la sombra se asocia a la regulación de la temperatura y la humedad, lo que ayuda a prevenir enfermedades.

---

**Cobertura**

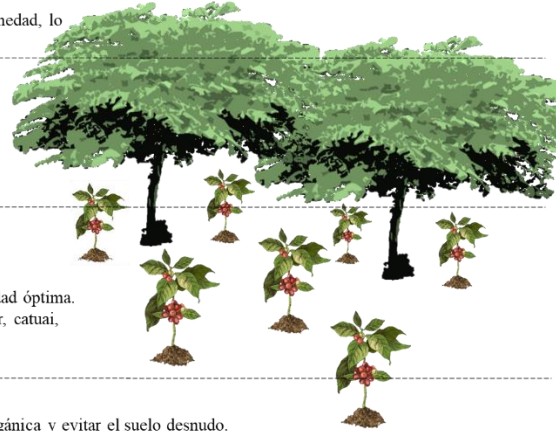
Promedio entre 80 y 100 árboles por hectárea  
Principales especies: chalum (*Inga spuria*), caspirol (*Inga laurina*), capulín (*Trema micrantha*), aceituna (*Symplocos limoncillo*), canzucar (*Rhamnus sharpii*), jaboncillo (*Sapindus saonaria*), aguacatillo (*Persea liebmanii*).

---

**Plantas**

Edad promedio de la plantación: 18.8 años  
Edades mínimas y máximas: 1 y 100 años, respectivamente.  
A los tres años inicia la etapa productiva de la planta y entre 5 y 8 años es la edad óptima.  
Principales variedades: árabe, borbón, marago, mundo novo, costa rica, catimor, catuai, marsellesa, lempira, azteca, peñasco, anacafe.  
Plantas promedio por hectárea: 3,500-4,000

---

**Suelos**

Barreras vivas para aumentar la presencia de hojarasca, mantener la materia orgánica y evitar el suelo desnudo.  
Terrazas individuales  
En algunos casos se aplica composta.

---

Figura 16. Caracterización del sistema de manejo del agroecosistema café orgánico  
Fuente: Elaboración propia con información de los representantes de las cooperativas

#### **4.2.2. Paso 2. Determinación de puntos críticos, indicadores y pesos**

##### *Puntos críticos*

Se definieron nueve puntos críticos, discutidos y determinados por los actores locales. Estos son: eficiencia productiva; disponibilidad de recursos; afectaciones por plagas y fenómenos naturales; dinamismo comercial; conocimiento sobre la actividad; diversidad productiva; autodependencia; involucramiento familiar y; acceso a la tierra. A continuación se describe parte de la discusión de los puntos críticos de acuerdo a cada uno de los atributos sistémicos:

##### *Productividad*

El principal punto crítico identificado por los actores son los rendimientos, pues niveles bajos de este indicador puede representar una reducción en el ingreso familiar y la imposibilidad de realizar reinversiones en la actividad. El segundo punto crítico fueron los altos costos que implica contratar mano de obra. Los actores afirmaron que el problema no es cuánto se paga por jornales, sino el número de personas que se llegan a contratar, que en algunos casos pueden ser muchos jornales y combinarse con bajos rendimientos, lo que genera bajos ingresos y altos costos.

##### *Estabilidad, confiabilidad y resiliencia*

Los principales puntos críticos se asocian a las afectaciones por plagas y enfermedades, así como fenómenos naturales. Dependiendo de las prácticas utilizadas, la magnitud de la afectación, principalmente por roya, puede variar desde aquellos que la tienen controlada a los que han tenido que remover la totalidad de sus cafetos. Los precios es otro de los puntos críticos de mayor importancia, los cuales se asocian al dinamismo de los mercados. Los últimos puntos críticos identificados son la disponibilidad de recursos naturales, pues la disminución de la fertilidad del suelo y la contaminación del agua ponen en riesgo la producción.

#### *Adaptabilidad*

Los puntos críticos de este atributo se asocian el conocimiento de los productores y a la diversidad de alternativas, lo cual es considerado por los actores como situaciones que se deben procurar para que se generen respuestas adecuadas cuando las situaciones ante problemas. Ejemplos de ello son el uso de variedades y varias fuentes de ingreso. La capacidad de implementar buenas prácticas de manejo es otro de los puntos críticos más destacables de este atributo.

#### *Autogestión*

Los puntos críticos del atributo de autogestión fueron percibidos por los actores como aquellos elementos de importancia para la producción de café que les permite depender menor de condiciones externas. La dependencia de la compra de insumos para la producción es considerada como un riesgo, pues esto impacta en los costos. El indicador propuesto para este punto crítico es: el productor genera sus propios insumos.

#### *Equidad*

Este atributo únicamente cuenta con un punto crítico, el cual se refiere a que las decisiones son tomadas de manera unilateral sin la inclusión de los miembros de la familia. El indicador asociado al punto crítico es que las decisiones se toman en familia.

#### *Indicadores*

Se seleccionaron 21 indicadores, de los cuales 20 forman parte de la evaluación de la sostenibilidad y uno más se integró al análisis de diferencias. Este último fue el indicador



“remanente de vegetación”, el cual solo pudo ser calculado para aquellos productores con polígonos de sus parcelas disponibles. Los indicadores son: rendimiento, eficiencia de la mano de obra, relación beneficio-costo, conservación de suelos, sombra del cafetal, edad de la plantación, requerimientos de agua, remanente de vegetación primaria, recuperación ante plagas y enfermedades, recuperación ante afectaciones por fenómenos naturales, situación de la actividad, variación de precios, precio, experiencia, sucesión familiar, variedades, fuentes de ingreso, ingreso proveniente de la cafecultura, producción de insumos, involucramiento familiar y superficie del productor. De estos indicadores se establecieron umbrales críticos y de sostenibilidad para ocho, los cuales se describen a continuación:

1. Rendimiento: Ct = 8 quintales por hectárea, St = 12 quintales por hectárea.
2. Relación beneficio-costo: Ct = 2, St = 3
3. Precio: Ct \$2,800 por quintal, St = \$3,500 por quintal
4. Sombra del cafetal: Ct = St = 40%-60%
5. Recuperación ante plagas y enfermedades: estado recuperado/controlada
6. Variedades: Ct = 2 variedades, St = 3 variedades
7. Ingreso proveniente de actividad cafetalera: Ct = 50%, St = 75%
8. Superficie del productor: Ct = 1.2 hectáreas; St = 2 hectáreas.

#### Pesos

En la construcción del índice de sostenibilidad, la comparación pareada de indicadores dio como resultado índices de inconsistencia por debajo de 0.1 con excepción de los indicadores del punto crítico de disponibilidad de recursos, en donde valor ascendió a 0.144. Es importante precisar que, debido a que el proceso de comparación pareada de este punto crítico fue extenso y desgastante para los actores locales por el número de indicadores que se evalúan, se acordó no ajustar el valor de inconsistencia. En el caso de los puntos críticos y los atributos sistémicos, se obtuvieron índices de inconsistencia por 0.09 y 0.08, respectivamente. Los indicadores con mayor peso una vez ajustado los valores respecto a los pesos de puntos críticos y atributos sistémicos son: relación beneficio-costo, rendimiento, recuperación ante plagas y enfermedades, precio pagado al productor, variedades utilizadas y superficie del productor.

Cuadro 5. Pesos de los indicadores, puntos críticos y atributos sistémicos en relación a la sostenibilidad del agroecosistema  
Fuente: Propia.

Atributos sistémicos	Peso (a)	Puntos críticos	Peso (b)	Indicador	Peso (c)	Peso (a*b*c)	
Productividad	0.3	Eficiencia productiva	1	Rendimiento quintales / hectárea	0.3	<b>0.09</b>	
				Eficiencia de la mano de obra quintales / personas contratadas	0.2	<b>0.06</b>	
				Relación beneficio-costos (precio*quintales) / costos	0.5	<b>0.15</b>	
Estabilidad, confiabilidad y resiliencia	0.35	Disponibilidad de recursos	0.4	Conservación de suelos productor realiza prácticas (binaria)	0.25	<b>0.035</b>	
				Sombra de cafetal % de sombra en la plantación	0.3	<b>0.042</b>	
				Edad de la plantación Años en promedio de la plantación	0.25	<b>0.035</b>	
				Requerimientos de agua Litros de agua usados en el proceso húmedo	0.1	<b>0.014</b>	
				Remanente de vegetación primaria* % del terreno con vegetación primaria	0.1	<b>0.014</b>	
		Recuperación por afectaciones por plagas, enfermedades y fenómenos naturales	0.3	Recuperación ante plagas y enfermedades El productor manifiesta haber recuperado su nivel productivo previo a la afectación (binaria)	0.8	<b>0.084</b>	
				Recuperación ante fenómenos naturales El productor manifiesta haber recuperado su nivel productivo previo a la afectación (binaria)	0.2	<b>0.021</b>	
		Dinamismo comercial	0.3	0.3	Situación de la actividad La actividad crece o se mantiene (percepción) (binaria)	0.1	<b>0.0105</b>
					Variación en precios Los precios han subido o se mantienen (percepción) (binaria)	0.2	<b>0.021</b>
					Precio pagado al productor	0.7	<b>0.0735</b>
Adaptabilidad	0.2	Conocimiento sobre la actividad	0.5	Experiencia Años de experiencia en la actividad	0.3	<b>0.03</b>	
				Sucesión familiar El productor tiene o tuvo familiares ascendentes productores de café (binaria)	0.2	<b>0.02</b>	
		Diversidad y opciones productivas	0.5	Variedades Número de variedades de café utilizadas en la plantación	0.7	<b>0.07</b>	
				Fuentes de ingreso Número de fuentes de ingreso	0.3	<b>0.03</b>	
				Ingreso proveniente de cafecultura Más de la mitad del ingreso proviene del café (binaria)	0.8	<b>0.04</b>	
Autogestión	0.05	Autodependencia	1	Producción de insumos Produce insumos para la producción de café (binaria)	0.2	<b>0.01</b>	
				Involucramiento familiar Las decisiones se toman en pareja o en familia (binaria)	0.3	<b>0.03</b>	
Equidad	0.1	Acceso a la tierra	1	Superficie del productor Área del terreno en hectáreas	0.7	<b>0.07</b>	

### 4.2.3. Paso 3. Clasificación de productores

La clasificación de los productores se realizó a través de la asociación entre la caracterización conceptual de posibles cambios en la tierra de los productores y el mapa de transiciones de uso de suelo. Se asumió que las áreas de producción de café estaban ubicadas en parcelas de vegetación secundaria (Raymundo et al., 2018). Por lo tanto, la transición de la agricultura o los pastos a la vegetación secundaria se consideró como conversión a tierras de café. Además, cuando se observaron rastros de vegetación primaria a vegetación secundaria y agrícola o de pastos a vegetación secundaria, se consideró que hubo un proceso de expansión-conversión (Baerenklau et al., 2012). Finalmente, no se observaron cambios en la tierra del productor.

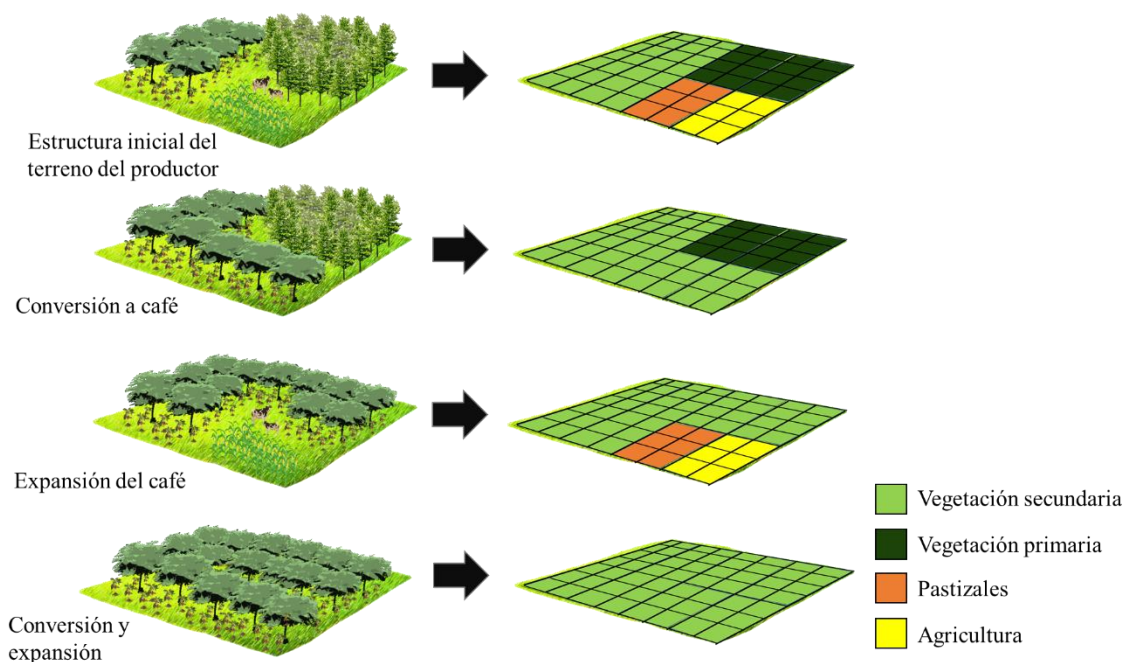


Figura 17. Asociación conceptual-metodológica de los posibles cambios en los terrenos  
Fuente: Elaboración propia.

En los terrenos de 43 de los 86 productores no se observan cambios. En cuanto a la otra mitad de los productores, 22 presentan expansión del café (25%), 11 convirtieron sus superficies agropecuarias a café (13%) y 10 productores presentaron expansión-conversión (12%).

#### 4.2.4. Paso 4. Medición de la sostenibilidad y análisis de diferencias

##### 4.2.4.1. Indicadores críticos

En términos de rendimiento, siete de cada diez productores de Finca Triunfo Verde y seis de cada diez de Café Capitán se ubican igual o por encima del umbral sostenible. Estas son cifras que contrastan con las de Comon, pues no solo registra la proporción más baja de productores por encima del umbral sostenible (9%), sino que ocho de cada diez se ubican por debajo del umbral crítico.

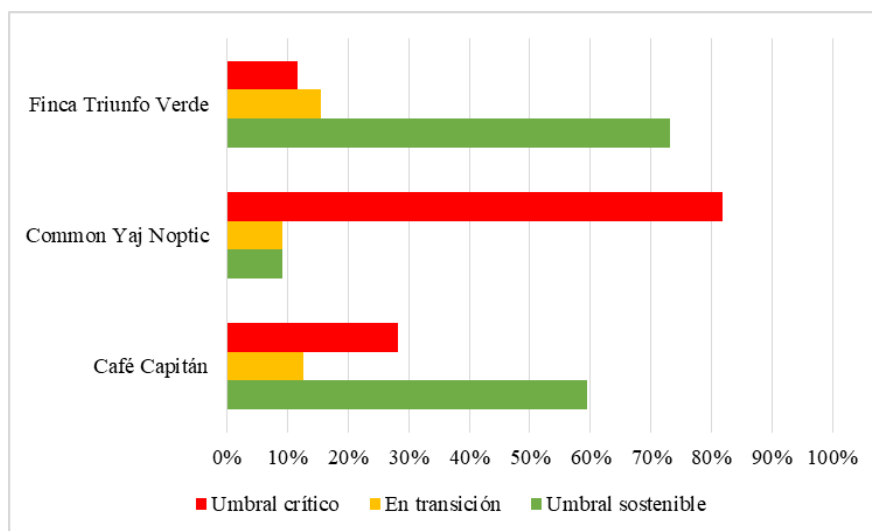


Figura 18. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador rendimiento  
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la relación beneficio-costos, las proporciones de los productores de Finca Triunfo Verde y Comon con valores iguales o por encima del umbral sostenible son similares a las observadas en el indicador de rendimiento, con 75% y 11%, respectivamente. La cooperativa con mayor proporción de productores por debajo del umbral crítico es Comon, con ocho de cada diez productores. En el caso del Café Capitán, destaca que ningún productor presenta valores iguales o superiores al umbral de sostenibilidad, mientras que seis de cada diez se encuentran en fase de transición entre ambos umbrales.

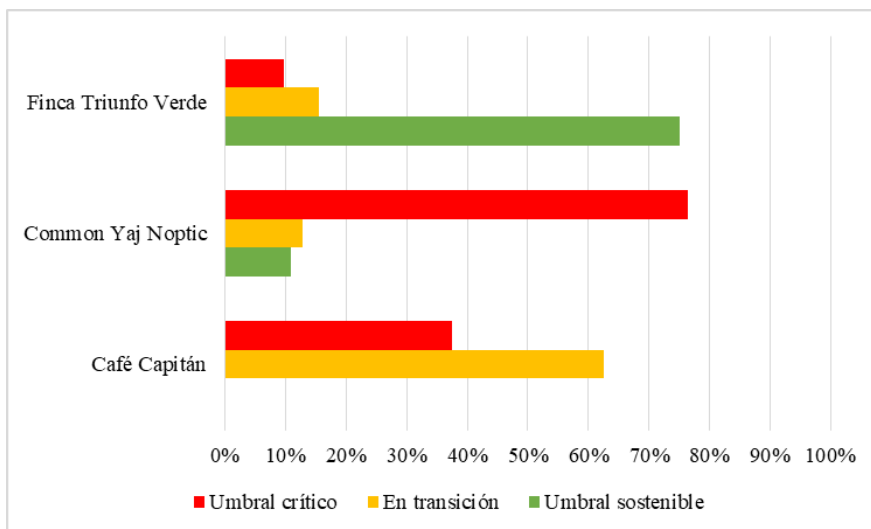


Figura 19. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador relación beneficio-costo  
Fuente: Elaboración propia.

En relación al precio, destaca que nueve de cada diez productores de Finca Triunfo Verde recibe precios iguales o por encima del umbral sostenible. Caso contrario se observa con Café Capitán, donde no solo destaca la ausencia de productores con precios iguales o por encima del umbral sostenible, sino que ocho de cada diez se ubican por debajo del umbral crítico. En el caso de Comon, tres cuartas partes de sus productores reciben precios por encima del umbral sostenible, mientras que el resto se ubica por debajo del umbral crítico.

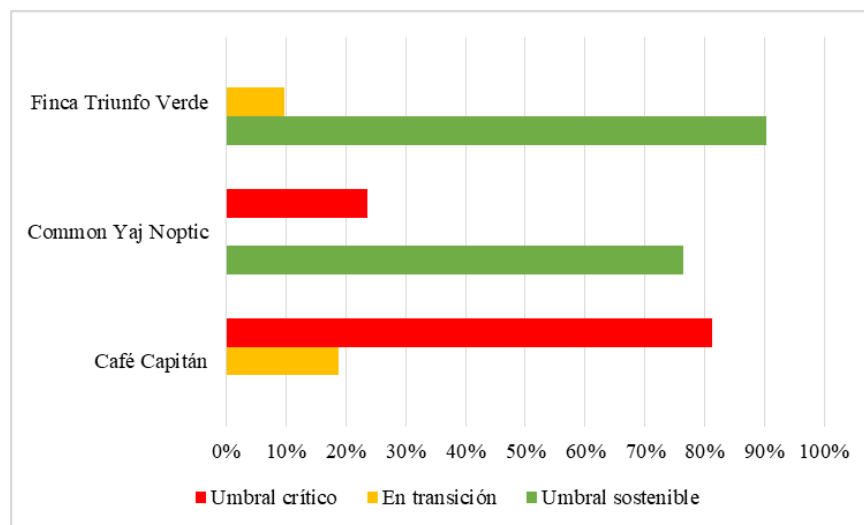


Figura 20. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador precio  
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del indicador porcentaje de sombra del cafetal muestran que en las tres cooperativas se realiza un manejo sostenible. Comon presenta la mayor proporción de

productores por debajo del umbral crítico, con 13%, mientras que en Finca Triunfo Verde el 97% de los productores se ubican por encima del umbral sostenible.

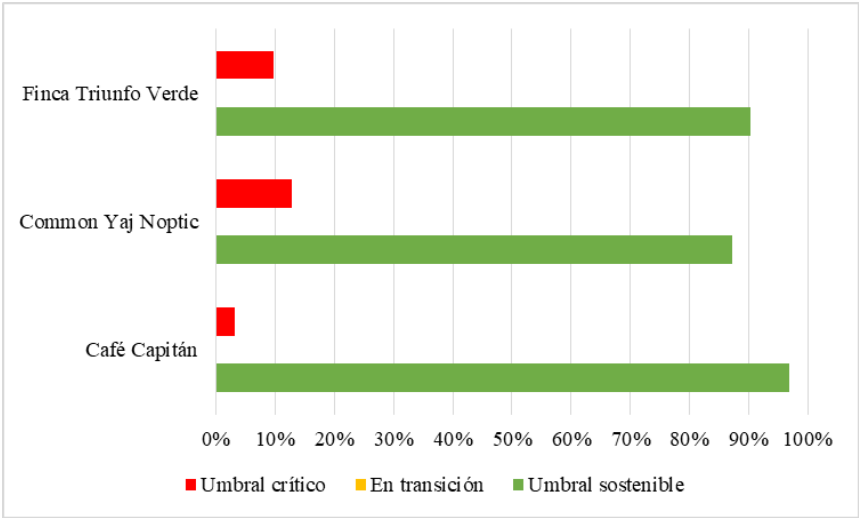


Figura 21. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador % de sombra del cafetal.  
Fuente: Elaboración propia.

En el indicador recuperación ante plagas y enfermedades, Comon presenta la mayor proporción de productores por encima del umbral sostenible, con el 98%. En el caso de Finca Triunfo Verde, seis de cada diez productores se ubican por encima de este umbra, mientras que el resto se ubica por debajo del umbral crítico. En Café Capitán predomina la proporción de productores por debajo del umbral crítico, con dos de cada tres agremiados.

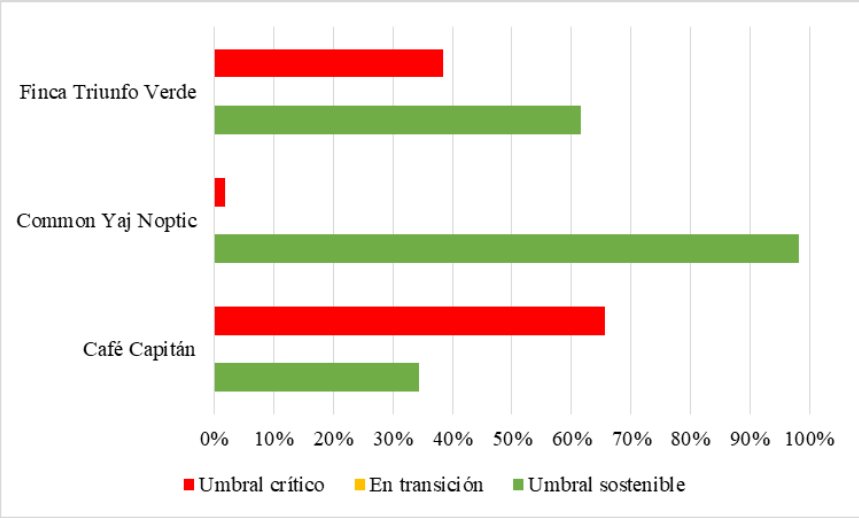


Figura 22. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador recuperación ante plagas y enfermedades.  
Fuente: Elaboración propia.

En el indicador de variedades utilizadas en la plantación, tres cuartas partes de los productores de Comon se ubican por encima el umbral sostenible. En el caso de Finca Triunfo Verde, seis de cada diez productores se encuentran por encima de este umbral. En Café Capitán seis de cada diez productores se encuentran en el rango de transición entre umbrales, mientras que tres de cada diez presentan valores iguales o superiores al umbral sostenible. Se destaca que todas las cooperativas presentan proporciones de productores inferiores al 10% en el umbral crítico.

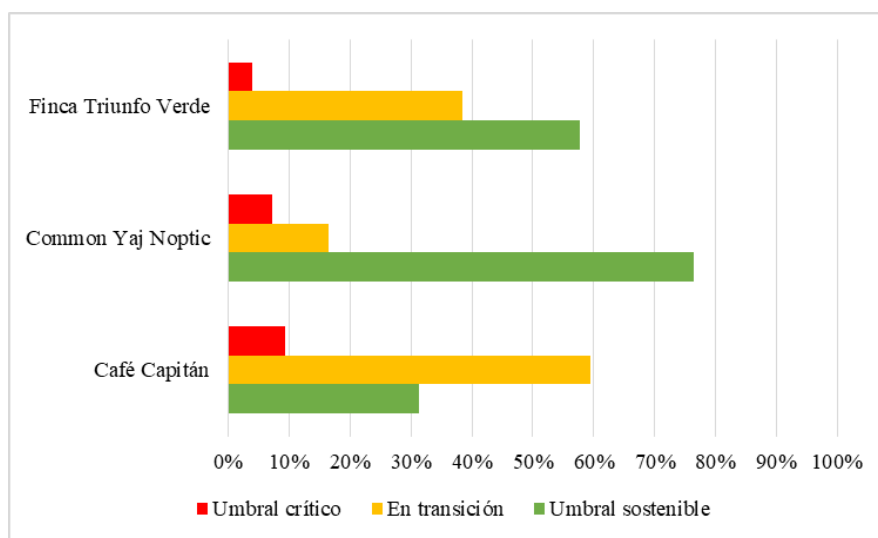


Figura 23. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador variedades.  
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del indicador ingreso proveniente de la cafecultura muestran que Café Capitán es la cooperativa con mayor proporción de sus productores por encima del umbral sostenible, con el 88%, mientras que el resto de sus agremiados registran valores en el rango de transición. Por otro lado, la amplia diversidad de actividades productivas de Comon tiene como efecto que únicamente el 2% de sus productores se ubiquen por encima del umbral sostenible de este indicador, mientras que dos terceras partes se encuentra en el rango de transición. En el caso de Finca Triunfo Verde, el 37% de sus productores registran valores por encima del umbral sostenible, mientras que poco más de la mitad de sus agremiados presenta valores en el rango de transición.

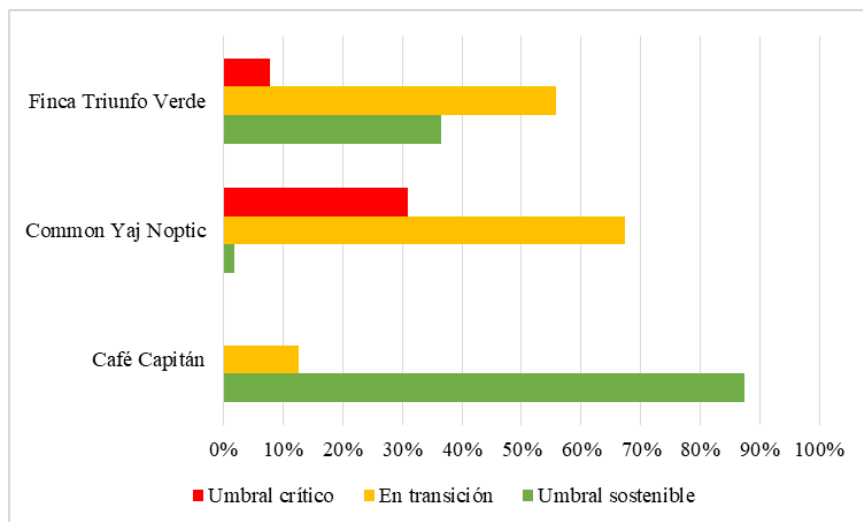


Figura 24. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador ingreso de la cafeticultura.  
Fuente: Elaboración propia.

Por último, el indicador de superficie del productor muestra que la gran mayoría de los productores de las tres cooperativas presentan áreas superiores al umbral sostenible. El 98% de los productores de Finca Triunfo Verde se encuentran en esta situación, mientras que en Café Capitán y Comon las proporciones son de 88% y 80%, respectivamente. En estas últimas cooperativas, uno de cada diez productores se ubica por debajo del umbral crítico.

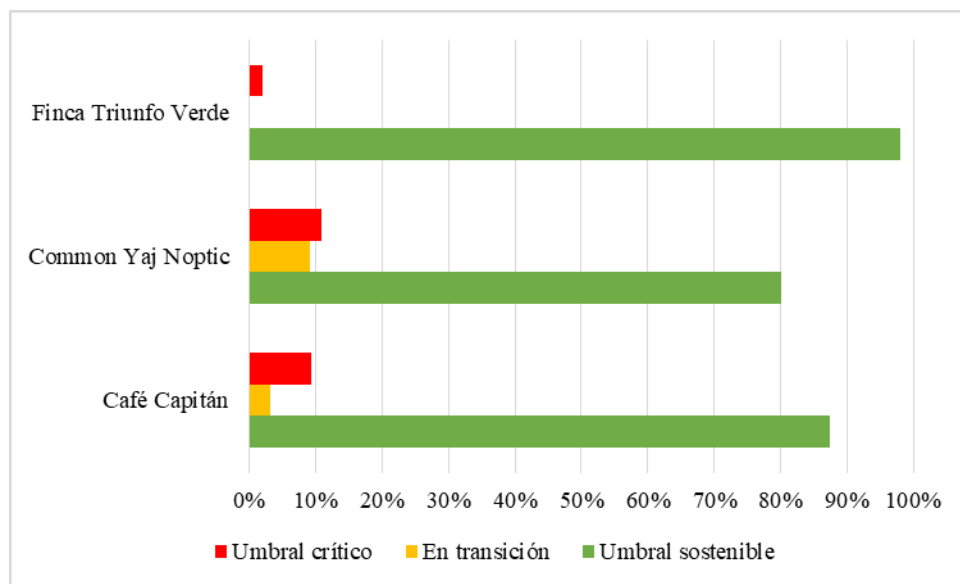


Figura 25. Proporción de productores respecto a los umbrales del indicador superficie del productor.  
Fuente: Elaboración propia.



#### ***4.2.4.1. Resultados de la evaluación por cooperativa***

##### **Café Capitán**

###### Perfiles de las cooperativas

La sociedad cooperativa Café Capitán es una organización de reciente creación, la cual fue constituida en 2018 y está conformada por 198 socios productores de diferentes localidades de los municipios de Capitán, Jaltenango y La Concordia. Esta organización se crea a partir de productores “independientes” de tradición cafetalera de la zona de amortiguamiento de la REBITRI, quienes consideraron al café orgánico como una vía para incrementar su productividad y mejorar sus ingresos por la venta de su producto. Pese a ello, no todos los socios productores están de acuerdo con la producción orgánica, por lo que algunos optan por llevar a cabo su producción mediante el sistema convencional, respetando el reglamento de la organización que instruye a llevar a cabo prácticas que no dañen el medio ambiente.

En este contexto, Café Capitán surge como un esfuerzo de productores independientes quienes, en colaboración con las autoridades de la REBITRI, han buscado incorporar a otros productores independientes para crear una mayor consciencia ambiental y reducir los niveles de deforestación que aquejan la zona de amortiguamiento. De acuerdo con los representantes de la organización, la deforestación se presenta por la expansión de la producción del café convencional y el uso de los recursos maderables para autoconsumo y venta. La organización busca mantener las áreas de café que actualmente se encuentran habilitadas, no obstante, reconocen que, debido a su reciente creación, no pueden ofrecer a los socios productores los precios pagados por otras cooperativas como Triunfo Verde. Adicionalmente, los representantes de Café Capitán manifiestan que no cuentan con muchos recursos monetarios, por lo que sus esfuerzos se orientan a brindar capacitación a los productores para incrementar su productividad, búsqueda de mercados, acceso a financiamiento e involucramiento de jóvenes en las actividades de la organización.

En cuanto a la relación con las autoridades de la REBITRI, los representantes manifestaron que las acciones de la CONANP se han dirigido a las cooperativas consolidadas y en menor medida a las de reciente creación. Pese a que la CONANP los ha invitado a participar en

eventos con otras cooperativas de productores orgánicos, los actores entrevistados consideran que falta más presencia de la CONANP con los productores independientes (no organizados en una figura formal), particularmente en cuanto a comunicación, pues aseguran que no los conocen.

### Nivel de sostenibilidad

Los productores de Café Capitán presentan niveles de sostenibilidad bajos y muy bajos. El 53% se encuentra en la situación más crítica en cuanto a esta métrica. Esta cooperativa presenta los niveles de sostenibilidad más bajos de las cooperativas evaluadas.

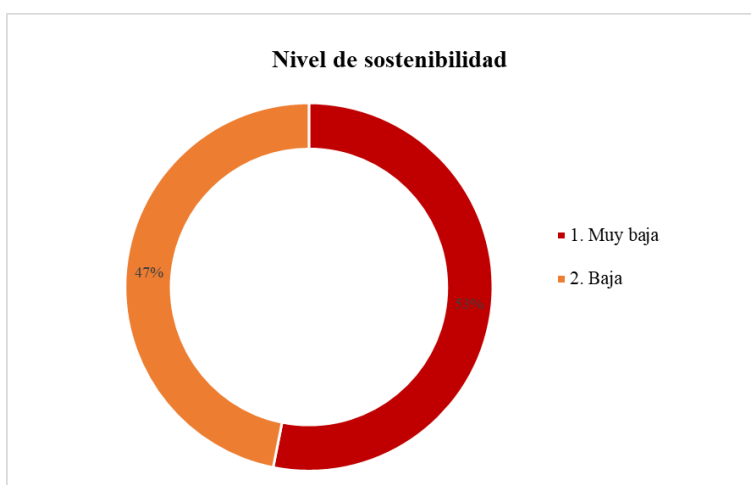


Figura 26. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de sostenibilidad.  
Fuente: Elaboración propia.

Los productores de Café Capitán presentan niveles de eficiencia productiva baja y moderada, principalmente. El rendimiento promedio es de 10.9 qq/ha, mientras que se observan rendimientos que van desde 1 a 20 qq/ha. Esto representa una brecha de 19 qq/ha. En cuanto a la productividad de la mano de obra, el promedio de la cooperativa es de 6 qq/persona contratada, mientras que la brecha observada es de 17.74 qq/persona contratada, con un máximo de 18 qq/persona contratada. La relación beneficio-costo media es de 2.09, con una brecha de 2.57, en donde el valor máximo es de 2.9 veces el beneficio respecto a los costos.

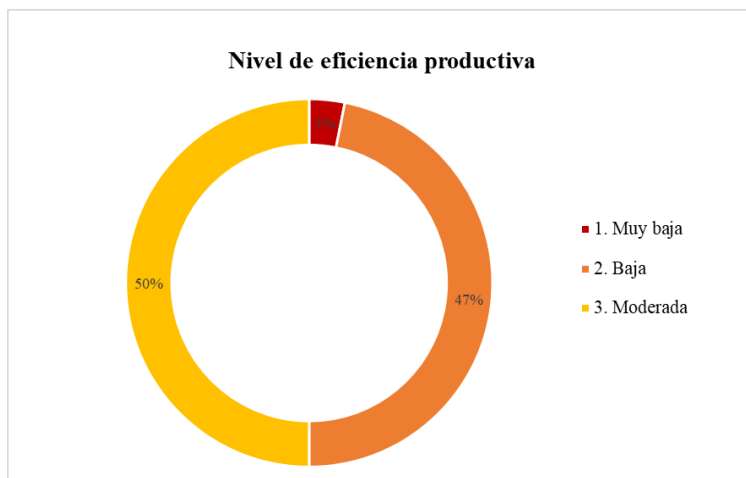


Figura 27. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de eficiencia productiva.  
Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad de recursos de los productores de Café Capitán es predominantemente baja, siete de cada diez productores presentan este nivel, mientras que dos de cada diez presentan niveles moderados. Uno de cada diez productores realiza prácticas de conservación de suelos. El promedio de agua utilizada por los productores de la cooperativa es de 46,330 litros al año, con un máximo de 1,482,580 litros. En cuanto al manejo de sombra, los productores mantienen 52.5% de sombra en promedio, con un rango entre 40% a 65%. La edad promedio de las plantaciones es de 10 años, con una brecha de 23 años entre el valor mínimo y máximo, siendo este último de 25 años.

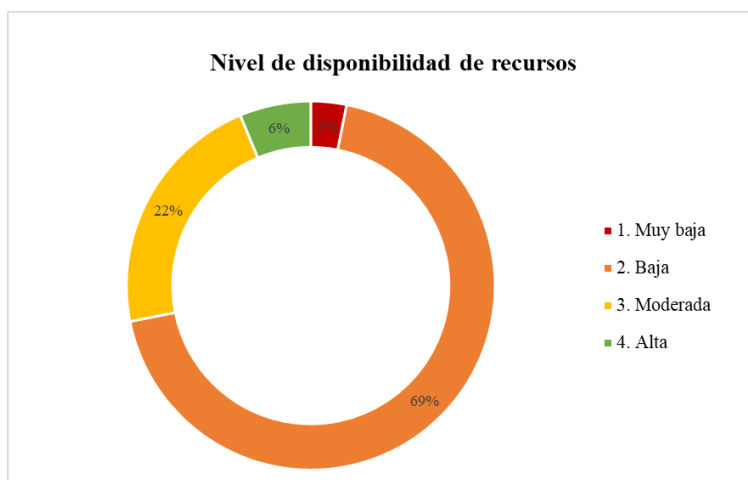


Figura 28. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de disponibilidad de recursos.  
Fuente: Elaboración propia.

El nivel de recuperación de afectaciones por plagas, enfermedades y fenómenos naturales de Café Capitán es predominantemente muy baja. Aproximadamente seis de cada diez productores presentan este nivel, mientras que alrededor de tres de cada diez registran niveles altos de recuperación. El 34% de los productores manifestó haber recuperado su nivel productivo después de afectaciones por plagas y enfermedades. Asimismo, únicamente tres de cada diez productores han recuperado su nivel productivo tras afectaciones por fenómenos naturales.

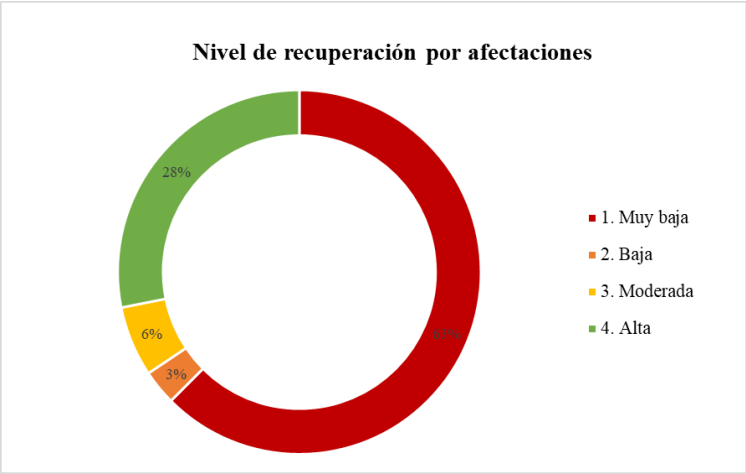


Figura 29. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de recuperación por afectaciones. Fuente: Elaboración propia.

El dinamismo comercial de los productores de Café Capitán presenta niveles muy bajos y bajos, observándose proporciones de 62% y 38%, respectivamente. Únicamente el 3% de los productores percibieron que la actividad productiva se encuentra estancada, mientras que el resto consideró que está creciendo. Asimismo, uno de cada diez productores consideró que el precio ha disminuido, mientras que ocho de cada diez manifestó que se ha mantenido. Se observa un precio promedio pagado al productor de \$2,487.5 por quintal, con una brecha de \$1,000 entre el valor mínimo y máximo, siendo este último de \$3,000 por quintal.

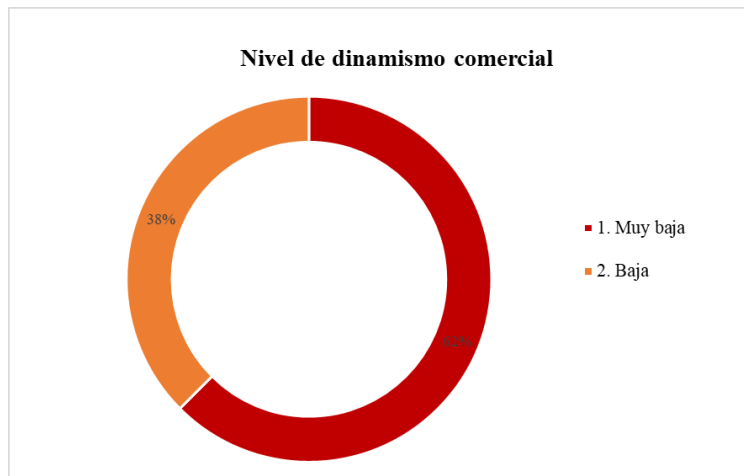


Figura 30. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de dinamismo comercial.  
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a conocimiento, seis de cada diez productores de Café Capitán presentan nivel bajo y uno de cada diez muy bajo. El 28% registra niveles moderados y únicamente el 3% altos. Los años de experiencia que tiene en promedio un productor de la organización son 13 años. Se observa una brecha de 26 años entre el valor mínimo y el máximo, siendo éste último de 30 años. En cuanto a la sucesión familiar, nueve de cada diez productores manifestaron tener familiares ascendentes que se dedicaban a la producción de café, siendo la mayoría los padres (93%).

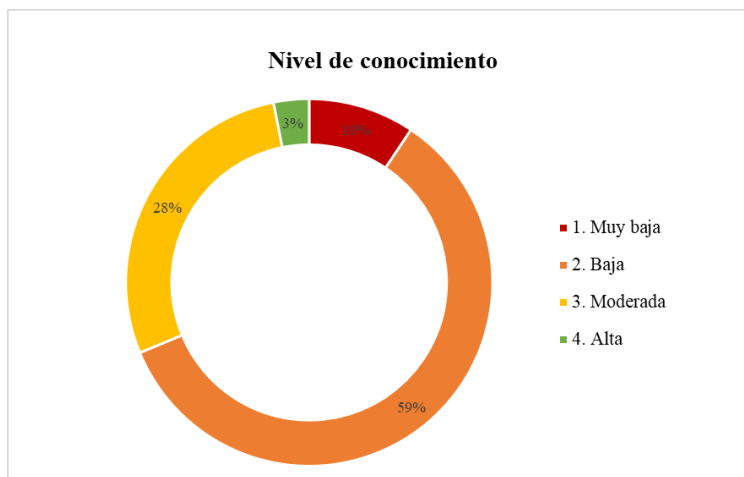


Figura 31. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de conocimiento.  
Fuente: Elaboración propia.

La diversidad de opciones en los productores de Café Capitán es predominantemente muy baja y baja. Seis de cada diez y dos de cada diez productores, respectivamente, se

encuentran en esta situación. En promedio, un productor de esta cooperativa utiliza dos variedades de café arabica en su plantación, mientras que alrededor del 30% de ellos utiliza tres o más. Entre las variedades más utilizadas son: Típica, Borbón, Peñasco y Costa Rica. En cuanto a diversidad de ingresos, el 25% tiene otras fuentes de ingreso, predominando la actividad productiva distinta al café al interior y exterior de la unidad de producción.

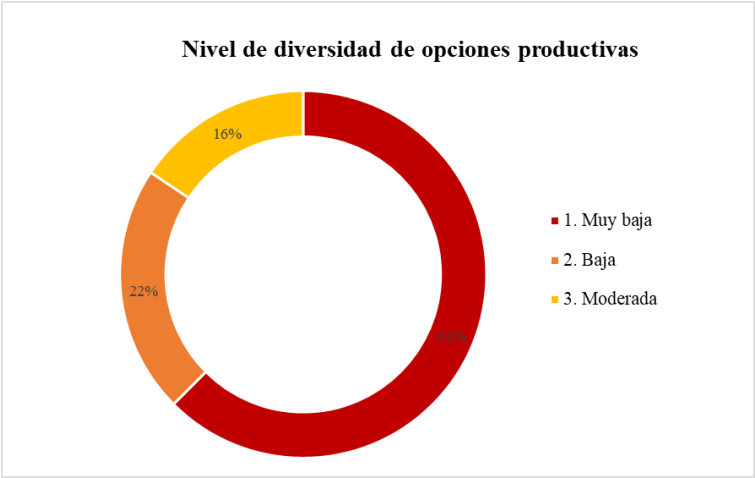


Figura 32. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de opciones productivas. Fuente: Elaboración propia.

La autodependencia en los productores de Café Capitán es predominantemente moderada, con ocho de cada diez productores en este nivel. El 88% de los productores de esta cooperativa obtienen casi todos sus ingresos de la venta del café. No obstante, únicamente uno de cada diez produce insumos que utiliza en su unidad de producción.

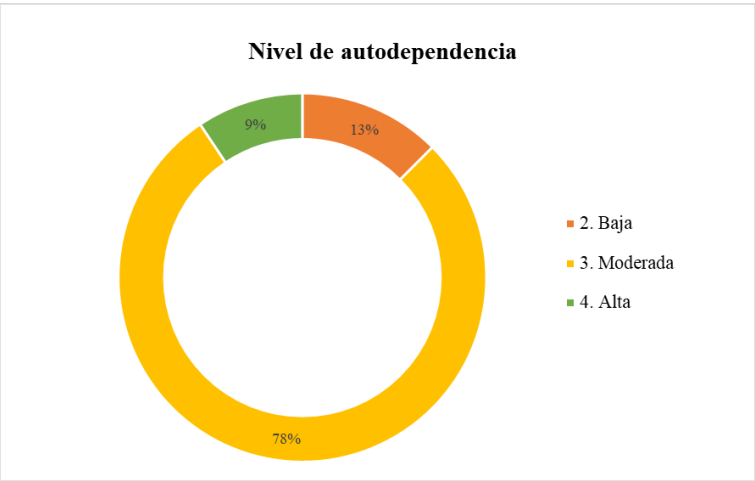


Figura 33. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de autodependencia. Fuente: Elaboración propia.

El involucramiento familiar de Café Capitán es predominantemente alto, pues tres de cada cuatro productores presentan este nivel. Estos productores llevan a cabo las decisiones de las diferentes etapas de la actividad cafetalera con la inclusión de todos los miembros de la familia (69%), o bien, con decisiones en pareja (6%). El resto corresponde a la toma de decisiones individuales.

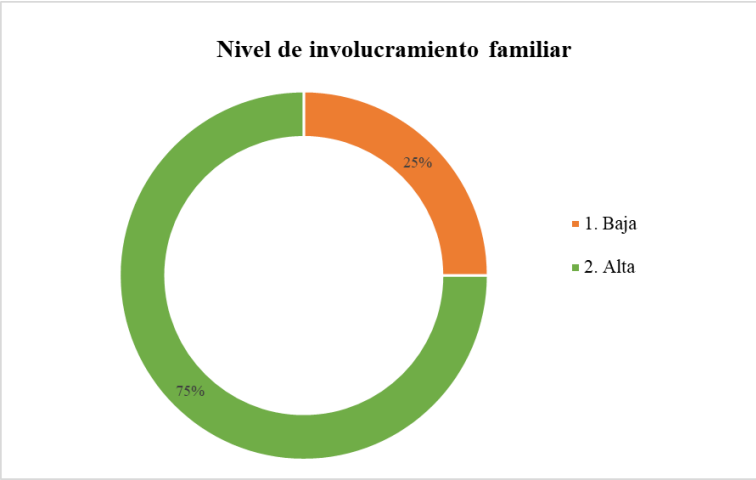


Figura 34. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de involucramiento familiar. Fuente: Elaboración propia.

El nivel de acceso a la tierra de los productores de Café Capitán es principalmente alto y moderado, con 47% y 44%, respectivamente. El promedio de la superficie de los productores de esta cooperativa es de 3 hectáreas. Se observa una brecha de 12 hectáreas entre el valor mínimo y el máximo, siendo éste último de 13 hectáreas.

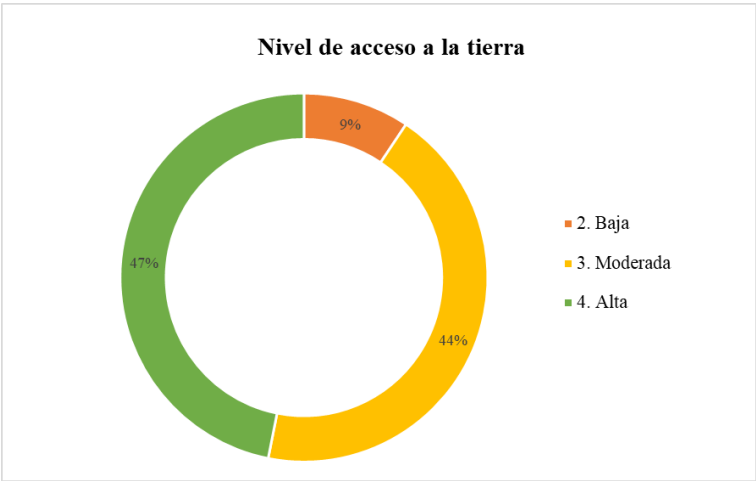


Figura 35. Proporción de productores de Café Capitán de acuerdo su nivel de acceso a la tierra. Fuente: Elaboración propia.

## **Comon Yaj Noptic**

### Perfil organizativo

La Comon Yaj Noptic es una sociedad cooperativa de productores orgánicos del municipio de La Concordia, la cual cuenta con 192 socios productores. La organización se formó en 1995 por 201 productores de café convencional, con la intención de formar grupos de trabajo para la exportación de café. Ante la necesidad de acceder a mercados que pagaran un mejor precio al productor, evitar el intermediarismo y la oportunidad de colaboración con autoridades de la REBITRI y otras organizaciones no gubernamentales, la organización decidió convertirse en una cooperativa de productores de café orgánico. Esta decisión generó desacuerdos al interior de la organización, lo cual derivó en que cerca de 70 productores decidieran dejar la organización y retomar la producción de café bajo el sistema convencional. Pese a ello, la organización logró exportar el primer lote gracias a la colaboración con Conservación Internacional.

La transición hacia la producción de café orgánico brindó, desde el punto de vista de la organización, importantes beneficios a los socios productores, pues mientras el café convencional se paga a \$1,750 en la región, el precio pagado por la organización al productor orgánico es cercano a \$3,500. El principal destino comercial de su café es el mercado de exportación, para el cual la cooperativa realiza ventas por contrato. Entre otros servicios que proporciona la organización a los socios se encuentran: facilitar los procesos para la certificación orgánica, el otorgamiento de créditos para la cosecha, actividades culturales y lúdicas para los socios y sus familias y la comercialización del café orgánico.

La organización siempre ha colaborado con las autoridades de la REBITRI desde su creación, quienes impulsaron proyectos de conservación de suelos con productores orgánicos, viveros para la diversificación productiva con palma camedor y árboles frutales en la zona de influencia de la Reserva, promoción de producción orgánica con mujeres en ferias, entre otros. Adicionalmente, la REBITRI es considerada un aliado importante de la organización en lo correspondiente a ecoturismo, el cual es otro de los servicios con los que cuenta la cooperativa y una de las fuentes adicionales de ingreso de los socios. La actividad de ecoturismo es el marco en el cual se desarrolla la mayor parte de la comunicación entre ambos actores. Asimismo, la cooperativa ha colaborado con la REBITRI brindando pláticas



de sensibilización a productores no orgánicos, pues aseguran que han causado la contaminación del producto. Por otro lado, los representantes de la organización manifiestan que también existe descontento por parte de los productores, quienes se sienten limitados al no poder hacer uso libre de los recursos forestales con los que cuentan, o bien, por no poder expandir sus zonas de cultivo. No obstante, cuenta con un reglamento que busca evitar ambas acciones.

**Nivel de sostenibilidad**

Los niveles de sostenibilidad que predominan en los productores de Comon son de moderada y baja. Alrededor de ocho de cada diez productores se encuentran en esta situación. Únicamente el 13% presenta niveles de sostenibilidad alta. En cuanto a esta métrica, esa cooperativa presenta una posición intermedia dentro de las evaluadas.

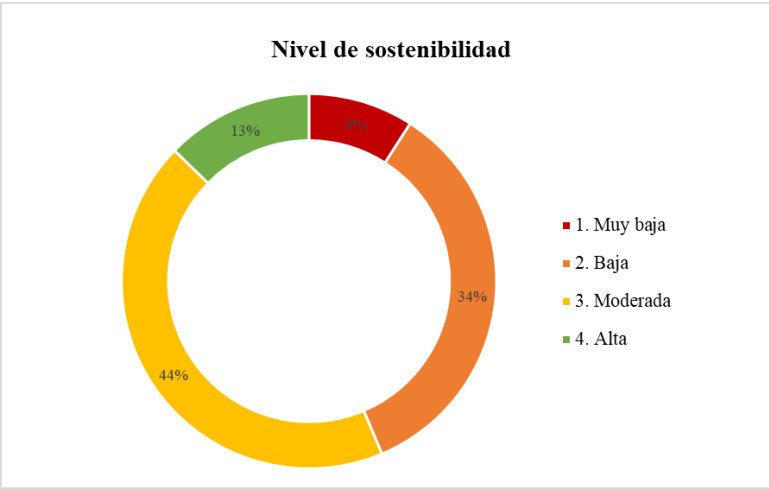


Figura 36. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de sostenibilidad. Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de productores de Comon Yaj Noptic presentan niveles de eficiencia productiva muy baja y baja. Éstos representan el 85% del total de productores. El rendimiento promedio es de 5.4 qq/ha, mientras que se observan rendimientos que van desde 0.14 a 21.6 qq/ha. Esto representa una brecha de 21.4 qq/ha. En cuanto a la productividad de la mano de obra, el promedio de la cooperativa es de 4.9 qq/persona contratada, mientras que la brecha observada es de 16.9 qq/persona contratada, con un máximo de 17.4 qq/persona contratada. La relación beneficio-costos media es de 1.57, con una brecha de 3.5, en donde el valor máximo es de 4.7 veces el beneficio respecto a los costos.

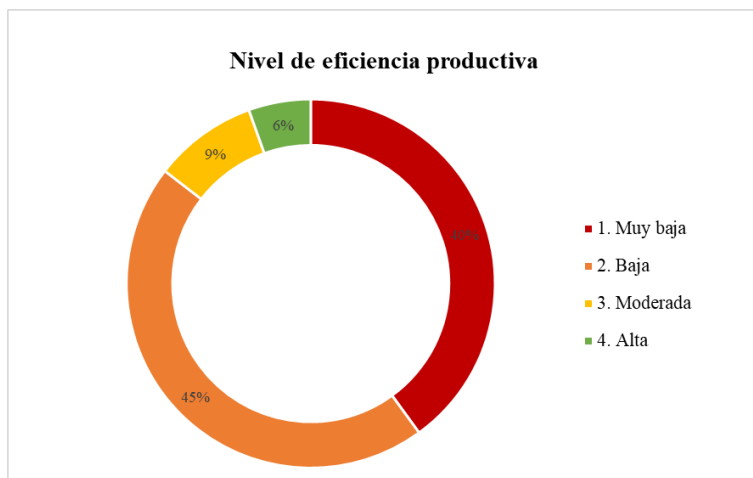


Figura 37. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de eficiencia productiva.  
Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad de recursos de los productores de Comon es predominantemente moderada. Siete de cada diez productores presentan este nivel, mientras que el 16% presentan niveles altos. El 98% de los productores realiza prácticas de conservación de suelos. El promedio de agua residual utilizada por los productores de la cooperativa es de 28,086 litros al año, con un máximo de 1,516,685 litros. En cuanto al manejo de sombra, los productores mantienen 50.5% de sombra en promedio, con un rango entre 35% a 70%. La edad promedio de las plantaciones es de 20 años, con una brecha de 44 años entre el valor mínimo y máximo, siendo este último de 45 años.

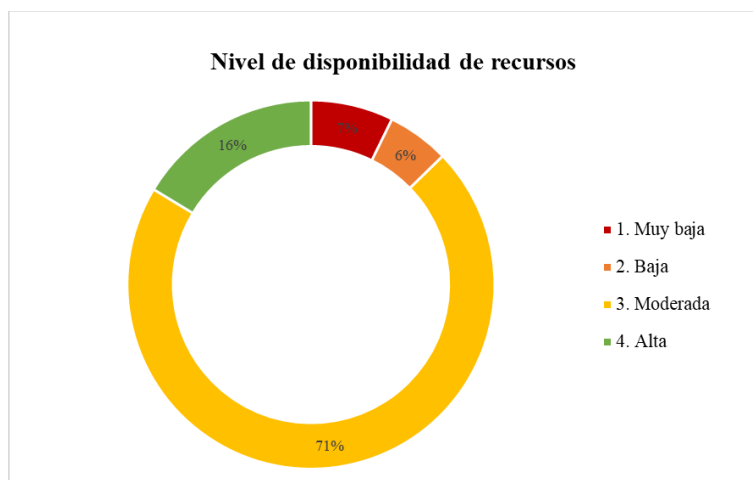


Figura 38. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de disponibilidad de recursos.  
Fuente: Elaboración propia.

El nivel de recuperación de afectaciones por plagas, enfermedades y fenómenos naturales de Comon es predominantemente alta. El 98 % de los productores presentan este nivel de recuperación. El 96% de los productores manifestó haber recuperado su nivel productivo después de afectaciones por plagas y enfermedades. Asimismo, la totalidad de los productores de la cooperativa han recuperado su nivel productivo tras afectaciones por fenómenos naturales.



Figura 39. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de recuperación por afectaciones.  
Fuente: Elaboración propia.

El dinamismo comercial de los productores de Comon presenta niveles moderados, principalmente. Alrededor de tres cuartas partes se encuentran en esta situación, mientras que el resto registra niveles de dinamismo comercial muy bajo. Pese a ello, todos los productores consideraron que la actividad productiva se encuentra creciendo. Asimismo, la totalidad de los productores de la cooperativa consideró que el precio pagado al productor ha aumentado. Se observa un precio promedio pagado al productor de \$3,293.5 por quintal, con una brecha de \$1,150 entre el valor mínimo y máximo, siendo este último de \$3,550 por quintal.

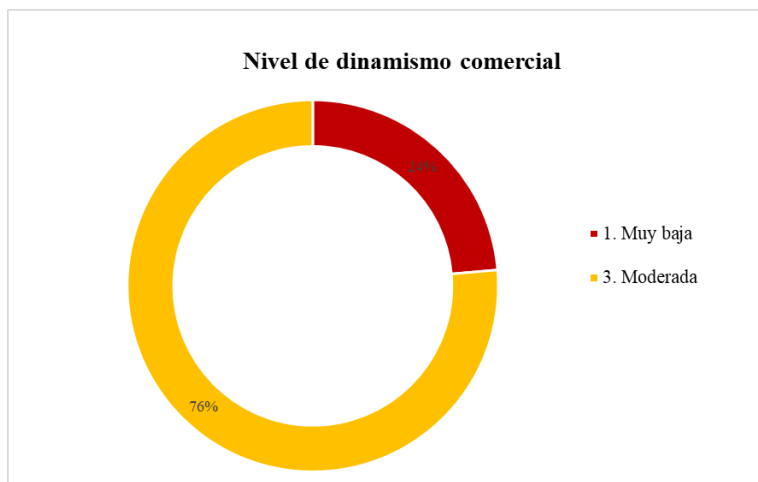


Figura 40. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de dinamismo comercial.  
Fuente: Elaboración propia.

El nivel de conocimiento en los productores de Comon es predominantemente moderado, los cuales representan el 53%. El resto presenta niveles bajos y muy bajos. Los años de experiencia que tiene en promedio un productor de la organización son 15.5 años. Se observa una brecha de 23 años entre el valor mínimo y el máximo, siendo éste último de 25 años. En cuanto a la sucesión familiar, el 85% de los productores manifestaron tener ascendentes que se dedicaban a la producción de café, siendo la mayoría los padres (98%).

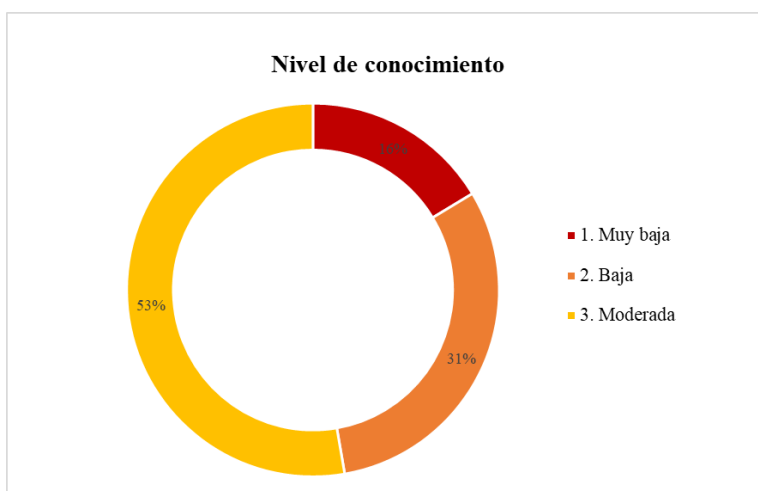


Figura 41. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de conocimiento.  
Fuente: Elaboración propia.

La diversidad de opciones en los productores de Comon es predominantemente alta, con el 53%, mientras que una cuarta parte presentan niveles moderados. El 77% de los productores utiliza tres o más variedades, siendo las más utilizadas la Borbón, Típica,

Catimor, Costa Rica y Caturra. En cuanto a diversidad de ingresos, todos los productores tienen otras fuentes de ingreso, siendo la principal el ecoturismo.

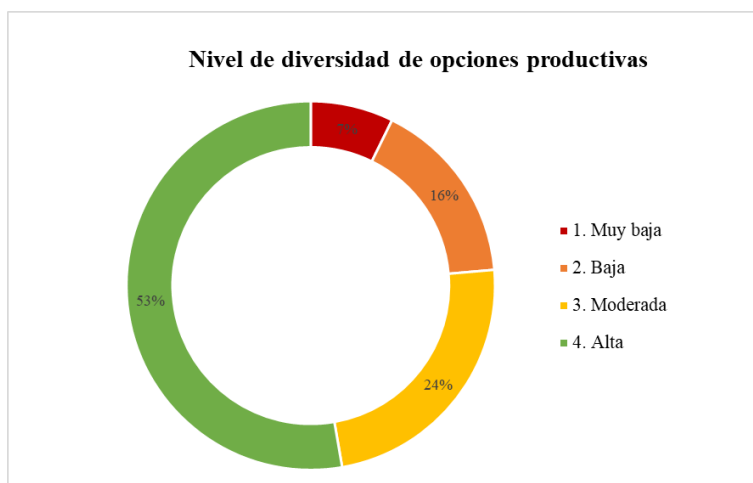


Figura 42. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de opciones productivas. Fuente: Elaboración propia.

El 98% de los productores de Comon registran niveles de autodependencia baja y muy baja. Únicamente el 2% de los productores obtiene casi todos sus ingresos de la venta del café, mientras que siete de cada diez generan más de la mitad de sus ingresos por la venta de este producto. Es la única cooperativa con una proporción significativa de productores que obtienen menos de la mitad de sus ingresos del café. Asimismo, ningún agremiado de esta organización produce sus propios insumos.

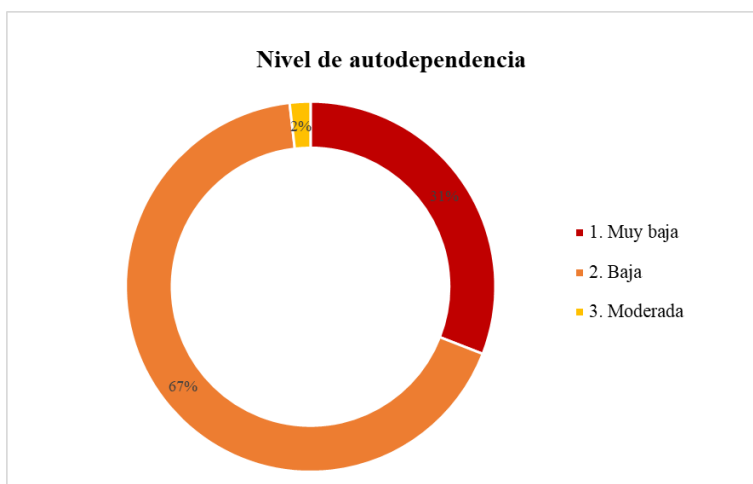


Figura 43. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de autodependencia. Fuente: Elaboración propia.

El involucramiento familiar de Comon es predominantemente alto, pues seis de cada diez productores presentan este nivel. Estos productores llevan a cabo las decisiones de las diferentes etapas de la actividad cafetalera con la inclusión de todos los miembros de la familia (53%), o en pareja (9%). El resto corresponde a la toma de decisiones individuales.

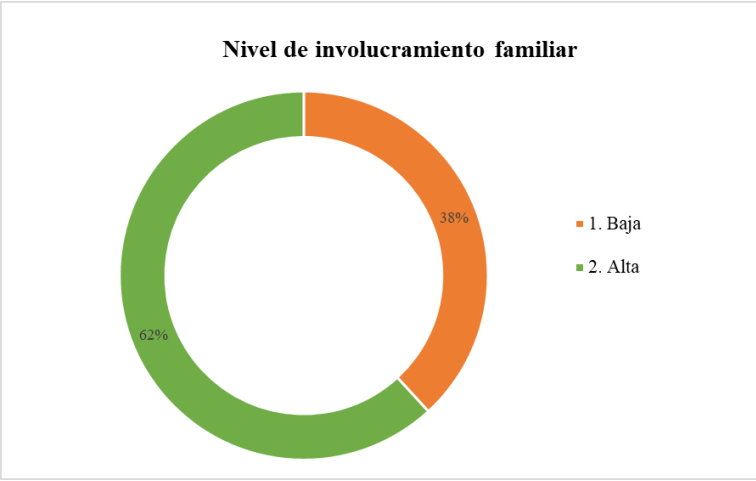


Figura 44. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de involucramiento familiar. Fuente: Elaboración propia.

El nivel de acceso a la tierra de los productores de Comon es principalmente alto. Siete de cada diez productores se encuentran en esta situación. El promedio de la superficie de los productores de esta cooperativa es de 5 hectáreas. Se observa una brecha de 48.5 hectáreas entre el valor mínimo y el máximo, siendo este último de 49 hectáreas.

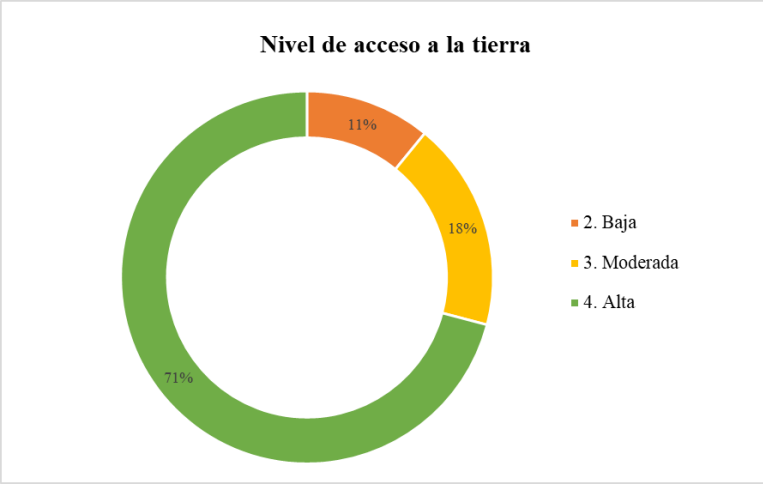


Figura 45. Proporción de productores de Comon Yaj Noptic de acuerdo su nivel de acceso a la tierra. Fuente: Elaboración propia.

## **Finca Triunfo Verde**

### Perfil Organizativo

La organización Finca Triunfo Verde inició operación como grupo de trabajo en 1999 y se constituyó formalmente como sociedad cooperativa en el año 2000, la cual concentraba alrededor de 180 productores de tradición cafetalera de las localidades Nueva Colombia, Nueva Palestina y Monterrey. Triunfo Verde inició la transición hacia la producción orgánica prácticamente desde el comienzo de operaciones, iniciando procesos de capacitación a los socios productores y que derivara en la obtención de la certificación en 2001. La creación de Triunfo Verde obedeció a la necesidad de contar con alternativas de comercialización que mejorara el precio al cual tenían acceso los productores, el cual era dominado por pequeños y grandes intermediarios como AMSA, Café California ExpoGranos.

Actualmente, la organización está conformada por 497 productores. Entre los principales servicios que proporciona la organización a los socios productores son: la facilitación de la certificación orgánica, la comercialización, financiamiento, capacitación, diversificación productiva (miel y hortalizas), estrategias de adaptación al cambio climático, introducción de tres mil árboles de sombra y talleres de educación ambiental dirigidos a niños de diferentes comunidades. La organización ha implementado una serie de acciones para fortalecer el arraigo de jóvenes buscando el recambio generacional.

La evolución de la organización en el mercado orgánico tiene su origen en la venta de café pergamino a NESCAFÉ, durante sus primeros años de conformación, haciendo uso de transporte y maquinaria altamente depreciada, a la consolidación de clientes con los que Triunfo Verde ha trabajado desde hace siete u ocho años, mismos que contribuyen a la financiación de proyectos relacionados a la adaptación al cambio climático y capacitación a jóvenes. La comercialización descansa en el mercado de exportación. En ese sentido, la organización tiene contrato por la venta del 60% de la producción del siguiente año (2020) con la expectativa de realizar la firma de otro contrato en diciembre de este año.

En cuanto a los vínculos con la REBITRI, si bien es cierto que ésta impulsó la conformación de Triunfo Verde, los representantes de la organización manifestaron que la relación ha sido complicada porque al inicio tenían una perspectiva altamente conservacionista, lo cual

limitaba mucho la actividad cafetalera. Se destaca que algunas comunidades llegaron a tener diferencias con la REBITRI por las restricciones al uso de recursos maderables, los cuales formaban parte de sus medios de vida. No obstante, con el paso de los años, la REBITRI fortaleció los canales de comunicación con las comunidades e implementó una serie de acciones, en conjunto con organizaciones no gubernamentales, orientadas a sensibilizar a las comunidades en temas de conservación y a conciliar alternativas productivas viables y pertinentes a las condiciones de la Reserva. Los representantes de Triunfo Verde comentan que el mayor cambio se observó en los últimos seis años, pues consideran que han ingresado a la REBITRI profesionales con un perfil más integral y menos conservacionista estricto, quienes han impulsado actividades que derivan en mayores recursos a las comunidades y diversas alternativas productivas. La REBITRI y Triunfo Verde colaboran en la difusión y comunicación de experiencias en diversos espacios para fomentar la producción de café orgánico. Asimismo, se destaca el problema que tiene la REBITRI por falta de recursos financieros, lo cual ha mermado su capacidad de mantener personal y, con ello, su capacidad para atender problemas asociados a incendios o al bienestar de las comunidades.

#### Nivel de sostenibilidad

Finca Triunfo Verde es la cooperativa con una mayor proporción de productores con nivel de sostenibilidad alta, con tres de cada diez productores. El nivel de sostenibilidad moderada es el predominante en esta organización, con cinco de cada diez productores. Únicamente dos de cada diez productores presentan niveles de sostenibilidad baja y muy baja.

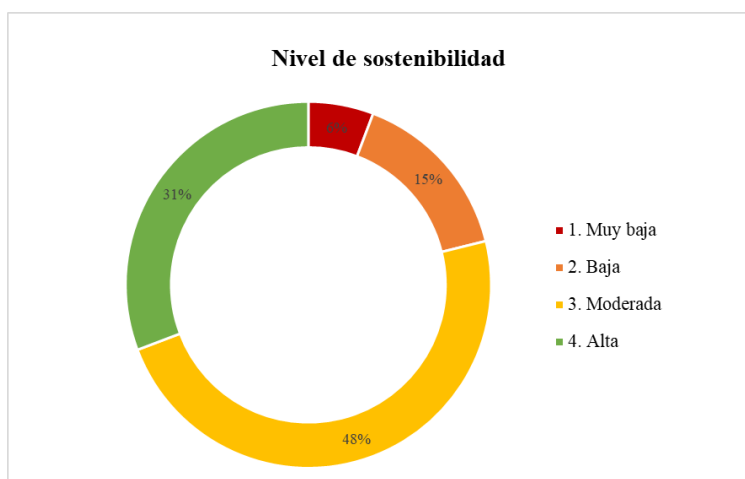


Figura 46. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia.



La mayoría de los productores de Finca Triunfo Verde presentan niveles de eficiencia productiva moderada. Éstos representan el 65% del total de productores. Asimismo, dos de cada diez productores presentan niveles de eficiencia productiva alta. El rendimiento promedio es de 14.3 qq/ha, mientras que se observan rendimientos que van desde 4 a 49 qq/ha, con una brecha de 45 qq/ha. En cuanto a la productividad de la mano de obra, el promedio de la cooperativa es de 7.3 qq/persona contratada, mientras que la brecha observada es de 23 qq/persona contratada, con un máximo de 24.5 qq/persona contratada. La relación beneficio-costos media es de 3.54, con una brecha de 5.4, en donde el valor máximo es de 6.82 veces el beneficio respecto a los costos.

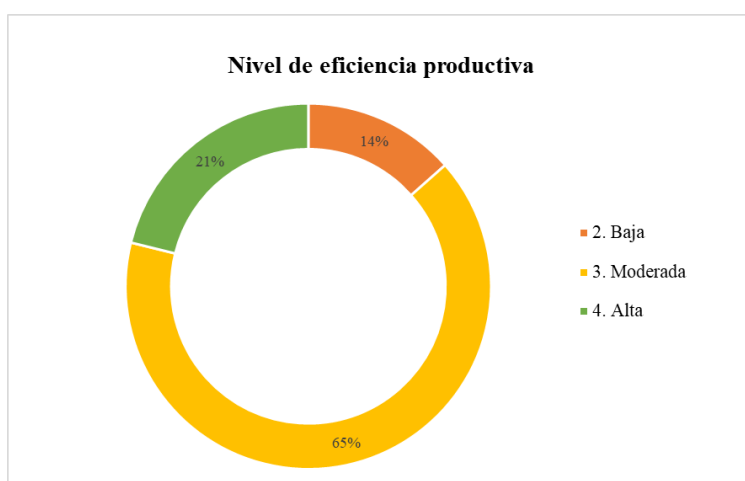


Figura 47. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de eficiencia productiva.  
Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad de recursos de los productores de Finca Triunfo Verde es predominantemente baja y moderada. El 66% de los productores presentan este nivel, mientras que dos de cada diez presentan niveles muy bajos. Siete de cada diez productores realizan prácticas de conservación de suelos. El promedio de agua residual generada por los productores de la cooperativa es de 116,097 litros al año, con un máximo de 364,320 litros. En cuanto al manejo de sombra, los productores mantienen 47.5% de sombra en promedio, con un rango entre 25% a 70%. La edad promedio de las plantaciones es de 23 años, con una brecha de 99 años entre el valor mínimo y máximo, siendo este último de 100 años.

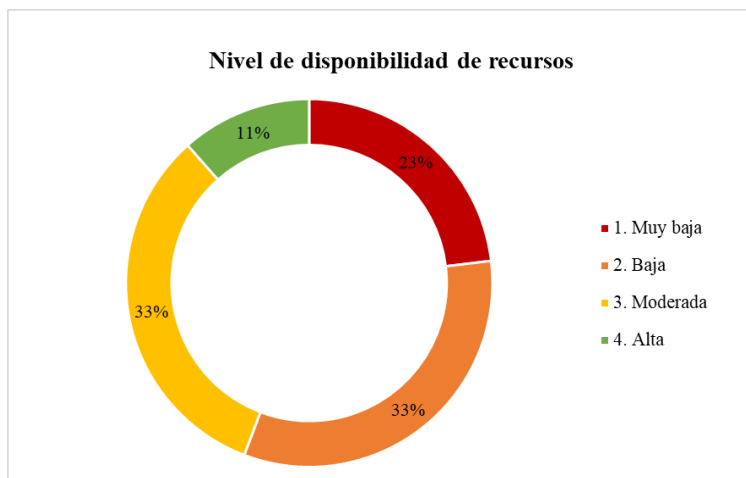


Figura 48. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de disponibilidad de recursos.  
Fuente: Elaboración propia.

El nivel de recuperación de afectaciones por plagas, enfermedades y fenómenos naturales de Finca Triunfo Verde es predominantemente alta. El 56% de los productores presentan este nivel, mientras que el 36% registran niveles bajos y muy bajos de recuperación. El 65% de los productores manifiesta haber recuperado su nivel productivo después de afectaciones por plagas y enfermedades. Asimismo, el 85% de los productores han recuperado su nivel productivo tras afectaciones por fenómenos naturales.

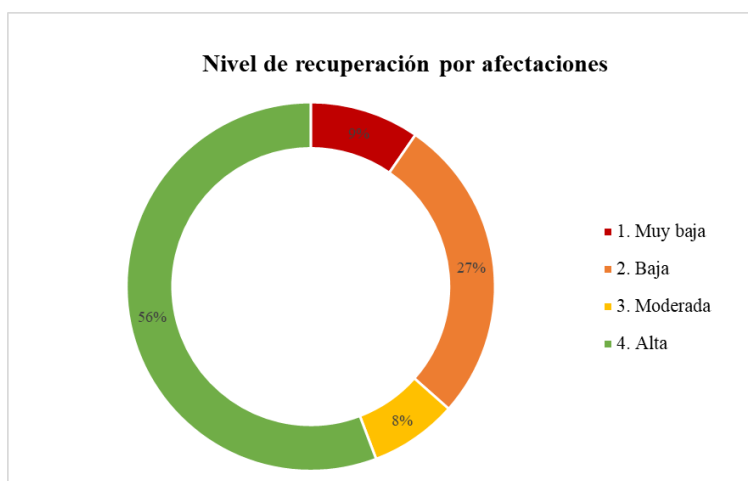


Figura 49. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de recuperación por afectaciones.  
Fuente: Elaboración propia.

Los productores de Finca Triunfo Verde presentan un dinamismo comercial predominantemente moderado, donde ocho de cada diez productores de la cooperativa

registrar este nivel. Dos de cada tres productores consideraron que la actividad productiva se encuentra creciendo. Asimismo, tres cuartas partes de los productores de la cooperativa manifestaron que el precio ha aumentado, mientras que los que consideraron que la actividad se ha mantenido o ha decrecido representan el 23% y 8%, respectivamente. Se observa un precio promedio pagado al productor de \$3,565 por quintal, con una brecha de \$385 entre el valor mínimo y máximo, siendo este último de \$3,785 por quintal.

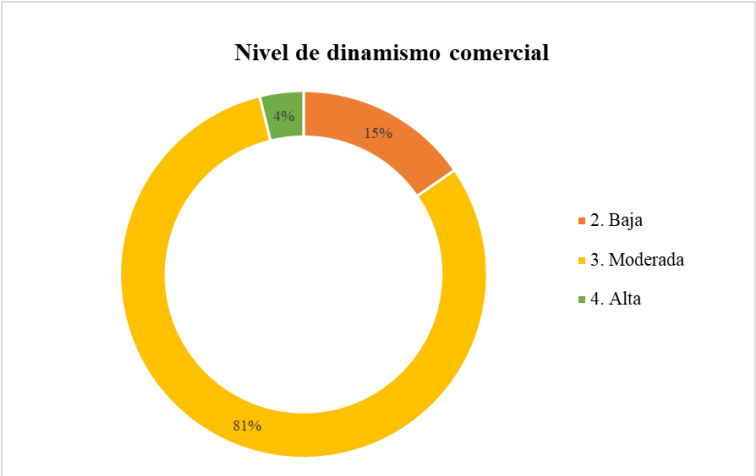


Figura 50. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de dinamismo comercial. Fuente: Elaboración propia.

El nivel de conocimiento en los productores de Finca Triunfo Verde es predominantemente moderado, los cuales representan el 54%. El 17% presenta niveles de conocimiento altos, mientras que tres de cada diez productores presentan niveles bajos y muy bajos. Los años de experiencia que en promedio tiene un productor de la cooperativa son 20.8 años. Se observa una brecha de 47 años entre el valor mínimo y el máximo, siendo este último de 50 años. En cuanto a la sucesión familiar, el 94% de los productores manifestaron tener ascendentes que se dedicaban a la producción de café, siendo la mayoría padres (63%), abuelos (20%) o bisabuelos (10%).

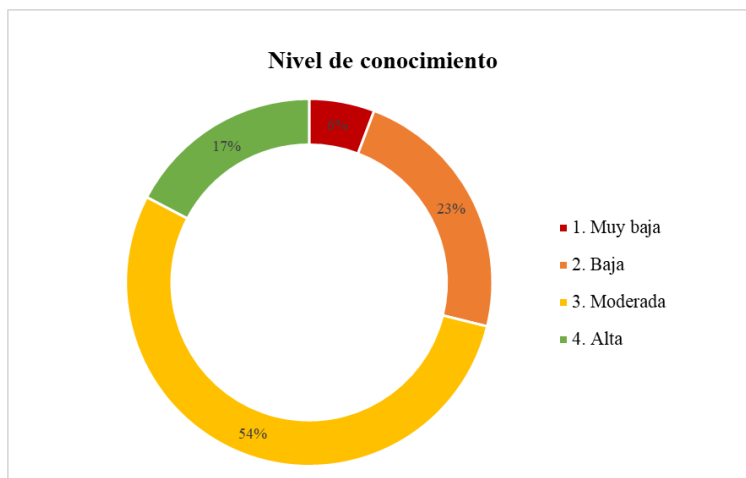


Figura 51. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de conocimiento.  
Fuente: Elaboración propia.

La diversidad de opciones en los productores de Finca Triunfo Verde es predominantemente alta, con el 53%, mientras que una cuarta parte presentan niveles moderados. En promedio, un productor de esta cooperativa utiliza tres variedades de café arabica en su plantación, mientras que seis de cada diez productores utiliza tres o más variedades. Entre las variedades más utilizadas son: Típica, Borbón, Mundo Novo, Caturra, Costa Rica y Marago. El 83% de los productores tienen otras fuentes de ingreso, predominando actividades productivas distintas al café al exterior de la unidad de producción.

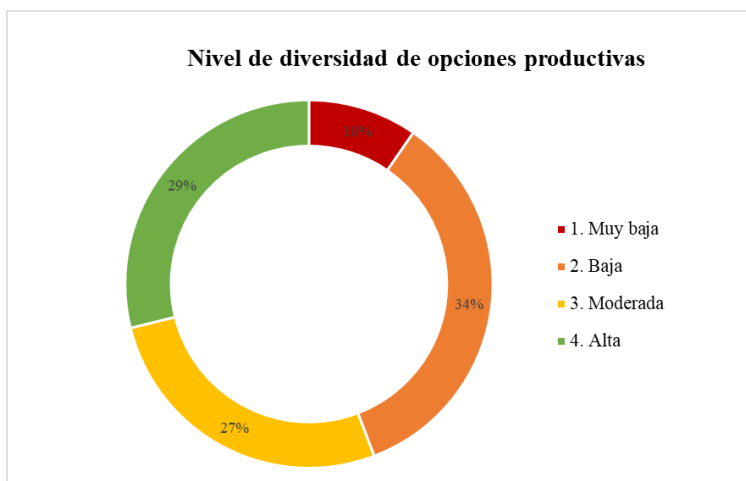


Figura 52. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de opciones productivas.  
Fuente: Elaboración propia.

El nivel de autodependencia en los productores de Finca Triunfo Verde es predominantemente moderada y baja, con el 52% y 36% respectivamente. El 98% de los

productores registran estos niveles. El 37% de los productores obtiene casi todos sus ingresos de la venta del café, mientras que el 56% genera más de la mitad de sus ingresos por la venta de este producto. El 37% de los agremiados de esta organización producen insumos que utilizan en su unidad de producción.

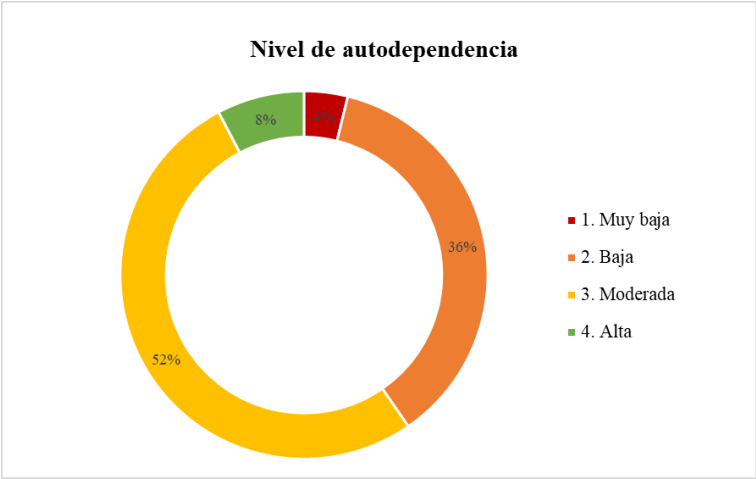


Figura 53. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de autodependencia. Fuente: Elaboración propia.

El involucramiento familiar de Finca Triunfo Verde es predominantemente alto, pues dos de cada tres productores presentan este nivel. Estos productores llevan a cabo las decisiones de las diferentes etapas de la actividad cafetalera con la inclusión de todos los miembros de la familia (44%), o en pareja (21%). El resto corresponde a la toma de decisiones individuales.

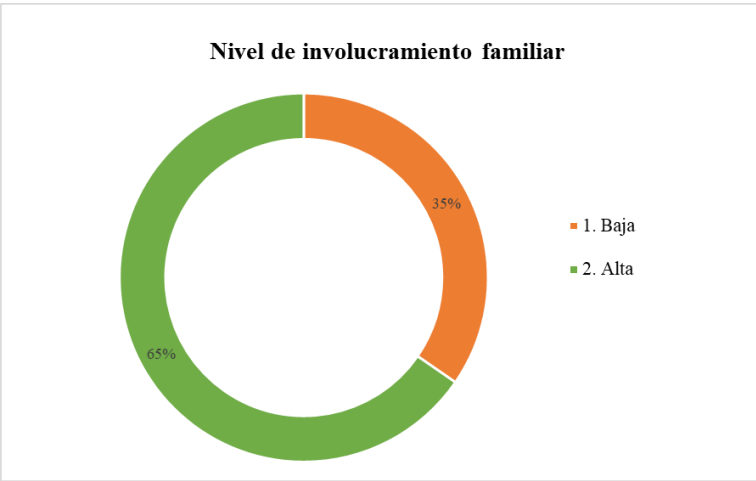


Figura 54. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de involucramiento familiar. Fuente: Elaboración propia.

El nivel de acceso a la tierra de los productores de Finca Triunfo Verde es alto. El promedio de la superficie de los productores de esta cooperativa es de 10.5 hectáreas. Se observa una brecha de 79 hectáreas entre el valor mínimo y el máximo, siendo este último de 80 hectáreas.

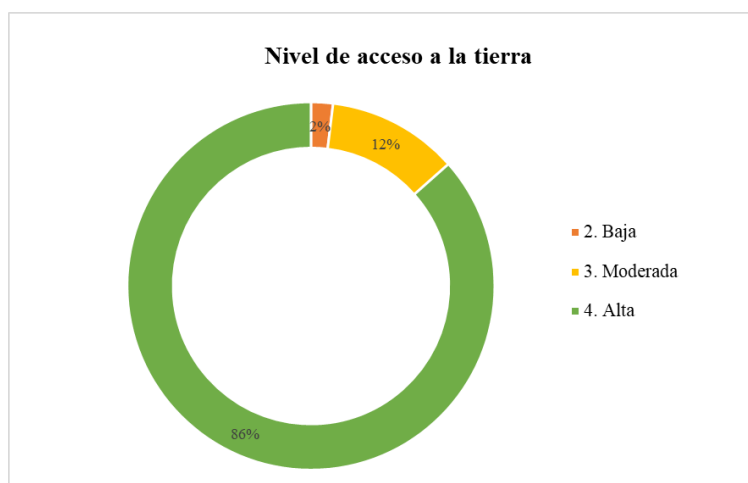


Figura 55. Proporción de productores de Finca Triunfo Verde de acuerdo su nivel de acceso a la tierra.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.5. Paso 5. Análisis de diferencias

En los resultados por clases (Figura 55) se observa que los productores con expansión del café tienen el mejor índice de sostenibilidad promedio, con 0.56. Se observan diferencias respecto al resto de las clases, cuyos valores promedio se ubican entre 0.46 y 0.50. E cuanto a los puntos críticos (Figura 56), la *eficiencia productiva* muestra el peor desempeño, pues los promedios de las cuatro clases se ubican por debajo del 0.4. La clase de expansión del café es el que tiene el valor más alto, con 0.32, seguido por la clase sin cambios, con 0.22. Las clases de conversión a café y expansión-conversión no superan el 0.20. En *disponibilidad de recursos*, se observa que la clase de conversión a café es la que registra el promedio más alto, con 0.84, mientras que el grupo de expansión-conversión es el que peor desempeño muestra en esta categoría, con 0.69. En las clases sin cambios y de expansión de café, los valores son de 0.74 y 0.71, respectivamente. En *Afectaciones por plagas, enfermedades y fenómenos naturales*, las clases de expansión de café y expansión-conversión muestran buenos desempeños, con 0.82 y 0.8, respectivamente. La clase de conversión a café muestra el desempeño más pobre en esta categoría, con un promedio de 0.55. En *Dinamismo del mercado*, el mejor desempeño lo tiene la clase expansión de café, con un promedio de 0.88,

seguido de la clase sin cambio, con 0.79. Las clases expansión-conversión y conversión muestran desempeños similares, con promedios de 0.69 y 0.67, respectivamente. En *Experiencia en la actividad*, los promedios observados en las cuatro clases son similares, con valores entre 0.58, para el caso de expansión-conversión, hasta 0.63 para la clase de conversión a café. En *Diversidad*, las clases sin cambio, expansión de café y expansión-conversión muestran promedios similares, con 0.54, 0.51 y 0.5, respectivamente. No obstante, la clase de conversión a café muestra un desempeño inferior, con 0.31. En *Autodependencia*, el mejor promedio lo registra la clase de conversión de café, con 0.76. Las clases expansión de café y sin cambios tienen promedios similares, con 0.65 y 0.64, respectivamente. En el caso del grupo expansión-conversión, el promedio es únicamente de 0.56. En *Involucramiento familiar*, el mejor promedio corresponde la clase de conversión a café, con 0.9, mientras que el resto de las clases presentan valores entre 0.60 y 0.64. Por último, en *Acceso a la tierra*, los mejores desempeños se observan en las clases expansión-conversión y expansión de café, con 0.34 cada uno. El promedio observado en la clase de conversión a café fue de 0.29, mientras que el peor desempeño se observa en la clase sin cambios, con 0.15.

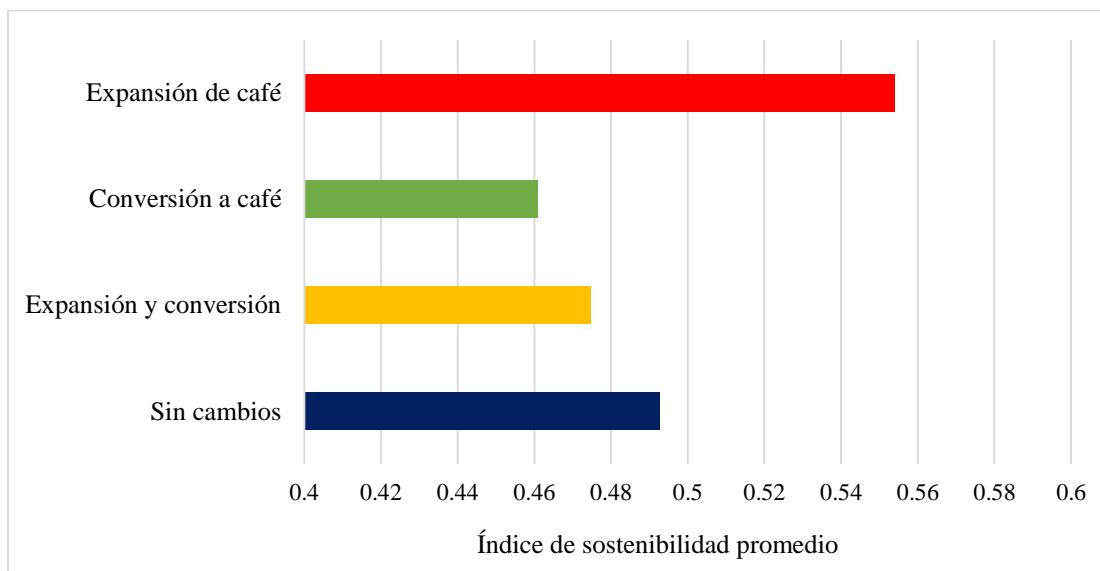


Figura 56. Índice de sostenibilidad promedio para cada grupo de productores  
Fuente: Elaboración propia

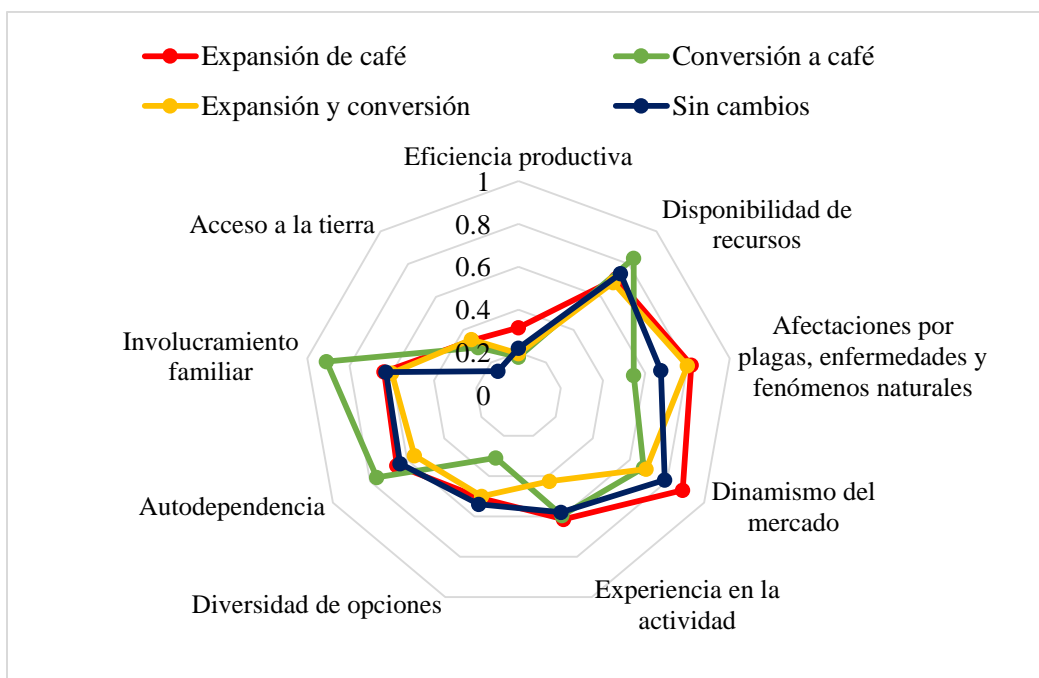


Figura 57. Índices de desempeño de productores en puntos críticos  
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la prueba de Kruskal-Wallis muestran que los indicadores eficiencia de la mano de obra, relación beneficio-costos, precio, remanente de vegetación primaria, recuperación de la producción ante fenómenos naturales, sucesión familiar y superficie del productor son estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). Esto significa que en estos indicadores permiten establecer diferencias entre los grupos de expansión de café, conversión a café, expansión-conversión y sin cambios.

Cuadro 6. Prueba de análisis de varianza Kruskal-Wallis  
Fuente: Propia

Métrica	Rendimiento	Eficiencia de la mano de obra	Relación beneficio-costos	Conservación de suelos	% de sombra	Edad de la plantación	Requerimiento de agua
Kruskal-Wallis H	6.585	12.170	9.699	2.206	4.624	1.450	2.024
P valor	0.086	0.007	0.021	0.531	0.201	0.694	0.567
Metric	Remanente de vegetación primaria	Recuperación por afectaciones por plagas y enfermedades	Recuperación por afectaciones por fenómenos naturales	Situación favorable de la actividad	Cambio favorable en los precios	Precio	Experiencia
Kruskal-Wallis H	66.807	3.376	11.006	3.675	6.375	10.204	0.797
P valor	0.000	0.337	0.012	0.299	0.095	0.017	0.850
Metric	Sucesión familiar	Diversidad de variedades	Fuentes de ingreso	Ingreso dominante de café	Producción de insumos	Decisiones familiares	Superficie del productor
Kruskal-Wallis H	8.473	1.535	7.319	2.133	4.577	3.074	17.686
P valor	0.037	0.674	0.062	0.545	0.206	0.380	0.001



Asimismo, los resultados obtenidos en la prueba Mann-Whitney, con un nivel de confianza de 95%, muestran que, para los grupos de productores con *expansión del café* y *conversión a café*, las diferencias estadísticas se observan en los indicadores productividad de la mano de obra, relación costo-beneficio, precio pagado al productor, remanente de vegetación primaria y recuperación ante fenómenos naturales. En los grupos *expansión del café* y *expansión-conversión*, las diferencias se observan en la relación costo-beneficio, el precio pagado al productor y sucesión familiar. En los grupos *expansión del café* y *sin cambios*, los indicadores relación costo-beneficio, remanente de vegetación, recuperación ante fenómenos naturales y superficie del productor, muestran diferencias estadísticas. En el caso de los grupos de *conversión a café* y *expansión-conversión*, únicamente el indicador de sucesión familiar muestra diferencia, mientras que para los grupos de *conversión a café* y *sin cambios* se observa en la eficiencia de la mano de obra y remanente de vegetación primaria. Por último, en los grupos de *expansión-conversión* y *sin cambios*, los indicadores que muestran diferencias estadísticas son precio pagado al productor, remanente de vegetación primaria, sucesión familiar y superficie del productor.

Cuadro 7. Prueba de análisis de varianza Mann-Whitney  
Fuente: Propia

Relación	Métrica	Eficiencia de la mano de obra	Relación beneficio-costos	Precio	Remanente de vegetación primaria	Recuperación por afectaciones por fenómenos naturales	Decisiones familiares	Superficie del productor
Expansión de café –	Mann-Whitney U	33.00	56.50	61.50	62.00	66.00	110.00	101.00
Conversión a café	P valor	0.004	0.014	0.025	0.024	0.001	0.310	0.445
Expansión a café -	Mann-Whitney U	29.00	61.00	48.00	108.00	88.00	76.00	101.00
Expansión y Conversión	P valor	0.123	0.046	0.012	0.935	0.118	0.041	0.714
Expansión a café – Sin cambios	Mann-Whitney U	235.50	291.50	429.50	0.00	363.00	461.00	238.00
	P valor	0.105	0.012	0.744	0.000	0.020	0.757	0.001
Conversión a café –	Mann-Whitney U	31.00	47.00	45.50	28.00	32.50	33.00	39.00
Expansión y Conversión	P valor	0.840	0.573	0.478	0.056	0.104	0.023	0.260
Conversión a café – Sin cambios	Mann-Whitney U	93.50	184.00	149.50	107.50	175.50	209.00	147.00
	P valor	0.003	0.260	0.055	0.000	0.111	0.240	0.055
Expansión y Conversión – Sin cambios	Mann-Whitney U	95.00	192.00	114.50	0.00	169.50	154.00	70.00
	P valor	0.372	0.610	0.019	0.000	0.484	0.033	0.001

## **CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN**

En este capítulo se discuten los resultados de la investigación, los cuales se presentan en apartados. En el primer apartado se discuten las dinámicas de la producción de café en la REBITRI. En el segundo apartado se discuten los procesos de evaluación de la sostenibilidad, destacando cada uno de los procesos participativos realizados y los resultados de la medición. Finalmente, en el tercer apartado se discuten los resultados de la clasificación de productores y el análisis de diferencias entre las clases. Es importante señalar que en cada uno de los apartados se hacen explícitas las preguntas de investigación, lo que facilita enmarcar la discusión para dar respuesta a cada una de las interrogantes.

### **5.1. Dinámicas de la producción de café en la REBITRI**

El punto de partida para iniciar la discusión referente a las dinámicas de la producción de café en la REBITRI es retomar una de las preguntas de investigación de esta tesis ¿Existen diferencias en los patrones de cambio de uso de suelo en los terrenos de productores de café al interior y al exterior de la REBITRI? Los resultados mostraron que no hay diferencias significativas en cuanto a la pérdida de vegetación arborea, pero sí en la transición de vegetación arborea primaria a secundaria, lo cual se debe a las sinergias entre la producción de café orgánico y los esfuerzos de conservación de la REBITRI que permiten que el agroecosistema pueda intensificarse sin afectar sustancialmente las zonas de vegetación primaria, además de que los procesos extractivos de recursos maderables, renovación de pastizales o prácticas asociadas a la roza, tumba y quema tienen un mayor control al interior de la REBITRI. Este resultado concuerda con lo observado por De la Vega-Leinert et al. (2016) en donde se muestra que con adecuadas prácticas de manejo se puede intensificar el cultivo de café dentro del bosque nativo. También se observa concordancia con lo reportado por Maiorano et al (2008) y Mas (2005), donde se muestra el rol de las acciones de conservación para lograr menores transiciones dentro de las áreas protegidas respecto a las observadas al exterior. Asimismo, se observó que la presencia de programas de apoyo gubernamentales orientados al fomento de la cafecultura (PIAC y SUBICAFE) generó incentivos para expandir la producción de café en zonas boscosas. Esto coincide con lo observado por Covalada et al (2014), quienes muestran que los programas de apoyo a la producción y productividad de café son factores causales de la transición de bosques

primarios a secundarios. Resultados similares han sido abordados por Harvey et al (2021), quienes muestran que las políticas de fomento y renovación de cafetales implementadas en diferentes países de América Latina han resultado en reconfiguraciones y simplificaciones de los paisajes por la reducción de extensiones y de la diversidad de árboles de sombra.

Respecto a la segunda pregunta ¿Es el café de sombra un aliado para la conservación de la vegetación? Los resultados de las entrevistas muestran que el café de sombra ha sido percibido históricamente como un aliado para la conservación por los productores y representantes de las cooperativas, siempre y cuando se lleve a cabo mediante prácticas orgánicas o sin condiciones de monocultivo. Este resultado concuerda con Ango et al (2020), quienes establecen que un adecuado manejo agroforestal permite atender las metas de conservación de la biodiversidad. Los resultados también concuerdan con los de Haggard et al (2015), quienes muestran que los niveles de sombra en parcelas de productores con prácticas orgánicas en Costa Rica, Nicaragua y Guatemala presentan una mayor complejidad estructural del agroecosistema que contribuye a una mayor riqueza de especies respecto a parcelas de café convencional. Asimismo, los resultados de Martínez Sánchez (2008) mostraron que la producción orgánica es percibida como un aliado para evitar la deforestación en áreas naturales protegidas, por parte de hacedores de política.

## **5.2. Evaluación de la sostenibilidad**

### **Caracterización conceptual**

Tal como se expuso en el marco teórico, la adopción del enfoque transdisciplinario en la caracterización conceptual permite co-construir conocimiento entre sectores no académicos y académicos a partir de conocer, aceptar y adoptar nuevos enfoques para el abordaje de problemáticas locales y favorecer el diálogo entre actores para generar conocimiento que permita atender las problemáticas socioambientales. La adopción de estos principios me permitió sentar las bases para la co-construcción de conocimiento, desde el inicio de la investigación, a partir de los siguientes aspectos: 1) logré dirigir la investigación desde problemáticas e inquietudes percibidas por los actores locales; 2) con investigadores aliados a esta investigación, trabajamos conjuntamente para atender necesidades en el marco de nuestro dominio de conocimiento (e.g. impartición de talleres para la georreferenciación de parcelas y diseño de material cartográfico); 3) en conjunto con los actores involucrados,

identifiqué las percepciones sobre las relaciones y dinámicas del sistema de manejo, se co-construyó el concepto de sostenibilidad para usarlo como referencia al seleccionar y ponderar los indicadores de manera participativa. Estos aspectos se relacionan con los establecido por Norström et al. (2020), quienes destacan la importancia de incorporar las problemáticas, necesidades y perspectivas de los actores involucrados en la realización de estudios relacionados con la sostenibilidad que adoptan el enfoque transdisciplinario. Las principales ventajas de la adopción del enfoque transdisciplinario en esta investigación son las siguientes: 1) los actores se familiarizaron desde el principio con el objetivo y alcances de la investigación, lo cual permitió definir roles y agendas conjuntas; 2) los actores conocían el estado de la investigación en las diversas etapas; 3) hubo disposición para el intercambio de información en los diferentes momentos del estudio, lo cual contribuyó a la flexibilidad de obtención de información incluso en tiempos de la pandemia por COVID19; 4) se establecieron puentes de colaboración basados en la confianza, los cuales han trascendido los alcances de esta investigación. La principal limitación de mi estudio al implementar el enfoque transdisciplinario es que existe una inercia asociada a la investigación convencional, en donde la participación de actores académicos incide en la participación de productores o personal técnico de las cooperativas (e.g. cuando los académicos realizaban algún comentario o afirmación, los actores mencionados dejaban de participar, o bien, lo asumían como verdad). Esto es una limitante y un reto en la adopción del enfoque transdisciplinario, pues si bien no debe haber exclusión en los procesos de co-construcción de conocimiento, la participación de algunos actores puede condicionar la de otros.

A partir de los resultados de los perfiles de las cooperativas se observó que éstas no sólo juegan un papel importante en el manejo productivo y comercial del café, sino que sus alcances se extienden al desarrollo comunitario, la inclusión de jóvenes y mujeres en diversas actividades, ecoturismo, conservación de la biodiversidad y fomento a la salud. Esto también se ha observado en otros estudios que abordan la economía solidaria del café (Anderzen et al., 2020; Jurjonas et al., 2016). Asimismo, en los talleres, los actores locales expusieron las ventajas de las cooperativas como modelo organizativo y la certificación orgánica. Estas percepciones han sido similares a lo observado por diversos autores en México y en otros lugares, en donde ciertos tipos de certificaciones de la producción de café pueden ser un

medio para lograr la sostenibilidad local (Akoyi et al., 2018; Raynolds et al., 2015; Barham et al., 2012; Baerenklau et al., 2012).

Uno de los resultados más relevantes del estudio en cuanto a la caracterización conceptual fue la definición del concepto de sostenibilidad por los actores locales. Después de una revisión amplia de la literatura sobre evaluaciones de la sostenibilidad, no se identificó un antecedente con una propuesta similar, sino que en la mayoría de los casos parten de un concepto ideológico de sostenibilidad asociado al desarrollo sostenible, o bien, adoptan definiciones ambiguas (Rojas et al., 2021; Pacheco et al., 2019; Bertocchi et al., 2016; Yépez-Pacheco et al., 2006). No obstante, estudios como el de Siebrecht (2020) muestran la importancia de clarificar el concepto desde la percepción de los grupos interesados para restar ambigüedad en su definición. Por lo anterior, es importante discutir la definición en relación con el concepto de desarrollo sostenible y la definición de agricultura sostenible, abordadas en el marco conceptual. A continuación retomo las tres definiciones: la que está basada en el conocimiento empírico de los actores locales: *“todo lo que permite que la actividad productiva (producción de café orgánico) perdure en el tiempo (..) realizandose de manera amigable con el ambiente, es rentable, permite el sustento y la mejora de la calidad de vida de los productores y sus familias”*; la del desarrollo sostenible: *“satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades futuras”*; y la de sostenibilidad de los agroecosistemas: *“sistema que integra procesos biológicos y ecológicos dentro del proceso de producción, minimizando el uso de insumos no renovables, a través del uso de conocimiento y habilidades de los productores y sus capacidades colectivas para trabajar en conjunto en la resolución de problemas comunes”*. Tal como lo expone Klarin (2018), el concepto de desarrollo sostenible se basa en el desarrollo socioeconómico con limitantes ecológicas, la satisfacción de las necesidades a partir de una redistribución de recursos para mejorar la calidad de vida de todos y la posibilidad de usar los recursos para asegurar la calidad de vida a largo plazo, lo cual es posible a partir del balance de tres pilares: económico, social y ambiental. No obstante, en este concepto, la noción de desarrollo es una categoría colonial<sup>1</sup> que está supeditada a las formas de vida y organización social y

---

<sup>1</sup> Como categoría colonial me refiero a la función que tiene el concepto de desarrollo para imponer la ideología de un poder hegemónico. Tal como lo muestra Delgado (2012), la noción de desarrollo *“busca hacer creer a los pueblos que el capitalismo era sinónimo de desarrollo, mientras el resto del mundo era subdesarrollado y precapitalista”*.

económica de los países considerados desarrollados (países del norte global), lo cual es la única opción posible al subdesarrollo (Delgado, 2012). En relación con la definición propuesta por los actores locales, mantener la producción orgánica de café en el tiempo es la vía más importante para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los productores y sus familias, por lo que existe una gran relación entre ambas definiciones. No obstante, no presenta la carga ideológica del desarrollo, lo cual la hace más operable para el contexto del agroecosistema en estudio. Por otro lado, el concepto de sostenibilidad de los agroecosistemas se centra fundamentalmente en las prácticas productivas y su armonía con las funciones ecosistémicas. Para discutir este concepto respecto a la definición propuesta por los actores locales, es pertinente recuperar dos de los conceptos clave descritos en el marco teórico: prescripción de metas y descripción del sistema (Siebrecht, 2020). Cuando se habla de un sistema de producción orgánico, es común asociarlo a un sistema sostenible por el simple hecho de no utilizar insumos químicos, lo cual se relaciona con un menor impacto en el ambiente y un mayor balance para mantener las funciones del agroecosistema. Esta prescripción de sostenibilidad del sistema se da a partir del cumplimiento de metas en el componente ambiental (o ecológico), dejando de lado los componentes social y económico, tal como se observa en la definición de sostenibilidad de los agroecosistemas. La definición construida por los actores se asocia al de descripción del sistema, el cual permite abordar la sostenibilidad como una propiedad del sistema que cumple con diversos objetivos económicos, sociales y ambientales, orientados a mantener la actividad a través del tiempo. En ese sentido, aunque la prescripción establecida en el concepto de sostenibilidad de los agroecosistemas presenta una serie de principios asociados a la definición de los actores locales, esta no se centra en el componente de manejo productivo y función del agroecosistema.

Los resultados de la caracterización del sistema de producción mostraron los aspectos del manejo que son indispensables para lograr la armonía entre estos criterios. En este estudio se destacó el manejo de la sombra, la densidad y edad de las plantas, tipo de variedades y el manejo de suelos, los cuales han sido elementos centrales en otras evaluaciones de sostenibilidad de café (Rojas et al., 2021; Almaraz et al., 2019). Por el contrario, esta investigación no consideró otros elementos abordados en estudios como el de Albertín y Nair (2004), tales como la altura del árbol de cobertura y su contribución en términos de materia

orgánica, debido a que no fueron elementos de interés por parte de los actores involucrados para los fines de la evaluación. En el caso de la regulación de sombra, se observó que el manejo se ubica entre el 40% y 60% de sombra, valores que coinciden con estudios como los desarrollados por ANACAFE (2015) y Guifarro (2010). Asimismo, en el sistema de manejo se observó que la cobertura principal corresponde a árboles del género *Inga*, con combinaciones de especies nativas e inducidas, lo cual coincide con lo reportado por Cárdenas y Acevedo (2015), Yépez-Pacheco et al (2006) y Albertin y Nair (2004). En cuanto a las densidades de plantas, los resultados mostraron de 3,500 a 4,000 plantas por hectáreas en la mayoría de los productores, las cuales son similares a los observados en estudios de la región de la Sierra Madre de Chiapas y Guatemala, con 3,334 y 4,444 plantas por hectárea (Ruiz-Nájera et al, 2007), y 3,333 a 4,000 plantas por hectárea (López, 2013). Asimismo, la mayoría de las prácticas de conservación y manejo de suelos en el sistema orgánico corresponden a la utilización de barreras vivas, terrazas individuales y la aplicación de composta, resultados que coinciden con lo observado por Cárdenas y Acevedo (2015).

### **Puntos críticos, indicadores y pesos**

Tal como se abordó en el marco teórico, los puntos críticos e indicadores de sostenibilidad asociados a los atributos sistémicos del MESMIS, dan cuenta de las propiedades del sistema de estudio como un sistema complejo. En concordancia con lo expuesto por Deponti et al. (2002) y Peredo y Barrera (2016), los indicadores definidos en esta investigación con la participación activa de los actores locales, se seleccionaron con el fin de responder a una de las necesidades reales: conocer si la producción de café es sostenible. En ese sentido, los indicadores en los que se realizaron evaluaciones participativas, como el nuestro, tienen un enfoque de sostenibilidad más sólido, como lo muestran Vaidya y Mayer (2014) al analizar 13 estudios de caso en todo el mundo. Los indicadores utilizados en este estudio como rendimiento, precios, diversidad de variedades, afectación por plagas y enfermedades, vegetación primaria, sombra cultivada, fuente de ingresos, participación familiar, entre otros, han sido utilizados en diferentes investigaciones para evaluar el sistema de producción de café (Riaño et al., 2021; Rojas et al., 2021; Pacheco et al., 2019, Cárdenas y Acevedo 2015).

Aunque los indicadores medidos son el reflejo de las múltiples perspectivas de los actores involucrados respecto a la idea de sostenibilidad de la producción de café orgánico, es difícil aseverar que son los más adecuados para la evaluación. Para profundizar sobre ello, es pertinente discutir sobre dos aspectos relevantes: 1) Existe redundancia en la información de algunos indicadores, como lo son el rendimiento y el precio con la relación beneficio-costo, pues éste último está sujeto a los dos primeros y a los costos de producción. No obstante, la relación beneficio-costo es un indicador que refleja más allá de los simples costos, pues muestra el número de veces que el beneficio los supera; 2) Por otro lado, la comprensión de los conceptos de los atributos sistémicos no fue sencilla para los actores locales, incluso después de realizar un proceso de facilitación amplio. Esta situación hizo que les fuera difícil seleccionar algunos indicadores y, además, asociarlos con cada atributo sistémico. Pese a lo anterior, la selección de indicadores fue producto del compromiso de los actores locales con la investigación, un esfuerzo destacado de los participantes para aportar conocimiento, varias horas de trabajo en taller y semanas de preparación del evento.

Respecto a la definición de umbrales en los indicadores, se han utilizado valores o niveles óptimos de indicadores en evaluaciones de la sostenibilidad (Cruz et al. 2016). En este estudio se plantearon dos umbrales que permiten identificar qué productores presentan valores sostenibles y críticos en cada una de las ocho métricas seleccionadas por los actores locales. Estos umbrales son similares en su esencia a los empleados por Rojas et al (2021), quienes los denominaron sustentabilidad óptima y umbral de sostenibilidad.

El proceso de ponderación de indicadores se desarrolló a través del Proceso Analítico Jerárquico, uno de los métodos de decisión multicriterio más utilizados (Szabo et al., 2021). Los resultados mostraron que la relación beneficio-costo, el rendimiento, recuperación ante plagas y enfermedades, el precio pagado al productor, el número de variedades utilizadas y la superficie del productor, fueron los indicadores con mayor peso para la construcción del índice de sostenibilidad. Los resultados contrastan con estudios como el de Palestina-González et al (2021), Pacheco et al (2019) y Cárdenas y Acevedo (2015), quienes asignaron el mismo peso a cada indicador para la construcción del índice de sostenibilidad. A diferencia de estos estudios, la obtención de pesos fue resultado de la incorporación del conocimiento local y el establecimiento de acuerdos entre las diversas perspectivas de los participantes, lo



que permite reducir la incertidumbre de cada indicador respecto al propósito del índice y obtener una mayor robustez en los resultados. Pese a ello, la ponderación tuvo que acotarse específicamente la producción de café orgánico para lograr una convención, dejando de lado la expresión de las diversas estrategias de las cooperativas en la medición del índice. Esto es, sin duda, una importante limitación del estudio.

### **De la medición de la sostenibilidad**

Los resultados obtenidos de la medición de la sostenibilidad de los productores orgánicos muestran aspectos de interés respecto a otros estudios. En términos generales, la productividad es el atributo sistémico con niveles más bajos entre los productores de las tres cooperativas, pese a contar con indicadores con alta ponderación. La explicación de esto puede estar asociada al rendimiento y a los costos. Por un lado, se ha estimado que una plantación orgánica produce alrededor de 45% menos que una de un sistema convencional (Donovan y Poole, 2014). Por otro lado, varios de los productores entrevistados transitaron de manera reciente de un sistema convencional a uno orgánico, lo cual es proceso costoso que implica tres años sin la aplicación de agroquímicos en las parcelas. Resultados similares se observan en el estudio de Pacheco et al (2019), en donde el atributo de productividad es el que presenta mayor fragilidad. No obstante, los resultados difieren de lo observado por Rojas et al. (2021), pues el atributo de productividad presentó valores altos. Los rendimientos promedio observados fueron de 5.4 q/ha en el caso de Comon, 10.9 q/ha Café Capitán y 14.3 q/ha de Finca Triunfo Verde. Respecto a estudios similares, estos valores fueron superiores a los reportados por Pacheco et al. (2019), mientras que los rendimientos promedio de Finca Triunfo Verde y Café Capitán superiores a reportados por Rojas et al. (2021) y Anderzen et al (2020), con 7.7 q/ha y 6.7 q/ha, respectivamente. En cuanto a la relación beneficio-costos, los valores obtenidos en este estudio se ubicaron entre 1.56 y 3.54, los cuales son inferiores a los 6.1 y 7.8 obtenidos por Rojas et al. (2021).

El hecho de que se observe una mayor proporción de productores por encima del umbral sostenible en los indicadores críticos ingreso predominante del café, precio, porcentaje de sombra y recuperación de la producción por afectaciones de plagas y enfermedades, es resultado de las características propias del sistema de producción y su modelo organizativo. Por un lado, la implementación de prácticas orgánicas y del manejo de

la sombra deriva en un mayor balance en las funciones ecosistémicas, lo cual favorece la recuperación ante plagas y enfermedades. Por otro lado, el modelo asociativo de la cooperativa permite acceder a certificaciones y a mercados que pagan un mayor precio por el producto. Esto se ha visto en estudios como el de Almaraz et al. (2019), el cual muestra niveles deseables de manejo de sombra, niveles medios de diversificación en los ingresos, y buenos niveles de sostenibilidad en el caso de los precios. De acuerdo con estos autores, esto es derivado de la articulación a mercados especializados a partir de las cooperativas. Incluso, estudios desarrollados en la región muestran que hasta un 70% de los productores orgánicos agremiados en cooperativas tienen en la venta del café su principal fuente de ingresos (Anderzen et al., 2020; Baca et al., 2014). También se destaca un buen control de plagas y enfermedades en productores de café asociados en el modelo de cooperativa (Almaraz et al., 2019), lo cual permite una mayor recuperación en los cafetales por este tipo de incidencias.

De manera específica, los resultados de la evaluación de la sostenibilidad dan cuenta de las diferentes estrategias que cada cooperativa ha impulsado para buscar su permanencia a través del tiempo. A continuación se retoman parte de los resultados sobre las estrategias de cada cooperativa y se discute con base en referentes previos:

a) Finca Triunfo Verde. Su estrategia se orienta a la consolidación, especialización y desarrollo de la economía familiar a través de mejorar la productividad, garantizar buenas prácticas de manejo y otorgar buenos precios al productor. Esto puede observarse con los indicadores rendimiento, relación beneficio-costo, precio y superficie del productor, los cuales son indicadores de carácter económico-productivo en donde la cooperativa muestra una mayor proporción de productores por encima del umbral sostenible. Esto no significa que Finca Triunfo Verde no presente un buen porcentaje de productores en indicadores de manejo sostenible, sino que da cuenta de la directriz de su estrategia. Estas características coinciden con las reportadas por Folch y Planas (2019), quienes observan que las cooperativas orientadas hacia la especialización y la productividad pueden tener un alto impacto en los beneficios económicos de los productores.

b) Comon Yaj Noptic. Su estrategia se orienta a la diversificación productiva y desarrollo comunitario, particularmente a través de actividades de ecoturismo, la cual tiene tanta presencia como el café entre los miembros de la cooperativa. Pese a que Comon presenta la

mayor proporción de productores por debajo del umbral crítico en indicadores como rendimiento o relación beneficio-coste respecto al resto de las cooperativas, el énfasis de su estrategia se puede observar que el uso de diversas variedades es común entre sus productores, al igual que el café no representa la principal fuente de ingresos en su gran mayoría, pese a que los precios pagados a productor son, en su mayoría, por encima del umbral sostenible. Resultados similares han sido obtenidos por Anderzen et al (2020), los cuales muestran menores rendimientos en productores con mayor diversificación productiva, aunque también un mayor nivel de autosuficiencia alimentaria, además que perciben una mayor suficiencia de ingresos respecto a los productores que sólo producen café orgánico.

3) Café Capitán. Debido a su reciente creación, la transición de esta cooperativa al mercado orgánico se realizó mediante una estrategia de alianzas con cooperativas consolidadas, como lo es Finca Triunfo Verde, la cual maquila la transformación final del producto de Café Capitán. Dadas las altas condiciones de inaccesibilidad en la mayoría de las localidades donde se ubican sus productores, la producción de café es la principal fuente de ingresos, misma que venden a precios relativamente bajos. Estos antecedentes de colaboración entre cooperativas han sido documentados previamente por Vásquez y Vásquez (2020) para la adquisición de infraestructura de uso común.

### **Clasificación de los productores y análisis de diferencias**

Otra de las limitaciones de este estudio es la ausencia de una evaluación de confiabilidad al cruzar información a diferentes escalas, tales como las imágenes Landsat y los terrenos de los productores. Si bien es cierto que el área mínima cartografiable con este insumo satelital es mayor a la superficie de los terrenos promedio (Salitchev, 1979), la validación de las transiciones con miembros de las cooperativas permitió reducir la incertidumbre asociada a la combinación de esta información.

La clasificación de productores fue el mecanismo para dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Es posible integrar los cambios que han ocurrido en el agroecosistema desde el primer ciclo de la evaluación de su sostenibilidad del café orgánico? Las clasificaciones o tipologías de productores han sido ampliamente utilizadas en otras evaluaciones de la sostenibilidad (Medenou et al., 2020; Merma y Julca, 2012, López-Ridaura, 2005), en donde se busca destacar diferencias en el sistema de manejo, niveles organizacionales, unidades del

paisaje, entre otros. En el caso de esta investigación, la clasificación de productores permitió incluir los cambios que ocurren en el agroecosistema dentro de la evaluación de la sostenibilidad, lo cual representa una contribución que no se ha identificado en otros trabajos revisados (Palestina-González et al., 2021; Quintero-Ángel y González-Acevedo, 2018; Arnés y Astier, 2018; Sala et al. 2015).

Los resultados por clases de productores muestran que la Expansión del Café presenta puntajes más altos de sostenibilidad que el resto, lo cual puede asociarse a la consolidación de la actividad a partir de una mayor eficiencia productiva, más beneficios ecosistémicos para el control y recuperación de plagas, enfermedades o fenómenos naturales, y mejores precios pagados al productor. Esto coincide con los resultados de Folch y Planas (2019) y Vandermeer et al. (2010), quienes describen que los productores orgánicos pueden lograr rendimientos sostenidos y reducción de costos a partir de los beneficios de la interacción entre los componentes del agroecosistema, como el control de plagas, la creación de nichos de humedad y la restauración de los nutrientes del suelo. De hecho, la certificación de las exportaciones de café es un incentivo para mantener y expandir la producción orgánica, proporcionando beneficios tanto ambientales como sociales en general, como se demostró en Brasil, Costa Rica, Etiopía y Vietnam (Winter et al., 2020; Pico-Mendoza et al., 2020; Ho et al., 2018). Por otro lado, en las clases Reconversión al café y Reconversión-Expansión, los resultados con menores valores de sustentabilidad son principalmente por menor eficiencia productiva, mayor afectación por plagas, enfermedades o fenómenos naturales, menores precios y menor diversificación de opciones. Estos resultados pueden estar asociados con los costos de producción derivados de la transición al café orgánico, los precios pagados a los productores en transición y el tiempo que demora la recuperación del ecosistema en desarrollar funciones que permitan lograr mayores rendimientos y mejor calidad ambiental (Leakey, 2017; Leakey, 2017b; Milford, 2014; Beuchelt et al., 2011; Pérez-Grovas, 2000).

Los resultados del análisis de diferencias utilizando las pruebas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney permitieron identificar diferencias estadísticas entre cada clase. De hecho, resultados similares fueron obtenidos por Pacheco et al (2019), quienes muestran la efectividad utilizar esta técnica de análisis de varianzas no paramétricas para identificar diferencias estadísticamente significativas entre grupos de productores. Este resultado es

relevante porque el MESMIS es un marco orientado a la acción, y es un aporte que brinda recomendaciones diferenciadas a las cooperativas y sus productores para avanzar hacia la sustentabilidad.

### *Discusión final*

Uno de los principales objetivos de esta investigación fue realizar una propuesta innovadora que incorporara los cambios en el agroecosistema café orgánico dentro del marco MESMIS, con la inserción de procesos participativos con actores locales en sus diferentes etapas. A continuación describiré los principales aportes, partiendo de los alcances y limitaciones del MESMIS y cómo esta investigación contribuye a mejorar el proceso de evaluación de la sostenibilidad.

El carácter cíclico del MESMIS permite medir los cambios en el sistema de manejo una vez que el proceso de evaluación se ha desarrollado al menos dos veces (Maserá et al. 2000). Los indicadores medidos y monitoreados en el tiempo  $t$  se erigen como una línea base de evaluación, mientras que en el tiempo  $t+1$  se utilizan los mismos indicadores para evaluar y contrastar las mediciones con el momento previo. Esto hace posible contrastar los resultados de los indicadores, lo que facilita identificar si el sistema de manejo se ha insertado hacia trayectorias sostenibles, o bien, requiere de intervenciones orientadas a mejorar sus niveles de sostenibilidad. Esto representa una de las principales limitaciones del MESMIS, pues dilucidar los cambios que ocurren en el agroecosistema implica la realización de múltiples procesos de evaluación, lo cual está sujeto a la voluntad de los actores involucrados para implementar las recomendaciones de manejo, o bien, continuar participando en evaluaciones sucesivas, además de los costos que implica la realización de evaluaciones posteriores. Otra de las limitaciones en los estudios que utilizan el MESMIS es que suelen considerarse los mismos indicadores en ciclos sucesivos. Cada nuevo ciclo de evaluación se realiza a partir de la aplicación de las recomendaciones en el sistema de manejo, lo cual genera cambios que pueden derivar en propiedades emergentes del sistema. Por lo tanto, es pertinente evaluar los indicadores en cada nuevo ciclo.

Si bien es cierto que en este estudio se utilizó el MESMIS como marco de referencia para realizar la evaluación de la sostenibilidad, la metodología empleada en este estudio permitió incorporar los cambios que ocurrieron en el sistema de manejo entre 1999 y 2019,

desde el primer ciclo de evaluación, a partir de una clasificación de productores. Esta clasificación se basó en los cambios observados en los terrenos de los productores, obtenidos mediante la asociación entre transiciones de uso de suelo y los cambios que los actores locales consideran que suceden en los terrenos. Una de las fortalezas de este método es que combina el conocimiento que los actores locales tienen respecto al territorio con los datos espaciales. Asimismo, la clasificación de productores a partir de los cambios observados permitió identificar aquellos indicadores que tienen diferencias estadísticas entre clases y emitir conclusiones específicas para cada clase en aras de transitar hacia su sostenibilidad. Otra ventaja que tiene esta propuesta es que no hace excluyente la realización de nuevos ciclos de evaluación y puede ser aplicable a distintos sistemas de manejo.

En concordancia con el marco teórico, la metodología empleada dio cuenta de la complejidad del agroecosistema a partir de las múltiples relaciones que se observan, tanto en el sistema de manejo como entre los actores mismos. En ese sentido, los resultados mostraron las características de agroecosistema como un sistema complejo de la siguiente manera: *entradas*: recursos naturales, información técnica, mano de obra, abonos; *salidas* agua residual, café cereza y pergamino; *retroalimentación*: requerimientos de los mercados, certificaciones, programas gubernamentales; *no linealidad*: prácticas similares adoptadas por diversos productores derivan en resultados diferentes; *organización jerárquica*: productor → cooperativa, o bien, plantas → cultivos → sistemas agroforestales; *multiplicidad de estados estables*: lo cual se observa con diferentes niveles entre los puntos críticos de las cooperativas pero con estrategias igual de válidas para buscar su sostenibilidad y; *co-evolución*, que se observó con las sinergias entre la producción de café y los objetivos de la REBITRI, lo que ha permitido consolidar sistemas de producción orgánico que favorecen la conservación de la naturaleza y mejoran la calidad de vida de los productores y sus familias. Resultados similares se observan en los estudios como los de León-Sicard et al (2018) y Arroniz (2013), que asocian los agroecosistemas como sistemas complejos.

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los resultados de la investigación Esta sinergia entre producción de café y conservación se debe a la relación que han construido las autoridades de la REBITRI y las organizaciones conservacionistas con los productores desde la década de los setenta. Por otro lado, los resultados de la evaluación de la sostenibilidad se derivan de una propuesta innovadora que integra los cambios temporales en el agroecosistema café orgánico dentro del marco MESMIS, con una gran inserción de procesos participativos con actores locales en sus diferentes etapas.

La caracterización conceptual de sostenibilidad obtenida a partir de la identificación de las diferentes interacciones entre los componentes del sistema de producción, los puntos críticos del sistema y el desarrollo de indicadores, permitieron mostrar que la co-producción de conocimiento entre productores y actores del sector académico pueden contribuir a robustecer marcos y rutas de investigación. Como resultado de este esfuerzo, se logró la integración de un índice de sostenibilidad con el conocimiento de los productores y trayectorias de cambio que ayudan a evaluar la sostenibilidad de la producción del café orgánico en la Sierra Madre de Chiapas.

Por otro lado, esta aproximación metodológica puede ser aplicada a la evaluación de la sostenibilidad de otros agroecosistemas en el contexto de América Latina. La sinergia de métodos cuantitativos y cualitativos guiados por el conocimiento local crea capacidades para evaluar la aplicación del conocimiento con atribuciones comprensibles entre la interfaz actores-acción.

Una de las principales limitaciones del estudio radica en que solo se presentan los resultados del primer ciclo de evaluación, lo cual no permite realizar comparaciones en distintos momentos del sistema de manejo, como sí podría hacerse con estudios longitudinales. Otra limitación es que los resultados presentados no son diferenciados por sexo, grupos de edad o cooperativa. Además, el método utilizado para incorporar los cambios temporales que ocurren en el agroecosistema requiere de los polígonos de los terrenos de los productores, lo que representa una importante limitación por la dificultad de obtener estos datos. En el caso de esta tesis, los productores tuvieron que obtener los polígonos de sus terrenos como parte de los requerimientos para obtener la certificación orgánica. No obstante,

por cuestiones de las restricciones derivadas de la pandemia de COVID-19, tiempo y recursos financieros, no fue posible realizar la validación de los cambios con cada uno de los productores dadas las distancias en los que éstos se ubican.

En cuanto a la evaluación de la producción de café orgánico, las plantaciones consolidadas tienden a ser más sostenibles, incluso cuando expanden el área de producción de café, en comparación con plantaciones que presentan áreas de conversión desde usos agrícolas. Los resultados en los niveles de sostenibilidad son favorables para los productores de café orgánico, en términos generales, aunque se observa la necesidad de mejorar los niveles productivos de las plantas, posiblemente a través de la renovación de los cafetales.

Se puede concluir que la política ambiental implementada por las autoridades de la REBITRI ha contribuido a mantener los niveles productivos del café orgánico, la cohesión organizacional de productores y la preservación de agroecosistemas en la REBITRI. Asimismo, es importante destacar el fortalecimiento organizacional de las cooperativas a partir del desarrollo de capacidades de manejo, la inclusión de jóvenes, la revalorización de mujeres cafetaleras y financiamiento a través de esquemas de ahorro y crédito para los productores agremiados.

Por último, las recomendaciones de este estudio para cada una de las clases de productores son las siguientes:

**Todas las clases de productores:** es necesario mejorar la eficiencia productiva a través de mayores rendimientos. Dado que el manejo de sombra y las prácticas de conservación de suelos fueron implementados por la mayoría de los productores de esta clase, es pertinente acelerar la renovación de los cafetales con variedades acordes a las características biofísicas de la plantación, preferentemente aquellas con mayor resistencia a la roya y con mayores densidades de plantas por hectárea. Asimismo, el fortalecimiento en la diversidad de opciones productivas es un elemento clave para mejorar los niveles de sostenibilidad. Por un lado, aumentar el número de variedades utilizadas en la plantación contribuye a reducir el riesgo de afectaciones por plagas y enfermedades. Por otro lado, promover la diversidad productiva introduciendo actividades complementarias (e.g. producción de miel) permitiría mejorar el ingreso familiar y reducir los riesgos asociados a la pérdida de cosechas, variaciones de precios y otros fenómenos imponderables. El acceso



a la tierra es un punto crítico asociado a la equidad que muestra valores bajos de sostenibilidad. Esto implica que los terrenos de los productores son superficies fundamentalmente pequeñas. En ese sentido, la recomendación es mantener y, en su caso, certificarse como organizaciones de comercio justo y pequeños productores para mejorar los precios pagados al productor y mejorar el nivel de vida de los productores y sus familias.

**Clase expansión de café:** se recomienda promover la producción de insumos dentro de la unidad de producción y mejorar el involucramiento de los miembros de la familia en la toma de decisiones. Asimismo, se recomienda mantener un porcentaje del terreno como bosque para mantener la complejidad estructural del agroecosistema y conservar los beneficios ecosistémicos asociados a ésta.

**Clase reconversión a café:** se recomienda realizar acciones para el control de plagas y enfermedades, tales como la renovación de cafetales, detección temprana, manejo de sombra y control biológico. El acompañamiento técnico es fundamental para lograr generar cambios en el sistema de manejo que contribuya a aumentar los niveles de sostenibilidad.

**Clase expansión y reconversión:** se recomienda promover la producción de insumos dentro de la unidad de producción. La generación de planes integrales de crecimiento y acceso a mercados por parte de la cooperativa puede ayudar a incrementar el precio pagado al productor en un mediano plazo. Asimismo, fomentar el involucramiento familiar es otra de las acciones con puede contribuir a aumentar el nivel de sostenibilidad en esta clase de productores.

**Clase sin cambios:** al ser la que peor desempeño muestra en acceso a la tierra, se recomienda que las cooperativas logren certificaciones y acceso a mercados que promuevan mayores beneficios para los pequeños productores. Asimismo, se recomienda fomentar el involucramiento de los miembros de la familia, así como realizar acciones de manejo orientadas al control de plagas y enfermedades en los cafetales.

Por último, algunas de las recomendaciones de mayor relevancia para facilitar los procesos de co-construcción de conocimiento son los siguientes: 1) conducir la investigación a partir de los problemas percibidos por los actores involucrados; 2) motivar la participación de los actores desde el principio mediante la inclusión de sus perspectivas, la creación de agendas

de investigación colaborativa y dando seguimiento a los acuerdos establecidos; 3) en medida de las capacidades, atender paralelamente otras necesidades de los actores, inclusive acercar el conocimiento experto para atender necesidades puntuales (e.g. talleres para la georreferenciación de parcelas); 4) no prometer nada que no sea viable cumplir; 6) dejar de lado las falacias epistemológica y mantener apertura, aceptar y reconocer las nuevas formas de generar conocimiento con los diferentes actores, desde diferentes puntos de vista y; 7) planificar adecuadamente y con anticipación los ejercicios participativos para que sean lo más eficaces posible, de tal forma que se respete el tiempo de los actores involucrados.

## REFERENCIAS

- Akoyi, K. T., y Maertens, M. (2018). Walk the Talk: Private Sustainability Standards in the Ugandan Coffee Sector. *Journal of Development Studies*, 54(10), 1792–1818. <https://doi.org/10.1080/00220388.2017.1327663>
- Albertin, A., y Nair, P. K. R. (2004). Farmers ' Perspectives on the Role of Shade Trees in Coffee Production Systems : An Assessment from the Nicoya Peninsula , Costa Rica. *Human Ecology*, 32(4), 443–463.
- Alexandratos, N. y Bruinsma, J. (2012) World agriculture towards 2030/2050. The 2012 revision. *Global Perspective Studies Team*. FAO Agricultural Development Economics Division
- Almaraz, V. P., Rangel, M. I. P., Escoto, F. C., Ledesma, J. O., y Ávila, J. A. (2019). The cooperative association as a factor of sustainability of the coffee system in marginalized communities. *REVESCO Revista de Estudios Cooperativos*, 131(131), 125–150. <https://doi.org/10.5209/REVE.63563.1>.
- Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 93(1-3), 1–24. doi:10.1016/s0167-8809(02)00085
- ANACAFE. (2015). *Poda de café. Una buena alternativa para mantener cafetales jóvenes y productivos*. Disponible en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/06/BPA-5.-Poda-de-Caf%C3%A9-20150914-web.pdf>
- Anderzén, J., Guzmán Luna, A., Luna-González, D. V., Merrill, S. C., Caswell, M., Méndez, V. E., ... Mier y Terán Giménez Cacho, M. (2020). Effects of on-farm diversification strategies on smallholder coffee farmer food security and income sufficiency in Chiapas, Mexico. *Journal of Rural Studies*, 77(September 2019), 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.04.001>
- Ango, T. G., Hylander, K., y Börjerson, L. (2020). Processes of Forest Cover Change since 1958 in the. *Land*, 9(278), 9–11.
- Arnés, E. y Astier, M., (eds) (2018) Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos. UNESCO, CIGA, UNAM. ISBN: 978-607-30-0870-9. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366841>
- Arroniz, J.V. (2013). La ganadería de doble propósito desde una visión agroecosistémica. *Agro Productividad*
- Astier, M., García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y., González-Esquivel, C. E. y Masera, O. R. (2012). Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). *Ecology and Society* 17(3): 25.
- Aziz, R., Chevaki dagarn, P., y Danteravanich, S. (2016). Life cycle sustainability assessment of community composting of agricultural and agro industrial wastes. *Journal of Sustainability Science and Management*, 11(2), 57–69.

- Bac, D.P. (2008). A history of the concept of sustainable development: literature review. University of Oradea.
- Baca, M., Liebig, T., Caswell, M., Castro-Tanzi, S., Méndez, V.E., Läderach, P., Morris, B. y Aguirre, Y., 2014. Thin months revisited. Final report (October 16). In: International Center for Tropical Agriculture (CIAT) and Agroecology and Rural Livelihoods Group (ARLG). University of Vermont, Vermont.
- Baerenklau, K. A., Ellis, E. A., y Marcos-Martinez, R. (2012). Economics of land use dynamics in two Mexican coffee agroforests: Implications for the environment and inequality. *Investigacion Economica*, 71(279), 93–124. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2012.279.37329>
- Balvanera, P., Astier, M., Gurri, F. D. y Zermeño-Hernández, I. (2017). Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecológicos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.005>
- Barham, B. L., y Weber, J. G. (2012). The Economic Sustainability of Certified Coffee: Recent Evidence from Mexico and Peru. *World Development*, 40(6), 1269–1279. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.005>
- Basar Gokcen, B. y Sanlier, N. (2017) Coffee Consumption and Disease Correlations. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 59. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1369391>
- Bell, S., y Morse, S. (2010). Sustainability indicators: measuring the immeasurable? (2nd ed). Earthscan. London, United Kingdom.
- Bertocchi, M., Demartini, E., y Marescotti, M. E. (2016). Ranking Farms Using Quantitative Indicators of Sustainability: The 4Agro Method. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 223, 726–732. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.249>
- Beuchelt, T. D., y Zeller, M. (2011). Profits and poverty: Certification's troubled link for Nicaragua's organic and fairtrade coffee producers. *Ecological Economics*, 70(7), 1316–1324. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.01.005>
- Bolaños González, M. A., Paz Pellat, F., Cruz Gaistardo, C. O., Argumedo Espinoza, J. A., Romero Benítez, V. M. y de la Cruz Cabrera, J. C. (2016) Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoamericana* 34: 271-288.
- Bowen, S. y Zapata, A.V. (2009). Geographical indications, *terroir*, and socioeconomic and ecological sustainability: the case of tequila. *Journal of Rural Studies* 25(1):108-119
- Brandt, P., Ernst, A., Gralla, F., Luederitz, C., Lang, D.J., Newig, J., Reinert, F., Abson, D.J., y Von Wehrden, H. (2013). *A review of transdisciplinary research in sustainability science*. *Ecological Economics* 92: 1-15.

- Brinsmead, T. y Hooker, C. (2011). Complex Systems Dynamics: Implications for Sustainability, conception and policy. In HOOKER, C. (Ed.). *Handbook of the philosophy of science*. Amsterdam: North-Holland/Elsevier: 809-838.
- Brown, K. (2016) Resilience, Development and Global Change. Routledge, Taylor y Francis Group, ISBN 978-0415663472.
- Brownlee, J. (2007) Complex adaptive systems. Technical Report 070302, Complex Intelligent Systems Laboratory, Centre for Information Technology Research. Swinburne University of Technology Melbourne.
- Brunelli, M., Canal, L., y Fedrizzi, M. (2013). Inconsistency indices for pairwise comparison matrices: A numerical study. *Annals of Operations Research*, 211(1), 493–509. <https://doi.org/10.1007/s10479-013-1329-0>
- Cárdenas-Grajales, G. I., Giraldo-Gómez, H., Idárraga-Quintero, A., Vásquez-Grisales, L. N. y Asociación de Caficultores Orgánicos de Colombia (ACOC). (2006). Desarrollo y validación de metodología para evaluar con indicadores la sustentabilidad de sistemas productivos campesinos de la Asociación de Caficultores Orgánicos de Colombia – ACOC. *Investigaciones de Unisar* 4:22-46.
- Castillo, C. N., Degamo, F. K., Gitgano, F. T., Loo, L. A., Pacaanas, S. M., Toroy, N., ... Ocampo, C. O. (2017). Appropriate criteria set for personnel promotion across organizational levels using analytic hierarchy process (AHP). *International Journal of Production Management and Engineering*, 5(1), 11. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2017.5857>
- Castro Hernández, J. C., Hernández Jonapá, J. C., Nájuez Jiménez, S., Rodríguez Alcazar, S., Tejeda Cruz, C., Vázquez Vázquez, A., ... Maldonado Fonseca, A. Z. (2003). *Conservación con base en la comunidad. Trabajos con comunidades en áreas naturales protegidas de Chiapas, México* (T. N. C. Instituto de Historia Natural, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, ed.). The Nature Conservancy.
- Castro Hernández, J. C. (2019). Esbozo de la historia de la Reserva de la Biósfera El Triunfo hasta 2018. In P. L. Enríquez, R. Martínez Camilo, y M. Carrillo García (Eds.), *La Reserva de la Biósfera El Triunfo. Avances y necesidades de investigación y conservación* (pp. 37–52). El Colegio de la Frontera Sur.
- CEDRSSA. (2018). *El café en México diagnóstico y perspectiva*. Disponible en [http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/30El café en México: diagnóstico y perspectiva.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/30El%20café%20en%20México%20diagnóstico%20y%20perspectiva.pdf)
- CEIEG, Geoweb Chiapas 3.0. Disponible en <http://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/>
- Cheng, H., Chen, C., Wu, S., Mirza, Z. A., y Liu, Z. (2017). Emergy evaluation of cropping, poultry rearing, and fish raising systems in the drawdown zone of Three Gorges Reservoir of China. *Journal of Cleaner Production*, 144, 559–571. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.053>

- CMMAD (1987). *Our Common Future (Brundtland Report)*. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Naciones Unidas.
- CONABIO. (2019). *Monitoring Activity Data for the Mexican REDD+ program* (p. <https://monitoreo.conabio.gob.mx/madmex.html>). p. <https://monitoreo.conabio.gob.mx/madmex.html>.
- CONANP (2018). 100 años de conservación en México: Áreas Naturales Protegidas de México. SEMARNAT-CONANP. México. 634 páginas.
- CONANP. La Reserva de la Biósfera El Triunfo, ejemplo de conservación y sustentabilidad. Disponible en <https://www.gob.mx/conanp/prensa/la-reserva-de-la-biosfera-el-triunfo-ejemplo-de-conservacion-y-sustentabilidad-23304>
- Conway, G.R. (1987). The Properties of Agroecosystems. *Agricultural Systems* 24: 95-117.
- Covaleda, S., Aguilar, S., Ranero, A., Marín, I., y Paz, F. (2014). *Diagnóstico sobre determinantes de deforestación en Chiapas*. USAID-Alianza MéxicoREDD+. Disponible en: <http://sis.cnf.gob.mx/wp-content/plugins/conafor-files/2018/nacional/catalogo/biblioteca/101.pdf>
- Creemers, S., Van Passel, S., Vigani, M. y Vlahos, G. (2019) Relationship between farmers' perception of sustainability and future farming strategies: A commodity-level comparison. *Agriculture and Food*, 4 (3), 613-642. doi:10.3934/agrfood.2019.3.613
- Cruz, E., Quinga, E., Arnelas, I., Ibarra, E. y Risco, D. (2016). Sustainability assessment of two systems of ecological farming in the province of Tungurahua, Ecuador. *Livestock Research for Rural Development* 28.
- de la Vega-Leinert, C. A., Brenner, L., Stoll, S., y Locke, K. A. (2016). Peasant coffee in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve , Mexico : A critical evaluation of sustainable intensification and market integration potential. *Elementa Science of the Anthropocene*, 4, 1–22. <https://doi.org/10.12952/journal.elementa.000139>
- Delgado, J.O. (2012). El desarrollo, una categoría colonial. *Aportes*, Revista de la Facultad de Economía, BUAP, Año XVII, Número 45.
- Deponti, C. M., Córdula, E. y Azambuja, J. L. B. (2002) Estrategia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável* 3(4), 44–52.
- Diario Oficial de la Federación publicado el 30 de diciembre de 2015. Disponible en: [http://dof.gob.mx/index\\_111.php?year=2015ymonth=12yday=30](http://dof.gob.mx/index_111.php?year=2015ymonth=12yday=30)
- Diario Oficial de la Federación publicado el 28 de febrero de 2019. Disponible en: [http://dof.gob.mx/index\\_111.php?year=2019ymonth=02yday=28](http://dof.gob.mx/index_111.php?year=2019ymonth=02yday=28)

- Donatti, C., Harvey, C.A., Martínez-Rodríguez, M.R. y Vignola, R. (2018) Vulnerability of smallholder farmers to climate change in Central America and Mexico: current knowledge and research gaps. *Climate and Development*
- Donovan, J. y Poole, N. (2014). Changing asset endowments and smallholder participation in higher value markets: evidence from certified coffee producers in Nicaragua. *Food Policy* 44:1-13.
- Duarte Silveira, N. (2005). Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Eakin, H., y Bojórquez-Tapia, L. A. (2008). Insights into the composition of household vulnerability from multicriteria decision analysis. *Global Environmental Change*, 18(1), 112–127. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.09.001>
- Ellis, F. (2000). *Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries*. Oxford University Press, Oxford.
- Enríquez, P. L., González-García, F., y Cartas Herdedia, G. J. (2019). Historia previa a la creación de la Reserva de la Biósfera El Triunfo. In P. L. Enríquez, R. Martínez Camilo, y M. Carrillo García (Eds.), *La Reserva de la Biósfera El Triunfo. Avances y necesidades de investigación y conservación* (pp. 25–36). El Colegio de la Frontera Sur.
- FAO (2009). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2015*. Naciones Unidas. Disponible en <https://www.fao.org/publications/card/en/c/86e794af-3bcb-5e9f-a7ab-60157310ebfe/>
- FAO (2016) *El estado de los bosques del mundo*. Naciones Unidas. Disponible en <https://www.fao.org/documents/card/en/c/6547e46e-3e6f-4c47-8dcb-8c5c19a18e00/>
- Feil, A.A. y Schreiber, D. (2017) Sustainability and sustainable development: unraveling overlays and scope of their meanings. *Cad. EBAPE.BR*, 14(3): 667-681.
- FIRA (2016) *Panorama Agroalimentario: Café 2016*. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200636/Panorama\\_Agroalimentario\\_Caf\\_\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200636/Panorama_Agroalimentario_Caf__2016.pdf)
- Fischer, J., Gardner, T.A., Bennett, E.M et al. (2015). *Advancing sustainability through mainstreaming a social–ecological systems perspective*. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14: 144–149.
- FMCN-CONANP. (2010). *Reserva de la Biosfera El Triunfo*. Disponible en: [https://simec.conanp.gob.mx/TTH/Triunfo/Triunfo\\_TTH\\_2000\\_2010.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/TTH/Triunfo/Triunfo_TTH_2000_2010.pdf)
- Folch, A., y Planas, J. (2019). Cooperation, fair trade, and the development of organic coffee growing in chiapas (1980-2015). *Sustainability*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020357>
- Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. y Rockström, J. (2010) Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15(4).

- Foolmaun, R. K., y Ramjeawon, T. (2013). Life cycle sustainability assessments (LCSA) of four disposal scenarios for used polyethylene terephthalate (PET) bottles in Mauritius. *Environment, Development and Sustainability*, 15(3), 783–806. <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9406-0>
- Gallardo-López, F., Hernández-Chontal, M., Cisneros-Saguilán, P. y Linares-Gabriel, A. (2018). Development of the Concept of Agroecology in Europe: A Review. *Sustainability* 10(4): 1210.
- Gallopin, G. (2003). A systems approach to sustainability and sustainable development. Sustainable Development and Human Settlements Division. ECLAC/ Government of the Netherlands Project NET/00/063 “Sustainability Assessment in Latin America and the Caribbean”.
- Gallopin, G. (2004). La sostenibilidad ambiental del desarrollo en Argentina: tres futuros. *Medio Ambiente y Desarrollo*, 91. Publicación de las Naciones Unidas.
- Galloway, A. (2005). Non-Probability Sampling. *Encyclopedia of Social Measurement* 2, 859–864.
- Galván-Miyoshi, Y. (2008). Integración de indicadores en la evaluación de la sostenibilidad: de los índices agregados a la representación multicriterio. In M. Astier, O. Masera, y Y. Galván-Miyoshi (Eds.), *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (pp. 119–138). SEAE/CIGA/ECOSUR /CIEco/UNAM/GIRA /Mundiprensa/Fundacion Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable.
- Garbach, K., Milder, J.C., Montenegro, M., Karp., D.S. y DeClerck, F. (2014). Biodiversity and Ecosystem Services in Agroecosystems. *Environ Sci*, 21-39.
- García, M.C., Villafuerte, D. y Meza, S. (1993). Café y neoliberalismo. Los impactos de la política cafetalera en el Soconusco, Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas, Instituto Chiapaneco de Cultura.
- García-Barrios, L., Masera, O., y García-Barrios, R. (2008). Construcción y uso de modelos dinámicos sencillos para evaluar estrategias de manejo productivo de recursos bióticos. Una guía básica ilustrada. In M. Astier, O. Masera, y Y. Galván-Miyoshi (Eds.), *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (pp. 139–168). SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/ Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable.
- Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., Ramankutty, N. y Foley, J.A. (2010). Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *PNAS* 107 (38): 16732-16737.
- Gliessman, S.R. (1978). *Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agricultura*. Springer-Verlag.
- Gomero, O. L. y Velásquez, A. H. (2007). Evaluación de la sustentabilidad del sistema de algodón orgánico en la zona de trópico húmedo del Perú San Martín, Tarapoto. En M. Astier and J. Hollands, edit. 2007.



- Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica*. Segunda edición. MundiPrensa, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA A.C.), Centre for Learning on Sustainable Agriculture (ILEIA), and Interchurch Organisation for Development Cooperation (ICCO).
- Gomes de Almeida, S. y Bianconi, F. G. (2007). Sustentabilidad Económica de un Sistema Familiar en una Región Semiarida de Brasil. En M. Astier and J. Hollands, edit. 2007. *Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica*. Segunda edición. MundiPrensa, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA A.C.), Centre for Learning on Sustainable Agriculture (ILEIA), and Inter-church Organisation for Development Cooperation (ICCO).
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P.L. y Montes, C. (2010). *The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes*. Ecological Economics 69: 1209-1218.
- González, H. y Hernández, J. R. (2016). Zonificación agroecológica del Coffea arabica en el municipio Atoyac de Álvarez, Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas*, 90: 105-118.
- Gordon, L.J., Finlayson, C.M. y Falkenmark, M., (2010). Managing water in agricultura for food production and other ecosystem services. *Agricultural Water Management* 97.
- Guevara, F., Carranza, T., Puentes R. y González C. (2000). La sustentabilidad de sistemas Maiz-mucuna en el Sureste de Mexico (primer ciclo de evaluacion). En Maser O y López-Ridaura S (eds), *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural*. México City: MundiPrensa-GIRA-UNAM.
- Gutiérrez-Cedillo, J. G., Aguilera-Gómez, L. A., González-Esquivel, C. E. y Juan-Pérez, J. I. (2012). Evaluación de la sustentabilidad posterior a una intervención agroecológica en el subtrópico del Altiplano Central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15: 15-24.
- Haggar, J., Medina, B., Aguilar, R.M. y Munoz, C. (2013). Land use change on coffee farms in southern Guatemala and its environmental consequences. *Environ Manage.* 51(4):811-23. doi: 10.1007/s00267-013-0019-7.
- Haggar, J., Asigbaase, M., Bonilla, G., Pico, J., y Quilo, A. (2015). Tree diversity on sustainably certified and conventional coffee farms in Central America. *Biodivers Conserv.* <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0851-y>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Armbrrecht, I., ... Valencia, V. (2021). *Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America . A review*. *Agronomy for Sustainable Development* 41(62)
- Henderson, T.P. (2019) La roya y el futuro del café en Chiapas. *Revista Mexicana de Sociología* 81 (2): 389-416.

- Heylighen, F. (2008). Complexity and self-organization. In Bates y Maack. Eds. *Encyclopedia of Library and Information Sciences*. Taylor and Francis.
- Ho, T. Q., Hoang, V. N., Wilson, C., y Nguyen, T. T. (2018). Eco-efficiency analysis of sustainability-certified coffee production in Vietnam. *Journal of Cleaner Production*, 183: 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.147>
- Holland, J.H. (1992) Complex adaptive systems. *Daedalus*, 121: 17–30.
- Holling, C. S. (2002). Resilience and adaptive cycles. En L. H. Gunderson, and C. S. Holling, editors. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press: 25-62.
- Huang, J. J. (2016). Consistent Fuzzy Analytic Hierarchy Process by Considering Fuzzy Input and Output Data. Proceedings - 2016 Joint 8th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 2016 17th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, SCIS-ISIS 2016, 564–569. <https://doi.org/10.1109/SCIS-ISIS.2016.0123>
- ICO [International Coffee Organization]. Estadísticas de Comercio. Consultado el 13 de diciembre de 2021 en [https://www.ico.org/ES/trade\\_statistics.asp](https://www.ico.org/ES/trade_statistics.asp)
- INE-CONABIO. (1995). *Reservas de la Biósfera y otras áreas naturales protegidas de México*. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/reservasBiosfera1.pdf>
- INE (1998). Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera El Triunfo. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- INEGI. (2005). *Geología, carta 1:250,000*. Recuperado del sitio web <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/geologia/>
- INEGI. (2016). Serie de uso de suelo y vegetación VI. Recuperado del sitio web: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Jensen, R. R., Hardin, P. J., y Yu, G. (2009). Artificial neural networks and remote sensing. *Geography Compass*, 3(2), 630–646. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2008.00215.x>
- Jiménez Ortega, A.D., Galeana-Pizaña, M. y Núñez Hernández, J.M. (2019). Modelos prospectivos de uso de suelo y aptitud agroecológica de café bajo escenarios de cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas. In: *Producción y aprovechamiento de café*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. México.
- Jurado, S.N. (2014). La organización campesina indígena frente al libre mercado. El caso de los pequeños productores de café en México. *Revista Universitaria* 15 (9). <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num9/art69/>

- Jurado, S.N., Bartra, A. (2012). Cómo sobrevivir al mercado sin dejar de ser campesino. *Veredas. Revista del pensamiento sociológico*, 13: 182-191.
- Jurjonas, M., Crossman, K., Solomon, J., y Baez, W. L. (2016). Potential Links Between Certified Organic Coffee and Deforestation in a Protected Area in Chiapas, Mexico. *World Development*, 78, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.030>
- Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J.M., Jaeger, C.C., Lowe, I., McCarthy, J.J., Schellnhuber, H.J., Bolin, B., Dickson, N.M., et al. (2001). *Sustainability science*. *Science* 292: 641–642.
- Kauffman, J. (2009). *Advancing sustainability science: report on the International Conference on Sustainability Science (ICSS)*. *Sustainability Science* 4: 233-242.
- Khalili, N. R., Ehrlich, D., y Dia-Eddine, K. (2013). A qualitative multi-criteria, multi stakeholder decision making tool for sustainable waste management. *Progress in Industrial Ecology*, 8(1–2), 114–134. <https://doi.org/10.1504/PIE.2013.055063>
- Klarin, T. (2018). The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues. *Zagreb International Review of Economics y Business*, 21(1): 67-94. DOI: 10.2478/zireb-2018-0005
- Klenk, N., Meehan, K. (2015). Climate change and transdisciplinary science: Problematizing the integration imperative. *Environmental science y policy* 54: 160-167.
- Krishnan, S. (2017). Sustainable Coffee Production. In *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.224>
- Ladyman, J.L. y Wiesner, K. (2016). What is a complex system? *European Journal for Philosophy of Science*. DOI: 10.1007/s13194-012-0056-8
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martes, P., Moll, P., Swilling, M y Thomas, C. J. (2012). *Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges*. *Sustainability science* 7: 23-43.
- Latruffe, L., Diazabakana, A., Bockstaller, C., Desjeux, Y., Finn, J., Kelly, E., ... Uthes, S. (2016). Measurement of sustainability in agriculture: A review of indicators. *Studies in Agricultural Economics*, 118(3), 123–130. <https://doi.org/10.7896/j.1624>
- Leakey, R. R. B. (2017). Agroforestry—Participatory Domestication of Trees. *Multifunctional Agriculture*, 297–314. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805356-0.00028-3>
- Leakey, R. R. B. (2017). Toward Multifunctional Agriculture – An African Initiative. *Multifunctional Agriculture*, 395–416. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805356-0.00039-8>

- León-Sicard, T.E., Toro Calderón, J., Martínez-Bernal, L.F. y Cleves-Leguízamo, J.A. (2018) The Main Agroecological Structure (MAS) of the Agroecosystems: Concept, Methodology and Applications. *Sustainability*, 10, 3131. <https://doi.org/10.3390/su10093131>
- Levin, K., Cashore, B., Bernstein, S. et al (2012). Overcoming the tragedy of super wicked problems: constraining our future selves to ameliorate global climate change. *Policy Sci* 45: 123–152. <https://doi.org/10.1007/s11077-012-9151-0>
- Li-na, X.I.U., y Xiang-nan, L.I.U. (2011). Current status and future direction of the study on artificial neural network classification processing in remote sensing. *Remote Sensing Technology and Application*, 18(5): 339–345.
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Folke, C., Alberti, M., Redman, C. L., Schneider, S. H., Ostrom, E., Pell, A. N., Lubchenco, J., Taylor, W.W., Ouyang, Z., Deadman, P., Kratz, T. y Provencher, W. (2007). *Coupled human and natural systems*. *Ambio* 36-8: 639-649.
- Liu, Z., Wang, Y., Geng, Y., Li, R., Dong, H., Xue, B., ... Wang, S. (2019). Toward sustainable crop production in China: An emergy-based evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 206, 11–26. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.183>
- López, C. J. R. (2013). Densidad de siembra una estrategia de sostenibilidad en el café, en Cafetal Revista del Caficultor [En línea]. Disponible en: [http://www.anacafe.org/glifos/images/c/c2/2013\\_36\\_El\\_Cafetal.pdf](http://www.anacafe.org/glifos/images/c/c2/2013_36_El_Cafetal.pdf).
- Lopez-Ridaura, S. (2005). Multi-Scale Sustainability Evaluation. A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. Ph. D. Thesis, Wageningen University – with summaries in Dutch, English, French and Spanish. ISBN: 90-8504-269-0
- López-Ridaura, S. (2008). La evaluación multiescalar de la sustentabilidad: retos y avances metodológicos. In M. Astier, O. Masera, y Y. Galván-Miyoshi (Eds.), *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (pp. 119–138). SEAE/CIGA/ECOSUR /CIEco/UNAM/GIRA /Mundiprensa/Fundacion Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable.
- Lynch, J., Donnellan, T., Finn, J. A., Dillon, E., y Ryan, M. (2019). Potential development of Irish agricultural sustainability indicators for current and future policy evaluation needs. *Journal of Environmental Management*, 230(April 2018), 434–445. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.070>
- MacFarland, T. W., y Yates, J. M. (2016). Introduction to Nonparametric Statistics for the Biological Sciences Using R. In *Introduction to Nonparametric Statistics for the Biological Sciences Using R*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-30634-6>
- Maass, J.M. (2012). *El manejo sustentable de socioecosistemas*, en J.L. Calva (ed.), Cambio climático y políticas de desarrollo sustentable, Colección Análisis Estratégico para el Desarrollo, t. 14, Juan Pablos Editor/Consejo Nacional de Universitarios, pp. 89-99.

- Maiorano, L., Falcucci, A., y Boitani, L. (2008). Size-dependent resistance of protected areas to land-use change. *Proceedings. Biological sciences*, 275(1640), 1297–1304. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.1756>
- Martínez-sánchez, J. C. (2008). *The Role of Organic Production in Biodiversity Conservation in Shade Coffee Plantations* (University of Washington). Disponible en: <http://bionica.info/Biblioteca/MartinezSanchez2008TesisCafe.pdf>
- Mas, J. F., y Flores, J. J. (2008). The application of artificial neural networks to the analysis of remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 29(3), 617–663. <https://doi.org/10.1080/01431160701352154>
- Masera, O. R., Astier, M. y López. S. (2000) Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El Marco de evaluación MESMIS. MundiPrensa-UNAM. Ciudad de México.
- McGregor, S. L. T. (2004). *The nature of transdisciplinary research and practice*. Kappa Omicron Nu Human Sciences Working Paper Series. East Lansing. Disponible en: <http://www.kon.org/hswp/archive/transdiscipl.html>
- Medenou, E.H., Koura, B.I. y Dossa, L.H. (2020). Typology and sustainability assessment of rabbit farms in the urban and peri-urban areas of Southern Benin (West Africa). *World Rabbit Sci*, 28(4), 207-2019. <https://doi.org/10.4995/wrs.2020.13368>
- Medina-Meléndez, J.A. Ruiz-Nájera, R.E., Gómez-Castañeda, J.C., Sánchez-Yáñez, J.M., Gómez-Alfaro, G. y Pinto-Molina, O. (2016). Estudio del sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la región Frailesca, Chiapas. *CienciaUAT* 10 (2): 33-43.
- Merlín, Y. (2009). Evaluación de dos sistemas de manejo de recursos naturales de Xochimilco con indicadores de sustentabilidad. Tesis. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México.
- Merma, I. y Julca, A. (2012). Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología Aplicada*, 11(1), 1-11. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162012000100001&lng=es&tyng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162012000100001&lng=es&tyng=es).
- Milford, A. B. (2014). Co-operative or coyote? Producers' choice between intermediary purchasers and Fairtrade and organic co-operatives in Chiapas. *Agriculture and Human Values*, 31(4), 577–591. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9502-x>
- Miller, T.R. (2013). Constructing sustainability science: emerging perspectives and research trajectories. *Sustain Sci* 8, 279–293. <https://doi.org/10.1007/s11625-012-0180-6>
- Mustaffa, Z., y Yusof, Y. (2011). A comparison of normalization techniques in predicting dengue outbreak. *2010 International Conference on Business and Economics Research*. IACSIT Press.

- Naciones Unidas (2018). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Disponible en <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-es.pdf> (Recuperado el 13 de febrero de 2020).
- Newlands, N.K. (2006). Modeling agroecosystems as complex adaptive systems. Canadian Society for Bioengineering CSBE/SCGAB Annual Conference 2006, 06-300, 1-9. Edmonton, AB, Canada, July 16-19.
- Nitschelm, L., Parnaudeau, V., Vertès, F., Van Der Werf, H. M. G., Corson, M. S., Viaud, V., ... Walter, C. (2018). Improving Estimates of Nitrogen Emissions for Life Cycle Assessment of Cropping Systems at the Scale of an Agricultural Territory. *Environmental Science and Technology*, 52(3): 1330–1338. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b03865>
- Norström, A. V., Cvitanovic, C., Löf, M. F., West, S., Wyborn, C., Balvanera, P., y Österblom, H. (2020). (2020). Principles for knowledge co-production in sustainability research. *Nature Sustainability*, 3(3): 182–190.
- North, K. y Hewes, D. (2006). Seguimiento de fincas para el progreso hacia la sostenibilidad. *LEISA Revista de Agroecología* 22(1):33-36.
- Nuñez, C. (2018). Análisis de varianza no paramétrica: un punto de vista a favor para utilizarla. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 4(3), 69–79. Retrieved from <https://doi.org/10.30973/aap/2018.4.3/1>
- Nyang'au, I., Kelboro, G., Hornidge, A.-K., Midega, C., y Borgemeister, C. (2018). Transdisciplinary Research: Collaborative Leadership and Empowerment Towards Sustainability of Push–Pull Technology. *Sustainability*, 10(7), 2378. <https://doi.org/10.3390/su10072378>
- Ocampo-Fletes, I. (2004). Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego. El caso del canal San Félix, Atlixco, Mexico. Dissertation. Universidad de Córdoba.
- OCDE (2008). Measuring material flows and resource productivity - Volume I. The OECD/IEA Energy technology perspectives. Scenarios and strategies to 2050. Paris.
- Orozco, Q., Astier, M. (2007). Evaluación de sustentabilidad del Proyecto: Renovación de Plantaciones del Limón Mexicano y Tecnificación del Riego para el uso eficiente del agua. Primer ciclo de evaluación utilizando el marco MESMIS. Reporte técnico. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada (GIRA A.C.) y Fundación Ashoka.
- Ovalle-Rivera, O., Läderach, P., Bunn C, Obersteiner, M. y Schroth G (2015) Projected shifts in coffee arabica suitability among major global producing regions due to climate change. *PLoS ONE* 10(4): e0124155. doi:10.1371/journal.pone.0124155

- Palestina-González, M. I., Carranza-Cerda, I., López-Reyes, L., Torres, E., y Silva-Gómez, S. E. (2021). Sustainability assessment of traditional agroecosystems in the high region of yaonáhuac, Puebla, Mexico. *Environments - MDPI*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/environments8050040>
- Parmentier, S. (2014) Scaling-up agroecological approaches: what, why and how? Discussion paper, *Oxfam-Solidarity*. <http://www.oxfamsol.be>
- Penagos, C. U. del C. (2017). Soconusco, Chiapas. Transformaciones ambientales de origen antrópico. *Decumanus*, 2(2), 7–26. Disponible en <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/decumanus/article/view/1991>
- Peredo, S. y Barrera, C. (2016) Definición participativa de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de predios campesinos del sector Boyeco, Región de la Araucanía. *IDESIA* 34(5):41-49.
- Pérez Akaki, P. (2013). Los siglos XIX y XX en la cafeticultura nacional: de la bonanza a la crisis del grano de oro mexicano. *Revista de Historia*, 0(67), 159–199.
- Pérez-Grovas, G. V. (2000). Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo de café orgánico en la Unión de Ejidos Majomut, región de los Altos de Chiapas. Páginas 45-81 en O. Masera and S. López-Ridaura, editors (2000). *Sustentabilidad y sistemas campesinos: cinco experiencias de evaluación en el México rural*. MundiPrensa, Grupo Interdisciplinario de Ecology and Society 17(3): 25 <http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss3/art25/>
- Perfecto, I. y Vandermeer, J. (2008) Biodiversity conservation in tropical agroecosystems – a new conservation paradigm. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134: 173-200.
- Pico-Mendoza, J., Pinoargote, M., Carrasco, B., y Limongi Andrade, R. (2020). Ecosystem services in certified and non-certified coffee agroforestry systems in Costa Rica. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44(7), 902–918. <https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1713962>
- Pinheiro do Nascimento, E. (2012). The trajectory of sustainability: From environmental to social, from social to economic. *Estudos Avancados*, 26(74), 51–64.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447–465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>
- Priego-Castillo, G.A., Galmiche-Tejeda, A., Castelán-Estrada, M., Ruíz-Rosado, O. y Ortiz-Ceballos, O. (2009) Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Trópico Húmedo* 25(1): 39-57.

- Quintero-Angel, M. y González-Acevedo, A. (2018) Tendencies and challenges for the assessment of agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 254: 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.030>
- Randers, J., Rockström, J., Stoknes, P-E., Goluke, U., Collste, D., Cornell, SE. y Donges, J. (2019). Achieving the 17 Sustainable Development Goals within 9 planetary boundaries. *Global Sustainability* 2, e24, 1–11. <https://doi.org/10.1017/sus.2019.22>
- Rautner, M., Leggett, M. y Davis, F. (2013) *The Little Book of Big Deforestation Drivers*. Global Canopy Programme: Oxford
- Raymundo, D., Prado, J., De Oliveira-Neto, N. E., Santana, L. D., Do Vale, V. S., Jacobson, T. B., ... Carvalho, F. A. (2018). Persistence of *Coffea arabica* and its relationship with the structure, species diversity and composition of a secondary forest in Brazil. *PLoS ONE*, 13(3), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194032>
- Raynolds, L., Bennett, E., Bacon, C. M., Rice, R. A., y Maryanski, H. (2015). Fair trade coffee and environmental sustainability in Latin America. *Handbook of Research on Fair Trade*, (February), 388–404. <https://doi.org/10.4337/9781783474622.00033>
- Redman, C. L. (2014). Should sustainability and resilience be combined or remain distinct pursuits? *Ecology and Society* 19(2): 37. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06390-190237>
- Riaño, N. D., Riaño, C. E., y Muñoz, F. (2021). *Proposal of a Model to Determine the Sustainability and Profitability of the Differentiated Coffee Production Chain*. 6(1), 59–66.
- Ripoll-Bosch, R., Díez-Unquera, B., Ruiz, R., Villalba, D., Molina, E., Joy, M., Olaizola, A. y Bernués, A. (2012). An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. *Agricultural Systems* 105: 46–56.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., De Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. y Foley, J. (2009) Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2). <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Rojas Ruiz, R., Alvarado Huamán, L., Borjas Ventura, R., Carbonell Torres, E., Castro Cepero, V., y Julca Otiniano, A. (2021). Sustentabilidad en fincas productoras de café (*Coffea arabica* L.) convencional y orgánica en el Valle del Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Rivar*, 8(23), 1–13. <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i23.4916>



- Ruiz, J.A., Medina, G., González, I.J., Flores, H.E., Ramírez, G., Ortiz, C., Byerly, K. F., Martínez R.A. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. INIFAP, libro técnico no. 3.
- Ruíz-Nájera, R.E., Molina-Ochoa, J., Carpenter, J.E., Espinosa-Moreno, J.A., Ruíz-Nájera, J.A., Lezama-Gutiérrez, R., Foster, J.E. (2007). Survey for hymenopteran and dipteran parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Chiapas, Mexico. *J. Agric. Urban Entomol.* 24, 35–42. <https://doi.org/10.3954/1523-5475-24.1.35>
- Ryan, J.G., Ludwig, J.A. Mcalpine, C.A. (2007) Complex adaptive landscapes (CAL): A conceptual framework of multi-functional, non-linear ecohydrological feedback systems. *Ecological Complexity* 4: 113-127.
- Saaty, R.W. (1987) The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical modelling* 9 (3-5): 161-179.
- Sachs, J., Rising, J., Foreman, T., Simmons, J. y Brahm, M., (2015) The impacts of climate change on coffee: trouble brewing. Prepared for the Global Coffee Forum. The Earth Institute, Columbia University.
- SAGARPA. (2017). *Planeación agrícola nacional 2017-2030. Café mexicano*. Disponible en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256426/B\\_sico-Caf\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256426/B_sico-Caf_.pdf)
- Sala, S., Ciuffo, B. y Nijkamp, P. (2015). A systemic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics* 119: 314–325. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.015>
- Salazar, O.V., Ramos-Martín, J., y Lomas, P. L. (2018). Livelihood sustainability assessment of coffee and cocoa producers in the Amazon region of Ecuador using household types. *Journal of Rural Studies*, 62(June), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.06.004>
- Salcedo, A. y García-Trujillo, R. (2005). Sheep production systems in the north of Granada province. Case studies. *Options Méditerranéennes Serie A*:101-109.
- Salitchev, K.A. (1979) Cartografía. Editorial Pueblo y educación, MES, Ciudad de la Habana, Cuba.
- Sánchez Juárez, G.K. (2015) Los Pequeños Cafeticultores de Chiapas. Organización y Resistencia Frente al Mercado; CESMECA/UNICACH: Tuxtla Gutiérrez, Mexico.
- Sánchez-Morales, P., Ocampo-Fletes, I., Parra-Inzunza, F., Sánchez-Escudero, J., María-Ramírez, A., Argumedo-Macías, A... Argumedo Macías, A. (2014). Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología*, 9(0), 111–122.
- Siebrecht, N. (2020). Sustainable Agriculture and Its Implementation Gap — Overcoming Obstacles to Implementation. *Sustainability* 12(3853).
- Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K. y Dikshit, A.K. (2012) An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*: 281–99.

- Smith, P., Gregory, P.J., Van Vuuren, D., Obersteiner, M., Havlík, P., Rounsevell, M., Woods, J., Stehfest, E. y Bellarby, J. (2010). Competition for land. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences* 365: 2941 – 2957.
- Sotelo, E. D., González, A., Cruz, G., Martínez, A. y Flores, R. (2012). Determinación del Potencial Productivo en Cultivos Prioritarios en el Estado de México. INIFAP, Gobierno del Estado de México, Fundación Produce y SAGARPA.
- Spangenberg, J. H., (2011). Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. *Environmental Conservation* 38 (3), pp 275–287.
- Stauffacher, M., Flüeler, T., Krütli, P., Scholz, R.W. (2008). Analytic and dynamic approach to collaboration: a transdisciplinary case study on sustainable landscape development in a Swiss prealpine region. *System Pract Action Res* 21:409–422
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... Sörlin, S. (2015) Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Szabo, Z. K., Szádóczi, Z., Bozóki, S., Stanculescu, G. C., y Szabo, D. (2021). An analytic hierarchy process approach for prioritisation of strategic objectives of sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/su13042254>
- Tarrío García, M., y Concheiro Bórquez, L. (2006). Chiapas: los cambios en la tenencia de la tierra. *Argumentos*, 19(51), 31–71.
- Toledo, V.M. y Moguel, P. (2012): Coffee and Sustainability: The Multiple Values of Traditional Shaded Coffee, *Journal of Sustainable Agriculture*, 36:3: 353-377.
- Tonolli, A.J. y Ferrer, C.S. (2018) Comparación de marcos de evaluación de agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21: 487-504.
- Trabelsi, M., Mandart, E., Le Grusse, P., y Bord, J. P. (2016). How to measure the agroecological performance of farming in order to assist with the transition process. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(1), 139–156. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5680-3>
- Vaidya, A., y Mayer, A. L. (2014). Use of the participatory approach to develop sustainability assessments for natural resource management. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 21(4), 369–379. <https://doi.org/10.1080/13504509.2013.868376>
- Valdez-Vazquez, I., Sánchez Gastelum, C.R. y Escalante, A.E. (2017). Proposal for a sustainability evaluation framework for bioenergy production systems using the MESMIS methodology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68: 360–369.

- Valencia, V., García-Barrios, L., West, P., Sterling, E.J. y Naeem, S. (2014). The role of coffee agroforestry in the conservation of tree diversity and community composition of native forests in a Biosphere Reserve. *Agriculture, Ecosystems y Environment* 189: 154-163.
- Vallejo Cabrera, F.A., Salazar Villarreal, M.C., Nieto Gómez, L.E. y Giraldo Díaz, R. (2020). Sustainability of agroecosystems in a Rural Reserve Area of Pradera, Valle del Cauca, Colombia. *Environmental and Sustainability Indicators* 7.
- Van Vuuren, D.P. y Faber, A. (Netherlands Environmental Assessment Agency) (2009). Growing within Limits. A Report to the Global Assembly 2009 of the Club of Rome
- Vandermeer, J., Perfecto, I., y Philpott, S. (2010). Ecological complexity and pest control in organic coffee production: Uncovering an autonomous ecosystem service. *BioScience*, 60(7), 527–537. <https://doi.org/10.1525/BIO.2010.60.7.8>
- Vázquez Martínez, J.J. y Vázquez Vázquez, Alexser (2020). Experiencia de producción y comercialización de café orgánico en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, México. En Secretaría IberoMaB (ed.). Las Marcas de Calidad en las Reservas de Biosfera de Ibero- MaB. Organismo Autónomo Parques Nacionales. España. Pp 29-40.
- Velten, S., Leventon, J., Jager, N. y Newig, J. (2015). What Is Sustainable Agriculture? A Systematic Review. *Sustainability* 7(6): 7833-7865; <https://doi.org/10.3390/su7067833>
- Vilain, L. (2000). *La méthode IDEA: indicateurs de durabilité des exploitations agricoles: guide d'utilisation* Educagri Editions, ed. Paris, France.
- von Bertalanffy, L. (1968). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
- Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R. y Kinzig, A. (2004) Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecol. Soc.* 9(2) <https://www.jstor.org/stable/26267673>.
- Walker, B.H., Abel, N., Anderies, J.M. y Ryan, P. (2009) Resilience, adaptability, and transformability in the Goulburn-Broken Catchment, Australia. *Ecology and Society* 14(1). <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art12/>.
- Winter, E., Marton, S. M. R. R., Baumgart, L., Curran, M., Stolze, M., y Schader, C. (2020). Evaluating the Sustainability Performance of Typical Conventional and Certified Coffee Production Systems in Brazil and Ethiopia Based on Expert Judgements. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(May), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00049>
- Wu, J. (2013). Hierarchy theory: An overview. En *Linking Ecology and Ethics for a Changing World: Values, Philosophy, and Action*: 281-301. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7470-4\\_24](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7470-4_24)

- Wu, J., y Wu, T. (2010). Sustainability indicators and indices: an overview. In *Handbook of Sustainability Management*, 51: 65–86.
- Wulf, C., Werker, J., Ball, C., Zapp, P., y Kuckshinrichs, W. (2019). Review of sustainability assessment approaches based on life cycles. *Sustainability*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/su11205717>
- Yépez-Pacheco, C., Estrada-Berg Wolf, J. ., Pérezgrovas-Garza, V., y Musálem, M. . (2006). Evaluación de sustentabilidad de cafetales orgánicos mediante el balance de nutrimentos, en la Unión Majomut, Chiapas, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 12(2): 89–91. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/629/62912201.pdf>
- Zhang, X. H., Zhang, R., Wu, J., Zhang, Y. Z., Lin, L. L., Deng, S. H., ... Peng, H. (2016). An emergy evaluation of the sustainability of Chinese crop production system during 2000-2010. *Ecological Indicators*, 60: 622–633. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.004>

## ANEXOS

### Anexo 1. Entrevista a actores clave de la REBITRI

#### Entrevista a autoridades de la REBITRI

Nombre del entrevistado \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Tipo de actor \_\_\_\_\_ Institución \_\_\_\_\_ Cargo \_\_\_\_\_

#### Tópico 1 "Uso de suelo, vegetación y procesos de cambio"

Reactivo	Nivel de efectividad de la estrategia de conservación en la reducción de la pérdida de vegetación				
	Muy bajo		Moderado		Muy alto
	1	2	3	4	5
Contener la pérdida de vegetación al interior					
Contener la pérdida de vegetación al exterior					
Recuperar vegetación					
Contener la presencia y desarrollo de actividades mineras					

#### Tópico 2: Gobernanza

Reactivo	Nivel de eficiencia del trabajo colaborativo con actores locales				
	Muy bajo		Moderado		Muy alto
	1	2	3	4	5
Establecimiento de acciones conjuntas con productores					
Implementación de proyectos de desarrollo comunitario sustentable					
Participación continua de actores locales en las diferentes etapas de estrategia de la RB (diagnóstico, planeación, implementación, evaluación)					
Apropiación de la estrategia de conservación por parte de productores y comunidades					
Involucramiento para la toma de decisiones					

Tópico 3. Sistemas productivos sustentables

Reactivo	Nivel de contribución de las acciones de la RB				
	Muy bajo		Moderado		Muy alto
	1	2	3	4	5
Desarrollo de medios de vida de la agricultura familiar					
Transición hacia la producción orgánica					
La adopción de prácticas e agroecológicas					
Reducir costos de producción					
Mejorar el acceso a los mercados potenciales (e.g. orgánico, exportación)					
Facilitar canales de comercialización					

Tópico 4. Trayectorias hacia la sustentabilidad

Reactivo	Grado de mejora hacia la sustentabilidad desde la creación de la RB				
	Muy bajo		Moderado		Muy Alto
	1	2	3	4	5
Desarrollo de capacidades para la realización de actividades sustentables					
Participación y colaboración entre miembros de las comunidades					
Reducir su vulnerabilidad por eventos extremos					
Aumento de los ingresos					
Acceso a la alimentación					
Acceso a agua potable					
Acceso a drenaje					
Medios de transporte y vías de comunicación					

Problemática	Orden
Degradación y pérdida de vegetación por expansión de sistemas productivos	
Tala clandestina y necesidades de protección a ilícitos ambientales	
Insuficiencia de caminos y conectividad de las localidades	
Altos costos de transacción de los sistemas de producción	
Afectaciones por presencia de la actividad minera	
Altos niveles de pobreza y marginación	
Descontento o percepción negativa de las comunidades respecto a la reserva	

### Cuestionario abierto

1. ¿Existen otros problemas en la reserva que no se hayan mencionado anteriormente?
2. ¿Cuáles son los actores que consideras como clave para lograr los objetivos de conservación y mejora en el bienestar de la población que habita al interior de la reserva?
3. ¿Cuál es la percepción general de los habitantes de la reserva sobre el área natural protegida?
4. ¿Cuál es el papel de los sistemas de producción de café en la estrategia de conservación de El Triunfo?
5. ¿Existe disposición por parte de los productores para la adopción de actividades o prácticas orientadas a un manejo sustentable de los recursos?
6. ¿Se han establecido esquemas participativos que involucren a líderes comunitarios, productores sobre la directriz que debe tomar la estrategia de conservación de la reserva?
7. De acuerdo con cifras oficiales, a nivel nacional, cada vez se vuelve más costoso conservar una hectárea con fondos públicos ¿Cuál es la estrategia de financiamiento que la reserva tiene actualmente y que tan sostenible es?
8. ¿Cuáles son los principales retos de la reserva para contener las presiones de cambio de uso de suelo, tanto al interior como en el área circundante?
9. ¿Cuáles son los alcances de la reserva para contribuir a la sustentabilidad de los sistemas de producción de café y las localidades que dependen de éstos?

Entrevista a AMBIO

Nombre del entrevistado \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Tipo de actor \_\_\_\_\_ Institución \_\_\_\_\_ Cargo \_\_\_\_\_

**Tópico 1 "Uso de suelo, vegetación y procesos de cambio"**

Reactivo	Nivel de efectividad de la estrategia de conservación en la reducción de la pérdida de vegetación				
	Muy bajo		Moderado		Muy alto
	1	2	3	4	5
Contener la pérdida de vegetación al interior					
Contener la pérdida de vegetación al exterior					
Recuperar vegetación					
Contener la presencia y desarrollo de actividades mineras					

**Tópico 2: Gobernanza**

Reactivo	Nivel de eficiencia del trabajo colaborativo con actores locales				
	Muy bajo		Moderado		Muy alto
	1	2	3	4	5
Establecimiento de acciones conjuntas con productores					
Implementación de proyectos de desarrollo comunitario sustentable					
Participación continua de actores locales en las diferentes etapas de estrategia de la RB (diagnóstico, planeación, implementación, evaluación)					
Apropiación de la estrategia de conservación por parte de productores y comunidades					
Involucramiento para la toma de decisiones					



### Tópico 3. Sistemas productivos sustentables

Reactivo	Nivel de contribución de las acciones de la RB				
	Muy bajo		Moderado		Muy alto
	1	2	3	4	5
Desarrollo de medios de vida de la agricultura familiar					
Transición hacia la producción orgánica					
La adopción de prácticas agroecológicas					
Reducir costos de producción					
Mejorar el acceso a los mercados potenciales (e.g. orgánico, exportación)					
Facilitar canales de comercialización					

### Tópico 4. Trayectorias hacia la sustentabilidad

Reactivo	Grado de mejora hacia la sustentabilidad desde la creación de la RB				
	Muy bajo		Moderado		Muy Alto
	1	2	3	4	5
Desarrollo de capacidades para la realización de actividades sustentables					
Participación y colaboración entre miembros de las comunidades					
Reducir su vulnerabilidad por eventos extremos					
Aumento de los ingresos					
Acceso a la alimentación					
Acceso a agua potable					
Acceso a drenaje					
Medios de transporte y vías de comunicación					

Problemática	Orden
Degradación y pérdida de vegetación por expansión de sistemas productivos	
Tala clandestina y necesidades de protección a ilícitos ambientales	
Insuficiencia de caminos y conectividad de las localidades	
Altos costos de transacción de los sistemas de producción	
Afectaciones por presencia de la actividad minera	
Altos niveles de pobreza y marginación	
Descontento o percepción negativa de las comunidades respecto a la reserva	

### Cuestionario abierto

1. ¿Desde cuándo AMBIO tiene presencia en El Triunfo?
2. ¿En qué estrategias, proyectos o programas opera y participa la Asociación en El Triunfo?
3. ¿Cuáles son sus alcances para lograr el desarrollo sustentable en la Reserva considerando los ejes de acción de manejo integral del territorio, desarrollo de capacidades, adaptación al cambio climático?
4. En términos de lograr el desarrollo sustentable de la Reserva ¿Cuáles son los principales problemas que identifica?
5. ¿Cuáles considera que son los grandes retos para lograr sistemas productivos sustentables basados en un adecuado manejo de recursos?
6. ¿Cómo ha sido su colaboración con los actores locales (cafetaleros, ganaderos, otros actores comunitarios) en relación a los objetivos de desarrollo rural sostenible?
7. ¿En qué zonas de la Reserva se ha logrado establecer las bases para lograr la transición hacia la sustentabilidad, y en qué zonas no se ha logrado?

## Entrevista a organizaciones de productores de café orgánico

Organización: \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

### Preguntas

1. ¿Cómo fue creada la organización?
2. ¿Qué fue lo que motivó a crear la organización?
3. ¿Cómo fue su transición hacia el café orgánico?
4. ¿Cuál es el destino de la producción?
5. ¿Qué beneficios brinda la organización a sus socios?
6. ¿Cómo ha sido la colaboración con las autoridades de la REBITRI desde los inicios de la organización?
7. ¿Cuál es la percepción de los productores agremiados respecto al área natural protegida?

## Anexo 2. Cuestionario de línea base a productores de café orgánico

<b>Nombre del productor</b>	Nombre _____	Apellido Paterno _____	A. Materno _____	ID: _____	Fecha y hora dd / mm./ aa      hora ____/____/____
<b>Tipo de actor:</b> Muestra ( ) Reemplazo ( )	<b>Municipio:</b> _____	<b>Localidad o Núcleo agrario</b> _____		<b>Nombre del encuestador:</b> _____	

### I. ATRIBUTOS DEL PRODUCTOR Y LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

**¿Era productor en 1999 o participaba en actividad cafetalera? Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ En caso de SI, contestar para 1999**

**1. ¿Cuál es el producto final que vende?**

a. Café cereza ( )	b. Café pergamino ( )	c. Café oro ( )	d. Café tostado ( )	e. Café molido ( )	f. Café especial ( )
-----------------------	--------------------------	--------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------

<b>2. ¿Qué edad tiene?</b>	<b>3. ¿Cuál es su escolaridad?</b>	<b>4. ¿Cuántos años de experiencia tiene en la producción de café?</b>	<b>5. ¿Quiénes de su familia cultivaban café antes de usted?</b>
	a. Sin estudios ( ) b. primaria ( ) c. secundaria ( ) d. Bachillerato ( ) e. Carrera profesional ( )		a. padre/madre ( ) b. abuelos ( ) c. bisabuelos ( ) d. Otros ( )

**6. ¿Qué proporción de sus ingresos totales obtiene de su plantación?**

a. casi nada 1999 ( ) 2019 ( )	b. menos de la mitad ( ) ( )	c. Más de la mitad ( ) ( )	d. casi todo o todo ( ) ( )
--------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

**7. Su unidad de producción es:**

a. Propia ( )	b. Prestada ( )	c. Rentada ( )	d. otra ( )
------------------	--------------------	-------------------	----------------

**8. Perfil y dinámica de la unidad de producción**

Nombre de la variedad de café	1999		2019			
	Superficie en Ha	Producción por hectárea	Superficie en Ha	Número de matas de café	Edad de la plantación en años	Producción por hectárea
a.						
b.						
c.						
d.						

**9. ¿Qué superficie de terreno tiene en total considerando café, otros cultivos o bosques?**

1999: \_\_\_\_\_ hectáreas

**10. ¿Cómo ha variado la producción en los últimos cinco años?**

a. Aumentado mucho ( )	b. Aumentado poco ( )	c. Mantenido ( )	d. Disminuido poco ( )	e. Disminuido mucho ( )
------------------------	-----------------------	------------------	------------------------	-------------------------

**11. ¿Es productor con certificación orgánica o en transición? Orgánico ( ) Transición ( )**

**12. ¿Cuántas personas contrataba por año? 1999: \_\_\_\_\_ 2019: \_\_\_\_\_**

**13. ¿A qué precio le pagan sus productos? \$ por quintal.**

1999	a. Café cereza	b. Café pergamino	c. Café oro	d. Café tostado	e. Café molido	f. Café especial
\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
2019	a. Café cereza	b. Café pergamino	c. Café oro	d. Café tostado	e. Café molido	f. Café "especial"
\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$

**14. En términos generales, ¿Cómo han cambiado los precios en los últimos cinco años?**

a. Aumentado ( )	b. Disminuido ( )	c. Mantenido ( )
---------------------	----------------------	---------------------

15. ¿Qué cree que está pasando con la actividad productiva? (Percepción productor)

a. Está decreciendo ( )	b. Está estancada ( )	c. Está creciendo ( )
-------------------------	-----------------------	-----------------------

16. Características de la sombra

Año	16a. % sombra para producir	16b. Especie de árbol de sombra dominante
1999		
2019		

17. Características del suelo

17a. Textura		17b. pH
a. Grava ( )	d. Arena fina ( )	a. pH ácido ( )
b. Arena gruesa ( )	e. Limo ( )	b. pH neutro ( )
c. Arena media ( )	f. Arcilla ( )	c. pH alcalino ( )

18. ¿Cómo considera que cambio la fertilidad del suelo desde que usted es productor?

a. Aumentó ( )	b. Disminuyó ( )	c. Se mantuvo ( )	d. No sabe ( )
----------------	------------------	-------------------	----------------

19. Usa terrazas o barreras naturales para conservar el suelo **1999:** Sí: \_\_\_ No: \_\_\_ **2019:** Sí: \_\_\_ No: \_\_\_

20. De dónde obtiene el agua para:

a. Siembra riego temporal ___	b. beneficio húmedo río o arroyo ___ pozo, canal ___
-------------------------------	---

21. ¿Dónde desecha el agua sobrante del beneficio húmedo?

a. Río, arroyo ( )	b. suelo ( )	c. tratamiento ( )	d. pozo de infiltración ( )	e. otro ( )
--------------------	--------------	--------------------	-----------------------------	-------------

22. ¿Qué plagas o enfermedades sufrió su cultivo en los últimos años? A. Roya \_\_\_ b. Broca \_\_\_ c. Otra \_\_\_\_\_

23. ¿Qué tanto afectó la plaga o enfermedad? a. poco ( ) b. regular ( ) c. mucho ( )

24. ¿Ya se recuperó de la afectación de la plaga o enfermedad? a. Si \_\_\_ b. No \_\_\_

25. Ha sufrido afectaciones por: a. Lluvias ( ) b. Inundaciones ( ) c. Huracanes ( ) d. Sequías ( ) e. Incendios ( )

26. ¿Ya se recuperó de la afectación? a. Si \_\_\_ b. No \_\_\_

27. ¿Cuánto de los ingresos familiares se obtienen por: (**nada, menos de la mitad, la mitad, más de la mitad, todo**)

Año	a. Actividad cafetalera	b. Otras actividades	c. Remesas	d. Apoyos gubernamentales
1999	( )	( )	( )	( )
2019	( )	( )	( )	( )

28. ¿De qué programas de gobierno ha recibido apoyo para la mejora de la actividad cafetalera?

Programa: _____	Año(s) que recibió: _____	Dependencia: _____
Programa: _____	Año(s) que recibió: _____	Dependencia: _____
Programa: _____	Año(s) que recibió: _____	Dependencia: _____

29. ¿Quién toma las decisiones sobre la administración de la unidad de producción?

Año	a. Usted	b. Su esposo(a)/pareja	c. En familia	d. Otros
1999	( )	( )	( )	( ) _____
2019	( )	( )	( )	( ) _____

30. ¿Cómo se distribuyen las actividades y el tiempo entre los miembros de la familia?

Actividad: siembra y cosecha de café (1); transformación del café (2); actividad comercial (3); actividad en el hogar (4); actividad asalariada fuera de la unidad de producción (5); otra actividad productiva en la unidad de producción (6).

Miembro	Actividad que realiza	Hr/día	Días por semana
Productor(a) entrevistado(a)			
Esposo(a) o pareja			
Hijos			
Otros miembros de la familia			

31. ¿Conoce alguna organización ambiental que haya promovido o ayudado a la cafecultura orgánica en la Reserva El Triunfo? \_\_\_\_\_

Observaciones generales:

32. Prácticas utilizadas por el productor.

Categoría	Innovación	Si	No	Cantidad aplicada o eventos por año	Unidad (costal, kg, ) si es que aplica	Costo por unidad
a. Nutrición	01. Aplica composta					
	02. Aplica bio-fertilizantes					
	03. Aplica estiércol					
	04. Realiza análisis de suelo para determinar la dosis de fertilización / abono					
	05. Ha aplicado fertilizantes, herbicidas o insecticidas químicos en los últimos 5 años					
b. Sanidad	06. Efectúa podas sanitarias (eliminación de ramas)					
	07. Aplicación de caldo sulfocálcico					
	08. Remoción de frutos enfermos					
	09. Aplicación de fungicidas (Base cobre, otros)					
	10. Usa control biológico (depredadores, parasitoides, antagonistas)					
	11. Uso de podadora de ramas altas, tijeras o similar					
	12. Desinfecta herramientas de trabajo					
c. Manejo sostenible de recursos	13. Limpia y manejo del beneficiado húmedo					
	14. Incorpora arvenses y residuos al suelo					
	15. Recolecta envases de agroinsumos para su depósito y/o destrucción					
d. Manejo de la plantación	16. Elabora composta orgánica y/o vermicomposta					
	17. Elabora abonos líquidos					
	18. Cuenta con cultivos asociados/intercalados					
	19. Efectúa podas de formación (descope)					
	20. Efectúa podas de mantenimiento (poda)					
e. Administración	21. Aplica estimulantes (hormonas, catalizadores)					
	22. Regula la sombra					
	23. Cuenta con un calendario de actividades/procesos					
	24. Lleva un registro escrito de las prácticas realizadas					
	25. Lleva un registro escrito de los ingresos y egresos de la unidad de producción					
	27. Implementación de la Trazabilidad					
	f. Organización	28. Recibe asistencia técnica y/o capacitación				
29. Recibe financiamiento						
30. Ha participado en giras de intercambio de experiencias						
31. Ha asistido a días demostrativos						
g. Cosecha	32. Vinculación con investigadores					
	33. Cuenta con registros por escrito de cosecha (volúmenes)					
	34. Cosecha empleando criterios de madurez, tamaño o variedad					
	35. Realiza acciones de control de calidad en el producto que vende					
	36. Manejo pos cosecha (selección, fermentación, secado)					

### III. DINÁMICA DE APRENDIZAJE

33. ¿De quién aprende/consulta cuando tiene un problema en unidad de producción?

1. Productor familiar, 2. Productor no familiar, 3. Técnico o prestador de servicios profesionales, 4. Institución de enseñanza e investigación, 5 Asociación de productores, 6. Institución gubernamental, 7. Intermediario/coyote, 8. Agroindustria, 9. Proveedor de insumos, 10. Otro

Nombre (Apellidos, nombres)	Tipo de agente *

