



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE POSGRADO**

Evaluación de impactos de prácticas para la reducción de la vulnerabilidad y aumento de la capacidad adaptativa de fincas cafetaleras del consorcio COOCAFE ante el cambio climático en Costa Rica

Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para Optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

En Agroforestería y Agricultura Sostenible

Itzayana Yosmara Garth Lira

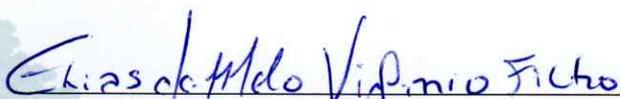
Turrialba, Costa Rica

2019

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero de la estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA
Y AGRICULTURA SOSTENIBLE**

FIRMANTES:



Elías de Melo Virgino, Ph.D.

Director de tesis



Guillermo Detlefsen, M.Sc.

Miembro Comité Consejero



Rolando Cerda, Ph.D.

Miembro Comité Consejero



Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.

Decana Escuela de Posgrado



Izayana Yosmara Garth Lira

Candidata

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por darme la fortaleza y dedicación para culminar este proyecto.

A mi familia, a mis padres Alcira Lira y Yody Garth, mis hermanos Jihan, Josnie y Yody y mis sobrinos. En especial a mi Mamá Alcira Lira que siempre me ha dado alas y a mi hermana Jihan Garth que siempre me ha apoyado en cada nueva meta.

A mis amigos que me han acompañado en este proceso y de los cuales he aprendido mucho, sobre todo a compartir; a Katia, Fay, Helen, Andrés, Meraris, Mine y Michelle.

Agradecimiento

Al equipo de posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). En especial a equipo de la Maestría en Agroforestería y Agricultura Sostenible y al personal docente en general por contribuir a formación profesional.

A los miembros de mi comité Asesor; Elías de Melo Virginio Filho, Rolando Cerda y Guillermo Detlefsen por su apoyo para la elaboración de este trabajo.

A COOCAFE, a Carlos Jones y en especial a todos los productores que me recibieron con puertas abiertas ya que sin ellos esta investigación no habría sido posible.

Resumen

Los efectos latentes de la variabilidad climática sobre el desarrollo y productividad del café han generado incertidumbre en el sector cafetalero en Costa Rica. Ante esta problemática el consorcio COOCAFE ha impulsado un proceso de capacitación, evaluación y seguimiento a un grupo de fincas asociadas, ubicadas en las provincias de Guanacaste, San José y Puntarenas. Durante este proceso se utilizó la metodología de Virginio Filho *et al* (2015). La investigación tuvo como primer objetivo evaluar el impacto inicial de prácticas de reducción de vulnerabilidad y aumento de la capacidad adaptativa en fincas cafetaleras entre los meses de octubre de 2018 a febrero de 2019. Como parte del segundo objetivo se realizó un contraste de fincas, comparando fincas en las cuales se han aplicado las prácticas recomendadas durante el proceso de evaluación con fincas que no han aplicado estas prácticas. Para el análisis estadístico se utilizaron tablas de contingencia y la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Man-Whitney U). Los resultados de la evaluación del año 2018-2019 ubicaron al 57.8 % de los productores en la categoría regular; 21 % en la categoría medianamente crítica, 10.5% en la categoría crítica y 10.5 % en la categoría moderada. La presencia de erosión, incremento de caída de flores y frutos y disminución en la producción de café, las unidades productivas con cobertura forestal, fuentes de agua con cobertura forestal y estar vinculados a procesos organizativos sobre mitigación y adaptación frente al cambio climático; está relacionado a categorías de capacidad adaptativa regular y moderada. No se encontraron diferencias significativas entre fincas pares; sin embargo, se identificó aportes positivos a nivel de categoría de la práctica introducción de variedades mejoradas y siembra de árboles. En cuanto a las principales limitantes se encontró la falta de apoyo técnico y de seguimiento por parte de las entidades gubernamentales, la fluctuación y los bajos precios del café y la falta de recursos económicos para implementar buenas prácticas productivas y de adaptabilidad. En último lugar, según la percepción de los productores, técnicos y gerentes de cooperativa la herramienta de evaluación es de utilidad ya que permite al productor analizar el estado de su finca y permite identificar oportunidades de mejorar el manejo.

Palabras clave: cambio climático, caficultura, vulnerabilidad, capacidad adaptativa

Summary

The latent effects of climate variability on coffee development and productivity have generated uncertainty in the coffee sector in Costa Rica. Given this problem, COOCAFE consortium has promoted an evaluation and monitoring process for a group of associated farms, located in the provinces of Guanacaste, San José, and Puntarenas. During this process the methodology of Virginio Filho et al (2015) was used. The investigation had as its first objective to evaluate the initial impact of practices of reduction of the evaluation and increase of the adaptive capacity in coffee farms between the months of October 2018 to February 2019. As part of the second objective a contrast of farms was carried out, comparing farms in which the recommended practices have been applied during the evaluation process with farms that have not applied these practices. For the statistical analysis, contingency tables and the non-parametric Wilcoxon test (Man-Whitney U) were used. The results of the 2018-2019 evaluation place 57.8% of the producers in the regular category; 21% in the moderately critical category, 10.5% in the critical category and 10.5% in the moderate category. The presence of erosion, increased fall of flowers and fruits and decrease in coffee production, productive units with forest cover, water sources with forest cover and be linked to organizational processes on mitigation and adaptation to climate change; It is related to regular and moderate adaptive capacity categories. No differences were found between peer farms; However, positive contributions were identified at the level of the practice category, introduction of improved varieties and tree planting. Regarding the main limitations, there was a lack of technical support and monitoring by government entities, fluctuation, and low prices. of coffee and lack of financial resources to implement good productive and adaptability practices were identified. Finally, according to the perception of the producers, technicians, and managers of the cooperative, the evaluation tool is useful as it allows the producer to analyze the state of his farm and allows identifying opportunities to improve management.

Keywords: climate change, coffee growing, vulnerability, adaptive capacity

Índice

Introducción.....	1
Objetivos.....	4
Objetivo General:.....	4
Objetivos Específicos:.....	4
Preguntas de Investigación	5
Marco Teórico.....	6
Conceptos básicos sobre cambio climático.....	6
Cambio Climático y sus efectos en la Agricultura.....	7
Efectos del Cambio climático en Centroamérica y Costa Rica.....	8
Producción Cafetalera en Costa Rica.....	9
Efectos del clima en producción cafetalera de Costa Rica	10
Evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.	13
Metodología.....	14
Antecedentes del estudio.....	14
Área de estudio.....	15
Muestra.....	16
Características Biofísicas del área de estudio	17
Metodología Objetivo 1. Factores de Mayor Influencia.....	18
Descripción de la Herramienta.....	18
Caracterización de actividades de manejo y productivas realizadas en el cafetal	19
Metodología Objetivo 2. Contraste de fincas.	19
Criterios de clasificación de fincas.	19
Recopilación de información:	19
Procesamiento de información para los objetivos 1 y 2.....	20
Metodología objetivo 3. Principales limitantes para adoptar el grupo de prácticas	20
Metodología Objetivo 4. Utilidad de la herramienta de diagnóstico	21
Resultados.....	22
Objetivo 1. Identificación de los factores de mayor influencia a nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa	22
Objetivo 2. Contraste entre fincas con y sin implementación de prácticas de adaptación/mitigación	32
Objetivo 3. Identificación de principales factores limitantes.....	40

Objetivo 4. Utilidad de la herramienta de diagnóstico de vulnerabilidad y capacidad adaptativa	44
Discusión	53
Objetivo 1. Identificación de los factores de mayor influencia a nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa	53
Objetivo 2. Contraste entre fincas con y sin implementación de prácticas de adaptación/mitigación	56
Objetivo 3. Identificación de los principales factores limitantes para la adaptación y reducción de vulnerabilidad.....	59
Objetivo 4. Utilidad de la herramienta de diagnóstico de vulnerabilidad y capacidad adaptativa	62
Conclusiones.....	64
Recomendaciones	65
Referencias Bibliográficas.....	66
Anexos	73

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Estructura del sector cafetalero costarricense de los años 2016-2017 en comparación con el periodo de 2006-2007	9
Cuadro 2. Producción de Café Fruta por región cafetalera en fanegas, (una fanega equivale a 250 kg) Cosechas 2013-2014 a 2016-2017.....	10
Cuadro 3. Cambios en el clima e impacto que pueden tener en el cultivo del café.	11
Cuadro 4. Cooperativas y fincas de referencia para el proyecto de adaptación y de la caficultura al cambio climático.....	14
Cuadro 5. Medias resumen de cafetales visitados	17
Cuadro 6. Productores agregados a la muestra para la evaluación de fincas de referencia en cuanto a vulnerabilidad y capacidad adaptativa.	22
Cuadro 7. Características por cooperativa, limitantes y prácticas priorizadas	24
Cuadro 8. Actividades productivas realizadas por cooperativas.	30
Cuadro 9. Medias resumen para el precio por fanega de los periodos 2016-2017 y 2017-2018.	30
Cuadro 10. Tablas de contingencia para variables categóricas.	31
Cuadro 11. Prácticas implementadas por las cooperativas; en el periodo de visitas de noviembre 2018 a febrero 2019.	33
Cuadro 12. Prueba T para muestras independientes para las variables de participación frutos con broca y frutos con broca y <i>Beauveria</i>	37
Cuadro 13. Prueba T para las variables de variedades susceptibles y variedades resistentes.	39
Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes para las variables de prácticas realizadas y prácticas en proceso.	40

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de las áreas de estudio (cantones donde se encuentran las unidades productivas)	16
Figura 2. Modelo para evaluar el nivel de vulnerabilidad-adaptación al cambio climático en unidades productivas cafetaleras (Villareyna et al., 2018).	18
Figura 3. Resultados de la evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de unidades productivas visitadas.....	25
Figura 4. Análisis de correspondencia de variables de impacto con respecto a la categoría ..	26
Figura 5. Análisis de correspondencia de variables de capacidad adaptativa con respecto a la categoría.	27
Figura 6. Principales actividades de manejo en el ciclo anual del café en general	28
Figura 7. Insumos utilizados en el ciclo anual del cultivo del café año 2018	28
Figura 8. Porcentaje de Fincas por actividades productivas comercializadas y de consumo. .	29
Figura 9. Análisis de correspondencia para las variables categoría de vulnerabilidad y capacidad adaptativa y cantidad de insumos utilizados y costos por hectárea.	32
Figura 10. Porcentaje de productores que realizan prácticas.....	33
Figura 11. Porcentaje de fincas que siembran árboles dentro del cafetal según variedad.....	35
Figura 12. Porcentaje de fincas según las variedades utilizadas por los productores.....	35
Figura 13. Análisis de correspondencia de la relación de la implementación de prácticas, frutos brocados, frutos brocados con Beauveria y minador de la hoja.	36
Figura 14. Análisis de correspondencia para las variables de nivel de vulnerabilidad, cooperativas y prácticas de introducción de variedades mejoradas y siembra de árboles.....	37
Figura 15. Análisis de correspondencia para las variables de variedades resistentes, variedades susceptibles y variables relacionadas a estas.	38
Figura 16. Análisis de correspondencia para las variables implementación de prácticas y prácticas en proceso.	39
Figura 17. Porcentaje de productores Las prácticas, son sencillas de implementar y por qué motivo.	40
Figura 18. Porcentaje de productores que mencionaron factores limitantes para la implementación de prácticas.....	41
Figura 19. Porcentaje de finqueros que identificaron Factores que faciliten la adopción de prácticas.	41
Figura 20. Porcentaje de productores que han tenido dificultades en la ejecución de prácticas	42
Figura 21. Porcentaje de finqueros que consideraron variables de importancia que deben ser exploradas.	43
Figura 22. Porcentaje de productores que recomendaron prácticas que podrían ser aplicadas en el proceso de adaptabilidad.....	43
Figura 23. Porcentaje de productores que hicieron recomendaciones para abordar limitantes.	44
Figura 24. Porcentaje de finqueros que identificaron instituciones de las cuales han recibido capacitaciones.	44
Figura 25. Porcentaje de productores que saben interpretar la evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.	45

Figura 26. Porcentaje de productores que considera la herramienta de utilidad para la toma de decisiones a nivel de finca.	45
Figura 27. Porcentaje de productores que mencionaron algunos aspectos en que ha contribuido esta evaluación a la toma de decisiones.	46
Figura 28. Porcentaje de productores que mencionaron variables por explorar.	46
Figura 29. Porcentaje de productores que realizaron recomendaciones para la mejora de la evaluación.	47
Figura 30. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre la influencia de la variabilidad climática sobre la producción cafetalera.	47
Figura 31. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre el interés inicial en el programa y capacitaciones recibidas por los técnicos.	48
Figura 32. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre capacitaciones realizadas.	49
Figura 33. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre el conocimiento de otras evaluaciones de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.	49
Figura 34. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre la utilidad de la herramienta y sus ventajas.	50
Figura 35. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre los aspectos en que ha contribuido la evaluación.	50
Figura 36. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre variables que no están siendo tomados en cuenta en la evaluación.	51
Figura 37. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre las mejoras que se pueden hacer a la herramienta.	52

Índice de Anexos

Anexo 1. Preguntas para evaluar la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de unidades productivas cafetaleras.	73
Anexo 2. Categorías para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en unidades productivas cafetaleras (Virginio Filho, 2015).	74
Anexo 3. Prácticas que permiten hacer frente a las limitaciones de vulnerabilidad y adaptabilidad ante el cambio climático en unidades productivas cafetaleras.	74
Anexo 4. Lista de Actividades de manejo anual del cafetal.	77
Anexo 5. Lista de insumos utilizados en el cafetal por año.	77
Anexo 6. Lista de productos obtenidos de la finca en un año.	78
Anexo 7. Diagnóstico de enfermedades insectos y reguladores naturales del café.	78
Anexo 8. Tabla de frecuencia de las puntuaciones obtenidas para cada variable de la evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa en fincas cafetaleras.	79
Anexo 9. Medias resumen de precios por fanega para los periodos 2016-2017 y 2017-2018 por cooperativa.	80
Anexo 10. Lista inicial de prácticas recomendadas por cooperativa.	81
Anexo 11. Otras prácticas Recomendadas para establecimiento futuro en la finca.	82
Anexo 12. Prácticas implementadas por los productores.	82
Anexo 13. Medias resumen de prácticas realizadas.	83
Anexo 14. Medias resumen de Variedades resistentes y susceptibles.	83

Anexo 15. Árboles utilizados dentro del cafetal.....	83
Anexo 16. Variedades de café utilizadas por los productores.	84
Anexo 17. Tabla de contingencia de variables de nivel de vulnerabilidad y prácticas realizadas.	84
Anexo 18. Tabla de contingencia de prácticas implementadas y variables productivas	85
Anexo 19. Tablas de contingencia de variedades resistentes	88
Anexo 20. Tablas de contingencia de variedades susceptibles	89
Anexo 21. Prueba T para muestras independientes de participación y frutos brocados	89
Anexo 22. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes de participación, practicas realizadas y variedades resistentes.....	90
Anexo 23. Tablas de contingencia Participación del proyecto e implementación de prácticas	90
Anexo 24. Limitaciones presentadas por los productores que dificultan la implementación de medidas de adaptación.	90
Anexo 25. Utilidad de la herramienta, encuesta a productores.	91
Anexo 26. Utilidad de la herramienta, encuesta a técnicos.	91
Anexo 27. Utilidad de la herramienta, encuesta a gerentes de cooperativa.	92

Lista de acrónimos, abreviaturas y unidades

ANACAFÉ	Asociación Nacional del Café
APOYA	Asociación de Productores Orgánicos y Agrosostenibles
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CGIAR	Climate Change, Agriculture and Food Security
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CMCC	Convención Marco sobre Cambio Climático
COOCAFÉ Oro	Consorcio de Cooperativas de Caficultores de Guanacaste y Montes de Oro
ENSO	Fenómeno de El Niño - Oscilación Sur
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
ICAFFE	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IICA	Instituto del Café de Costa Rica
INDER	Instituto de desarrollo Rural
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
NAMA-café cafetalero.	Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas para el sector cafetalero.
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PIB	Producto Interno Bruto
PRCC	Programa Regional de Cambio Climático
PROCAGICA	Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roca del Café
SAF	Sistema Agroforestal
TVSCA	Totalmente Vulnerable y Sin Ninguna Capacidad Adaptativa
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
VACAE	Vulnerabilidad Ausente y Excelente Capacidad Adaptativa
VBACA	Vulnerabilidad Baja y Alta Capacidad Adaptativa
VCAC	Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa Crítica
VCAM	Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa Moderada

VCAMC	Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa Medianamente Crítica
VCAMYC	Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa Muy Crítica
VCAR	Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa Regular
WCR	World Coffee Research

Introducción

La Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC) fue adoptada el 9 de mayo de 1992 por las Naciones Unidas. La CMCC en el artículo 1, inciso 2 define el cambio climático “como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (CMCC, 1992). Para el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) este término como tal denota cambios en la variabilidad climática observable mediante el cambio promedio de las variables climáticas durante periodos de tiempo prolongados (IPCC, 2007).

Maletta (2009), expresa las posibles consecuencias ante el cambio climático. Donde las mediciones existentes indican un aumento de la temperatura media del planeta en el siglo XX. Siendo una de las causas más importantes del aumento de temperatura, los gases de efecto invernadero (GEI). El IPCC en su informe Cambio Climático 2007 asegura que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco, ya que se cuenta con evidencia de aumentos observados del promedio mundial de temperatura del aire, del océano y del deshielo generalizado, así como el aumento del promedio mundial del nivel del mar”. Este aumento de temperatura a nivel global ha desencadenado cambios importantes en la variabilidad climática alrededor del mundo, así como estaciones climáticas de periodos más reducidos o amplios, sequías e inundaciones.

La variabilidad climática y el cambio climático en general afecta directamente las actividades de producción agrícola, la cual se enfrenta a grandes retos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 2009), en el foro “Como Alimentar al Mundo 2050”, expuso varios desafíos importantes para la agricultura en las próximas tres décadas; entre ellas el crecimiento poblacional y la creciente demanda de alimentos. “Se prevé que la población mundial aumente en más de un tercio (2 300 millones de personas) entre 2009 y 2050”. Las proyecciones de la FAO (2009) muestran que para alimentar una población mundial de 9 100 millones de personas en 2050 será necesario aumentar la producción en un 70%. Para los países en desarrollo la producción tendrá que duplicarse. El crecimiento poblacional en las últimas décadas ha desencadenado un aumento acelerado de la industria y demanda en la producción de alimentos. Lo anterior ha generado mayor presión sobre el uso de los recursos naturales.

Diferentes cultivos responden de manera diferente a la variabilidad climática. El calentamiento global tendrá un impacto complejo en los sistemas de producción agrícola y el café no será la excepción. El café es un cultivo de importancia económica para muchos países latinoamericanos, siendo una de las materias primas que más se comercializa en el mundo. Millones de personas dependen directa o indirectamente de la producción y venta del café para poder subsistir. En el mercado mundial, el café se caracteriza por precios volátiles y cambios en los niveles de producción, los cuales impactan en forma directa los ingresos y la subsistencia de los agricultores que lo cultivan. El café sigue siendo el producto tropical que más se comercializa en todo el mundo y se produce en más de 50 países en desarrollo. Ofrece un medio de vida a 25

millones de agricultores y sus familias, y representa hasta el 50% de los ingresos de exportación de algunos países (ICAFE, 2017).

Si bien el cultivo del café puede no ser un producto de consumo básico, pero sí un “*commodity*” (bienes transables en el mercado de valores de carácter energético –ej., petróleo, carbón, gas natural-, de metales –ej., cobre, níquel, zinc, oro y plata- y de alimentos o insumos –ej., trigo, maíz, soya o café) de gran importancia económica en países de América Central como Honduras, Guatemala, Nicaragua y Costa Rica, que son productores de café.

En Costa Rica la producción cafetalera depende de miles de pequeños productores; los cuales aportan aproximadamente al 42% de la producción Nacional (ICAFE, 2013, citado por, IICA, 2017). Los pequeños productores de café estas siendo afectados por las pérdidas productiva-económica por efecto de la vulnerabilidad y exposición que experimentan ante el cambio climático y la poca o lenta capacidad de adaptación. Un claro ejemplo de esto, fue la epidemia de la roya del café (*Hemileia vastatrix*), en Centroamérica causó gran impacto a partir del año 2012 la cual ocasiono grandes pérdidas de producción (IICA, 2017). Camargo (2010), menciona en su estudio “El impacto de Variabilidad climática y cambio climático sobre el cultivo de café en Brasil”, que la variabilidad climática es uno de los principales factores que afecta el rendimiento y la producción del café ya que las condiciones ambientales están ligadas estrechamente al desarrollo y crecimiento de las plantas a lo largo de su ciclo de vida.

Como respuesta a la exposición y vulnerabilidad de fincas cafetaleras en los países centroamericanos; surgió el “Programa Regional de Cambio Climático” (PRCC), como iniciativa de cooperación de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) he implementado por CATIE. Esta iniciativa fue ejecutada en seis países centroamericanos, entre ellos Costa Rica. El equipo de expertos de PRCC en el año 2016 desarrollos manuales técnicos de apoyo para reducir la vulnerabilidad de fincas cafetaleras en Guatemala, Honduras, Nicaragua y Costa Rica (CATIE, 2016). Dentro del marco de estos manuales se elaboró una de herramienta que permiten evaluar la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de unidades productivas de café ante el cambio climático.

Por otro lado, el programa CATIE-PROCAGICA-IICA “Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roya del Café” brinda seguimiento técnico-científico en la investigación aplicada en 224 fincas en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica. La idea del programa es fortalecer capacidades de los diferentes actores para la promoción de una caficultura más sostenible en el contexto del cambio climático.

El manual de apoyo para reducir la vulnerabilidad de fincas cafetaleras frente al cambio climático, promovido por PRCC, PROCAGICA y CATIE ha servido como herramienta de apoyo al personal técnico para fortalecer las capacidades de las familias productoras de café ante el enorme desafío que el cambio climático significa. Esto con el fin de contribuir a mejorar el entendimiento y aplicación de principios y conceptos básicos ligados al clima y al cambio climático, y sus implicaciones para el cultivo de café en Costa Rica (Villareyna *et al.*, 2017).

A partir de los cambios experimentados en el clima de las regiones productoras de café de Costa Rica, y en particular en las áreas de influencia de las cooperativas del consorcio COOCAFE, la Fundación Café Forestal con el apoyo de FUNDECOOPERACIÓN, ha impulsado el proceso de reducción de la vulnerabilidad y aumento de capacidad adaptativa de la producción de café ante el cambio climático (Virginio Filho, 2018). Se desarrolló un proceso de capacitación y evaluación de la exposición, de los impactos y del potencial de adaptación en 24 fincas pertenecientes cooperativas, socias de COOCAFE. En este proceso se utilizó el enfoque, métodos y herramientas desarrolladas por Virginio Filho et al (2015).

El presente trabajo de investigación, se evaluó el impacto inicial de prácticas de reducción de vulnerabilidad y aumento de la capacidad adaptativa en fincas cafetaleras de cooperativas del consorcio COOCAFE. Este se llevó a cabo mediante la identificación de factores de influencia a nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de las fincas cafetaleras, tales como altitud, actividades de manejo, cantidad de insumos utilizados, actividades productivas, entre otros.

Se realizó un contraste de fincas pares, con el objetivo de comparar fincas en las cuales se han aplicado las prácticas recomendadas durante el proceso de análisis de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de unidades productivas, y fincas que han aplicado estas prácticas; tomando en cuenta factores de sanidad y productividad. Se identificaron los principales factores limitantes de la herramienta y la utilidad de la herramienta desde la perspectiva de los productores, técnicos y coordinadores de cooperativa; como método de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de las fincas. Las unidades productivas donde se llevó cabo el estudio están ubicadas en los cantones de Nandayure, Nicoya, Tilarán, Montes de Oro, Los Santos, Coto Brus y San Carlos. Las fincas donde se realizará el estudio están afiliadas a las cooperativas COOPECERROAZUL, COOPEPILANGOSTA, COOPEELDOS, COOPEMIRAMONTES, COPELLANOBONITO, COOPESABALITO Y COOPESARAPIQUI, estas cooperativas están asociadas al consorcio COOCAFE.

Objetivos

Objetivo General:

- Evaluar el impacto a corto plazo, de prácticas de reducción de la vulnerabilidad y aumento de la capacidad adaptativa ante el cambio climático de fincas cafetaleras, pertenecientes a cooperativas del consorcio COOCAFE en Costa Rica.

Objetivos Específicos:

- Identificar los factores de mayor influencia a nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de fincas cafetaleras del consorcio COOCAFE; con base en la información recopilada en la aplicación de la herramienta de diagnóstico de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.
- Contrastar fincas cafetaleras que han implementado prácticas recomendadas durante el proyecto impulsado por COOCAFE, con fincas que no las han aplicado.
- Identificar los principales factores limitantes que impiden a los caficultores implementar las prácticas de adaptación definidas durante el proceso de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.
- Evaluar la utilidad de la herramienta de diagnóstico de vulnerabilidad y capacidad adaptativa desde la perspectiva de los productores, técnicos y gerentes de cooperativas de COOCAFE.

Preguntas de Investigación

Objetivo general.

- ¿Cuáles han sido los cambios iniciales experimentados, en disminución de vulnerabilidad y aumento de capacidad adaptativa observados en las fincas cafetaleras que han implementado el grupo de prácticas de adaptabilidad ante el cambio climático?

Objetivo 1.

- ¿Qué factores influyen el nivel o categoría de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de las fincas?

Objetivo 2.

- ¿Las fincas que han implementado las prácticas promovidas se encuentran en una mejor categoría de capacidad adaptativa y vulnerabilidad que fincas que no han adaptado estas medidas?
- ¿Existen diferencias en productividad, e incidencia de plagas y enfermedades entre fincas que implementaron la medida de adaptabilidad y fincas que no lo han hecho?
- ¿Hubo diferencias entre la cantidad de prácticas que realizan los productores participantes del proyecto en comparación con los que no participaron?

Objetivo 3.

- ¿Cuáles prácticas consideran los productores son más fáciles de implementar?
- ¿Cuáles son los principales factores que limitan la adaptación de las prácticas promovidas?

Objetivo 4.

- ¿Qué factores consideran los productores, técnicos y gerentes no están siendo tomadas en cuenta en la herramienta de diagnóstico de vulnerabilidad y capacidad adaptativa?
- ¿Qué mejoras se podrían efectuar a la herramienta?

Marco Teórico

Conceptos básicos sobre cambio climático

“El sistema climático de la Tierra se caracteriza por variar a lo largo del tiempo, con alternancia en las condiciones climáticas desde que la atmósfera evolucionó hasta su estado actual como consecuencia de procesos naturales y humanos” (Hannah, 2015). Sin embargo, muchos estudios indican que, en los últimos 150 años, especialmente en las últimas seis décadas, que el calentamiento global a detonado otros cambios en el clima de la tierra. Existe mucha evidencia sobre los cambios en el clima; desde cambios en la atmosfera, cambios de temperatura en la superficie terrestre y el océano; derretimiento de glaciares, aumento del nivel del mar y aumento del vapor de agua atmosférico (Wuebbles *et al.*, 2017).

Según la NASA (2018) la mayoría de los científicos especializados en clima coinciden en que la mayor causa del cambio climático es la expansión antropogénica del efecto invernadero. El calentamiento resulta cuando la atmosfera retiene la radiación solar que va dirigida de la tierra al espacio. Los gases de efecto de invernadero (GEI) en la atmósfera bloquean el proceso de escape de la energía radiante. Los gases que contribuye a este proceso son el vapor de agua, óxido nitroso, dióxido de carbono y el metano. Por ende, la retención de la energía lumínica dentro del planeta es lo que ha provocado el aumento del promedio de los valores de temperatura de las últimas décadas.

García (2011), expresa que este aumento de temperatura a nivel global ha desencadenado cambios importantes en variables relevantes tales como las alteraciones en la temperatura oceánica, cambios en los ecosistemas terrestres (como la disminución de la extensión de la capa de nieve y hielo en el hemisferio norte), el acortamiento de las estaciones frías, el derretimiento de glaciares, la disminución de la extensión del permafrost, así como estaciones climáticas de periodos más reducidos o amplios, sequías e inundaciones y el aumento del nivel del mar, proporcionan una evidencia clara del Cambio climático en el mundo. Descamps (2017) también hace referencia a estos cambios mencionando los más fáciles de observar de la variabilidad climático como el aumento de la temperatura promedio, aumento de lluvias irregulares, periodos de veranos cortos o muy prolongados, disminución en la frecuencia de lluvia y aumento en la intensidad de estas, vientos fuertes y aumentos de catástrofes naturales.

A continuación, se listan algunos términos y definiciones de cambio climático los cuales deben ser considerados para la elaboración del presente proyecto.

Cambio climático: Se define como la variación del estado del clima, identificable (mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo (IPCC, 2014).

Variabilidad climática: Denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales

y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa) (IPCC, 2014).

Vulnerabilidad: Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

La exposición se refiere a los cambios en el clima y la variabilidad climática, entre ellos: aumento de temperatura, cambios en la precipitación y en los patrones de las temporadas de tormentas y huracanes (IPCC, 2007), que son los factores que generan un impacto en el cultivo del café.

La sensibilidad es el grado en que se afecta un sistema a causa de estímulos externos (IPCC, 2007). Para el sector cafetalero podemos referirnos a los factores que pueden incidir en la calidad, producción, gastos y ganancias, entre otros.

La capacidad adaptativa se define como “la capacidad, el potencial o la habilidad de un sistema para adaptarse a los estímulos, efectos o reducir los impactos del cambio climático” (IPCC 2007). Aquí se identifican los elementos de índole colectiva que pueden reducir el impacto potencial del cambio climático sobre el cultivo del café. Por lo general, si se logra incrementar la capacidad adaptativa de un sistema, se logra reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.

Cambio Climático y sus efectos en la Agricultura

La agricultura es un sector muy vulnerable frente al climático. El aumento de las temperaturas tiene un efecto negativo sobre los sistemas agrícolas, ya que reducen la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas, plagas y enfermedades. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. Aunque algunos cultivos en ciertas regiones del mundo puedan beneficiarse, en general se espera que los impactos del cambio climático sean negativos para la agricultura. Los países más afectados serán los que se encuentran en vías de desarrollo (Nelson *et al*, 2009).

Según López y Hernández (2016) los cambios en el clima forzarán al sector agrícola a tomar medidas de adaptación. Sin embargo, las capacidades de adaptación son limitadas y, por lo tanto, es muy probable que el cambio climático afecte la disponibilidad y acceso a alimentos e incremente la volatilidad de los precios. El IPCC (2007) menciona que se prevé que la producción mundial de alimentos aumente en las próximas décadas. Las temperaturas promedio locales se elevarán en un rango de 1-3 °C, pero se prevé que, a este nivel, el aumento de temperatura, la producción de alimento se vea afectada. Estudios Agronómicos realizados sugirieron que el calentamiento extensivo podría causar una reducción significativa en los rendimientos de los cultivos.

Buttar et al. (2012), menciona que la agricultura no solo es sensible al cambio climático, pero, al mismo tiempo, es uno de los principales impulsores del cambio climático. Comprender los cambios climáticos durante un período de tiempo y ajustar las prácticas de gestión para lograr una mejor cosecha es un desafío para el crecimiento del sector agrícola en su conjunto. La sensibilidad climática de la agricultura es incierta, ya que estos factores pueden variar (variación regional de lluvia, temperatura). Las pérdidas de cultivos pueden aumentar si el cambio climático predicho aumenta la variabilidad climática y la predisposición de los sistemas a ser vulnerables ante plagas y enfermedades.

Actualmente se han realizado varios estudios con el objetivo de explorar la relación entre la producción cafetalera y las variables climáticas que pudieran tener un impacto sobre la producción de este cultivo; un ejemplo de esto es el estudio de Gay *et al.*, (2006) el cual realizo utilizando diferentes escenarios de producción tomando en cuenta distintas condiciones climáticas.

Efectos del Cambio climático en Centroamérica y Costa Rica

Ordaz *et al.* (2010) menciona que Centroamérica es una región en la que los efectos del clima se han manifestado a través de importantes desastres naturales que, para el sector agrícola, se han traducido en pérdidas significativas. Los eventos climatológicos de *El Niño/Oscilación del Sur* (ENSO) y *La Niña* han ocasionado una mayor variación interanual en el clima de los trópicos. La Región Centroamericana recibe grandes afectaciones por fenómenos climáticos, tanto en frecuencia como en intensidad. Por esta razón se prevé para el 2050, estos fenómenos afectarán el 50% de tierras de esta región. Por otro lado, se proyecta que la demanda de agua para irrigación se incremente ante un clima más caliente y ocasione mayor competencia entre el uso doméstico y el agrícola.

En Centroamérica se produce alrededor del 20% del café exportados a nivel mundial; el sector cafetalero se caracteriza por la diversidad del tamaño de las fincas, siendo en su mayoría pequeños productores. Los pequeños productores son de gran importancia para la economía y para medios de vida en zonas rurales; se podría decir que los medianos y pequeños productores son los más susceptibles ante el cambio climático (Canet *et al.*, 2016).

En la actualidad hay crecientes evidencias de que los cambios en los promedios de lluvia intensa, sequía y alza progresiva de la temperatura, genera efectos directos e indirectos en el cultivo del café, los cuales incluyen mayor incidencia de plagas y enfermedades. Ejemplo claro de esto fue la epidemia de roya ocurrida en 2012, la cual ha sido una de las más graves. Algunos estudios apuntan que esta epidemia se presentó antes del periodo de cosecha, siendo estimulada por temperaturas altas lo cual permitió al hongo más horas de condiciones aptas para su ciclo de vida. Entre los años 2012 y 2013 la perdida en producción para Costa Rica debido a la roya fue de 156, 265 qq de café oro (Canet *et al.*, 2016).

En el caso de Costa Rica es posible identificar con claridad una estación seca y una lluviosa y las diferencias de temperatura entre las zonas altas y bajas no son muy marcadas. Sin embargo, Costa Rica al igual que el resto de los países centroamericanos, está localizado entre los trópicos

de Cáncer y Capricornio, una región que, como ya se mencionó con anterioridad, es sumamente vulnerable a los efectos del fenómeno del ENSO (Fournier y Di Stefano, 2004).

Estudios que modelan escenarios climáticos consideran que para Costa Rica se esperan los siguientes escenarios para el año 2100 (Ordaz et al., 2010): 1) Incrementos en la temperatura en el rango de los 32 °C a 38 °C en los meses de mayo y junio. El mayor aumento corresponde a la Región I (noroeste), mientras que el menor a la Región II (noreste). 2) Disminución en los niveles de precipitación del 63% al 46%. La mayor reducción se obtuvo para el mes de marzo en la Región I, mientras que la menor para el mismo mes, pero en la Región IV (sureste).

Producción Cafetalera en Costa Rica

El cultivo de café puede no ser un producto de consumo básico, pero sí de gran importancia económica. En América central países como Honduras, Guatemala, Nicaragua y Costa Rica son productores de café. Entre los años 2016-2017 Costa Rica comercializó 1.436.339 sacos de 46 kg de café oro vendidos para exportación (81,25%) y 331.326 sacos vendidos para consumo nacional (18,74%). El café aportó durante el año calendario 2016: un 8.45 % del PIB Agrícola, un 6.04 % del PIB Agropecuario y un 0.29% del PIB Nacional (ICAFE, 2017).

En Costa Rica, el cultivo del café es el medio de subsistencia de pequeños, medianos y grandes productores. Este al igual que la mayoría de los cultivos es influenciada por los cambios de clima (sequías prolongadas, temporada de lluvias cortas, aumento de la temperatura y aumento de la precipitación) que provocan condiciones ideales para la proliferación de plagas oportunistas y una disminución de la productividad en el cultivo por pérdida de frutos o consecuencia de aumento de plagas y enfermedades en el sistema.

Cuadro 1. Estructura del sector cafetalero costarricense de los años 2016-2017 en comparación con el periodo de 2006-2007

Sector Cafetalero	Cosecha		Diferencia
	2006-2007	2016-2017	
Productores ^a	53 086	43 035	-10 051
Firmas Beneficiadoras	127	246	119
Firmas Exportadoras ^b	69	76	7
Firmas Torrefactoras	61	65	4

a/ Agrupados por número de cédula con base en las nóminas remitidas por las Firmas Beneficiadoras. b/ Cifra sujeta a ajustes.

Fuente: Instituto del Café de Costa Rica (2017).

El ICAFE (2017) ha dividido las áreas de producción cafetalera en Costa Rica considerando aspectos de altura y agroclima, asignando ocho regiones para las diferentes alturas: desde los 600 msnm, donde el café es más ligero, y las zonas con altitudes superiores a 1 200 msnm, de origen volcánico, donde el café es más aromático. Las regiones cafetaleras de Costa Rica son; Coto Brus, Los Santos, Pérez Zeledón, Turrialba, Valle Central, Valle Occidental y Zona Norte.

Estas Regiones pueden observar las cantidades cosechadas (fanegas) para los periodos comprendidos entre 2013 y 2017.

Cuadro 2. Producción de Café Fruta por región cafetalera en fanegas, (una fanega equivale a 250 kg) Cosechas 2013-2014 a 2016-2017.

Región Cafetalera *	Año Cosecha			
	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17
Coto Brus	149 810	191 705	207 648	166 843
Los Santos	782 250	614 048	890 033	674 153
Pérez Zeledón	161 114	289 235	257 827	249 598
Turrialba	94 097	129 982	51 903	98 300
Valle Central	301 020	277 781	324 683	272 645
Valle Occidental	422 217	369 689	472 722	355 334
Zona Norte	36 134	25 496	28 638	23 464
Total (2 Doble Hectolitros= 1 fanega)	1 946 641	1 897 936	2 233 453	1 840 336
Total, en quintales (q)	10 579 570	10 314 869	12 138 331	10 001 826

Fuente: Instituto del Café de Costa Rica (2017)

Con la información anterior se puede observar los cambios en los últimos 10 años en cuanto a la cantidad de productores y su disminución de 17.60 % en el periodo 2016-2017 en comparación con el periodo 2015-2016.

Efectos del clima en producción cafetalera de Costa Rica

El IICA (2017) expresa el impacto del cambio climático en el último decenio sobre la caficultura centroamericana. Los sectores dependientes de la producción cafetalera han experimentado incremento en amenazas de múltiples direcciones asociadas con los cambios del clima. Las plantas de café, en sus diferentes etapas de crecimiento y la producción del grano, son sensibles a las variaciones climáticas, principalmente a radiación solar, temperatura, lluvia y humedad. Por ello los eventos extremos y los cambios inesperados en los patrones climáticos afectan la caficultura. La variabilidad climática ha desencadenado efectos directos e indirectos en el cultivo del café los cuales incluyen una mayor incidencia de enfermedades, degradación de suelos y la reducción de servicios ambientales como control de plagas y polinización. Los eventos extremos afectan de igual manera la infraestructura y medios de acceso que es parte clave en las operaciones de procesamiento y transporte del café. De la misma manera modelos climáticos desarrollados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) han predicho que la temperatura media anual en Mesoamérica aumentara entre 2 a 2.5 °C (Läderach *et al.*, 2011; Imbach *et al.* 2015).

Si la temperatura aumenta a nivel mundial, este aumento afectará de diferentes formas a un cafetal con sombra que, a otro sin sombra, o a un cafetal que reciba sol en la mañana que al que tiene el sol en la tarde. El clima es importante, pero el paisaje y el microclima también son muy importantes (Villareyna et al., 2018). El cambio climático y la variabilidad climática están afectando la producción de café de muchas formas. En algunas zonas la lluvia ha aumentado y, con el exceso de lluvia, aumenta también la incidencia de enfermedades (Läderach et al., citado por Villareyna et al., 2018). En otras zonas se ha dado disminución de lluvias y, con la falta de agua, se reduce la tasa de crecimiento, las floraciones se ven afectadas y aumentan las plagas de insectos y artrópodos.

Las condiciones agroecológicas ideales que se deben tomar en cuenta para el cultivo del café son mencionadas por ICAFE (2013) las cuales son **Altitud:** la altitud incide en forma directa sobre los factores de temperatura y precipitación. La altitud óptima para el cultivo esta entre los 500 y 1700 msnm, niveles altitudinales muy altos pueden provocar limitaciones en cuanto al desarrollo de las plantas. **Precipitación:** La cantidad y distribución de lluvias durante el año son aspectos muy importantes; con menos de 1000 mm anuales, se limita el crecimiento de la planta y por lo tanto la cosecha del año siguiente, un periodo de sequía prolongado propicia la defoliación. Con precipitaciones mayores a 3000 mm la calidad del grano se puede ver comprometida al igual la plantación puede verse afectada por la alta incidencia de plagas y enfermedades. **Temperatura:** El promedio ideal se encuentra entre los 17 a 23 °C. **Humedad relativa:** Cuando alcanza niveles mayores a 85 % hay mayor proliferación de plagas y enfermedades. **Vientos fuertes:** Fuertes vientos inducen la caída de flores y producen daño mecánico a los tejidos vegetales.

Las afectaciones en el cultivo café pueden darse desde diferentes ángulos; a continuación, en el Cuadro 3. Se detallan algunos de los cambios en el clima y el impacto que pueden tener en el cultivo del café.

Cuadro 3. Cambios en el clima e impacto que pueden tener en el cultivo del café.

Cambios en factores climáticos	Impactos que pueden tener sobre el cultivo del café
Falta o exceso de lluvia	Una sobresaturación del suelo por exceso de lluvia conlleva a una baja producción, baja calidad de los frutos y, bajo condiciones extremas, puede causar la muerte de la planta. Por otro lado, las sequias pueden causar daños en la cosecha de café, principalmente si esta coincide con la época de floración o llenado de frutos. Los daños más comunes son los granos vanos, los granos parcialmente formados, el grano negro y los granos pequeños (Peña <i>et al.</i> , 2012).
Lluvias desordenadas en prefloración	Fisiológicamente, la planta necesita un estrés para estimular la floración. Este estrés es el período de sequía. Pero con la variabilidad climática las lluvias no siguen el patrón acostumbrado, lo que está ocasionando floraciones dispersas en diferentes épocas del año.

Falta de lluvia después de la floración	Si las lluvias faltan después de la floración, es probable que haya malformación de las flores y quema de granos muy pequeños.
Impacto de la falta de lluvia en las plagas	La mayoría de las plagas de artrópodos (insectos, ácaros, abejones) se ven favorecidas por el tiempo seco y la producción de follaje nuevo.
Impacto del exceso de lluvia en los hongos.	Las lluvias favorecen el desarrollo de hongos causantes de enfermedades como la roya del café, ojo de gallo, antracnosis, mancha de hierro, entre otras. Al presentarse lluvias fuertes las plantas quedan expuestas a daños mecánicos en sus órganos, lo que la hace más susceptible al daño por patógenos.

Fuente: Villareyna *et al.* 2017

Tomando en cuenta las condiciones agroecológicas del cultivo del café a primera vista se puede observar la importancia de las condiciones climáticas como temperatura y precipitación para el buen desarrollo del cultivo. La variabilidad del clima influye de manera directa en el cultivo. En el informe de emitido en el año 2017 por ICAFE, indica que para los periodos de cosecha de los años 2016-2017 la variabilidad climática tuvo un impacto en la producción debido a un errático inicio del periodo lluvioso en algunas zonas cafetaleras del país, debido a lo cual se afectaron los procesos de floración y la posibilidad de realizar las labores de cultivo de manera oportuna. Los incrementos significativos de precipitación lluviosa durante el mes de noviembre de 2016, generada principalmente por fenómenos atmosféricos, entre los que destaca el huracán Otto, coincidió con la época de maduración en Pérez Zeledón y Coto Brus, con la consecuente caída de frutos y pérdida significativa de producción. Once cantones experimentaron decremento en la producción de café para la cosecha 2016-2017, los más afectados fueron: León Cortés (-66.081 fanegas), Tarrazú (-55.577 fanegas), Alajuela (-44.658 fanegas), San Ramón (-37.741 fanegas), Naranjo (-33.709 fanegas) y Coto Brus (-32.477 fanegas).

La caficultura costarricense como actividad agrícola, al igual que en el resto de la región centroamericana, se ha visto afectada en los últimos años por el impacto del cambio climático. Algunas zonas se han vuelto más secas mientras que otras se han vuelto más húmedas. En general las temperaturas máximas y mínimas se han incrementado, lo cual ha traído consigo un aumento en la aparición de plagas y enfermedades, irregularidades en la floración, pérdida en la calidad del grano, disminución de los rendimientos, desprendimientos de suelos por erosión y caída de granos por exceso de viento. A estas situaciones se han sumado otros factores de índole socioeconómica relacionada con la caída de los precios del café, así como los crecientes costos de producción (Jones *et al.*, citado por Villareyna *et al.*, 2018).

Olivares, citado por Villareyna *et al.*, 2018, encontró que la producción de café en Centro América se podría ver reducida entre el 16 y 18% para el año 2050 y entre 40 y 50% para el año 2100, bajo dos escenarios de análisis, solo modificando las variables de precipitación y temperatura y manteniendo las demás variables de producción y socioeconómicas constantes.

Evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.

IPCC, citado por Imbach *et al.*, 2015, define la capacidad adaptativa como la capacidad o potencial de un sistema para responder con éxito a la variabilidad y el cambio climático, e incluye ajustes tanto en el comportamiento de las personas como en los recursos y tecnologías. “La forma en que las comunidades locales responden a las presiones de cambio no está limitada a las cuestiones climáticas; por el contrario, las comunidades locales están continuamente sometidas a presiones de cambio que van desde las cambiantes demandas del mercado, cambios tecnológicos, el desarrollo de infraestructura, el cambiante acceso al crédito, entre otros” (Imbach *et al.*, 2015).

El programa Regional de Cambio Climático (PRCC) en Ejecución en seis países centroamericanos, entre ellos Costa Rica, desarrolló un manual técnico para la reducción de la vulnerabilidad de fincas cafetaleras frente al cambio climático de fincas cafetaleras. frente al cambio climático. Para evaluar el nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de las unidades de producción cafetalera se desarrolló una herramienta de evaluación y diagnóstico esta metodología contempla 25 variables. Estas variables son ubicadas en tres grupos; de vulnerabilidad, de exposición y de capacidad adaptativa. (Villareyna *et al.*, 2017).

Según el IPCC (2007) la vulnerabilidad de un sistema frente al cambio climático debe considerar tres elementos: la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación. Si se quisiera expresar esta idea en términos matemáticos, tendríamos que: Vulnerabilidad al cambio climático = (exposición + sensibilidad) – Capacidad de adaptación

Metodología

Antecedentes del estudio

La metodología base de análisis de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa tuvo su primera versión publicada en 2011, en la revista *Ambientico* (212-mayo 2011), y luego fue aplicada en diferentes países en un proceso de validación y adecuación. La herramienta de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa fue aplicada a 13 productores de café, asociados a APOYA (Asociación de Productores Orgánicos y Agro-sostenibles). Esta valoración inicial fue desarrollada por el curso de Implementación Participativa de Sistemas Productivos Sostenibles en el 2016 y coordinada por el PhD. Elías de Melo. Villareyna *et al.*, (2018) hace referencia a esta validación inicial realizada en Costa Rica; posteriormente se realizaron ajustes mediante talleres y prácticas de campo en zonas cafetaleras de Nicaragua, Guatemala y Honduras.

El proyecto “adaptación de la caficultura al cambio climático” realizó una evaluación donde se aplicó la herramienta aproximadamente de 3 a 4 fincas por cooperativa (24 fincas en total), esta evaluación se realizó en el primer semestre del 2018. En el **Cuadro 1** se muestran las cooperativas y la ubicación de las fincas que fueron tomadas como referencia, así como los resultados de la primera evaluación efectuada con los productores asociados a COOCAFE.

Cuadro 4. Cooperativas y fincas de referencia para el proyecto de adaptación y de la caficultura al cambio climático.

Cooperativa	Finca de Referencia	Puntaje	Categoría
COOPECERROAZUL Nandayure	O. Alvarado/I. Alvarado	3.5	Regular
	R. y J. Salazar	6.5	Regular
	O. Navarro Arias	-6.5	Medianamente Critica
COOPEPILANGOSTA Nicoya, Hojanca	L. Mery Vásquez Arias	5.5	Regular
	G. Espinoza Araya	3.5	Regular
	G. Quesada Bermúdez	-0.5	Medianamente Critica
	R. Vásquez Espinoza	-4	Medianamente Critica
COOPEELDOS Tilarán	C. Eduardo López	-7.5	Critica
	L. Sequeira	0.5	Regular
	A. Granados/Melisa	7.5	Moderada
	R. Guzmán Castro	2.5	Regular
COOPEMIRAMONTES Montes de Oro	N. Solórzano Villareal	6.5	Regular
	J. Sibaja Fallas	3	Regular
	R. Jiménez Cruz	0.5	Regular
COOPELLANOBONITO Los Santos	F. Abarca Mora	4	Regular
	M. Calderón Ovarés	0	Medianamente Critica
	J. D. Castro Rodríguez	8.5	Moderada
COOPESABALITO Coto Brus	P. Pineda Ramírez	-4	Medianamente Critica
	Y. y G. Portugués	1.5	Regular

	R. Jiménez Ruiz	2	Regular
	C. Mora Marín	-2.5	Medianamente Crítica
COOPESARAPIQUI San Carlos	W. Valverde	2.5	Regular
	R. Alpízar Salas	4	Regular
	J. Taxam/C. Ulate	-2	Medianamente Crítica

Fuente: Virginio Filho, 2018

Las limitantes con mayores frecuencias fueron: Aumento de temperatura (100% de las fincas); Lluvias irregulares (95% de las fincas); Floración irregular del café (71%); Riesgo de impacto de huracanes y tormentas (67%); Incremento de plagas y enfermedades (67%); Sequías (62%); Ausencia de aplicación de abonos orgánicos (52%); Cafetales viejos (48%); Reducción de la producción de café (43%); Caída de flores, frutos y defoliación de cafetales (38% de las fincas) (Virginio Filho, 2018).

En esta evaluación realizada a los productores del consorcio COOCAFE se identificó que ninguna de las fincas de referencia está en categorías de baja vulnerabilidad y alta capacidad adaptativa (puntajes superiores a 15). El 58.3 % de los productores se ubicaron en la categoría de vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular; el 29.1 % se ubicaron en categoría Medianamente Crítica, 4,1% en categoría crítica y 8.3 % categoría moderada.

Área de estudio

Costa Rica está compuesta por siete provincias (San José, Alajuela, Cartago, Heredia, Guanacaste, Puntarenas y Limón), las cuales a su vez están conformadas por un total de 82 cantones (Decreto n.º40184). Una parte importante de estas provincias son clasificadas por el ICAFE (2017) como regiones cafetaleras las cuales son: Coto Brus, Los Santos, Pérez Zeledón, Turrialba, Valle Central, Valle Occidental y Zona Norte. El presente trabajo se realizó en los cantones Hoja Ancha, Nicoya Nandayure, Tilarán y Abangares en la región norte; Montes de Oro, Puntarenas y Coto Brus en la región cafetalera de Puntarenas; San Carlos y Sarapiquí en la región de Alajuela y León Cortez en la región cafetalera de San José. Las cooperativas a las que están asociados los productores evaluados están ubicadas en los cantones de Nandayure, Nicoya, Hojanca, Tilarán, Montes de Oro, Los Santos, Coto Brus y San Carlos. Este estudio se llevó a cabo entre los meses de octubre 2018 a febrero 2019.

Cuadro 5. Medias resumen de cafetales visitados

Variable	n	Media	Mín.	Máx.
Altitud	38	952.61	392.00	1700.00
Área del cafetal ha	38	3.90	0.15	20.00

Características Biofísicas del área de estudio

Características de la región cafetalera Zona Norte: Esta región productora se caracteriza por el cultivo del café en pequeñas zonas distribuidas entre las provincias de Alajuela, Guanacaste y Puntarenas. Cuentan con climas cálidos con temperaturas que superan los 30°C. Las áreas productoras de café que conforman esta región se encuentran ubicadas en zonas montañosas (Cordillera Volcánica Centra y Cordillera de Guanacaste) (ICAFE, 2019).

Clima: Presenta dos estaciones definidas: la seca y la lluviosa, exceptuando las zonas de San Carlos y Sarapiquí, donde la estación lluviosa se extiende por más tiempo. En las provincias de Guanacaste y Puntarenas, la precipitación anual promedio es de 2250 mm. En Sarapiquí y San Carlos la precipitación promedio es de 3500 mm (ICAFE, 2019).

Altura y Suelos: Los cafetales de la zona de Guanacaste se desarrollan en suelos andisoles de origen volcánico, caracterizado por su fertilidad y excelente estructura. En Sarapiquí y San Carlos también se encuentran, aunque en menor grado, suelos inceptisoles en las partes medias y altas y ultisoles en las de menor altura. Las variedades cultivadas predominantes son Caturra y Catuaí. San Carlos y Sarapiquí están ubicadas entre los 600 y 900 msnm. La península de Nicoya comprendida por los cantones de Hojancha, Nicoya, Santa Cruz y Nandayure se encuentran en alturas de 600 a 1000 msnm y la región que comprende los cantones de Abangares y Tilarán en la provincia de Guanacaste; Monte Verde y Montes de Oro en la provincia de Puntarenas se encuentran en alturas de 600 a 1350 (ICAFE, 2019).

Características de la región cafetalera Coto Brus: está ubicada entre reservas biológicas e integrada por los distritos cafetaleros de San Vito, Sabalito, Agua Buena, Limoncito, Pittier y Coto Brus. El terreno es irregular, con abundante vegetación y condiciones cercanas a las ideales para la producción de café. Las áreas de cultivo se encuentran en alturas de entre 900 y 1400 metros y en suelos de origen volcánico (ICAFE, 2019).

Características de la región Cafetalera Zona de los Santos: Compreendida por los cantones San Pablo de León Cortés, San Marcos de Tarrazú y Santa María de Dota. La caficultura es la actividad fundamental para el desarrollo socioeconómico de Los Santos. Las principales variedades cultivadas son Caturra y Catuaí (ICAFE, 2019).

Clima: En cuanto a clima, se caracteriza por una época lluviosa de siete meses (mayo a noviembre) y seca (diciembre a abril) bien definidas, situación que favorece la floración del café. Dichos cantones se encuentran en sombra de lluvia tanto en dirección del Pacífico como del Atlántico. Las zonas más planas de los cantones son afectadas por un micro relieve de viejos

canales fluviales y su origen corresponde al proceso de sedimentación generado por el río Parrita (Valenciano, 2009). En promedio la precipitación es de 2400 mm por año, con una temperatura promedio anual de 19°C (ICAFE, 2019).

Altura y Suelos: La producción cafetalera está ubicada entre los 1200 y 1900 msnm, los suelos son en su gran mayoría de origen sedimentario, que por sus componentes son ácidos (ICAFE, 2019).

Metodología Objetivo 1. Factores de Mayor Influencia

Descripción de la Herramienta

El formato desarrollado para la evaluación de la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa, así como los formatos de medidas y prácticas para hacer frente a las limitantes identificadas se basa en preguntas orientadas, entrevistas a los productores y observaciones en campo. El enfoque y formato metodológico buscan estimular a las familias productoras y al personal técnico de apoyo para que valoren de manera cualitativa un conjunto de 25 preguntas que permiten determinar el nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de la unidad productiva (Villareyna *et al.*, 2018). La metodología para el diagnóstico participativo este compuesto por seis pasos:

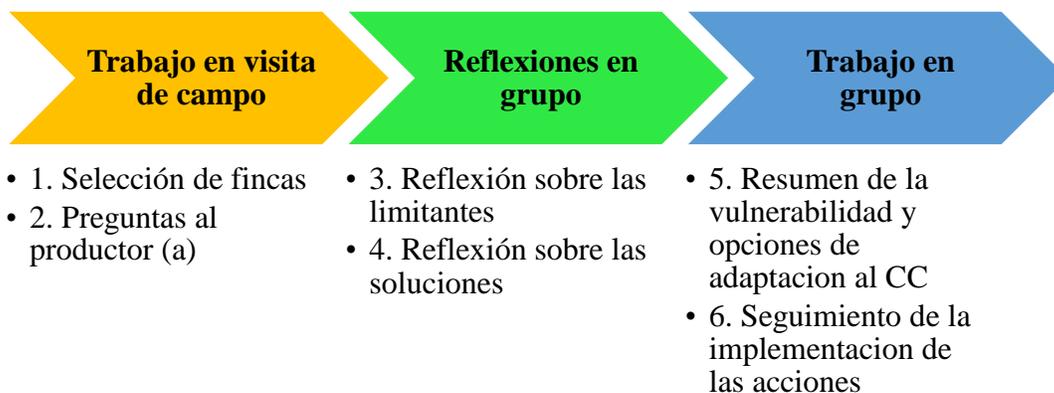


Figura 2. Modelo para evaluar el nivel de vulnerabilidad-adaptación al cambio climático en unidades productivas cafetaleras (Villareyna *et al.*, 2018).

Descripción de los pasos para el diagnóstico participativo:

1. Se selecciona la finca en particular o grupo de fincas. Los criterios de selección dependen de los objetivos del estudio a realizar.
2. En este paso se realizan las preguntas para evaluar y capacidad adaptativa ante el cambio climático (**Anexo 1**). Las preguntas se encuentran divididas en tres grupos de variables; las primeras seis preguntas como variables de exposición; las siguientes seis preguntas como variables de impacto (sensibilidad y exposición) y las últimas 13 preguntas como variables de capacidad adaptativa. Para esta evaluación de 25 preguntas, cada pregunta cuenta con tres opciones de respuesta Sí, equivalente a una puntuación de -1, más o menos, equivalente a 0.5 y No equivalente a +1. La sumatoria final de la evaluación sirve para ubicar a la finca en una categoría de vulnerabilidad y capacidad

adaptativa (**Anexo 2**). Son ocho categorías en las cuales se pueden ubicar las fincas vulnerabilidad ausente y capacidad adaptativa excelente (VACAE, 20-25 puntos), vulnerabilidad baja y alta capacidad adaptativa (VBACA, 15-19 puntos), VCAM moderada (8-14 puntos), VCAR regulares (1-7 puntos), VCAMC medianamente crítica (-6 a 0 puntos), VCAC crítica (-13 a -7 puntos), VCAMYC muy crítica (-20 a -14) y totalmente vulnerable y sin ninguna capacidad adaptativa (TVSCA, -25 a -21).

3. En esta fase se efectúa una reflexión en conjunto, productor y técnico, sobre los resultados de la valoración y las posibles medidas/práctica que se pudieran implementar. Lo más relevante es destacar las limitaciones o preguntas con resultados de -1 y las potenciales preguntas que recibieron +1. En este caso lo ideal es que productor tome la decisión sobre las medidas puede y está dispuesto a implementar para enfrentar las limitantes obtenidas en la evaluación.

4. Conversar sobre posibles soluciones alternas que pueden realizar las cuales son prácticas que permiten hacer frente a limitaciones de vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático en unidades productivas cafetaleras (**Anexo 3**).

5. Se resumen las opciones de medidas y se realiza la implementación de las prácticas.

6. Seguimiento ya sea con talleres y apoyo para llevar a cabo las prácticas y una nueva evaluación para determinar los cambios obtenidos con la implementación de las medidas.

Caracterización de actividades de manejo y productivas realizadas en el cafetal

Por medio de entrevistas y utilizando formatos desarrollados por Virginio (2009) en el libro ¿Cómo podemos mejorar la finca cafetalera en la cuenca?, se recopiló la información necesaria para caracterizar las actividades de manejo realizadas en el ciclo anual del café (**Anexo 4**), cantidad de insumos utilizados para el manejo del cafetal (**Anexo 5**), principales actividades productivas realizadas en la finca (**Anexo 6**) y la producción por ha de café en los últimos dos años.

Metodología Objetivo 2. Contraste de fincas.

Criterios de clasificación de fincas.

Los criterios de clasificación para las fincas a analizar fueron: Cercanía (fincas ubicadas dentro del mismo cantón), Edad de la plantación (edad de parcelas de café en promedios similares), Tamaño de la plantación (de <1-2.5 ha, plantación pequeña, 3-5 plantación mediana, 6 > plantación grande) e Importancia económica (cafetal como fuente principal de ingresos). En este caso la comparación se hará entre el grupo de 24 productores participantes del proyecto y los 14 productores que fueron anexados a la muestra.

Recopilación de información:

Se realizó un diagnóstico de enfermedades, insectos y reguladores naturales del café. Para esto se tomaron cuatro muestras cada una de diez plantas. De cada planta se seleccionan 3 bandolas (una en la parte de superior, una central y una de la base) y se realizó un conteo de hojas con roya (*Hemileia vastatrix*), *Simplicillium* (hongo controlador de roya, *Mycodiplosis* (larva que

controla roya), antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*), ojo de gallo (*Mycena citricolor*), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*) número de hojas totales, frutos totales, frutos con broca (*Hypothenemus hampei*), frutos brocados con *Beauveria bassiana* (*controlador natural de la broca*) y nudos totales. El formato usado será el diagnóstico de enfermedades insectos y reguladores naturales del café (**Anexo 7**). Simultáneo a los formatos de lista de productos obtenidos de la finca en un año, lista de insumos utilizados en el cafetal por año y lista de Actividades de manejo anual del cafetal (**Anexo 4,5,6**) Virginio Filho (2009). Para esta evaluación se dio mayor importancia a la implementación de las prácticas recomendadas durante la realización del proyecto, las prácticas recomendadas fueron manejo de sombra (uso de podadora telescópica), introducción de lotes de variedades mejoradas, sistema de cosecha de agua, producción de abonos y fertilizantes orgánicos, construcción de abonera, siembra de árboles y manejo de malezas con moto - guadaña. Para comprobar que los productores realizaron las prácticas; en cada visita se realizó un recorrido para posteriormente hacer un listado de observaciones de las prácticas implementadas.

Procesamiento de información para los objetivos 1 y 2.

La información obtenida fue analizada por medio del programa InfoStat versión profesional 2017. El análisis multivariado permitió analizar simultáneamente más de dos variables aleatorias correlacionadas (Balzarini *et al*, 2008). Se utilizó estadística descriptiva como lo son tablas de frecuencia, medias resumen y tablas de contingencia (forma tabular de presentar datos categorizados); este análisis es de utilidad para el análisis simultaneo de dos o más variables categorizadas y de esta manera determinar si existe dependencia o independencia de las variables analizadas. De forma gráfica se utilizaron análisis de correspondencia (gráfico biplot). De igual manera se realizó la prueba no paramétrica basada en los rangos de las observaciones originales Willcoxon (Man-Whitney U) la cual permite probar la hipótesis que dos muestras aleatorias independientes provienen de la misma población (Balzarini *et al*, 2008) y prueba T para muestras independientes. El nivel de significancia utilizado fue de 10% (p valor = 0.1).

Metodología objetivo 3. Principales limitantes para adoptar el grupo de prácticas

Para alcanzar este objetivo se realizó un sondeo corto de preguntas abiertas sobre las limitantes que el productor considera de importancia. Estas se pueden observar en el **Anexo 24** este cuestionario se utilizó para recopilar información y se analizó por medio de la metodología de análisis de contenido el cual tiene como propósito básico la identificación de determinados elementos componentes de los documentos escritos: letras, sílabas, palabras, frases, entre otros y su clasificación bajo la forma de variables y categorías para la explicación de fenómenos sociales bajo investigación (Fernández, 2002). En este caso se realizó un agrupando las respuestas más frecuentes encontradas en la encuesta. De esta manera se identificaron las limitantes utilizando tablas de frecuencia y de igual manera se pudo encontrar recomendaciones para abordar las limitantes. El sondeo fue aplicado al grupo inicial de 24 productores participantes del proyecto; tomando en cuenta que estos ya fueron evaluados y están realizando prácticas discutidas durante la evaluación de la finca.

Metodología Objetivo 4. Utilidad de la herramienta de diagnóstico

Con el objetivo de evaluar la utilidad de la evaluación de vulnerabilidad al cambio climático para la toma de decisiones de los productores y contemplar de qué manera les ha servido para fortalecer sus capacidades de adaptación ante el cambio climático. Se realizaron entrevistas a los 24 productores involucrados en el proyecto, 5 técnicos de las cooperativas y 6 gerentes de cooperativa (véanse en los **Anexos 25, 26 y 27**). La muestra fue de 35 entrevistas las cuales fueron compuestas por preguntas abiertas para poder conocer la percepción de los actores involucrados en cuanto a la importancia de la herramienta.

Resultados

Objetivo 1. Identificación de los factores de mayor influencia a nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa

Los resultados obtenidos de la evaluación de los 14 productores adicionales (**Cuadro 6**) el 57.1 % de los productores se encontraron en categoría regular, 21.4 % en categoría crítica, 14.2% en categoría moderada y 4.1 en categoría medianamente crítica.

Cuadro 6. Productores agregados a la muestra para la evaluación de fincas de referencia en cuanto a vulnerabilidad y capacidad adaptativa.

Cooperativa	Finca de Referencia	Puntaje	Categoría
COOPECERROAZUL Nandayure	O. Alvarado/I. Alvarado	3.5	Regular
	R. y J. Salazar	6.5	Regular
	O. Navarro Arias	-6.5	Medianamente Crítica
COOPEPILANGOSTA Nicoya, Hojancha	L. Mery Vásquez Arias	5.5	Regular
	G. Espinoza Araya	3.5	Regular
	G. Quesada Bermúdez	-0.5	Medianamente Crítica
	R. Vásquez Espinoza	-4	Medianamente Crítica
COOPEELDOS Tilarán	C. Eduardo López	-7.5	Crítica
	L. Sequeira	0.5	Regular
	A. Granados/Melisa	7.5	Moderada
	R. Guzmán Castro	2.5	Regular
COOPEMIRAMONTES Montes de Oro	N. Solórzano Villareal	6.5	Regular
	J. Sibaja Fallas	3	Regular
	R. Jiménez Cruz	0.5	Regular
COPELLANOBONITO Los Santos	F. Abarca Mora	4	Regular
	M. Calderón Ovarés	0	Medianamente Crítica
	J. D. Castro Rodríguez	8.5	Moderada
COOPESABALITO Coto Brus	P. Pineda Ramírez	-4	Medianamente Crítica
	Y. y G. Portugués	1.5	Regular
	R. Jiménez Ruiz	2	Regular
	C. Mora Marín	-2.5	Medianamente Crítica
COOPESARAPIQUI San Carlos	W. Valverde	2.5	Regular
	R. Alpízar Salas	4	Regular
	J. Taxam/C. Ulate	-2	Medianamente Crítica

Fuente: Propia

Es importante mencionar las particularidades de cada cooperativa visitadas; en el **Cuadro 7** se resumen las principales limitantes presentadas y las prácticas priorizadas. Para la limitante presencia de lluvias irregulares en los últimos años (L2), el 100% de los productores de seis de las cooperativas (a excepción de COOPESARAPIQUÍ) expresó que este era una limitante de importancia (p valor = 0.0269). En el caso de la limitante de riesgo de huracanes y tormentas tropicales (L4), fue de importancia para las cooperativas COOPEPILANGOSTA, COOPECERROAZUL, COOPELDOS, COOPEMIRAMONTES y COOPESABALITO (p valor= 0.0447). Con respecto a sequias en los últimos años (L5), fue reconocida en mayor frecuencia por COOPECERROAZUL, COPELLANOBONITO, COOPEMIRAMONTES y COOPEPILANGOSTA (p valor= 0.0006). La limitante # 6, frecuencia de vientos fuertes, estuvo presente en las cooperativas COOPECERROAZUL, COOPELDOS, COOPEMIRAMONTES, COOPEPILANGOSTA y COOPESABALITO (p valor= 0.003). La limitante #8, sobre disminución de fertilidad del suelo, tuvo mayor impacto en las cooperativas COOPEPILANGOSTA y COOPESABALITO (p valor = 0.0396). La floración irregular (L9) fue una limitante para las cooperativas COOPELDOS, COOPESABALITO y COOPESARAPIQUÍ (p valor=0.0456); la falta de prácticas de conservación de suelos (L13) significó una limitante para COOPECERROAZUL, COOPELDOS, COOPEMIRAMONTE, COOPESABALITO y COOPESARAPIQUÍ (p valor= 0.0001); contar con cafetales con edad mayor de 15 años (L17) se presentó en mayor medida en COOPELDOS y COPELLANOBONITO (p valor= 0.0489); y en último lugar no realizar resiembra de plantas de café (L20) se presentó en mayor frecuencia en COOPESABALITO (p valor= 0.0354).

En promedio las principales limitantes fueron cambios en temperatura (L1 97%), lluvias irregulares (L2 92%), riesgo de huracanes y tormentas tropicales (L4 55%), sequias en los últimos años (L5 55%), frecuencia de vientos fuertes (L6 61%), incremento de plagas y enfermedades (L11 71%), disminución en producción de café en los últimos años (L12 50%) y la no aplicación de abonos orgánicos al cafetal (L22 55%). Los fenómenos presentados en menor medida fueron la no presencia de variedades mejoradas (L18 89%), fuentes de agua sin cobertura forestal (L23 92%) y la mayoría de las áreas de uso de suelo sin cobertura forestal (L24 76%) (**Anexo 8**). En cuanto a las prácticas priorizarías la práctica #1 manejo de sombra en lote determinado (sombra intermedia 4,5m altura, en forma de paraguas con árboles de servicio diversificado poro-inga y manejo podadora telescópica mecánica) estuvo presente en todas las cooperativas, la práctica #2 sistema de cosecha de agua en tanque próximo a casa para riego fue recomendada en las cooperativas COOPECERROAZUL y COOPEPILANGOSTA; la práctica #3 Introducción de parcelas de variedades mejoradas (CR95, Obata, IAPAR, Centroamérica, Tupí, Catigua, Marsellesa entre otros) fue recomendada para todas las cooperativas; la cuarta práctica fue recomendada únicamente para la cooperativa COOPECERROAZUL; la quinta práctica estuvo presente en las cooperativas COOPECERROAZUL, COOPEPILANGOSTA y COOPESARAPIQUÍ; para la práctica #6 fue recomendada para dos cooperativas COOPESARAPIQUÍ y COOPESABALITO. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre las cooperativas con respecto a las categorías en que fueron ubicadas las fincas (p valor = 0.240).

Cuadro 7. Características por cooperativa, limitantes y prácticas priorizadas

Cooperativa	Principales Limitantes $\geq 50\%$	Prácticas priorizadas	Cantidad de productores
COOPECERROAZUL	L1 (80%), L2 (100%), L4 (80%), L5 (80%), L6 (60%), L11 (80%), L12 (60%), L13 (60%) y L16 (80%)	Práct 1, Práct 2, Práct 3, Práct 4, Práct 5,	5
COOPEELDOS	L1 (100%), L2 (100%), L3 (50%), L4 (50%), L6 (67%), L9 (50%), L11 (100%), L12 (50%), L13 (67%), L17 (50%), L21 (67) y L22 (83%)	Práct 1, Práct 3,	6
COPELLANOBONITO	L1 (100%), L2 (100%), L3 (80%), L5 (100%), L7 (60%), L14 (60%), L17 (80%), L21 (80%) y L22 (60%)	Práct 1, Práct 3,	5
COOPEMIRAMONTES	L1 (100%), L2 (100%), L3 (80%), L5 (100%), L6 (100%), L11 (60%) y L13 (60%)	Práct 1, Práct 3,	5
COOPEPILANGOSTA	L1 (100%), L2 (100%), L4 (100%), L5 (67%), L6 (67), L8 (50%), L11 (50%), L12 (50%), L15 (50%), L21 (50%) y L22 (67%)	Práct 1, Práct 2, Práct 3, Práct 5,	6
COOPESABALITO	L1 (100%), L2 (100%), L4 (50%), L6 (100%), L7 (50%), L8 (83), L9 (83%), L11 (100%), L12 (50%), L13 (50%), L20 (100%) y L22 (67%)	Práct 1, Práct 3, Práct 6	6
COOPESARAPIQUÍ	L1 (100%), L9 (60%), L11 (60%), L12 (80%) y L13 (60%)	Práct 1, Práct 3, Práct 5, Práct 6	5

Nota: Las abreviaturas corresponden a las 25 variables enumeradas en la evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa (véase **Anexo 1**). Práct 1: Manejo de Sombra (uso de podadora telescópica), Práct 2: Sistema de cosecha de agua; Práct 3: Introducción de lotes con variedades mejoradas; Práct 4: Siembra de árboles para barrera rompeviento; Práct 5: Instalación de abonera; Práct 6: Manejo selectivo de hierbas (moto-guadaña).

Los 38 cafetales visitados se distribuyeron en cuatro categorías encontradas variabilidad y capacidad adaptativa crítica (VCAC), variabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica (VCAMC), variabilidad y capacidad adaptativa moderada (VCAM) y vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular (VCAR). Las unidades productivas cafetaleras se ordenaron de la siguiente forma (**Figura 3**): cuatro fincas fueron ubicadas en VCAC (10.5%), cuatro en VCAM (10.5%), ocho en VCAMC (21%) y 22 fincas en categoría VCAR (57.8%).

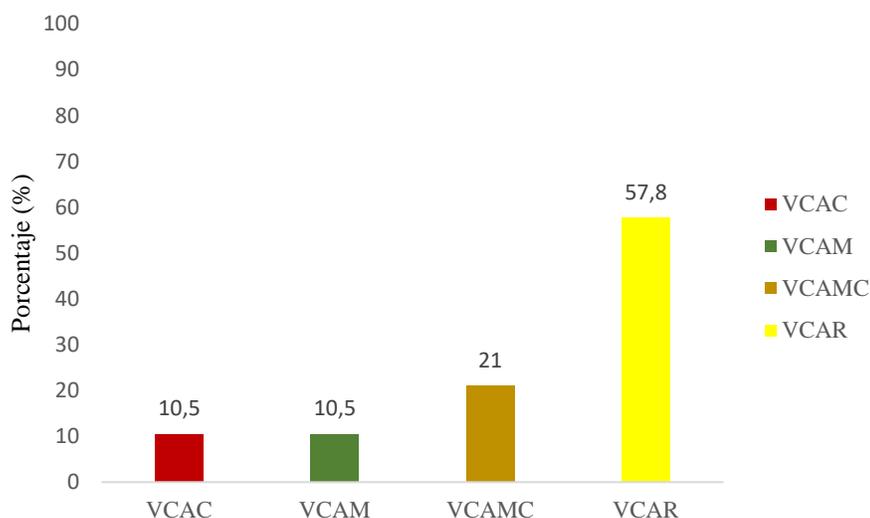


Figura 3. Resultados de la evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de unidades productivas visitadas. **Nota:** VCAC: Vulnerabilidad y Capacidad adaptativa Crítica, VCAM: Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa Moderada, VCAMC: Vulnerabilidad y Capacidad adaptativa Medianamente Crítica, VCAR: Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa Regular.

Al determinar que variables están relacionadas con el nivel o categoría de vulnerabilidad en que fueron ubicadas las fincas se encontró que las variables de exposición no mostraron dependencia con respecto a la categoría de los cafetales ($p= 0.204$). Para las variables de impacto tres mostraron relación con respecto a la variable categoría (**Figura 4**), estas fueron suelos con presencia o señales de erosión (EroSuelo, $p=0.0228$), incremento de caída de flores y frutos (CaidaFlFr $p=0.0445$) y disminución de la producción de café (Prod $p=0.0182$).

Para el caso de la variable erosión de suelos los valores medios (0.5) y positivos (1) de esta variable son más cercanos a las categorías regular y moderada; mientras que los valores negativos (-1) son más cercanos a categorías medianamente críticas y críticas. Para la variable de caída de flores y frutos los valores medios y positivos son cercanos las categorías moderada y regular, los valores negativos son próximos a categorías moderadamente crítica y crítica. En el caso de la variable disminución en la producción los valores positivos y medios son contiguos a las categorías regular y moderada y los valores negativos son cercanos a las categorías VCAMC y VCAC.

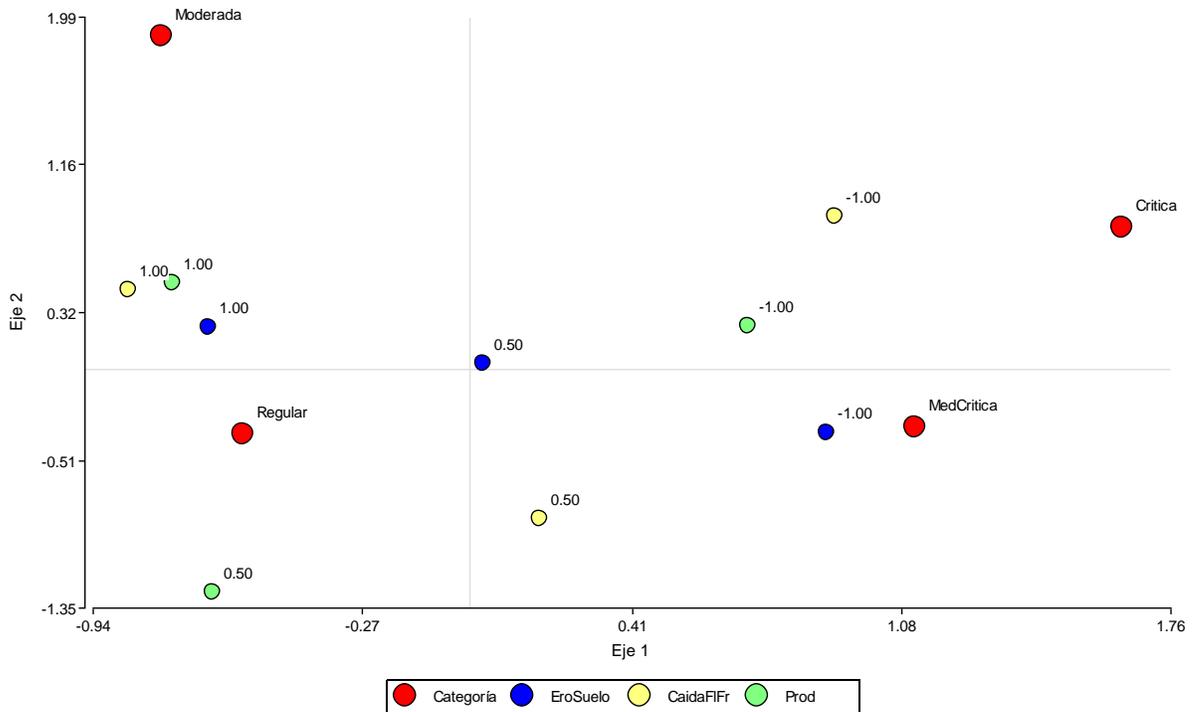


Figura 4. Análisis de correspondencia de variables de impacto con respecto a la categoría

Nota: EroSuelo: presencia de erosión de suelos, CaidaFIFr: presencia de caída de flores y frutos, Prod: disminución de la producción.

Las variables de capacidad adaptativas que se encontraron relacionadas con la categoría de las fincas fueron suelos con cobertura de hierbas y hojarasca (CobSuelo $p=0.0051$), fuentes de agua con cobertura forestal (FAguaCob $p=0.0014$) y estar vinculado a procesos organizativos sobre mitigación y adaptación ante el cambio climático (OrgMitAdap $p=0.0336$). En la **Figura 5** se puede observar que para la variable OrgMitAdap los valores positivos y medios son contiguos a las categorías VCAR en primer lugar, VCAMC y en tercer lugar a VCAM y sus valores negativos son más cercanos a VCAC. En cuanto a la variable FAguaCob los valores medios y negativos son próximos a categorías de VCAMC y VCAC mientras que los valores positivos son más cercanos a VCAR. En última instancia la variable CobSuelo los valores medios y positivos fueron cercanos a categorías de VCAR Y VCAMC y sus valores negativos fueron más próximos a VCAC.

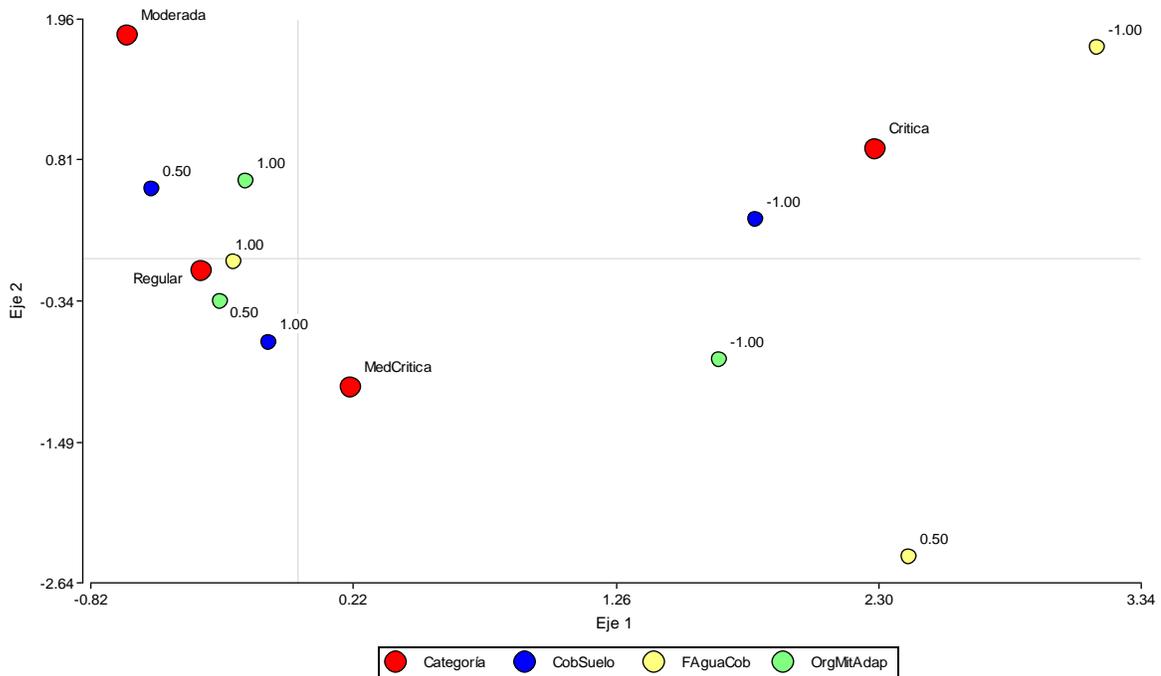


Figura 5. Análisis de correspondencia de variables de capacidad adaptativa con respecto a la categoría. **Nota:** CobSuelo: suelos con cobertura, FAguaCob: fuentes de agua con cobertura OrgMitAdap: estar vinculado a procesos organizativos sobre mitigación

Caracterización de las principales actividades de manejo en el ciclo del café

En la **Figura 6** se puede observar a detalle las actividades de manejo que se realizan generalmente en el ciclo anual del café. Las principales prácticas de manejo resultantes fueron 11; chapias, aplicación de herbicidas, aplicación de fungicidas, aplicación de abonos orgánicos, aplicación de abono químico, siembra o resiembra de café, siembra de árboles, regulación de sombra, poda baja de café, poda sanitaria y deshija y prácticas de conservación de suelos. Como resultados obtenidos el 100% de los productores realiza chapia en su cafetal, el 81.6 % utiliza herbicidas para control de malezas los más usados son glifosato (no selectivo y sistémico), paraquat (pre-emergente de contacto). El 92.1% aplica fungicidas en su mayoría sistémicos (Atemi, Soprano, Byfidan duo, Esfera, Opera, Benomil y Opus) y de contacto (Cupravit y Orthocide). Un 71.1% aplica abonos orgánicos en su mayoría broza de café, gallinaza y lombricompost. Abono químico es utilizado por un 100% utilizando mezclas nitrogenadas o formula cafetalera completa (Contiene nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio y boro). En siembra de café un 89.5% realizan resiembra o están renovando parcelas. En cuanto a la siembra de árboles un 68.4% anualmente efectúa siembra o resiembra de árboles. En cuanto a manejo o regulación de sombra un 94.7 % la realiza anualmente antes del periodo de lluvias. Un 89.5% realiza poda baja del café anualmente en general el método utilizado es de manera selectiva o por bloques. Un 94.7 % de los productores realiza poda sanitaria o deshija y un 52.6% realiza prácticas de conservación de suelos.

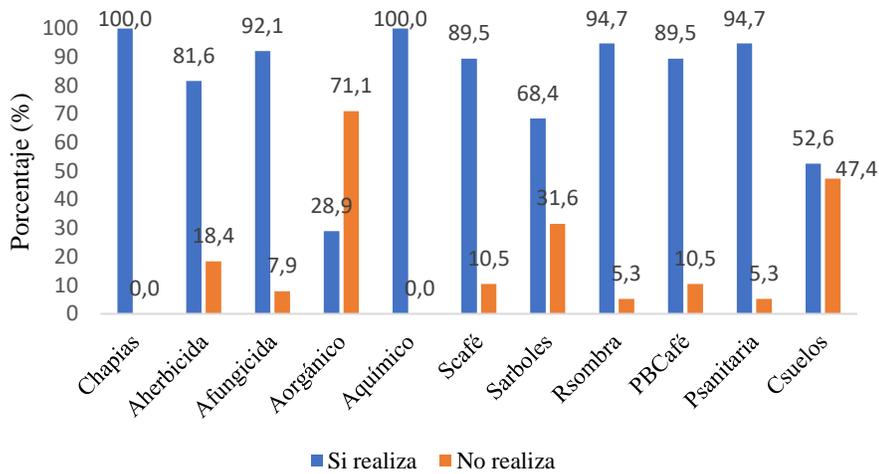


Figura 6. Principales actividades de manejo en el ciclo anual del café en general

Caracterización de los principales insumos utilizados en el manejo del café

En la **Figura 7** se puede identificar los principales insumos utilizados durante el año productivo 2018; dando como resultado 10 insumos utilizados en el manejo del cafetal: abonos orgánicos, abono sintético, foliares sintéticos, fungicidas, insecticidas, herbicidas, siembra de café, siembra de árboles y otros insumos. Un 71.1% utiliza abonos orgánicos; 97.4% de los productores utilizaron fertilizante sintético; un 81.6 % utilizo foliares sintético, 78.9% foliares orgánicos, 86.8% uso fungicida, 73.7% usaron insecticida, un 68.4 sembró café durante el año 2018 o cuenta con un almacigo, un 84.2 % sembró árboles de servicio durante el año y un 42.1% aplicaron otros insumos como: *Beauveria bassiana*, carbonato de calcio, difusores para trampa de broca y melaza.

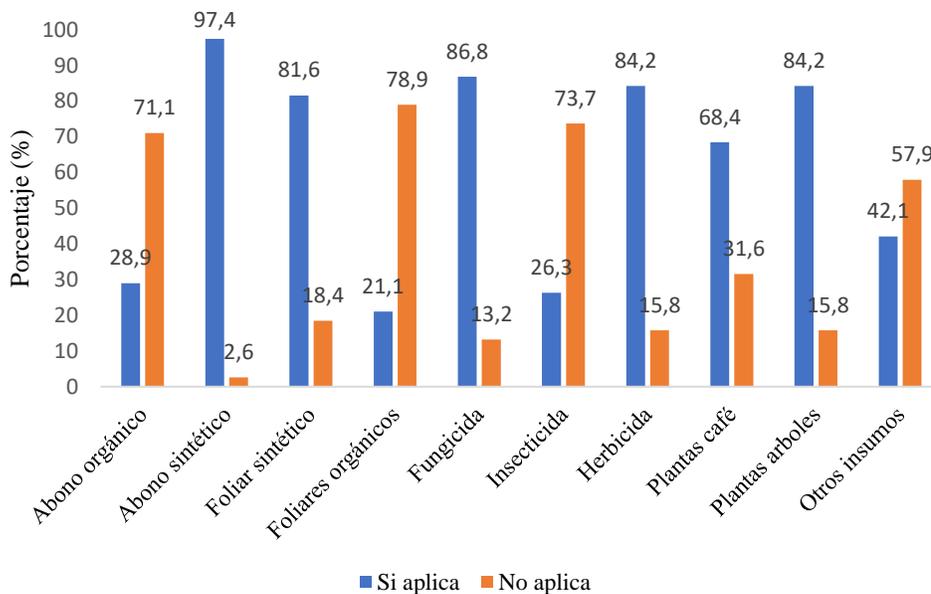


Figura 7. Insumos utilizados en el ciclo anual del cultivo del café año 2018

Caracterización de las principales actividades productivas alternas a la producción de café.

Las actividades productivas complementarias al café efectuadas por los productores fueron 9; Musáceas (plátano y banano), granos básicos (frijol y maíz), hortalizas (tomate, chile dulce y vainica), tubérculos (yuca, arracacha, ñampí y tiquizque), cítricos (naranja, limón y mandarina), producción animal (ganado bovino, ganado ovino, cerdos, gallinas y tilapias), árboles frutales (aguacate, jocote) árboles maderables (laurel- *Laurus nobilis*, guachipilín -*Diphysa americana*, eucalipto-*Eucalyptus sp* y cedro- *Cedrus sp*) y turismo. En la **Figura 8** se observan la cantidad de productores que realizan estas actividades, que porcentaje de ellos comercializan estos productos y/o servicios y que porcentaje utiliza los productos para el consumo familiar. Se puede identificar que el 52.6 % de los productores cuentan con Musáceas en sus fincas 26.3% de ellos comercializan plátano. El 10.5 % de ellos cuentan con producción de granos básicos y 7.8% de estos lo comercializan. En cuanto a la producción de hortalizas 8% de ellos producen para consumo propio y de este grupo 5.2% comercializan lo producido. Un 10.5% productores están involucrados en la producción de tubérculos de los cuales 2.6% comercializa. 47.4% cuentan con producción de cítricos de los cuales 23.7% comercian la producción de naranjas. En cuanto a ganadería 44.7% están involucrados en este rubro y 31.6% de ellos comercializan ya sea ganado para carne, leche o de derivados de la leche. 23.7% de los productores cuentan con árboles frutales dentro de su finca de los cuales 2.5% vende aguacate. 29% de los productores cuentan con árboles maderables aprovechables y 10.5% de los cuales han vendido madera ocasionalmente y únicamente 5.2% de los productores cuentan con actividades turísticas.

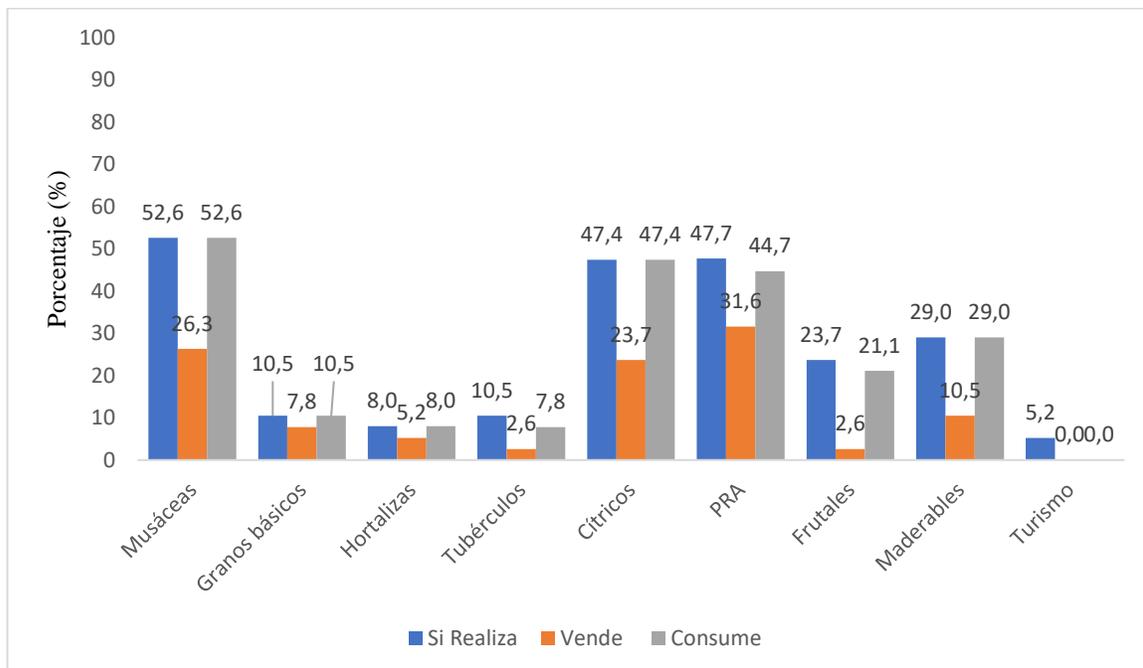


Figura 8. Porcentaje de Fincas por actividades productivas comercializadas y de consumo.

En el siguiente cuadro se detalla la cantidad de prácticas productivas por cooperativa; en promedio el 42.1% de los productores realizan cuatro actividades productivas, el 31.5 % realizan

tres actividades, 10.5% realiza dos actividades, 7.8% realiza cinco actividades y 7.8% se dedica únicamente a la producción de café.

Cuadro 8. Actividades productivas realizadas por cooperativas.

Cooperativa	Café	Granos básicos	Hortalizas	Tubérculos	Cítricos	PR A	Frutas	Maderas	Turismo
COOPEELDOS	6	1	0	2	0	2	2	5	0
COOPESABALITO	6	0	0	0	2	3	2	4	1
COOPECERROAZUL	5	1	0	0	5	2	0	1	0
COOPESARAPIQUI	5	0	1	1	0	1	0	0	0
COOPEMIRAMONTES	5	0	2	1	0	4	1	0	1
COOPEPILANGOSTA	6	2	0	0	6	4	0	0	0
COOPELLANONITO	5	0	0	0	5	1	4	1	0

Por consiguiente, es importante tomar en cuenta que el precio promedio de pago a los productores por fanega fue de 67638.89 ¢ (120 \$ al tipo de cambio jun/2017) y 69194.44 ¢ (122 \$ al tipo de cambio jun/2018); en el **Cuadro 9** se pueden observar los valores mínimos y máximos para los dos periodos de cosecha; también se puede observar el detalle de precios por cooperativa en el **Anexo 9**.

Cuadro 9. Medias resumen para el precio por fanega de los periodos 2016-2017 y 2017-2018.

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.
PrecioCafe16-17	36	67638.89	6676.84	55000.00	80000.00
PrecioCafe17-18	36	69194.44	5780.85	60000.00	80000.00

Las variables utilizadas fueron producción de fanegas/ha, costos/ha, ingresos/ha, área de la finca, altitud, participación del proyecto “Caficultura ante el cambio climático”, actividades de manejo, actividades productivas y actividades de consumo. De las variables mencionadas anteriormente la cantidad de insumos (p valor = 0.03) y costos/ha (p valor = 0.06) mostraron una relación significativa con respecto a las categorías de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de las fincas (**Cuadro 10**).

Cuadro 10. Tablas de contingencia para variables categóricas.

Clasificación	Variable	Clasificación de variables	Grados de libertad	p valor
Categoría de Vulnerabilidad	Fanegas /ha 16-17	Baja (<10) Media (11-25) Alta (26 >)	3	0.66
Categoría de Vulnerabilidad	Fanegas/ha 17-18	Baja (<10) Media (11-25) Alta (26 >)	3	0.2
Categoría de Vulnerabilidad	Total, costo/ha	Bajo (<550 000) Medio (>560 000) Alto (>1 millón)	3	0.06
Categoría de Vulnerabilidad	Total, Ingresos /ha	Bajo (< 1 millón) Medio (1,5 -2 millones) Alto (> 2,5 millones)	3	0.60
Categoría de Vulnerabilidad	Área de la finca	Pequeña (< 1-2.5) Mediana (3-5) Grande (6 >)	3	0.4
Categoría de Vulnerabilidad	Altitud	Baja (<500) Media (500-1000) Alta (> 1000)	3	0.9
Categoría de Vulnerabilidad	Participación en el proyecto	Si No	3	0.16
Categoría de Vulnerabilidad	Actividades de manejo	Medio (< 5-6) Alto (7-11)	3	0.16
Categoría de Vulnerabilidad	Insumos	Medio (3-5) Alto (6-8)	3	0.03
Categoría de Vulnerabilidad	Actividades productivas	Bajo (<5-6) Medio (7-10)	3	0.4
Categoría de Vulnerabilidad	Actividades de consumo	Bajo (< 4-5) Medio (5 >)	3	0.7

En la **Figura 9** se puede observar que la cantidad de insumos medio (de 3 a 5 insumos) es más cercana a la categoría moderada y medianamente crítica y la cantidad de insumos alta (de 6 a 8 insumos) cuenta con mayor cercanía a categorías de vulnerabilidad regular. Los costos por hectáreas con clasificaciones de bajo (<550 000) es cercano a categorías medianamente crítica y crítica, los costos medios (>560 000) se encontraron cerca a la categoría regular y los altos (>1 millón) costos de producción se encontraron cercanos a categorías moderadas y regular.

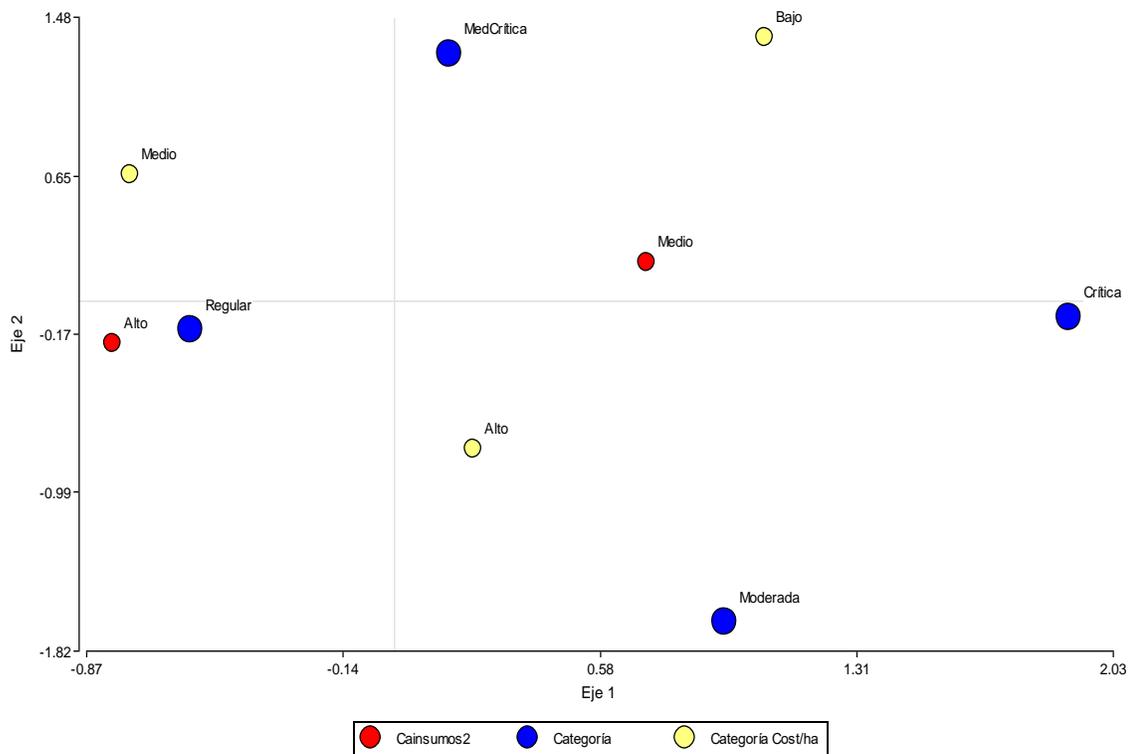


Figura 9. Análisis de correspondencia para las variables categoría de vulnerabilidad y capacidad adaptativa y cantidad de insumos utilizados y costos por hectárea.

Nota: Canisumos: Cantidad de insumos, Cost/ha: costos de producción por ha, Categoría: Nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.

Objetivo 2. Contraste entre fincas con y sin implementación de prácticas de adaptación/mitigación

Fueron identificadas siete prácticas principales de adaptabilidad realizadas por los productores siendo estas: manejo de sombra (uso de podadora telescópica), introducción de variedades mejoradas, sistema de cosecha de agua, construcción de abonera, siembra de árboles, producción de abonos y manejo de malezas (uso de moto-guadaña). De 38 productores entrevistados 30 (79%) de ellos están implementando prácticas de los cuales 25 (66%) de ellos cuentan con prácticas en proceso de ejecución y 8 (21%) realizan en promedio una o ninguna práctica (**Figura 10**). Se encontró que 23 (61%) productores utilizan podadora telescópica para el manejo de sombra; 36 (95%) cuentan en promedio con dos variedades resistentes (**Anexos 9,10**), tres (8%) están en proceso de ejecutar sistemas de cosecha de agua; uno construyó una abonera para producción y almacenamiento, tres de ellos producen abonos orgánicos de manera regular; uno de ellos utiliza moto-guadaña para el control de malezas y 14 de ellos siembran árboles regularmente. En promedio los productores realizan dos prácticas y cuentan con una en proceso de realización (**Anexo 10**).

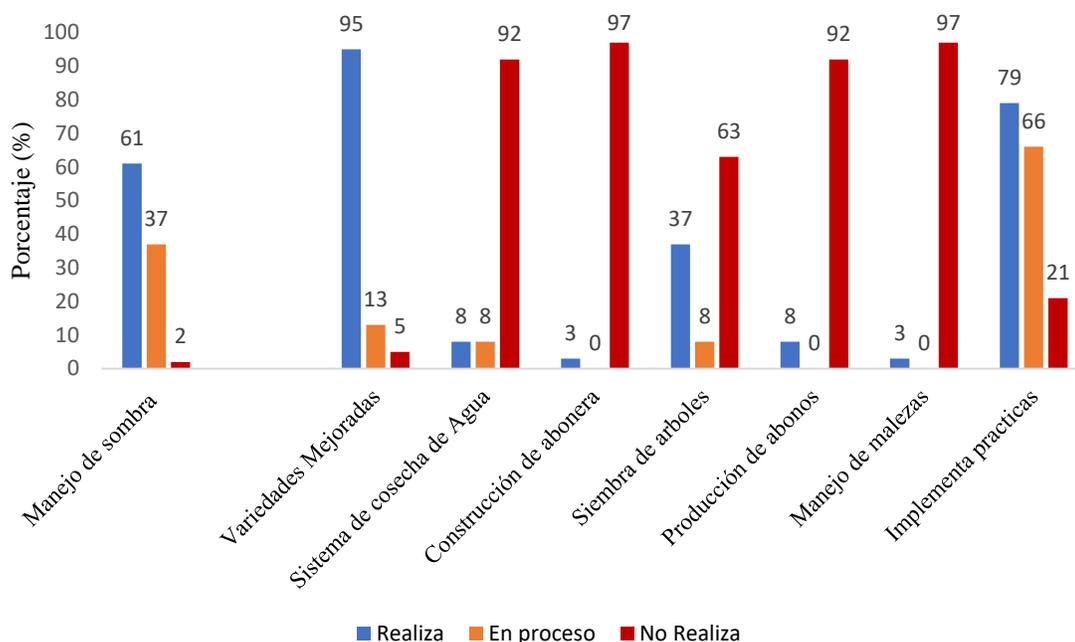


Figura 10. Porcentaje de productores que realizan prácticas.

En el **Cuadro 11** se describe a detalle por cooperativa qué cantidad de prácticas están realizando y cuáles se encuentran en proceso. Las prácticas realizadas con mayor frecuencia fueron la introducción de variedades mejoradas donde cinco (13.15%) productores se encontraba en el proceso de realizar esta práctica; seguida de siembra de árboles de servicio y maderables (barreras rompe-vientos) donde únicamente 3 (7.8%) productores están en proceso y finalmente el manejo de sombra intermedia (4,5 m) en forma de paraguas donde 14 (36 %) de los productores aún no habían realizado esta práctica.

Cuadro 11. Prácticas implementadas por las cooperativas; en el periodo de visitas de noviembre 2018 a febrero 2019.

Cooperativa	Práctica	Práctica implementada FA/%	Práctica implementada en proceso FA/%	No implementa la práctica FA/%
COOPEELDOS	Manejo de sombra intermedia (4,5 m) en forma de paraguas (uso de podadora telescópica)	4 (67%)	0 (0%)	2(33%)
COOPESABALITO		4 (67%)	2 (33%)	2 (33%)
COOPECERROAZUL		3 (60%)	2 (40%)	2 (40%)
COOPESARAPIQUI		2 (40%)	2 (40%)	3 (60%)
COOPEMIRAMONTES		3 (60%)	3 (60%)	2 (40%)
COOPEPILANGOSTA		4 (67%)	3 (50%)	2 (33%)
COPELLANOBONITO		3 (60%)	2 (40%)	2 (40%)
COOPEELDOS	Introducción de lote de variedades mejoradas	6 (100%)	1 (17%)	0 (0%)
COOPESABALITO		6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
COOPECERROAZUL		5 (100%)	1 (20%)	0 (0%)
COOPESARAPIQUI		5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

COOPEMIRAMONTES		5 (100%)	1 (20%)	0 (0%)
COOPEPILANGOSTA		6 (100%)	1 (17%)	0 (0%)
COOPELLANOBONITO		3 (60%)	1 (20%)	2 (40%)
COOPEELDOS	Sistema de cosecha de agua para riego.	0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPESABALITO		0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPECERROAZUL		0 (0%)	2 (40%)	5 (100%)
COOPESARAPIQUI		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEMIRAMONTES		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEPILANGOSTA		0 (0%)	1 (17%)	6 (100%)
COOPELLANOBONITO		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEELDOS	Elaboración de abonos orgánicos	0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPESABALITO		0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPECERROAZUL		2 (40%)	0 (0%)	3 (60%)
COOPESARAPIQUI		1 (20%)	0 (0%)	4 (80%)
COOPEMIRAMONTES		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEPILANGOSTA		0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPELLANOBONITO		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEELDOS	Construcción de abonera	0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPESABALITO		0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPECERROAZUL		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPESARAPIQUI		1 (20%)	0 (0%)	4 (80%)
COOPEMIRAMONTES		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEPILANGOSTA		0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPELLANOBONITO		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEELDOS	Siembra de árboles de servicio y maderables (barreras rompe-vientos)	4 (67%)	0 (0%)	2 (33%)
COOPESABALITO		1 (17%)	1 (17%)	5 (83%)
COOPECERROAZUL		4 (80%)	0 (0%)	1 (20%)
COOPESARAPIQUI		1 (20%)	1 (20%)	4 (80%)
COOPEMIRAMONTES		3 (60%)	0 (0%)	2 (40%)
COOPEPILANGOSTA		1 (17%)	0 (0%)	5 (83%)
COOPELLANOBONITO		0 (0%)	1 (20%)	5 (100%)
COOPEELDOS	Manejo de malezas (uso de moto-guadaña)	0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPESABALITO		1 (17%)	0 (0%)	5 (83%)
COOPECERROAZUL		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPESARAPIQUI		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEMIRAMONTES		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
COOPEPILANGOSTA		0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)
COOPELLANOBONITO		0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)

Tomando en cuenta la importancia de las prácticas de siembra de árboles y el manejo de sombra dentro del cafetal; se observó que en promedio los productores han usado la podadora al menos una ocasión y con un máximo de tres veces (**Anexo 12**). En cuanto a la siembra de árboles los productores que realizan esta práctica siembran en promedio 42 árboles anualmente **Figura 11**. Los árboles utilizados con mayor frecuencia son árboles frutales en un 18% (naranja, limón, mandarina, aguacate, jocote, entre otros) árboles maderables en un 11% (laurel- *Laurus nobilis*, guachipilín -*Diphysa americana*, eucalipto-*Eucalyptus sp* y cedro- *Cedrus sp*) y árboles de

servicio en un 68 % (poró-*Erythrina poeppigiana*, madero negro- *Gliricidia sepium* y guabas-*Inga ssp*) (**Anexo 15**).

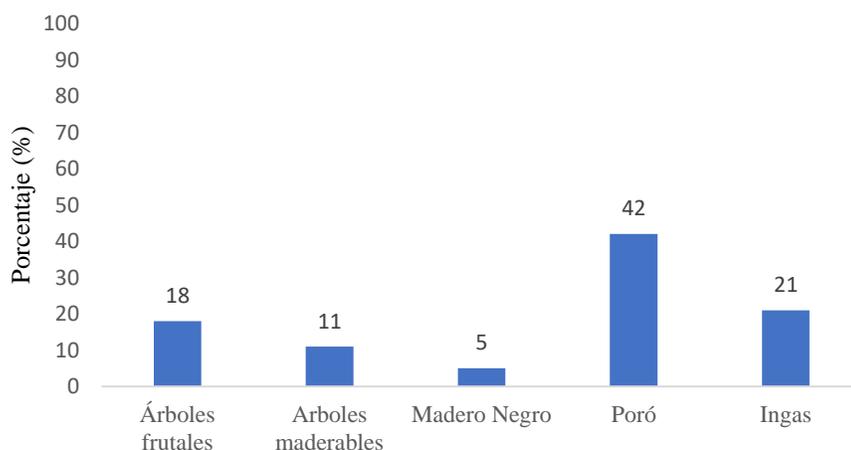


Figura 11. Porcentaje de fincas que siembran árboles dentro del cafetal según variedad.

La práctica más ampliamente realizada fue la introducción de variedades resistentes a plagas y enfermedades. Inicialmente se realizó una encuesta para registrar las variedades utilizadas de las cuales se pudieron cuantificar 15 variedades: Híbrido F1 indefinido, IAPAR, Catigua, San Isidro, Victoria 14, Tupi, Marsellesa, Obata, Costa Rica 95, Caturra, Venecia, Catuaí y Villa Sarchí, Veranero, Pacamara. Los productores utilizan en promedio tres variedades, siendo el mínimo dos y el máximo 7 variedades; 60% de los productores utilizan variedades susceptibles y 94.7% utilizan variedades resistentes (**Figura 12**). En este caso las variedades más utilizadas fueron Obata en primer lugar con 87% con edad de un año y área de 0.79 ha en promedio; Costa Rica 95 con 68% en segundo lugar con edad de seis años y medio y área de 1.63 ha promedio Catuaí en tercer lugar con 42%, edad de siete años y área de 0.70 ha en promedio y en último lugar Caturra con 39% edad de siete años y área de 0.4 ha en promedio (**Anexo 16**).

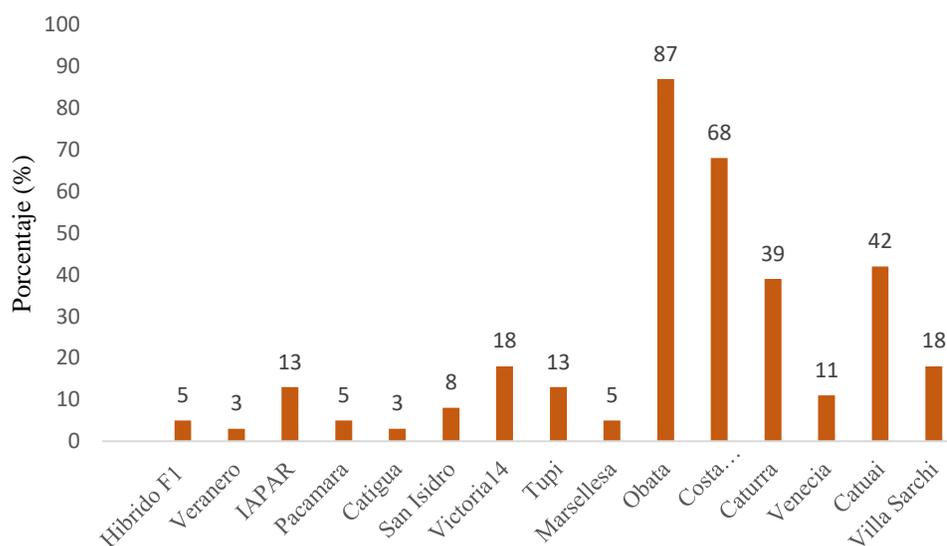


Figura 12. Porcentaje de fincas según las variedades utilizadas por los productores.

Implementar prácticas cuenta con una relación con el porcentaje de frutos brocados, frutos brocados con *Beauveria* (**Figura 13**). Para el caso de los frutos brocados (p valor: 0.08) hay una presencia no crítica en fincas donde se implementan prácticas de adaptabilidad; los frutos brocados (p valor: 0.0002) con *Beauveria* existe presencia en fincas que implementas prácticas, esta variable se traslapa con la presencia no crítica de minador de la hoja (p valor: 0.0002). Por el contrario, en finca que no se implementan prácticas o se realizan en cantidad mínima, se encontró presencia crítica de frutos brocados he inexistencia de frutos brocados con presencia de bio-controlador (*Beauveria*) y de minador de la hoja en nivel no crítico.

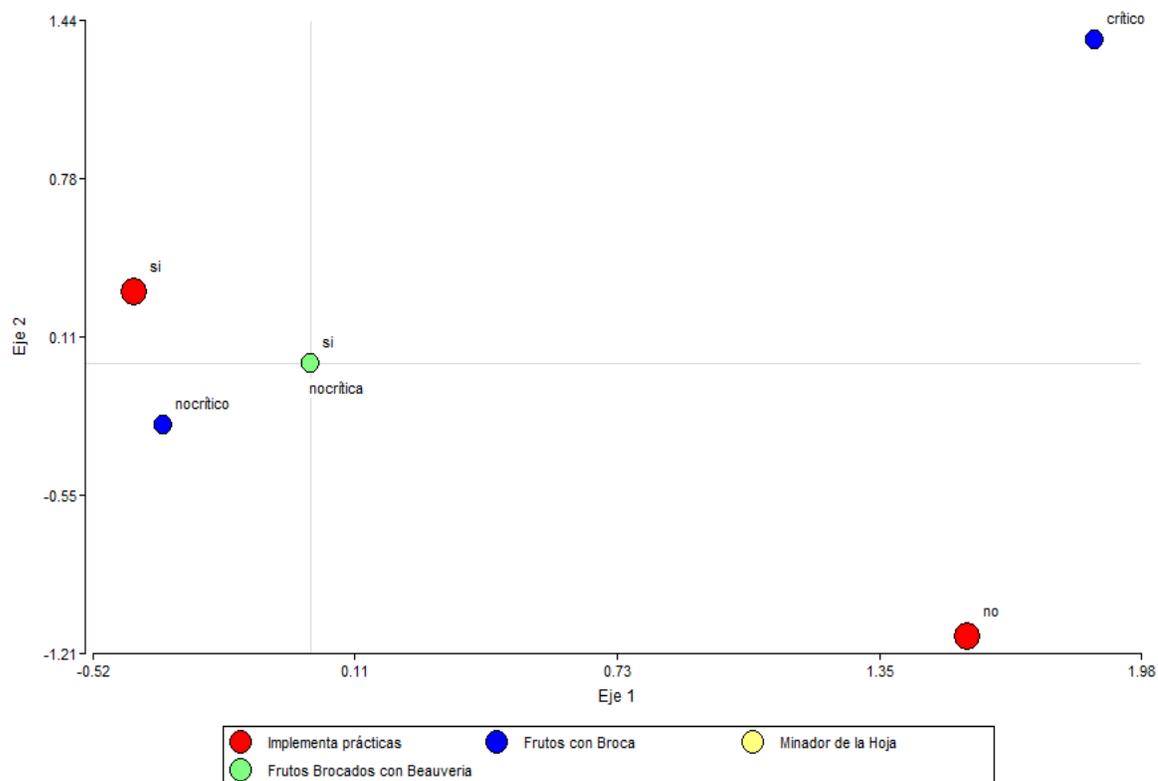


Figura 13. Análisis de correspondencia de la relación de la implementación de prácticas, frutos brocados, frutos brocados con *Beauveria* y minador de la hoja.

Complementario al análisis anterior se realizó una prueba T (**Cuadro 9**) dando como resultado dos variables con significancia: Frutos con broca (p valor=0.06) y frutos con broca y *Beauveria* (p valor=0.01). Ambos encontraron valores más altos en fincas donde existe al menos una práctica en proceso. En las fincas de los productores no participantes del proyecto se encontró mayor presencia de frutos brocados y frutos brocados con *Beauveria*.

Cuadro 12. Prueba T para muestras independientes para las variables de participación frutos con broca y frutos con broca y *Beauveria*.

Clasificación	Variable		Media (1)- Media (2)	LI (95)	LS (95)	p-valor
No Participación	Frutos con broca		35.33	-2.25	72.91	0.06
No Participación	Frutos con broca y <i>Beauveria</i>		3.94	0.82	7.06	0.01

En general las prácticas que mostraron relación con el nivel de vulnerabilidad fueron siembra de árboles de servicio y maderables (barreras rompe vientos) e introducción de variedades mejoradas. Las categorías regular y moderada presentaron relación con la presencia de variedades mejoradas (p valor= 0.017) y con todas las cooperativas a excepción de COPELLANOBONITO (p valor= 0.003); la siembra de árboles mostró relación con la categoría regular (p valor= 0.0236) y las cooperativas COPEMIRAMONTE, COPEELDOS y COPECERROAZUL (p valor= 0.0216) (**Figura 14**).

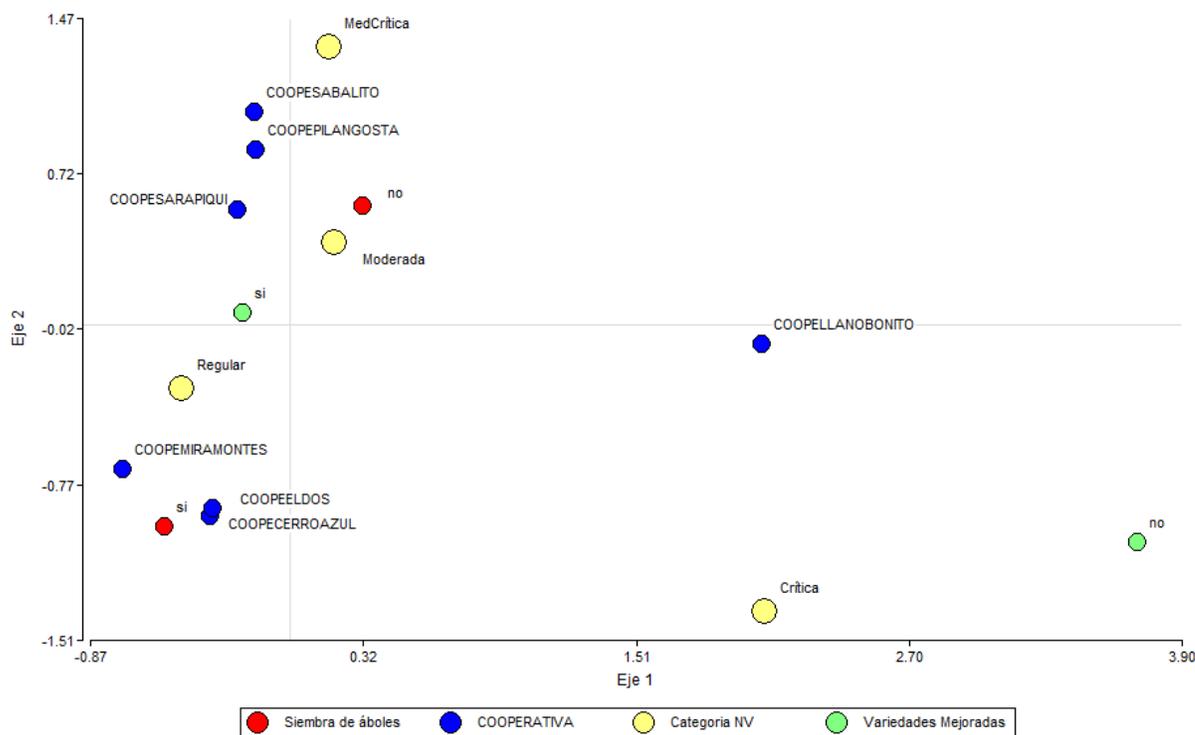


Figura 14. Análisis de correspondencia para las variables de nivel de vulnerabilidad, cooperativas y prácticas de introducción de variedades mejoradas y siembra de árboles.

Las variables categóricas de mancha de hierro (p valor: 0.02), frutos brocados con Beauveria (p valor: < 0.0001), nudos productivos (p valor: 0.06) y minador de la hoja (p valor: < 0.0001), presentaron relación en cuanto a la presencia de variedades resistentes. Las variables Fanegas/ha 2017-2018 (p valor: 0.03), *Simplicillium* (p valor: < 0.0001), *Mycodiplosis* en roya (p valor: 0.08), mancha de hierro (p valor: 0.04) y nudos productivos (p valor: 0.01) están relacionadas a la presencia de variedades susceptibles (**Anexos 18, 19 y 20**). La ausencia de variedades susceptibles está asociada a presencia de mancha de hierro a nivel altamente crítica, ausencia de simplicillium, producción en fanega/ha 2017-2018 media y promedio de nudos productivos medio. En cambio, la presencia de variedades susceptibles es asociado a presencia de simplicillium, producción fanega/ha 2017-2018 baja, presencia de mancha de hierro a nivel no crítica y nudos productivos con promedio bajo. En el caso de la ausencia de variedades resistentes la cual está relacionada con presencia de mancha de hierro no crítica, presencia de simplicillium y cantidad de nudos productivos en promedio bajo; por el contrario, la presencia de variedades resistentes está relacionada a presencia de mancha de hierro altamente crítica, ausencia de simplicillium, cantidad de nudos productivos medio, presencia no crítica del minador de la hoja y ausencia de *Mycodiplosis* en roya (**Figura 15**).

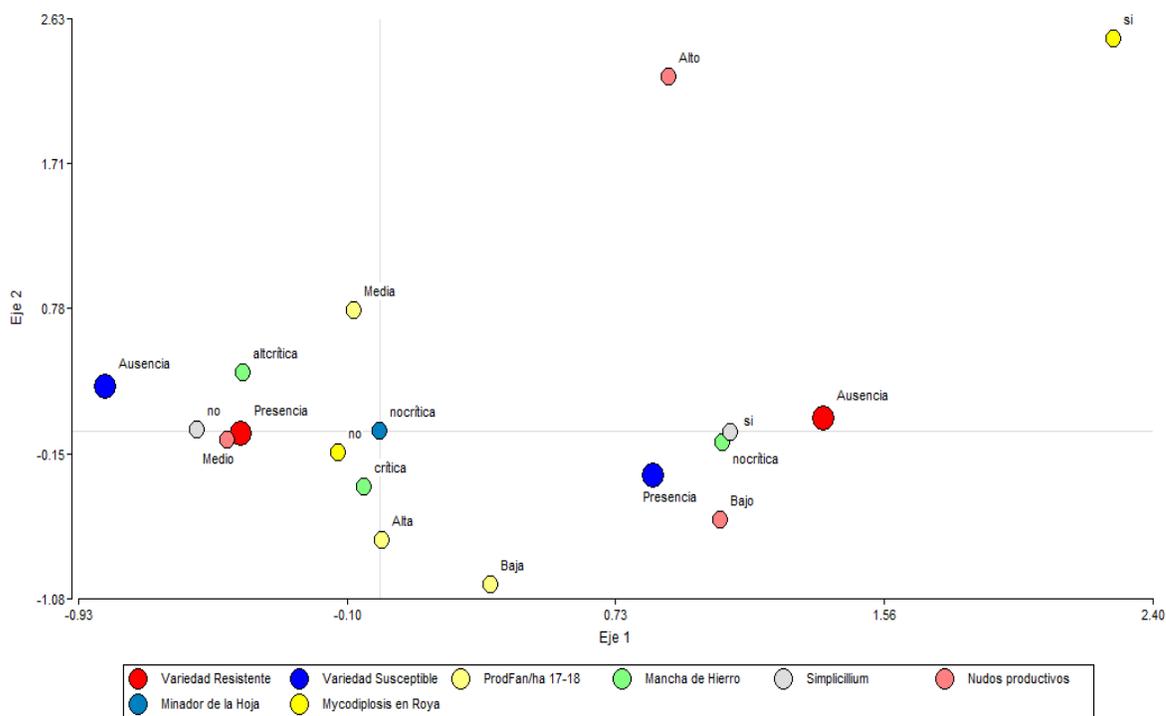


Figura 15. Análisis de correspondencia para las variables de variedades resistentes, variedades susceptibles y variables relacionadas a estas.

Utilizando un análisis de prueba T se pudo determinar que la presencia de variedades susceptibles y variedades mejoradas presentaron diferencias significativas con respecto variables tomadas en campo. Las plantaciones que cuentan con variables susceptibles son en promedio de 4 a 6 años mayores que las plantaciones con variedades resistentes; en plantaciones con variedades susceptibles cuentan con mayor presencia de *Simplicillium*.

Cuadro 13. Prueba T para las variables de variedades susceptibles y variedades resistentes.

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Mediana (1)	Mediana (2)	Mediana (1)-Mediana (2)	p-valor
Variedad susceptible	Edad promedio	{0.00}	{1.00}	19	19	9.24	13.42	-4.18	0.08
Variedad susceptible	Simplicillium	{0.00}	{1.00}	19	19	0.00	0.37	-0.37	0.00
Variedad susceptible	Nudos Productivos	{0.00}	{1.00}	19	19	80.43	71.27	9.15	0.01
Variedades resistentes	Edad promedio	{0.00}	{1.00}	9	29	16.33	9.78	6.56	0.02
Variedades resistentes	Simplicillium 1	{0.00}	{1.00}	9	29	0.48	0.09	0.38	0.02

En la **Figura 16** se puede observar que los productores participantes del proyecto están realizando dos o más prácticas (p valor= 0.004), mientras que los productores que no participaron cuentan con al menos una práctica en proceso (p valor= 0.001).

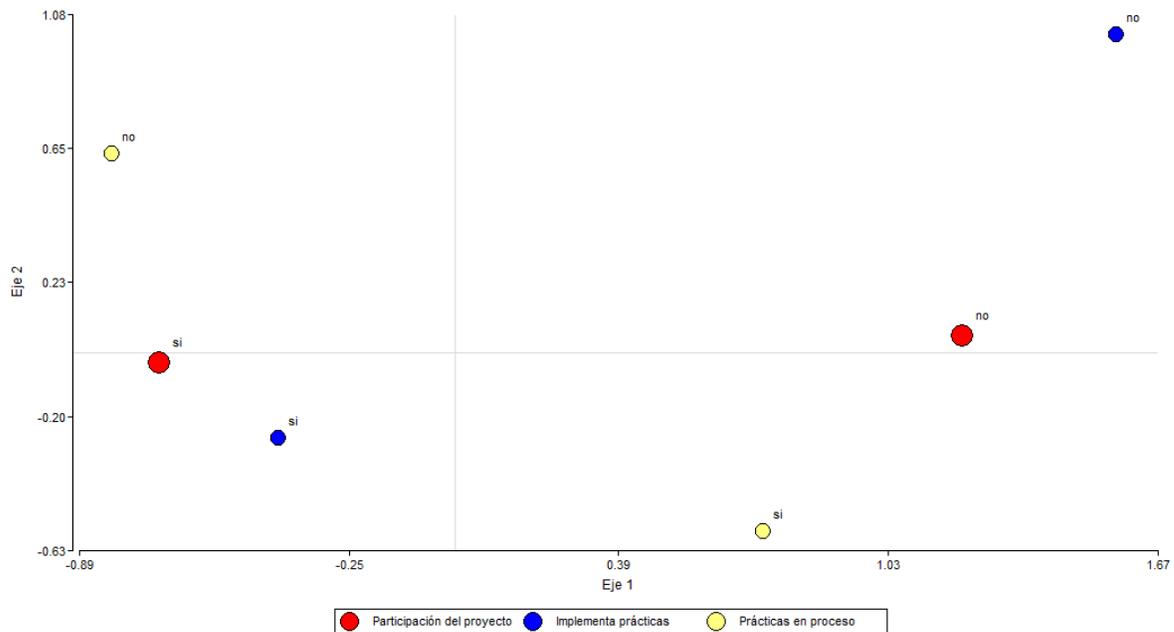


Figura 16. Análisis de correspondencia para las variables implementación de prácticas y prácticas en proceso.

Análisis simultáneos demuestran que los productores que estuvieron involucrados en el proyecto realizan en promedio una práctica más en comparación con los no participantes del proyecto (**Cuadro 14**).

Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes para las variables de prácticas realizadas y prácticas en proceso.

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Mediana (1)	Mediana (2)	DE (1)	DE (2)	Valor p
Participación	Prácticas Realizadas	0	1	14	24	1.43	2.50	1.02	0.72	0.004
Participación	Prácticas en proceso	0	1	14	24	1.21	0.33	0.58	0.56	0.001

Objetivo 3. Identificación de principales factores limitantes.

Para la primera pregunta “¿Considera que la adopción de las prácticas, son sencillas de implementar y por qué?” (**Figura 17**), un 70.8 % de los productores respondió que si son fáciles de implementar. De los productores que contestaron “SI” a esta pregunta el 29.2 % dijo que son sencillas y necesarias, un 16.6% contestó que es necesario conocer más detalles de cómo realizar las prácticas, un 12.5% respondió que, si son fáciles de hacer, pero es necesario invertir para efectuarlas y un 12.5% respondió que es necesario contar con apoyo técnico para llevarlas a cabo. Un 29.2 % de los productores consideró que No son fáciles de implementar debido a que es necesario contar con recursos económicos para invertir en la implementación de estas.

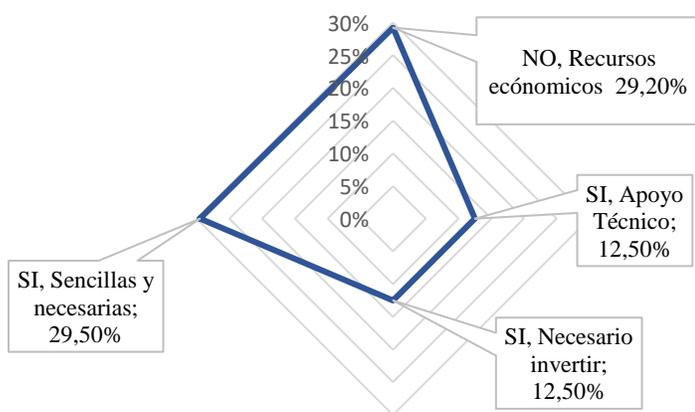


Figura 17. Porcentaje de productores Las prácticas, son sencillas de implementar y por qué motivo.

Posteriormente se les cuestionó a los productores que factores consideraban era limitantes a la hora de implementar estas prácticas a lo cual (**Figura 18**), un 29.6% dijo que no contar con apoyo técnico y las herramientas limita la adopción de prácticas, un 25% expresó que los bajos precios del café es un factor limitante a la hora de distribuir los recursos para las actividades en

la finca; un 25 % dijo que una limitante es la falta de disposición del productor y un 20.8% respondió que la falta de recursos económicos es un factor limitante.

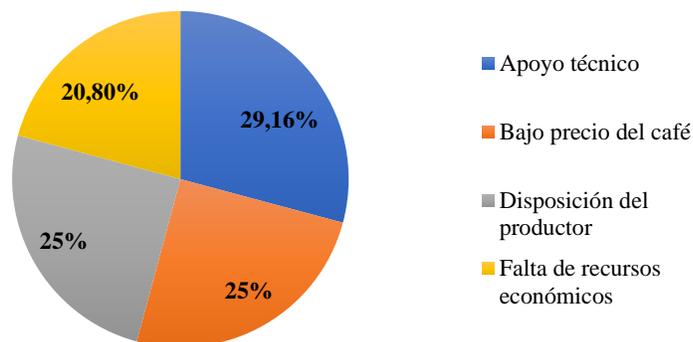


Figura 18. Porcentaje de productores que mencionaron factores limitantes para la implementación de prácticas.

Para la tercera pregunta se les consultó a los productores “¿Qué factores podrían hacer más fácil la adopción de estas medidas?” (**Figura 19**), el 37.5 % contestó que es necesario apoyar al productor con financiamiento o facilitación de materiales para este tipo de proyectos; un 37.5 % dijo que las capacitaciones, el apoyo técnico y darle seguimiento al proyecto facilitarían la implementación de estas prácticas; 12.5 % expresó la necesidad de conocer más sobre las prácticas para poder llevarlas a cabo; 8.3 % dijo que la disposición del productor es un factor clave y 4.2% de ellos dijo que créditos con bajos intereses para los productores podrían ser de ayuda para invertir en este tipo de prácticas.

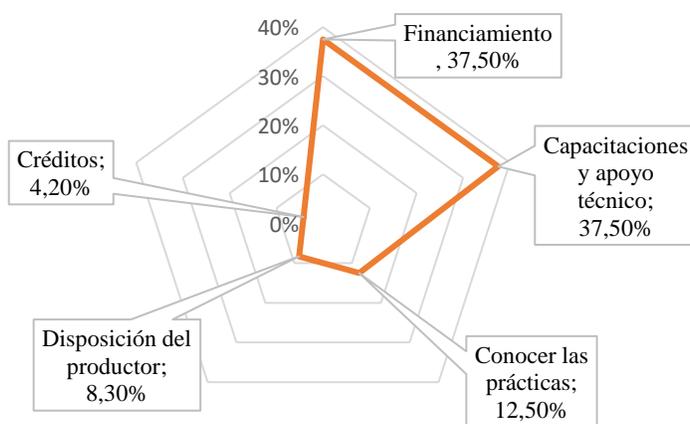


Figura 19. Porcentaje de finqueros que identificaron Factores que faciliten la adopción de prácticas.

La cuarta pregunta hacía referencia a que prácticas está ejecutando el productor y que tanto se le ha dificultado el proceso de ejecución (**Figura 20**). En este caso de los 24 productores entrevistados las prácticas realizadas con mayor frecuencia son: la introducción de variedades resistentes (100%) y manejo de sombra tipo paraguas (91.6%). Las dificultades expuestas por

los productores fueron en primer lugar la distribución del tiempo y la disposición de realizar las prácticas (29.2%), en segundo lugar, la falta de recursos económicos para aumentar el área de nuevas variedades de café (12.5%); en tercer lugar, orientación acerca del manejo de nuevas variedades (8.3%) y el último lugar dificultad para transportar la podadora telescópica en pendientes muy pronunciadas (4.2%).

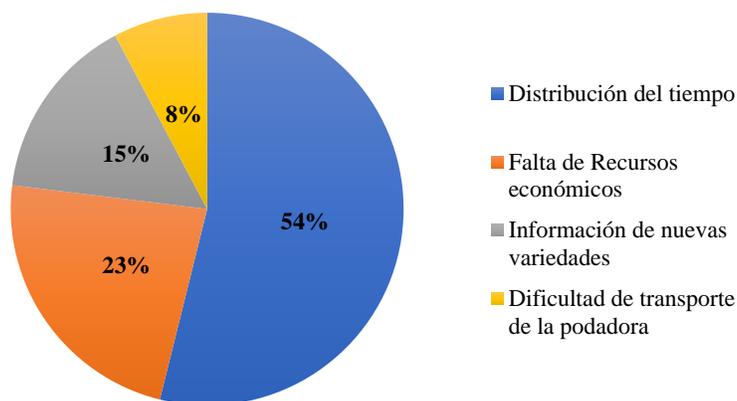


Figura 20. Porcentaje de productores que han tenido dificultades en la ejecución de prácticas

En la pregunta número cinco se le solicitó al productor mencionar otras variables de importancia para ser consideradas, las cuales no fueron tomadas en cuenta en la evaluación y que podrían ser exploradas (**Figura 21**). Un 50% respondió no contemplar ninguna otra variable a estudiar ya que consideran la evaluación muy completa; un 8.3% menciona que se debieron tomar en cuenta más prácticas asociadas a la fertilidad del suelo y un 37.5% brindó respuestas muy variables (cada una de ellas con una frecuencia absoluta de uno) tales como recomendaciones de manejo de nuevas variedades, dar seguimiento a las prácticas, conservación de áreas boscosas, organismos gubernamentales involucrados en este tipo de procesos, uso de *musas* como alternativa de sombra, limitaciones ligadas a los bajos precios del café, apertura hacia nuevos nichos de mercado, producción de café orgánico, alternativas de riego en café y tomar en cuenta las características de sitio más a fondo.

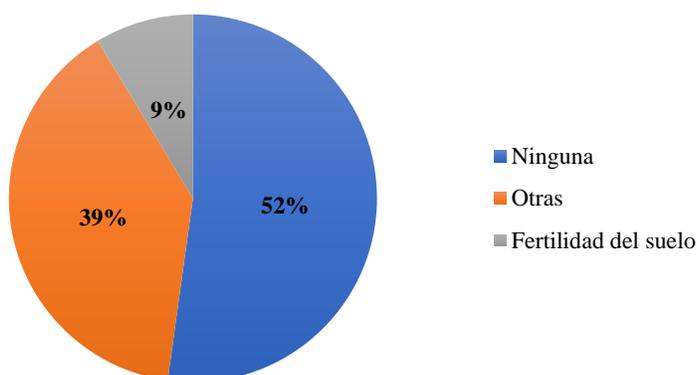


Figura 21. Porcentaje de finqueros que consideraron variables de importancia que deben ser exploradas.

En el caso de la pregunta seis “¿Qué otras prácticas podrían ser aplicadas al proceso de adaptabilidad?” (**Figura 22**), el 25% contestó que las prácticas de conservación de suelos y producción de abonos orgánicos y bioles deberían ser tomados en cuenta; un 16.6% consideró necesario observar el desarrollo de las variedades introducidas y las prácticas recomendadas en general, para tomar decisiones en base a estas, 45.8% dijo que se deben de tomar en cuenta los métodos de poda del café, la conservación de áreas boscosas en la finca, uso de diferentes árboles de servicio, sistemas de riego y contemplar los procesos de valor agregado al café. Por último, un 12.5% consideró que no es necesario tomar en cuenta otras prácticas.

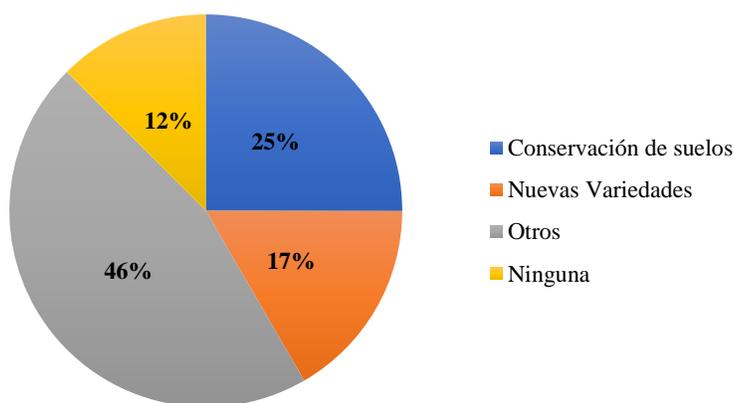


Figura 22. Porcentaje de productores que recomendaron prácticas que podrían ser aplicadas en el proceso de adaptabilidad.

En última instancia se le solicitó al productor que diera recomendaciones para abordar las limitantes antes mencionadas. 45.8% de los productores respondió que es necesario contar con los recursos económicos y/o los materiales necesarios para efectuar estas prácticas, 41.6% dijo que el apoyo técnico, el seguimiento y las capacitaciones son necesarias para el éxito de estas prácticas. Y el 12.5% (incluido en otros) de los entrevistados consideró necesario promover e incentivar a los productores cafetaleros a participar en este tipo de proyectos (4.1%), mejorar la calidad de café con el objetivo de alcanzar precios diferenciados (4.1) y en último lugar no hicieron ninguna recomendación (4.1%) (**Figura 23**).

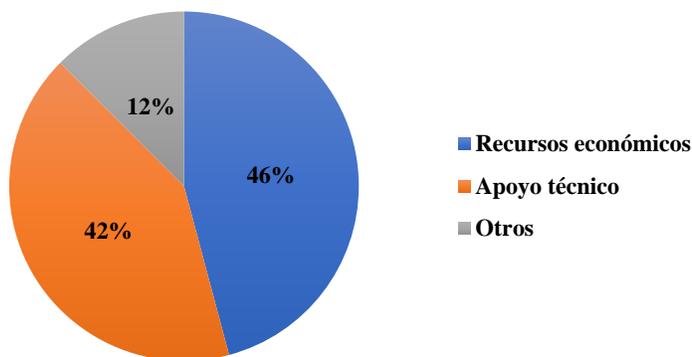


Figura 23. Porcentaje de productores que hicieron recomendaciones para abordar limitantes.

Objetivo 4. Utilidad de la herramienta de diagnóstico de vulnerabilidad y capacidad adaptativa

La primera pregunta “¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre cambio climático?” el 100% de los productores afirmó haber recibido capacitaciones; un 58.3% dijo haber sido capacitado por la cooperativa y por COOCAFE; un 37.5% haber recibida capacitación de la cooperativa, COOCAFE y también de ICAFE y el MAG y un 4.2% dijo haber recibido capacitaciones en algunas universidades e investigado por su cuenta, (**Figura 24**).

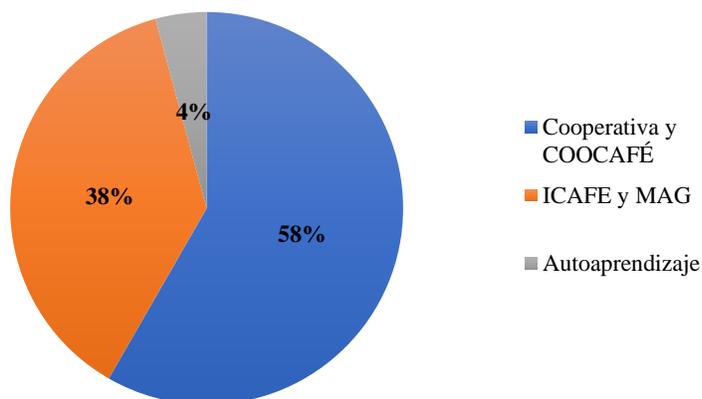


Figura 24. Porcentaje de finqueros que identificaron instituciones de las cuales han recibido capacitaciones.

En el caso de la segunda pregunta se le cuestiona al productor si conoce la herramienta para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático y sí puede interpretarla. Ha esto 58.3% de los productores respondieron que si conocen la herramienta y saben interpretarla más o menos y un 41.6% dijo conocerla y sabe interpretarla sin problemas, (**Figura 25**).

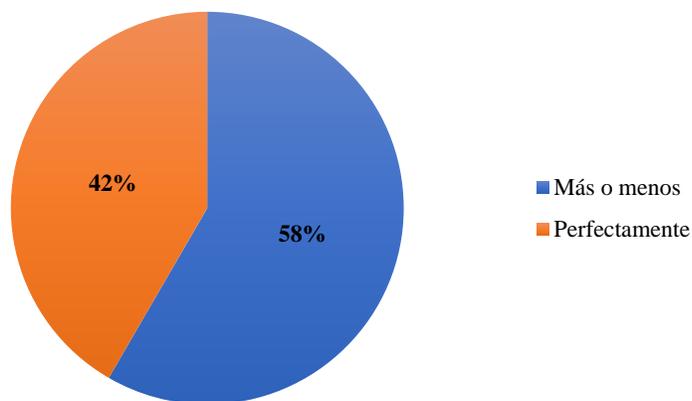


Figura 25. Porcentaje de productores que saben interpretar la evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.

A la pregunta “¿Considera que esta evaluación es útil para la toma de decisiones en sus fincas? ¿Por qué motivo?” (**Figura 26**), un 54.2% de los productores contestaron que si es de utilidad la evaluación ya que da la oportunidad de identificar puntos débiles en el manejo del cafetal y mejorar en base a la evaluación por ejemplo el manejo de la sombra, disminución del uso de herbicidas, entre otros cambios en las labores de la finca y un 45.8 % dijo que la evaluación es de utilidad por que el productor adquiere nuevos conocimientos al capacitarse y se prepara para los cambios que afectan la producción cafetalera.

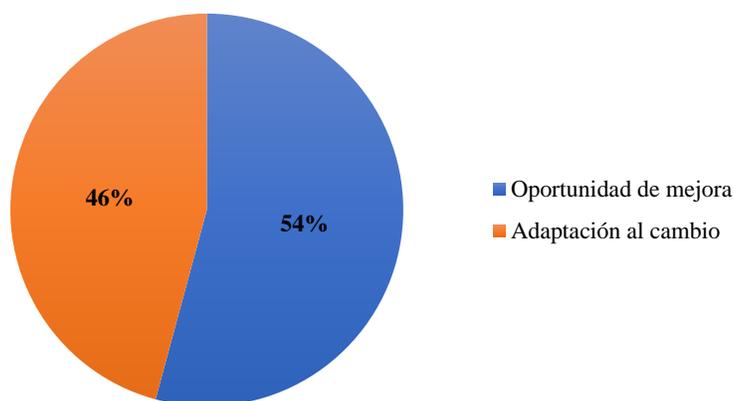


Figura 26. Porcentaje de productores que considera la herramienta de utilidad para la toma de decisiones a nivel de finca.

La antepenúltima pregunta de la entrevista cuestiona sobre los aspectos en que ha contribuido la evaluación a la toma de decisiones en su finca. A la cual el 54.2% contestó que han decidido hacer cambios con respecto a la adición de materia orgánica, cobertura del suelo y manejo de sombra. Un 20.8% dijo haber introducido al menos una variedad nueva. El 16.6% dijo que ha

mejorado en general el manejo del cafetal y un 8.3% dijo haber sembrado mayor cantidad de árboles para la sombra, (**Figura 27**).

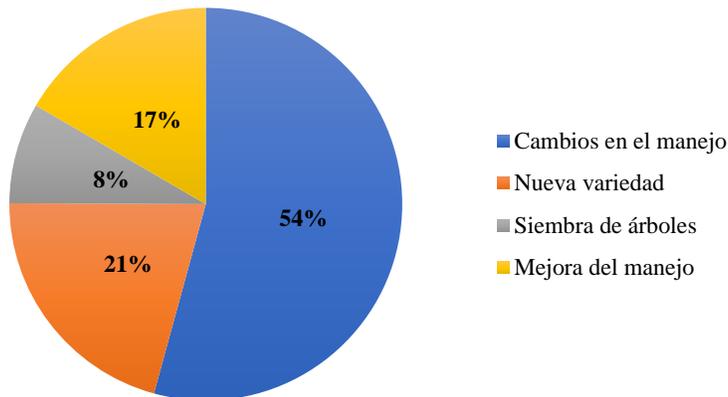


Figura 27. Porcentaje de productores que mencionaron algunos aspectos en que ha contribuido esta evaluación a la toma de decisiones.

En el caso de la penúltima pregunta “¿Cree usted que existen variables que no están siendo tomados en cuenta en esta evaluación?” el 50% considera que la evaluación es muy completa; 25% dijo que es necesario incluir capacitaciones y posibles organizaciones que puedan brindar apoyo, como parte de las variables; 16.6% contestó que hay que explorar formas de mejorar la rentabilidad del cafetal, formas alternativas de fertilización y variables edafoclimáticas de la zona; mientras que el 8.3% respondió que primero hay que evaluar los resultados de las prácticas antes de integrar nuevas variables o prácticas, (**Figura 28**).

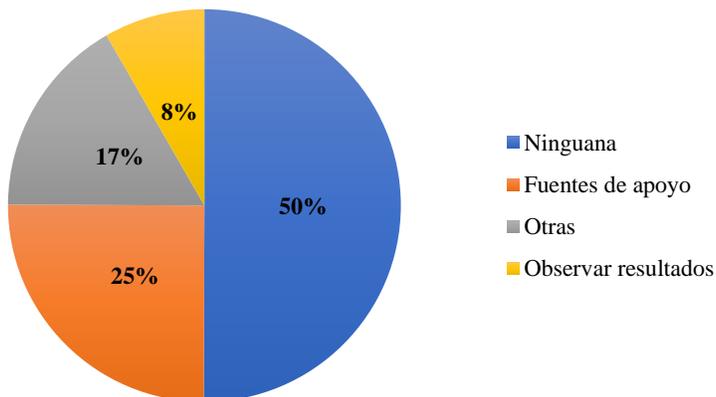


Figura 28. Porcentaje de productores que mencionaron variables por explorar.

La última pregunta efectuada a los productores consistía en sugerencias para la mejora de la evaluación en este caso un 87.5% de los productores respondió que es necesario dar seguimiento, apoyo técnico, capacitaciones y facilitación de materiales para fortalecer la evaluación y la adopción de prácticas; 8.3% dijo no dio ninguna recomendación y un 4.2%

contesto que se debe incluir el factor socioeconómico para evaluar que tan factible es la adopción de las prácticas recomendadas, (**Figura 29**).

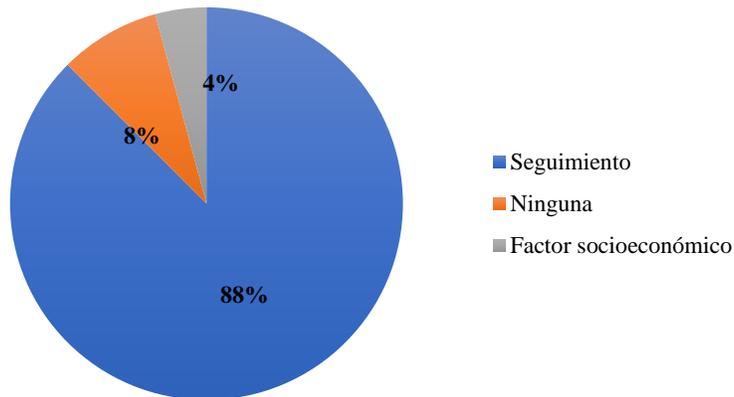


Figura 29. Porcentaje de productores que realizaron recomendaciones para la mejora de la evaluación.

Las entrevistas hechas a los gerentes y técnicos de cooperativa son presentadas de manera gráfica de tipo radar para poder resumir de manera sencilla y clara el punto de vista de ambos grupos encuestados. La primera pregunta “¿Considera usted que la variabilidad climática es un factor de importancia para la producción cafetalera? ¿Por qué?” el 33.3% de los gerentes respondió que la variabilidad climática afecta la producción del café debido al aumento de plagas y enfermedades; mientras un 66.6% contestó que la variabilidad climática afecta directamente los procesos fisiológicos de la planta. El 80% de los técnicos dijo que incide en el aumento de plagas y enfermedades y un 20% dijo que ha causado pérdidas de áreas anteriormente cafetaleras, (**Figura 30**).

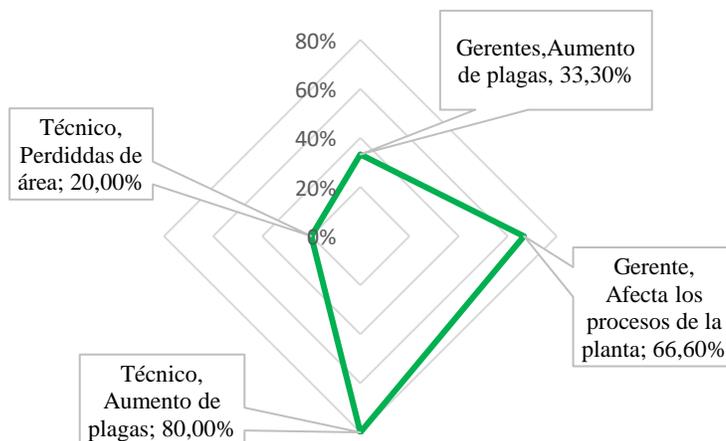


Figura 30. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre la influencia de la variabilidad climática sobre la producción cafetalera.

Para el caso de la segunda pregunta se les cuestiono a los técnicos “¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre la aplicación de la herramienta de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa?” mientras que a los gerentes se les preguntó “¿Cuál ha sido el interés inicial de la cooperativa por adoptar este tipo de evaluación?”. El 50% respondieron que el interés inicial de la cooperativa fue preparar a los productores para los cambios del sector con respecto a la variabilidad climática y para contar con sistemas de producción más sostenibles. Los técnicos dijeron haber recibido capacitaciones con COOCAFE y con el programa NAMA-CAFE (80%); el 20% de ellos dijo haber sido capacitado por el MAG y por el ICAFÉ, (**Figura 31**).

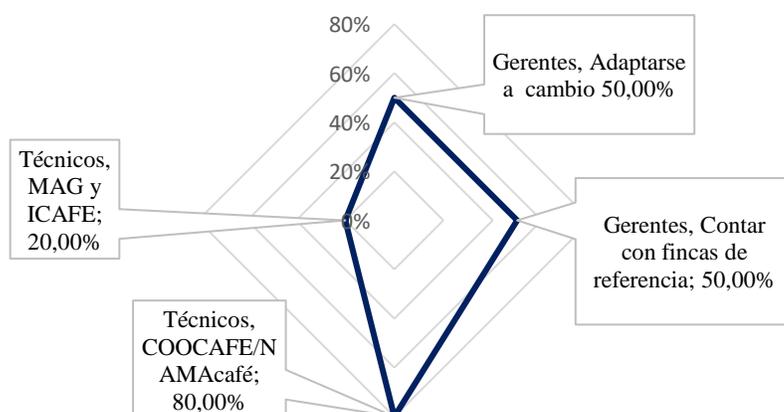


Figura 31. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre el interés inicial en el programa y capacitaciones recibidas por los técnicos.

En el caso de la tercera pregunta “¿Ha realizado usted alguna capacitación sobre prácticas que promuevan la adaptabilidad y resiliencia ante el cambio climático? Por favor lístelas”; el 66.6% de los gerentes dijo haber realizado capacitaciones con el apoyo de las instituciones del ICAFE, MAG y COOCAFE, mientras que un 33.3% de ellos dijo haber recibido capacitaciones con CATIE, MAG y COOCAFE. En cuanto a los técnicos el 40% dijo haber realizado capacitaciones con apoyo del proyecto NAMACAFE, 20% dijo no haber realizado capacitaciones, 40% dijo haber realizado capacitaciones sobre diversificación de sombra y elaboración de abonos orgánicos y bioles, (**Figura 32**).

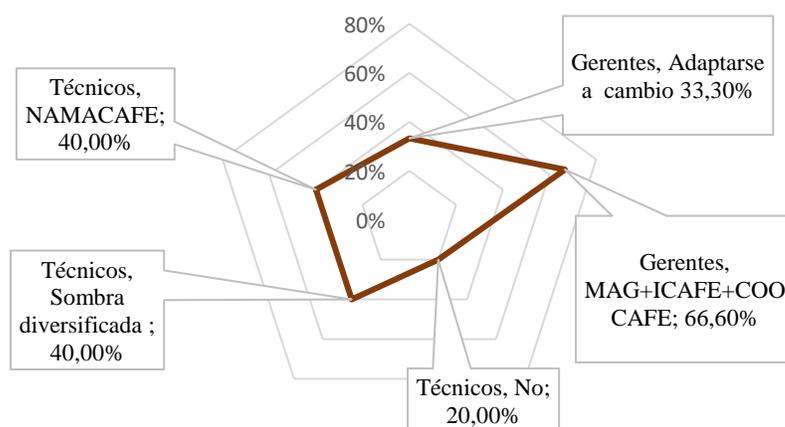


Figura 32. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre capacitaciones realizadas.

Para la cuarta pregunta “¿Conoce usted otro tipo de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa? ¿Cuál o cuáles?” el 66.6% de los gerentes contestó no conocer otra evaluación aparte de la utilizada durante el proyecto; un 16.6% dijo no conoce otra evaluación, sin embargo, es importante evaluar otras metodologías y un 16.6% dijo conocer una desarrollada por el ICAFE. El 100% de los técnicos dijo conocer únicamente la evaluación utilizada en el proyecto, (**Figura 33**).

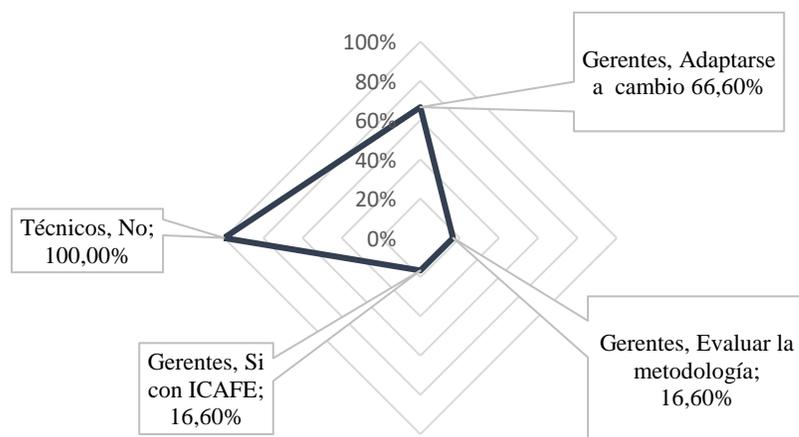


Figura 33. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre el conocimiento de otras evaluaciones de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.

Se les consultó a los gerentes y técnicos si consideraban de utilidad la evaluación para la toma de decisiones de los productores. A lo que el 83.3% de los gerentes contestó que si es de utilidad ya que los productores participantes adquieren un compromiso para poder transmitir los conocimientos aprendidos; un 16.7 % dijo si es de utilidad ya que permite que el productor analice sus actividades y realice cambios con base en este análisis. El 60% de los técnicos dijo que la herramienta es de utilidad para que el productor adquiriera conciencia sobre los cambios que se han dado y seguirán surgiendo sobre la producción cafetalera; un 20% dijo que, si es de utilidad pero que es necesario recibir acompañamiento de entidades gubernamentales y así poder implementarlo con una mayor cantidad de productores y un 20% que, si es de utilidad, pero que es necesario evaluar las prácticas recomendadas a mediano y largo plazo, (**Figura 34**).

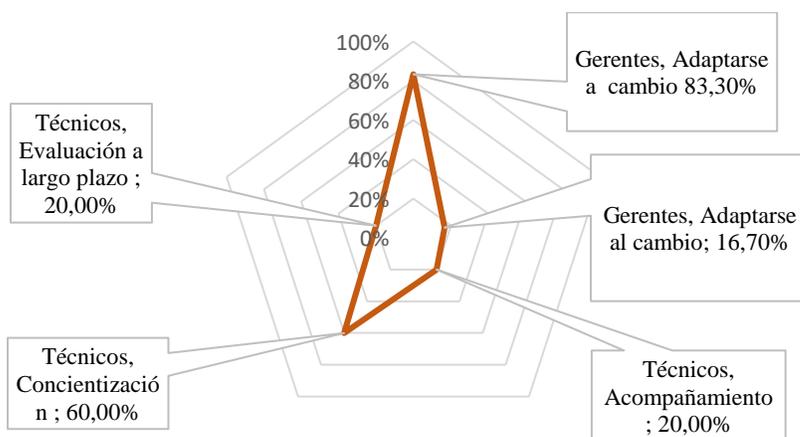


Figura 34. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre la utilidad de la herramienta y sus ventajas.

Se les cuestionó tanto a técnicos como a gerentes sobre los aspectos en que ha contribuido la evaluación a nivel técnico; el 60% de los técnicos ha ayudado a transmitir los conocimientos adquiridos por los productores participantes y el 40% de ellos expresó que primeramente se deben evaluar los resultados tanto de la evaluación como de las prácticas que han adoptado los productores para hacer conclusiones. Un 50% de los gerentes dijo que mediante las prácticas los productores mejoran las condiciones de su cafetal, un 33.3% dijo que los productores involucrados servirán de ejemplo para otros productores que quieran adoptar este tipo de prácticas y un 16.6% dijo que es necesario evaluar los resultados, (**Figura 35**).

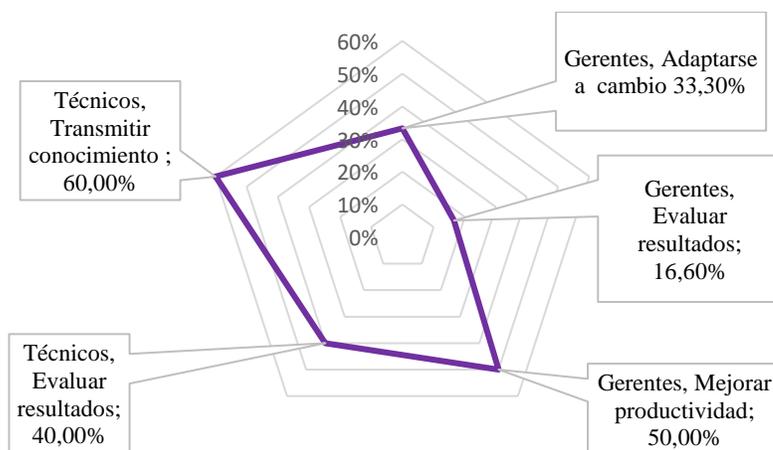


Figura 35. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre los aspectos en que ha contribuido la evaluación.

Con el objetivo de mejorar la herramienta de vulnerabilidad y capacidad adaptativa se les pidió a los técnicos y gerentes si consideran que existen variables que no fueron tomadas en cuenta en la evaluación. El 50% de los gerentes contestó que se deben hacer ajustes a la herramienta una vez evaluados los resultados; 16.6% dijo que es necesario incluir variables de nuevos nichos

de mercado y un 16.6% dijo que la herramienta se debería simplificar más para el mejor entendimiento de los productores. En cuanto a los técnicos el 40% contestó que se debe dar mayor énfasis a las prácticas de elaboración de abonos orgánicos y 40% dijo que es necesario contemplar las oportunidades de mejora, tomando en cuenta las nuevas variedades y sus posibles nichos de mercado, (**Figura 36**).

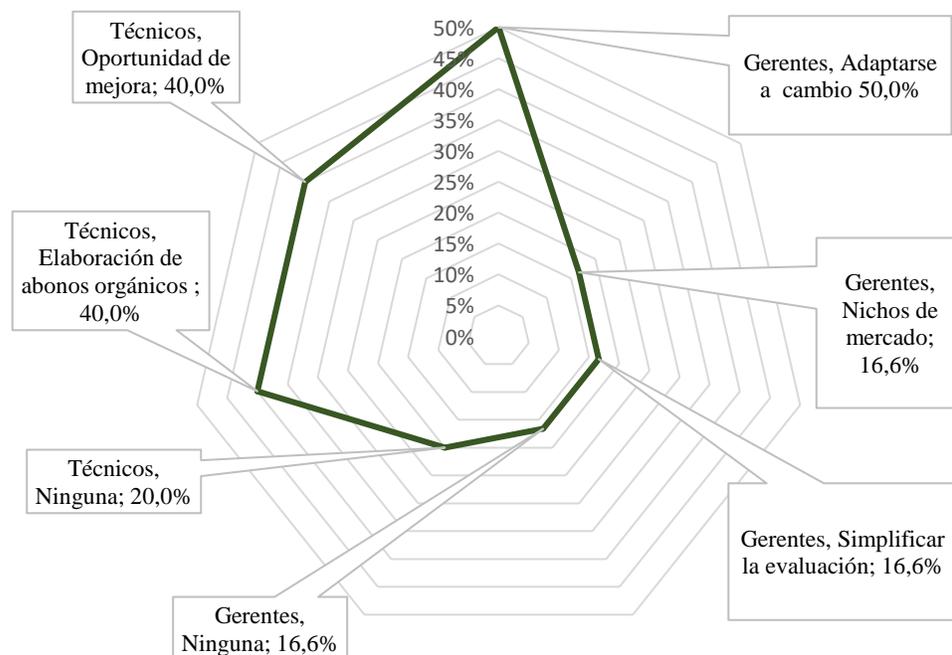


Figura 36. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre variables que no están siendo tomados en cuenta en la evaluación.

En última instancia se les solicitó dieran recomendaciones para la mejora de la herramienta; el 50% de los gerentes contestó que es importante divulgar la información recopilada de la experiencia de los productores; un 33.3% de ellos dijo que es necesario hacer visitas a las fincas de referencia para observar los resultados de las prácticas recomendadas y un 16.6% que es necesario darles seguimiento a los productores, aunque sea una vez por año. Por parte de los técnicos el 20% dijo que se necesitan definir prácticas para el uso adecuado del agua para las aplicaciones químicas, el 20% mencionó que hay que observar los resultados y, con base en estos, hacer recomendaciones, 20% recomendó invertir más tiempo a la hora de hacer la evaluación y definir las prácticas a realizar, un 20% recomendó el uso de un programa específico para el análisis de las evaluaciones y el 20% restante que es de suma importancia poder hacer una devolución de la información a los productores (**Figura 37**).

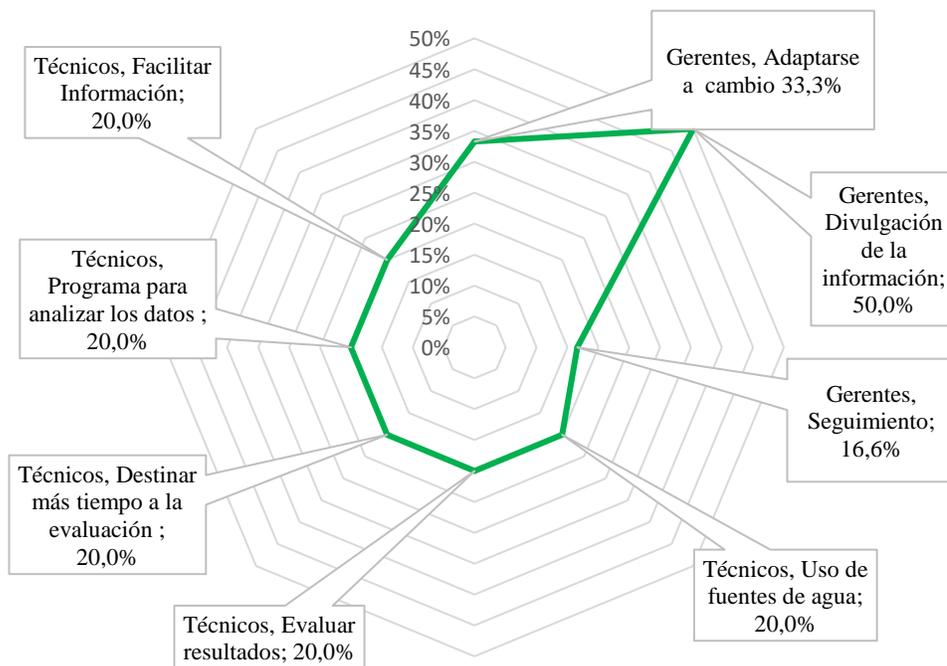


Figura 37. Porcentaje de respuestas por grupo de gerentes y técnicos sobre las mejoras que se pueden hacer a la herramienta.

Discusión

Objetivo 1. Identificación de los factores de mayor influencia a nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa

En el trabajo de investigación realizado por Schulz (2018) en Guatemala donde fueron evaluadas 30 fincas en tres años (2016, 2018-2019) se encontró que el promedio de las limitantes expresadas en mayor frecuencia fueron: aumento de temperatura (100%), lluvias irregulares (90%), floración irregular de café (61.6%), caída de flores y frutos (58.3%), aumento de plagas y enfermedades (63.3%), disminución de producción (63.3%), cafetales mayores a 15 años (51.6%), ausencia de variedades mejoradas (54.9%) y no estar involucrado en procesos organizativos de mitigación y adaptación al cambio. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el presente estudio; también se encontraron limitantes $\geq 50\%$ de cambios en temperatura, riesgo de huracanes y tormentas tropicales, sequías, incremento de plagas y disminución en la producción de café (**Cuadro 7, Anexo 8**).

De acuerdo con los resultados de Jiménez *et al.* (2017), para Honduras, 94% de los productores afirmó que existen cambios en la temperatura, 78 % fueron afectados por lluvias irregulares y 65 % sintieron impactos por disminución o ausencia de agua. Chugar (2016), en estudio realizado en Bolivia, menciona que todos los participantes de su estudio coincidieron en que existen cambios en la temperatura y lluvias irregulares. En cuanto a las variables de impacto un 71 % coincidió en la existencia de un incremento de plagas y enfermedades y 50% concuerda en que ha disminuido a producción de café en los últimos años. Estos valores son parecidos a los resultados obtenidos por Jiménez *et al.* (2017) para la variable de incremento de plagas y enfermedades (66%). Según Chugar (2016) un 43% indicó efectos negativos de las condiciones del clima con respecto al cultivo en floración irregular de las plantas y baja producción en los últimos años. En cuanto a las variables de adaptación un 55 % de los productores indicó no usar métodos alternativos de fertilización. En el estudio de factibilidad de Lara *et al.* (2011) los productores indicaron que el exceso de lluvia en época de floración, sequía durante el cuajado de grano y sequía en tiempo de floración son riesgos de suma importancia. Ambos estudios concuerdan con los resultados obtenidos en las unidades productivas de COOCAFÉ visitadas (**Cuadro 7, Anexo 8**).

Las categorías encontradas VCAC, VCAM, VCAMC y VACR se encuentran dentro de los rangos de puntajes obtenidos de 8 a 14 puntos y de -13 a -7 puntos (**Figura 3**); esto coincide con los resultados del trabajo presentado por Jiménez *et al.* (2017) en el cual se identificaron ocho categorías que van desde puntuaciones de 20 a 25 donde se encuentran las categorías más altas en cuanto a adaptabilidad y de baja vulnerabilidad, hasta categorías con de -25 a -21 puntos las cuales son totalmente vulnerables y sin capacidad adaptativa. En comparación con el estudio de Jiménez *et al.* (2017). En el artículo de Baca *et al.*, (2014) en los países de México, Guatemala, El Salvador y Nicaragua; se encontró que al menos un departamento de México y uno de Nicaragua con porcentajes de 30% y 24% respectivamente de altos niveles de exposición; El Salvador (40%) y Guatemala (49%) con niveles altos de sensibilidad y Nicaragua (41%), El Salvador (50%) y Guatemala (53%) con niveles altos de capacidad adaptativa; en comparación con los resultados encontrados en el presente estudio se puede decir que las unidades productivas cuentan con niveles variables de vulnerabilidad y capacidad adaptativa.

El estudio realizado por Plazaola (2018) en Honduras, presenta las limitantes significativas con respecto a las categorías; como por ejemplo riesgo de huracanes, sequias, presencia de vientos fuertes, aumento de plagas y enfermedades y disminución en la producción. Las variables mencionadas anteriormente concuerdan con las identificadas en las **Figuras 4 y 5**, como lo son caída de flores y frutos, disminución en la producción y estar vinculado a procesos organizativos sobre mitigación. Canet *et al.* (2016) hace mención sobre la importancia del aporte de materia orgánica proveniente de los árboles de servicio, contribuye al mantenimiento de la humedad y de la fertilidad del suelo. La chapia (corte con machete) controla la erosión del suelo en cafetales ubicados en pendientes y el uso de herbicidas incrementa la erosión del suelo y disminuye la productividad a largo plazo (Geissert et al. 2017). La cobertura boscosa y la edad del cafetal influye en los volúmenes de escorrentía y pérdidas de suelo por erosión (López, 2017).

El exceso de lluvia en la floración según la percepción de los productores afecta significativamente la cosecha del año, por lo tanto, en los años donde ocurre este fenómeno, se han dado bajas significativas en el rendimiento. De igual manera los periodos de sequía en el inicio de la floración y formación del grano, en zonas secas, genera estrés hídrico y en ocasiones aborto de flores y frutos (Lara, 2011; CEPAL, 2014; Canet *et al.* 2016). Villeres *et al.* (2009) coincide en que la alteración del inicio de la floración está relacionada con el promedio de las lluvias mensuales y seguías prolongadas. Así mismo, el cambio climático afectaría la disponibilidad de agua durante el crecimiento del fruto y por ende la producción de café. Las instituciones también juegan un papel importante en los procesos de adaptación ya que políticas, programas de gobierno, así como incentivos, subsidios, entre otros son formas de apoyo para el productor en el proceso de adaptación ante el cambio climático (Viguera *et al.*, 2017). Todas las prácticas mencionadas anteriormente tienen un aporte positivo sobre el nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de las fincas las cuales concuerdan con los resultados obtenidos he identificables en **Figura 4, 5**.

El ICAFE (2013) recomienda ciertas actividades para el manejo de una plantación establecida: se debe preparar el terreno haciendo uso de actividades de conservación de suelos (Siembra de contorno, Terrazas, cortinas rompe viento, acequias de ladera, canales de desviación de escorrentía y corrección de cárcavas). Fertilización con fórmulas integradas que incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro (Mora, 2008); es importante encalar para corregir la acidez del suelo y fertilizaciones foliares que pueden ser complementadas con productos para control de plagas y enfermedades. Establecimiento y manejo o regulación de la sombra poda baja y deshija del café. Control de plagas y enfermedades y control de malezas (por método cultural, mecánico o químico) (ICAFE, 2013). Estos documentos coinciden con los resultados obtenidos del listado de prácticas que realizan los productores entrevistados (**Figura 6**) como lo son: chapia, aplicación de herbicidas (control de malezas), aplicación de fungicidas y fertilizantes foliares (atomizo), aplicación de fertilizantes sintéticos, resiembra de café, siembra de árboles, manejo de la sombra, poda y deshija del café y prácticas de conservación de suelo; sin embargo, varios productores indicaron realizar aplicaciones de abonos orgánicos y aplicar atomizo con bioles producidos en la finca.

Mora (2008) recomienda para la fertilización de café en producción una mezcla de fertilizantes integrados por nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro. “Entre las más usadas se mencionan las siguientes: 18-5-15-2, 20-7-12-3-1.2, 20-3-10-3-1.2, 18-3-15-4-2 y otras similares, utilizando de 500 a 1000 Kg/Ha al año, en dos aplicaciones. También es importante hacer una fertilización adicional a base de nitrógeno, con nitrato de amonio así: 259 Kg/Ha”. Para el control de plagas y enfermedades el ICAFE (2013) recomienda realizar una buena fertilización, aplicar fungicidas recomendados (tres aplicaciones por año de Atemi, Caporal, Cepex, entre otros), adecuado manejo de poda y deshija, encalado, trampeo de broca, fertilización foliar y aplicación de *Beauveria bassiana*; son algunas de los insumos recomendados para la actividad cafetalera. Estos coinciden con algunos de los insumos descritos por los productores para el manejo del cultivo como aparece detallado en la **Figura 7**.

Otros estudios realizados en Nicaragua, Río Coco (Rahn *et al.*, 2014), alrededor de 21 000 habitantes se sostienen por medio de la agricultura, siendo la producción de café su principal fuente de ingreso; alternativamente estos productores producen granos básicos (maíz, frijoles y sorgo) como cultivos de subsistencia y muchos de estos tienden practicar ganadería. Viguera *et al.* (2017) explica la necesidad de procesos de adaptación preventiva, tales como la diversificación de cultivos, rotación de cultivos y fuentes de ingresos para minimizar los riesgos y pérdidas. Por otro lado, Rapidel *et al.* (2015) hace mención de la posibilidad de asociar el café con la producción de estrato superior como lo son árboles maderables y frutales; una particularidad de estos sistemas es que pueden proporcionar un ingreso relativamente estable durante todo el año. Un ejemplo común son los cafetales en conjunto con banano y/o aguacate; en el caso de los maderables pueden ser una fuente de ingresos a mayor plazo; esto coincide con los asociados encontrados en las fincas visitadas como lo son el uso de Musáceas, cítricos y otros frutales (**Figura 8**).

En una investigación realizada por Cerda *et al.* (2016) en Turrialba en tres sistemas productivos de café, café a pleno sol, SAF con baja diversificación (principalmente *Erythrina poeppigiana* y árboles leguminosos) y SAF con alta diversificación (árboles de servicio, musas, frutales, maderables, entre otras); se encontró que la producción de café, el flujo de caja y el beneficio familiar se fue afectada positivamente por la intensidad de manejo (tomando en cuenta un índice de prácticas realizadas comúnmente para el manejo de café). El ingreso bruto fue mayor en SAF con alta diversificación. Las prácticas productivas identificadas (**Figura 8** y **Cuadro 8**) permiten entrever la importancia de la diversificación de los sistemas productivos del café ya que la mayoría de los sistemas productivos contaban con al menos dos prácticas productivas incluidas las musas, maderables, frutales en mayor medida.

Según información del ICAFE (2018¹) una finca de producción baja (20-26 fanegas/ha) tiene un costo de producción promedio de 73 412.71 ¢/fanega (128 \$/Fanega); una finca con producción media (26 a 34 fanegas/ha) cuenta con costos de producción de 60 043.9 ¢ (105.36 \$) (ICAFE 2018²) y fincas con alta productividad (34 a 40 fanegas/ha) tienen costos de producción de 53846.37 ¢ (94.49\$) (ICAFE 2018³). En resultados obtenidos en el presente trabajo la media de pago por fanega fue de 120\$ para el periodo 2016-2017 y 122\$ para el

periodo 2017-2018 (**Cuadro 9 y Anexo 9**) los cuales se encuentran en valores parecidos a los del ICAFE para fincas de producción baja; lo cual implica recursos limitados para la inversión en nuevas tecnologías para café y orilla al productor diversificar las fuentes de ingresos en la finca.

Las variables, cantidad de insumos y costos/ha, que mostraron relación con el nivel de vulnerabilidad (**Figura 9**); se debe tomar en cuenta que al aumentar la cantidad de insumos aumentara los costos de producción por hectárea. Viguera et al. (2017) hace referencia a prácticas de eficiencia en el uso de fertilizantes y otros agroquímicos, planificar la aplicación de fertilizantes en base a la predicción del tiempo, promover el uso de abonos orgánicos, establecimiento de cultivos leguminosas para fijar nitrógeno. Por otro lado, Cerda *et al.* (2016) obtuvo resultados interesantes con respecto a la intensidad de manejo en unidades productivas de café; el incremento en la intensidad de manejo aumenta considerablemente los costos de producción en los sistemas productivos evaluados.

Objetivo 2. Contraste entre fincas con y sin implementación de prácticas de adaptación/mitigación

Durante la evaluación inicial efectuada a las 24 fincas fueron definidas seis prácticas prioritarias; manejo de sombra tipo paraguas (100%), sistema de cosecha de agua (16.3%), introducción de variedades mejoradas (83.3%), establecimiento de árboles en barreras rompe vientos (4.2%), construcción de abonera (12.5%) y manejo selectivo de malezas (12.5%) (Virginio Filho et al, 2018) (**Anexo 10**). Al realizar las visitas a los 38 productores se identificaron siete prácticas; estas incluyeron la elaboración y aplicación de abonos independientemente de la construcción de aboneras y la siembra de árboles dentro de la parcela incluyendo la siembra de barreras rompe viento (**Figura 10, Cuadro 11**); las actividades realizadas en mayor medida fueron en primer lugar introducción de variedades mejorada, manejo de sombra y siembra de árboles. A inicios del año 2019 se realizó un sondeo entre los productores participantes del proyecto sobre las prácticas recomendadas; al consultarle al productor si considera que la práctica, cosecha de agua para fines de riego, puede ser una alternativa de adaptación: 67% de los productores indicaron que sí; mientras que un 33% no ven la necesidad de esta práctica (n=12), en cuanto a la práctica establecimiento de barreras rompe vientos con árboles el 100% de los productores expresó que es una alternativa que debe tomarse en cuenta (n=10), con respecto a la construcción de aboneras el 100 % de los productores entrevistados contestaron que era una práctica que debe ser tomada en cuenta (n=7), por otro lado, la práctica de control mecanizado de malezas el 100% de los productores consideró que debe ser tomada en cuenta (Virginio Filho et al, 2019).

Descamps (2017) explican que para mantener una buena cobertura de suelo es necesario el uso de árboles de servicio fijadores de nitrógeno, mantener una cobertura de arvenses y hojarasca provenientes de los árboles en el cafetal. Para controlar las malezas, es preferible utilizar machete o moto-guadaña y no exceder el uso recomendado de encalado y fertilizantes sintéticos del suelo ya que estos influyen en la biota del suelo. Tanto la inclusión de árboles (de servicio, frutales y maderables) y el manejo de hierbas con moto-guadaña fueron identificados en las fincas evaluadas (**Figura 10, Cuadro 11**). Viguera *et al.* (2017) también menciona la

importancia de implementar prácticas de conservación de suelos por erosión; promover la labranza mínima y labranza cero, para reducir los procesos de oxidación y liberación de CO₂, son algunas actividades de mitigación del cambio climático (reducción de emisiones) que se pueden realizar en la finca.

Considerando la propuesta de manejo de sombra intermedia entre 4,5 y 5 metros de altura de árboles de servicio (poró, ingas, entre otros) con podadora telescópica, para regular la entrada de luz y aporte de materia orgánica; el 95.5% de los productores indicó que esta práctica debe ser tomada en cuenta ya que facilita el trabajo de podar los árboles y 4,5 % de los productores contestó que no es necesaria en el momento (n=22). El 59% de los productores consideró tener buena práctica en el manejo de la máquina; 23% dijo que más o menos, 13,5% no respondieron, y 4,5% dijo aun no contar con suficiente práctica (n= 22) (Virginio Filho et al, 2019). En general la mayor aceptación por parte de productores fue para las prácticas manejo mecanizado de la sombra he introducción de variedades mejoradas. Al consultarle a los productores durante las visitas de 2018 el promedio de uso de la podadora estos indicaron que en promedio la habían usado al menos una vez y un máximo de tres ocasiones (**Anexo 12**); mientras que durante el sondeo realizado en 2019 se encontró una media de siete y un máximo de 15 ocasiones de uso de la máquina.

Se ha realizado una amplia variedad de estudios referentes a las prácticas recomendadas y/o realizadas por los productores para adaptarse ante el cambio climático. Turbay *et al.*, (2014) hace una sistematización de las estrategias de adaptación implementadas por productores en Colombia. Describe los cafetales como café semí-sombreado; para esto se utilizan plátano (*Musa sp*), guamos (*Inga sp*), nogales (*Cordia alliodora*), cedros (*Cedrela sp*), entre otros. Utilizar este tipo de plantas y árboles inquiera ciertas ventajas; los plátanos son utilizados para el autoconsumo y para su comercialización de igual manera los árboles maderables son una fuente de ingresos a largo plazo sin contar con las interacciones ecosistémicas entre los árboles y el café. Esto concuerda con las respuestas obtenidas de los productores involucrados con las implementaciones de prácticas en COOCAFE donde se encontraron árboles frutales incluyendo musas, árboles maderables y de servicio como lo son el madero negro, el poró y la guaba (**Figura 11**).

Las variedades de café encontradas han sido del grupo genético Borbón-Típica, Venecia, Villa Sarchí, Caturra, Catuaí y Pacamara. Las cuales son considerados variedades tradicionales de América originadas a partir de las variedades Típica o Borbón y son asociadas con una alta calidad de taza, pero son susceptibles a la mayoría de las enfermedades y plagas. Del grupo de Introgresión se encontró en las fincas que recibieron capacitación cuentan con Catimor (Costa Rica 95), Sarchimor (IAPAR, Marsellesa, Tupí, Obata rojo, Victoria 14, San Isidro); Cavimores (Catigua,). Las variedades de introgresión son aquellas que poseen rasgos genéticos de otra especie en este caso de *C. canephora*, los híbridos de timor por lo general poseen menor calidad de taza, pero cuentan con resistencia a la roya (WCR, 2018). En la Zona de Pérez Zeledón también se cultiva una variedad denominada “café veranero” con características de maduración

tardía en comparación con otras variedades, el cual se cree fue introducido en 1948 (MAG, 2007).

Schulz (2018) obtuvo resultados de 52 fincas visitadas en Guatemala donde 96% contaban con variedades mejoradas; estas fueron Catuaí, Caturra, Catimor, Sarchimor, Pacamara, entre otros. En las siete cooperativas evaluadas se encontró el uso de la variedad Obata en primer lugar, seguido de Costa Rica 95, Catuaí y Caturra; estas últimas mencionadas coinciden encontradas en Guatemala. Por otro lado, la investigación de Plazaola (2018) encontró que en promedio los productores contaban con dos a tres variedades (generalmente Lempira, IHCAFE-90 y Catuaí) lo cual coincide con los resultados obtenidos ya que los productores utilizan en promedio tres variedades con un mínimo de dos (**Anexo 16**).

Las variables que mostraron significancia fueron: frutos con broca y frutos con broca y *Beauveria* (**Figura 13, Cuadro 12**). Ambos encontraron valores más altos en fincas donde existen una o más prácticas en proceso (no participantes del proyecto). La broca desarrolla su ciclo de vida dentro del grano del café. La hembra es causante de nuevas infestaciones en el cafetal, ya que penetra los granos en diferentes estados de formación (IHCAFE, 2012). Tomando en cuenta que en general los productores cuentan con variedades susceptibles de mayor edad y en diferentes etapas de desarrollo, en comparación con lotes de variedades relativamente más jóvenes (p valor=0.08), son perceptibles este tipo de resultados.

La introducción de variedades mejoradas tuvo relación con el nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular (**Figura 14**); esto concuerda los resultados de Schulz (2018) donde en general estas fincas con variedades mejoradas fueron ubicadas en niveles de vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular.

Cabe recalcar que la presencia de variedades resistentes de adaptación resultó estar asociada con variables productivas y de sanidad como: presencia de mancha de hierro, frutos brocados con beauveria, nudos productivos y minador de la hoja (**Figura 15**). Turbay *et al.*, (2014) describen cómo los caficultores de Colombia están renovando sus cafetales con una variedad llamada Castillo, desarrollada por Cenicafé; esta es de gran ayuda en zonas de alta precipitación. También se encontró relación entre la presencia de *Simplicillium*, la edad de la plantación y la cantidad de nudos productivos (**Cuadro 13**). Una de las variedades más recomendadas a este grupo de productores fue Obata, la cual según el ICAFE (2016) cuenta con excelente calidad de taza y resistente a roya. ANACAFE (2016) afirma que el potencial genético contribuye a la productividad de una plantación, puesto que de acuerdo a la región y el clima de origen se desarrollan diferentes tipos de cafeto, con diferentes características genéticas: porte, forma, tamaño y color del fruto, resistencia a enfermedades, tolerancia a plagas, calidad de la taza, entre otras.

Los productores participantes del proyecto (**Figura 16, Cuadro 14**) ya cuentan con prácticas implementadas y una o con alguna actividad adaptativa en proceso; mientras que los productores no participantes cuentan con una o ninguna actividad en proceso. Sin embargo, también son necesarias prácticas de índole social como capacitación y extensionismo, organización social y solicitud de ayuda a instituciones (Viguera *et al.* 2017). De igual manera son necesarios los

mecanismos de protección financiera para integrar instrumentos de apoyo financiero y económicos para la prevención y gestión del riesgo y promoción de buenas prácticas en la finca. Londoño (2017) hizo una recopilación de estrategias y medidas aplicables en el sector cafetalero en Colombia ante los fenómenos y variabilidad climática. Entre ellos menciona tres ejes importantes: institucional y de orden territorial, capacidad técnica, educación e investigación y mecanismos de protección financiera. Para este trabajo las medidas implementadas por los productores entran en el orden de capacidad técnica, educación e investigación las cuales se centran en el conjunto de medidas aplicables con un enfoque local y de atención de la finca, hacia unidades familiares productivas, compuesta por cuatro fases; gestión de información, desarrollo científico y tecnológico, asistencia técnica y transferencia, buenas prácticas locales de adaptación y gestión de riesgo.

Donatti *et al.* (2019) también hace referencia a las políticas empleadas por los gobiernos dirigidas a los pequeños productores para la adaptación al cambio climático. Sus resultados demostraron la existencia de una brecha de información la cual puede estar impidiendo el desarrollo de acciones de adaptación. Para acortar esta brecha sugieren: identificar quiénes son los productores más vulnerables; cuáles son los efectos del clima sobre estos productores; y cuál es la efectividad de costos y beneficios de las medidas de adaptación recomendadas, y de esa manera establecer los programas de financiamiento.

Objetivo 3. Identificación de los principales factores limitantes para la adaptación y reducción de vulnerabilidad

Las primeras cuatro preguntas contempladas en la entrevista están relacionadas entre sí; ya que el productor fue cuestionado sobre el proceso de implementación de las prácticas que le fueron recomendadas durante la evaluación de igual forma se les interrogó sobre las practicas que están realizando; de qué manera el proceso de ejecución de estas actividades se les dificultó y que recomendaciones sugiere para abordar las limitantes encontradas (**Figura 17, 18, 19 y 20**). En este caso un 29% de los productores contestaron que las prácticas son difíciles de realizar; los motivos expresados fueron apoyo técnico, disposición de recursos económicos y conocer correctamente como realizar las prácticas; estas respuestas coincidieron con las limitantes expresadas en la siguiente pregunta donde se vuelve a mencionar el apoyo técnico, recursos económicos y no menos importante la disposición del productor y los bajos precios del café. En la siguiente pregunta donde se solicita al entrevistado posibles opciones para facilitar el proceso de adopción, estos mencionan créditos agropecuarios con intereses más bajos, contar con financiamiento y/o materiales y en última instancia capacitaciones y apoyo técnico. Mediante la cuarta pregunta se pudo confirmar que la mayoría de los productores están introduciendo al menos una nueva variedad y están realizando manejo de sombra intermedia tipo paraguas. En el caso del apoyo técnico y las posibles fuentes de apoyo para realizar las prácticas; es contemplado dentro de la evaluación mediante el formato de “identificación y priorización de opciones de adaptación y mitigación” donde se identifican que entidades pueden contribuir al proceso de implementación ya sea la familia, la cooperativa, ONG, ICAFE, MAG, entre otras (Villarreyna *et al.*, 2017).

En las **Figura 18** se pueden identificar los factores limitantes siendo las más importantes el apoyo técnico bajos precios del café y disposición del productor. Viguera *et al.*, (2017) menciona las acciones nacionales de mitigación por ejemplo algunos de los gobiernos locales promueven acciones de mitigación a través de programas de expansión en la agricultura tales como expansión agroforestal, reforestación, promoción de agricultura sostenible y orgánica, promoción de mercados para productos provenientes de sistemas con bajas emisiones, y sistemas de pago por servicios ambientales, entre otros. Sin embargo, no todos los productores tienen acceso a este tipo de programas o no cumplen con los requisitos para ser incluidos y/o no hay suficiente cobertura técnica por entidades gubernamentales.

Turbay *et al.*, (2014) hace referencia a dos estrategias de adaptación de carácter económico y social: la agremiación y la comercialización diferenciada. En Costa Rica existe el ICAFÉ la cual es una institución pública de carácter no estatal, la cual fue fundada en 1933 como ente rector del sector cafetalero costarricense. Los objetivos de esta institución son (ICAFE, 2019):

- Promover un modelo de producción único y equitativo entre los productores, Beneficios, Tostadores y Exportadores nacionales.
- Apoyar la producción, proceso, exportación y comercialización del café costarricense.
- Promover el consumo nacional e internacional del café costarricense.
- Investigar y desarrollar tecnología agrícola e industrial.
- Aprobar un precio mínimo justo que debe pagar el Beneficio de café al productor.

El ICAFE está reglamentado en el marco de la Ley de la República de Costa Rica No. 2762. Como así lo expresa el Art. 125. Artículo 125.- La Dirección Ejecutiva del Instituto del Café de Costa Rica está facultada para no dar trámite a las gestiones de los beneficiadores, exportadores y torrefactores. En este caso es de importancia conocer el sistema de regulación de precios de café ya que los precios del café y la falta de recursos económicos fueron identificados como principal limitante (**Figura 18**).

La estrategia de comercialización diferenciada se caracteriza principalmente por la búsqueda de mejorar el precio de venta del café, por medio de la calidad de la taza, certificaciones de buenas prácticas de mercado justo y la venta de café especiales Turbay *et al.*, (2014). Por eso es importante explorar nuevos nichos de mercado para cafés especiales y experimentar con nuevas formas de secado y del grado de madures en el cual se cosecha la cereza.

Sin embargo, los productores expresaron su disconformidad por la falta de apoyo técnico de parte de entidades gubernamentales. El Ministerio de Agricultura y Ganadería para el año 2018 contaba con un aproximado de 354 funcionarios activos como técnicos de campo para dar servicio al sector agropecuario (MAG, 2018). Por su parte el ICAFE cuenta con siete oficinas para la atención de productores, beneficiadores, torrefactores y exportadores de café costarricenses (ICAFE, 2019). El INDER es la institución del estado encargada de liderar el desarrollo de las comunidades rurales, responsable de ejecutar las políticas de desarrollo rural del estado; esta institución cuenta con presupuesto destinada a la elaboración de proyectos productivos y no productivos de carácter rural. Es comprensible que estas instituciones no

cuenten con la capacidad de alcance ideal debido a la cantidad de productores del sector agropecuario que deben atender.

Los productores de igual manera expresaron los bajos precios del café y la falta de recursos económicos para realizar las prácticas recomendadas; si bien es cierto que Costa Rica cuenta con una ley reguladora de la actividad productiva y los precios del café; el precio del café es influenciado por el mercado internacional y Costa Rica esta entre los países de la región centroamericana con los costos de producción más elevados. Según información de PROMECAFE (2018) en Costa Rica los costos directos por producción de quintal de café oro equivale a 165.3 \$, una parte considerable de estos costos está representado por la mano de obra tanto en la parte de mantenimiento como en la parte de cosecha. Entrevistas Realizadas por Plazaola (2018) también indican que 14% de los productores consideran algunas prácticas difíciles de implementar debido a que requieren una inversión de recursos económicos.

Las últimas tres preguntas contempladas en el cuestionario dirigido a los productores; se abordaron otras variables de importancia no incluidas en la herramienta, prácticas que pueden ser aplicadas a procesos de adaptabilidad y recomendaciones para abordar las limitantes (**Figuras 21, 22 y 23**). Las variables a explorar mencionadas fueron la fertilidad del suelo; conservación de áreas boscosas, También se mencionó explorar con distintas especies de árboles para sombra dentro del cafetal, sistemas de riego, producción de café orgánico, nichos de mercado e involucramiento de entidades estatales en este tipo de proyecto; en este caso fueron las variables a tomar en cuenta. Estas prácticas recomendadas coinciden con las recomendadas por Villarreyña *et al.*, (2017) para las variables de fertilidad de suelo, conservación de áreas boscosas, árboles de servicio y sistemas de riego están contempladas dentro de la evaluación como Medidas/ Prácticas que permitan hacer frente a limitaciones de vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático; por ejemplo se recomiendan prácticas como establecer un programa de fertilización según análisis químico del suelo, aplicar materia orgánica, introducción de leguminosas para sombra, recobrar la cobertura forestal en las nacientes de agua, utilizar diferentes arreglos de sistemas agroforestales, entre otras .

Retomando la recomendación de recursos económicos y apoyo técnico (**Figura 23**); se debe de tomar en cuenta los programas que existen en Costa Rica y a los que los productores pueden acceder como Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA, por sus siglas en inglés) para el sector cafetalero. El NAMA-café está impulsado por el gobierno y diversas organizaciones (ICAFÉ entre otras), con el objetivo de producir un café sostenible y bajo en emisiones (Viguera *et al.*, 2017). Por otro lado, el ICAFE ha estado trabajando en otros proyectos ya sean propios o en cooperación con otras instituciones del gobierno como lo son el estudio de variedades de café promisorias; sistemas de alerta de roya y ojo de gallo; métodos cuantitativos para la estimación de la cosecha; Semilla seleccionada de café; manejo de información técnica, entre otras (ICAFE, 2018³). El MAG en conjunto con otras organizaciones estatales como el proyecto NAMA café y NAMA Facility el cual tenía como objetivo el fortalecimiento de técnicos extensionistas del MAG y el ICAFE en métodos y transferencia del

conocimiento y la capacitación de alrededor de 3000 productores sobre temas de cambio climático (MAG, 2018).

En cuanto a los nichos de mercado (**Figura 23**) es necesario analizar el aspecto de comercialización del café. En la cosecha 17-18 el país exportó a la Unión Europea un total de 539 839 sacos de café de 46 kilos. Por esta razón el ICAFE pretende mantener y hacer crecer este nicho de mercado. En julio de 2019 el café proveniente de Santa María de Dota logra cotizar cada libra de su producción a un precio de \$65,30. El café de la empresa Grupo Los Grandes de Copey fue adquirido por los japoneses de Maruyama Coffee Co., esta compañía desembolsará por la compra \$28.073, (ICAFÉ, 2019²). No obstante, muchos de los productores desean incursionar en nuevos mercados para comercialización de café miel y café natural que se caracterizan por el estado de maduración de la cereza a la hora de cosecha y el tipo de secado al cual es sometido el grano. Así como sistemas de beneficiado de pequeña escala para darle valor agregado a su café.

Objetivo 4. Utilidad de la herramienta de diagnóstico de vulnerabilidad y capacidad adaptativa

Para el cuarto objetivo se tomó en cuenta la percepción de los productores, técnicos y gerentes de cooperativa, los cuales enumeraron las instituciones que los habían apoyado con capacitaciones sobre cambio climático, entre ellas se encontraron el CATIE, COOCAFE con el apoyo de Funde cooperación, el ICAFE y el MAG (**Figura 24 y 32**). Esto coincide con informes del ICAFE el cual menciona que en el año 2018 realizó capacitaciones a más de 200 caficultores en la región de Pérez Zeledón, sobre la roya del cafeto, el aseguramiento del cultivo de café, mercado de futuros del grano, entre otros. También han realizado actividades de capacitación a técnicos y productores de todas las regiones cafetaleras del país, dando énfasis en los conceptos de identificación y manejo de los nuevos materiales con resistencia a la roya del cafeto, buenas prácticas agrícolas (ICAFE, 2018³). Por su parte el MAG durante su plan de gestión 2014-2018 desarrolló 20 proyectos de investigación para la innovación, transferencia y factores de emisión de GIEs y la capacitación de alrededor de 3 100 personas entre productores y técnicos. De la misma manera se realizaron capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas, atención al cliente, manipulación de alimentos, entre otras (MAG, 2018).

El 58% de los productores indicó conocer la herramienta perfectamente y un 42% más o menos (**Figura 25**), estos resultados son diferentes de los encontrados por Schulz (2018) donde el 53,8% de los productores indicó no conocer la herramienta de diagnóstico, mientras que el 42,3% dijo que sí, y un 3,8% indicó tener algún conocimiento.

Como es mencionado en la **Figura 26** los productores consideran que la evaluación es de utilidad para analizar su trabajo y las actividades que el productor generalmente realiza y cuáles son los puntos débiles que debe mejorar; se parte de ciertas recomendaciones para implementar prácticas “hacer cambios en la finca” para adaptarse a los cambios y “servir de ejemplo a otros productores” como lo mencionan técnicos y gerentes (**Figura 26, 31, 34 y 35**). Por otro lado, las variables a explorar mencionadas son muy parecidas a las medidas adoptadas por las cooperativas que menciona Villarreyna *et al.*, (2017), donde se mencionan los procesos de

capacitación a las familias productoras sobre el cambio climático y la importancia de desarrollar acciones de mitigación y adaptación.

En la **Figura 27** se identifican algunos aspectos en que ha contribuido la evaluación estos coinciden con las respuestas obtenidas por Plazaola (2018) donde el 48% de los productores afirmaron la utilidad de la herramienta para el manejo de sombra para enfrentar cambios en el clima; además el 26% indicó una utilidad regular ya que se han visto algunas mejorías.

En el caso de las posibles variables a explorar (**Figura 28 y 36**) estas son mencionadas con anterioridad en los resultados del tercer objetivo (**Figura 23**). En última instancia hay que tomar en cuenta las recomendaciones brindadas por productores para facilitar la aplicación de la evaluación, como lo son incentivar al productor para que este pueda participar, apoyar con materiales y herramientas para la aplicación y dar seguimiento a sus avances (**Figura 29 y 37**). En este caso se debe tomar en cuenta el tipo de apoyo (instituciones, proyectos, ONG, entre otras) al cual es elegible el productor como se mencionaba anteriormente.

Al cuestionar sobre otras herramientas de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa la mayoría dijo no conocer otra (**Figura 33**). Considerando que, en otros países centroamericanos, se ha utilizado la metodología Marco de priorización de inversiones en Agricultura Climáticamente Inteligente el cual se centra en la implementación de prácticas y la factibilidad de estas a largo plazo; desarrollado por el CGIAR y el CIAT (2019).

En el momento en que se les cuestionó a los productores sobre la influencia de la variabilidad climática sobre el cultivo del café, los técnicos y gerentes expresaron, la pérdida de áreas de cafetales, el incremento de plagas y enfermedades y los cambios en los procesos fisiológicos de la planta (**Figura 30**). Esto coincide con lo expresado por Viguera *et al.*, (2017) que afirma que los cambios en el clima y eventos extremos tienen impactos importantes en la productividad y calidad de la cosecha y que indirectamente incrementa la incidencia de plagas y enfermedades.

Conclusiones

Los factores de mayor influencia a nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa fueron en caso de las variables de impacto la presencia de erosión, incremento de caída de flores y frutos y disminución en la producción de café; para las variables de capacidad adaptativa fueron las unidades productivas con cobertura forestal, fuentes de agua con y estar vinculados a procesos organizativos sobre mitigación y adaptación frente al cambio climático.

En cuanto al resto de las variables estudiadas el uso de mayor cantidad de insumos y costos de producción por hectárea altos están asociados a las categorías de vulnerabilidad regular y moderada.

Al contrastar fincas que han implementado prácticas con fincas que no las implementaron; no se encontraron diferencias en cuanto a las características de las fincas. Sin embargo, se pudo observar que en general los productores participantes del proyecto realizan en promedio dos o más prácticas; mientras que los productores que no participantes cuentan con al menos una práctica en proceso. De igual manera se pudo evidenciar que los productores que cuentan con variedades resistentes y realizan siembra de árboles se encuentran en mejores categorías.

Según la opinión de los productores los principales factores que limitan la adopción de las prácticas fueron no contar con el apoyo técnico y las herramientas para realizarlas; bajos precios del café, falta de disposición del productor y falta de recursos para invertir en las prácticas. Tomando en cuenta que si los costos de implementar estas prácticas son elevados el productor probablemente no la llevará a cabo.

Según la percepción de los productores, técnicos y gerentes de cooperativa la herramienta de evaluación es de utilidad ya que permite al productor analizar el estado de su finca y permite identificar oportunidades de mejorar el manejo; promueve el compromiso de parte de los productores para lograr cambios y adaptarse a los escenarios futuros del sector cafetalero ante el cambio climático.

Al analizar el impacto a corto plazo de las prácticas de capacidad adaptativa se pudo identificar que la mayoría de las fincas se encontraron en niveles de vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular. Sin embargo, fue posible identificar actividades que ayudan a aumentar la capacidad adaptativa los cuales son introducción de variedades mejoradas y siembra de árboles las cuales mostraron relación con mejores categorías de disminución de vulnerabilidad y aumento de capacidad adaptativa al igual que las variables de influencia mencionadas anteriormente.

Recomendaciones

Complementar con información climatológica en procesos de fortalecimiento de capacidades para fortalecer las respuestas obtenidas para las variables de exposición a fin fundamentar aún más la información brindada por los productores. De igual manera se puede explorar si estas variables de exposición presentan algún tipo de relación con las variables impacto y de capacidad adaptativa.

Contemplar estas fincas de referencia para posibles ensayos de validación de prácticas de capacidad adaptativa y productividad de variedades mejoradas como lo es variedad Obata, entre otras, considerando estudios más detallados del punto de vista biofísico.

Dar seguimiento a mediano y largo plazo mediante una nueva aplicación de la herramienta y de esta manera evaluar si hay cambios significativos de las prácticas recomendadas sobre el nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa donde se encuentran las fincas.

Ampliar la cantidad de productores a la que fue aplicada la herramienta para contar con mayor variabilidad de información; en el caso de futuros trabajos.

Incorporar los aprendizajes en diferentes iniciativas institucionales para la promoción de la adaptación y mitigación del sector cafetalero frente al cambio climático.

Recomendar la divulgación de esta evaluación por instituciones del estado como el ICAFE o MAG; ya que es fácil de implementar y se han realizado varios procesos de validación en Centro América.

Debido a que muchos de los productores indicaron la limitante de los recursos para la implementación de prácticas; lo más recomendable es implementar sistemas agroforestales o silvopastoriles, así diversificar los cultivos dentro de la finca; esto tomando en cuenta las prácticas más accesibles son siembra de árboles dentro del cafetal y que más del 50% de los productores realizan de 3 a 4 actividades productivas.

Referencias Bibliográficas

- ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café). 2016. Guía de variedades de café. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 48 p.
- Baca, M; Läderach, P; Hagggar, J; Schroth, G; Ovalle, O. 2014. An Integrated Framework for Assessing Vulnerability to Climate Change and Developing Adaptation Strategies for Coffee Growing Families in Mesoamerica. PLoS ONE 9(2): e88463. doi:10.1371/Journal.
- Balzarini M.G.; González L.; Tablada M.; Casanoves F.; Di Rienzo J.A.; Robledo C.W. (2008). InfoStat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- Buttar, G; Dhaliwal, L; Som Pal Singh; Kingra, P. 2012. Climate change and agriculture-mitigation and adaptations through agronomic practices. AJES (Asian Journal of Environmental Science). 7 (2): 239-244.
- Camargo, M. 2010. The Impact of climatic variability and climate change on *Arabica Coffee* crops in Brazil. *Bragantia*, Campinas 69(1):239-247.
- Canet, G; Soto, C; Ocampo, P; Rivera, J; Navarro, A; Guatemala, G; Villanueva, S. 2016. La Situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe. San José, Costa Rica. 126 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2015: ANACAFE y Programa Regional de Cambio Climático de USAID presentan herramientas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático del sector cafetalero (en línea, sitio web). Consultado el 15 septiembre. 2018. Disponible en: https://www.catie.ac.cr/catie_noticias/2530-anacafe-y-prcc-de-usaid-presentan-herramientas-para-reducir-la-vulnerabilidad-al-cambio-climatico-del-sector-cafetalero.html
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe); CAC/SICA (Consejo Agropecuario Centroamericano del Sistema de la Integración Centroamericano). 2014. Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica. Distrito Federal, México. 130 p.
- CGIAR (Climate Change, Agriculture and Food Security); CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Marco para la Priorización de Inversiones en Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (en línea, sitio web). Consultado 24 ago. 2019. Disponible en <https://ccafs.cgiar.org/es/marco-para-la-priorizaci%C3%B3n-de-inversiones-en-agricultura-sostenible-adaptada-al-clima#.XWT1-ShKjIU>
- Chugar, H. 2016. Análisis de la vulnerabilidad del cultivo de café (*Coffea arábica* L.) y formulación de estrategias locales de adaptación al Cambio Climático en el municipio de Teoponte, departamento de La Paz- Bolivia. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). p 102.
- Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. Art. 1. 9 May. 1992.

- Decreto n. °40184-MGP. 2017. División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica. Editorial Digital de la Imprenta Nacional. Costa Rica. 8 mar.
- Descamps, P. 2017. Técnicas para la producción sostenible de café frente al cambio climático. San José, Costa Rica. INTA. 35p.
- Donatti, C; Harvey, C; Martínez- Rodríguez, R; Vignola, R; Rodríguez, C. 2019. The vulnerability of smallholder farmers to Climate change in Central America and Mexico: current knowledge and research gaps. *Climate and Development*, 11(3):265-286.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009. (Foro de expertos de alto nivel). Como Alimentar al Mundo 2050 (2009, Roma, Italia). Roma, Italia. 3 p.
- Faunier, L; Di Stefano .2004. Variaciones climáticas entre 1988 y 2001 y sus posibles efectos sobre la fenología de varias especies leñosas y el manejo de un cafetal con sombra en ciudad Colón de Mora, Costa Rica, *Agronomía Costarricense*, 28 (001): 101-120.
- Fernández, F. 2002. El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Ciencias Sociales*. 96 (2): 35-53.
- García, C. 2011. El Cambio Climático: Los Aspectos Científicos y Económicos más Relevantes. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*. 32 (4): 5-28.
- Gay, C; Estrada, F; Conde, C; Eakin, H; Villers, L. 2006. Potential Impacts of Climate Change on Agriculture: A case of study of coffee production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*. 79(1):259-288.
- Geissert, D; Barois, I; Mólgora, A; Mokondoko, P; Mass, K; Manson, R. 2013. Manual para el manejo sustentable del suelo en cafetales de sombra. Veracruz, México. Instituto Literario de Veracruz. 48 p.
- Geissert, D; Mólgora -Tapia, A; Negrete -Yankelevich, S; Hunter, R. 2017. Efecto del manejo de la cobertura vegetal sobre la erosión hídrica en cafetales de sombra. *Agrociencia* 51: 119 - 133.
- Hannah, L. (2014). The Climate System and Climate Change. In *Climate Change Biology* (2.^a ed.). Academic Press-Elsevier. Massachusetts, United States. 470 p.
- ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2014. Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica. San José, Costa Rica. 101 p.
- ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2017. Informe sobre la Actividad Cafetalera de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. ICAFFE. 107 p.
- ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2018¹. Costos de Producción Agrícola de Café Fruta, Cosecha 2017-2018: Fincas de 34 a 40 Und. 400L/ha. Heredia, Costa Rica, Ministerio de Hacienda, Almacenes de Insumos, INEC, ICAFFE. 5 p.

- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2018². Costos de Producción Agrícola de Café Fruta, Cosecha 2017-2018: Fincas de 20 a 26 Und. 400L/ha. Heredia, Costa Rica, Ministerio de Hacienda, Almacenes de Insumos, INEC, ICAFE. 5 p.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2018³. Costos de Producción Agrícola de Café Fruta, Cosecha 2017-2018: Fincas de 26 a 34 Und. 400L/ha. Heredia, Costa Rica, Ministerio de Hacienda, Almacenes de Insumos, INEC, ICAFE. 5 p.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2018³. Informe sobre la Actividad Cafetalera de Costa Rica. Heredia, Costa Rica, ICAFE. 103 p.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 2018⁴. Modelo de Costos de Renovación de Cafetales, Cosecha 2017-2018. Heredia, Costa Rica, Ministerio de Hacienda, Almacenes de Insumos, INEC, ICAFE. 5 p.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica).2013. Guía técnica para el Cultivo del Café. 2ª ed. Heredia, Costa Rica. ICAFE-CICAFE (Centro de Investigación en Café). 72 p.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica).2016. Obata: Alta Productividad, Resistencia a la Roya del Cafeto y Excelente Calidad de Bebida. Innovalcafe La revista del Café de Costa Rica, 7: 2- 45.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica).2019. ICAFE: Regiones Cafetaleras de Costa Rica (en línea, sitio web). Consultado 25 jun. 2019. Disponible en <http://www.icafe.cr/nuestro-cafe/regiones-cafetaleras/brunca/>.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica).2019¹. ICAFE: Acerca del ICAFE (en línea, sitio web). Consultado 22 ago. 2019. Disponible en <http://www.icafe.cr/icafe/acerca-del-icafe/>.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica).2019². ICAFE: Información de mercado (en línea, sitio web). Consultado 24 ago. 2019. Disponible en <http://www.icafe.cr/cafe-de-costa-rica-busca-potenciar-las-relaciones-comerciales-con-europa/>, <http://www.icafe.cr/cafe-de-costa-rica-busca-potenciar-las-relaciones-comerciales-con-europa/>
- IHCAFE (2012) (Instituto Hondureño del Café). Guía Técnica de plagas del café. Capítulo 10.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2017. Caficultura: panorama actual en América Latina / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas; Guillermo Canet y Carlos Soto (eds.). San José, Costa Rica. 152 p.
- Imbach, A; Bouroncle, C; Imbach P; Medellín, C. 2015. Sinergias entre mitigación y adaptación: El proceso de la construcción de las Estrategias Locales de Desarrollo sostenible bajo Cambio Climático (ELDECC). Turrialba, Costa Rica. Programa Académico Práctica para el Desarrollo (PAPD/CATIE) Laboratorio de Modelado Ambiental (LMA/CATIE). 71 p.
- Imbach, P; Locatelli, B.; Zamora, J.C.; Fung, E.; Calderer, L.; Molina, L.; Ciais, P. 2015. Impacts of climate change on ecosystem hydrological services of Central America: water availability, Clim. Chang. Ecosyst. Serv. Cent. Am. 65–90.

- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. Ginebra, Suiza, IPCC. 104 p.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate change 2007: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 976 p.
- Jiménez, G; Detlefsen, G; Virginio Filho, E. 2017. Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa al Cambio Climático de Pequeños Productores de Café en Honduras. XXIII Simposio Latinoamericano de Caficultura (1, 2017 San Pedro Sula, Honduras). Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Läderach, P.; Haggard, J.; Lau, C.; Eitzinger, A.; Ovalle, O.; Baca, M.; Jarvis, A.; Lundy, M. 2011. Café mesoamericano: Desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático. CIAT Políticas en Síntesis no. 2. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 4 p.
- Lara, L; Rapidel, B; Stoian, D; Argüello, J; Gaitán, T; González, C. 2011. Estudio de factibilidad para la implementación de seguros basados en Índices climáticos en el cultivo de café en Honduras y Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 94 p.
- Ley sobre Régimen de Relaciones entre Productores, Beneficiarios y Exportadores de Café N°. 2762. Art. 125. Asamblea Legislativa de la Republica de Costa Rica. 21 jun. 1961.
- Londoño, J. 2017. Análisis de estrategias y medidas de adaptación a la variabilidad climática en cultivos de café en Colombia. Ingeniero Forestal. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). 49 p.
- López, A; Hernández, D. 2016. Cambio climático y agricultura: Una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. EL TRIMESTRE ECONÓMICO. 83 (332): 459 – 496.
- López, J. 2017. Erosión hídrica en suelos de laderas cultivadas con café sin sombra, en Copán Honduras. Revista Ciencia y Tecnología 21: 135- 151.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2007. Plan estratégico de la cadena productiva de café. San José, Costa Rica, MAG. 103 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2018. Informe de Gestión Período 2014-2018. San José, Costa Rica, MAG. 543 p.

- Maletta, H. 2009. El Pan del Futuro: Cambio Climático, agricultura y alimentación en América latina. *Debates en Sociología*. (34): 117-176.
- Mora, N. 2008. Agrocadena de Café (en línea). San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 49 p. Informe Caracterización de la Agrocadena de café. Consultado 21 jul. 2019. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9314.pdf>.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2017. Global Climate Change: Vital Signs of the Planet (en línea, sitio web). Consultado 22 agosto. 2018. Disponible en <http://climate.nasa.gov/evidence/>.
- Nelson, G; Rosegrant, M; Koo, J; Robertson, R; Sulser, T; Zhu, T; Ringler, C; Msangi, S; Palazzo, A; Batka, M; Magalhaes, M; Valmonte-Santos, R; Ewing M; Lee, D. 2009. Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación (En línea, sitio Web). Informe sobre políticas alimentarias 21. Washington, D.C.: Instituto Internacional de Investigación de Políticas Alimentarias (IFPRI). Disponible en <http://www.ifpri.org/publication/climate-change-1>.
- Ordaz, J; Ramírez, D; Mora, J; Acosta, A; Serna, B; CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2010. Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Sede Subregional en México. 76 p.
- Peña Q, A.J.; Ramírez B, Valencia A, J.A.; Jaramillo R, A. 2012. La lluvia como factor de amenaza para el cultivo del café en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*. No 415. 8 p.
- Plazaola, K. 2018. Evaluación de Prácticas para la Reducción de Vulnerabilidad y Aumento de la Capacidad Adaptativa ante el Cambio Climático en fincas Cafetaleras de Honduras. Magister Scientiae en Agroforestería y Agricultura Sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 62 p.
- PROMECAFÉ (Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura). 2018. El estado actual de la Rentabilidad del Café en Centroamérica. Guatemala. Editorial Servi Prensa. 85 p.
- Rahn, E; Läderach, P; Baca, M; Cressy, C; Schroth, G; Malin, D; Rikxoort, H; Shriver, J. 2014. Climate change adaptation, mitigation, and live hood benefits in coffee production: ¿where are the synergies? *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 19:1119 – 1137.
- Rapidel, B; Allinne, C; Cerdán, C; Meylan, L; Virginio Filho, E; Avelino, J. 2015. Efectos Ecológicos y Productivos del Asocio de Árboles de sombra con Café en Sistemas Agroforestales. *In* Montagnini, F; Somarriba, E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B. *Sistemas Agroforestales: Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales*. 1 ed. Cali, Colombia, CIPAV; Turrialba, Costa Rica, CATIE. 454 p.
- Schuls, C. 2018. Análisis sobre Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa al Cambio Climático de Fincas Cafetaleras de Guatemala. Magister Scientiae en Agroforestería y Agricultura Sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 100 p.

- Turbay, S; Nates, B; Jaramillo F; Vélez, J; Ocampo, O. 2014. Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 85: 95-112.
- Valenciano, J. 2009. La actividad Cafetalera en los Santos: Diagnostico para un análisis de los medios de vida en la Agrocadena. Proyecto: Estrategias efectivas de reducción de riesgo respecto a la economía el choque de clima: Lecciones de la crisis de café en Mesoamérica. San José, Costa Rica. CIMPE (Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible).
- Viguera, B; Martínez-Rodríguez, M; Donatti, C; Harvey, C; y Alpízar, F. 2017. Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 47 páginas.
- Villareyna, R; Virgínio Filho, E; Jones, C; Florian, E; Soto, G; Astorga, C. 2017. Acciones para fortalecer la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector cafetalero de Costa Rica. Manual técnico para reducir la vulnerabilidad de fincas cafetaleras frente al cambio climático. Turrialba, Costa Rica. PRCC, PROCAGICA, USAID, UE, CATIE, IICA. 101 p.
- Villarreyna, R; Virgínio Filho, E; Jones, C; Florian, E; Soto, G; Astorga, C. 2017. Acciones para Fortalecer la Adaptación y Mitigación del cambio Climático en el sector cafetalero de Costa Rica. Manual técnico para reducir la vulnerabilidad de fincas cafetaleras frente al cambio climático. Costa Rica. PRCC, PROCAGICA, USAID, UE, CATIE, IICA. 104 p.
- Villeres, L; Arizpe, N; Orellana, R; Conde C; Hernández, J. 2009. Impacto del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. Interciencia 34(5):322 – 329.
- Virgínio Filho, E. 2018. Impulsando la adaptación en fincas cafetaleras de cooperativas del consorcio COOCAFE. Informe Final de Consultoría. Costa Rica. COOCAFE-FUNDECOOPERACIÓN/FUNDO DE ADAPTACIÓN. 34 p.
- Virgínio Filho, E; Barrios, M; Toruño, I; CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza).2009. ¿Cómo podemos mejorar la finca cafetalera en la cuenca?: Guía de apoyo a procesos de reflexión participativos con familias productoras y promotores técnicos. CATIE. Managua, Nicaragua.72 p.
- Virgínio Filho, E; Yamauchi, M; Bello, L; Garth, I; Russi, A; Abreu, D; Alcantara, D; Jones, C. 2019. Proyecto de Adaptación de la Caficultura al Cambio Climático: Evaluación de las medidas de adaptación priorizadas (Presentación de Power Point). COOCAFE-FUNDECOOPERACIÓN-FONDO DE ADAPTACIÓN. Costa Rica.
- WCR (World Coffee Research). 2018. Las variedades del café Arábica. Catálogo de Variedades (en línea). California, Estados Unidos. WCR non-profit agricultural Research organization. Consultado 10 ago. 2019. Disponible en [https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/las variedades del cafe arabica v2 fe b 2018.pdf](https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/las%20variedades%20del%20cafe%20arabica%20v2%20fe%20b%202018.pdf)

Wuebbles, D; Fahe, D; Hibbard, K; DeAngelo, B; Doherty, S; Hayhoe, K; Horton, R; Kossin, J; Taylor, P; Waple, A; Weaver, C. 2017: Our Globally Changing Climate. In: *Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I* [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, pp. 35-72.

Anexos

Anexo 1. Preguntas para evaluar la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de unidades productivas cafetaleras.

Variables de exposición		Respuesta		
		S I	+ -	N O
1	¿Ha habido cambios en la temperatura en los últimos años?			
2	¿Las lluvias han sido irregulares en los últimos años?			
3	¿Ha habido un aumento de lluvia con inundaciones y derrumbes?			
4	¿Hay riesgo de huracanes y tormentas tropicales?			
5	¿Ha habido sequías (), disminución () o ausencia de agua () en la propiedad en los últimos años?			
6	¿La fuerza y frecuencia de vientos fuertes ha aumentado?			
Variables de impacto (sensibilidad + exposición)				
7	¿La mayoría de los suelos en los cafetales y en otros usos de la tierra en la unidad productiva, presentan señales de erosión?			
8	¿La fertilidad de los suelos ha disminuido en los últimos años?			
9	¿Hay floración irregular en las plantas de café en los últimos años?			
10	¿Hay incremento de caída de flores y frutos de café?			
11	¿En los últimos años se ha incrementado el daño de plagas y enfermedades en los cafetales?			
12	¿Existe disminución de la producción de café en los últimos años?			
Variables de Capacidad adaptativa				
13	¿Faltan prácticas de conservación de suelo en la mayor parte del área de la unidad productiva?			
14	¿En los suelos de los cafetales (entre los surcos de las plantas) no hay cobertura de hierbas y hojarasca?			
15	¿La diversificación (árboles de servicio, maderables, frutales y otros cultivos de seguridad alimentaria) () y la diversidad de aves () en el cafetal es baja () o inexistente ()?			
16	¿Hay áreas con café a pleno sol (), poca sombra (<20%) () o con exceso de sombra (>70 %) ()?			
17	¿Existen cafetales con edad mayor a 15 años () y con baja productividad ()?			
18	¿Tienen variedades de café tolerantes/resistentes a enfermedades principales (Por ejemplo, roya (), ojo de gallo ())?			
19	¿Está ausente la práctica anual de poda y deshije en las plantas de café?			
20	¿Está ausente cada año la resiembra de plantas de café?			
21	¿Se aplica más de 3 qq de nitrógeno/mz/año, de origen sintético (químico)?			
23	¿No se aplican abonos orgánicos al cafetal? () ¿No se manejan la pulpa () y aguas mieles ()?			
23	¿La mayoría de las quebradas y fuentes de agua no tienen cobertura forestal?			
24	¿La mayoría de las áreas de otros usos de la unidad productiva no tienen cobertura forestal?			
25	¿No existen procesos organizativos sobre mitigación y adaptación al cambio climático?			

Anexo 2. Categorías para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en unidades productivas cafetaleras (Virginio Filho, 2015).

CATEGORÍA	Puntaje obtenido en la valoración
1.Vulnerabilidad prácticamente ausente, excelente capacidad adaptativa.	De 20 a 25 Puntos
2.Vulnerabilidad baja, alta capacidad adaptativa.	De 15 a 19 Puntos
3.Vulnerabilidad y capacidad adaptativa moderada.	De 8 a 14 Puntos
4.Vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular.	De 1 a 7 Puntos
5.Vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica.	De -6 a 0 Puntos
6.Vulnerabilidad y capacidad adaptativa crítica.	De -13 a -7 Puntos
7.Vulnerabilidad y capacidad adaptativa muy crítica.	De -20 a -14 Puntos
8.Totalmente vulnerable y sin ninguna capacidad adaptativa.	De -25 a -21 Puntos

Anexo 3. Prácticas que permiten hacer frente a las limitaciones de vulnerabilidad y adaptabilidad ante el cambio climático en unidades productivas cafetaleras.

Aspectos limitantes		Prácticas o medidas propuestas (A= adaptación; M= mitigación)
1	En los últimos diez años ha habido cambios en la temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar variedades resistentes. (A, M) • Utilizar cafetos de injertos de arábicos sobre robustas. (A, M) • Emplear sistemas de producción adaptados y diversificados. (A, M) • Implementar sistemas agroforestales y de reforestación. (A, M)
2	En los últimos años las lluvias han sido irregulares.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar prácticas de cosecha de agua en unidad productiva. (A) • Aplicar abonos foliares durante los periodos de sequía. (A) • Implementar sistemas de riego. (A)
3	Ha aumentado la incidencia de lluvias con inundaciones y derrumbes.	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear prácticas de conservación de suelos. (A, M) • Diseñar y manejar la sombra del café. (A, M) • Evitar cultivos en áreas de alto riesgo (pendientes muy fuertes, márgenes de ríos). (A, M)

Aspectos limitantes		Prácticas o medidas propuestas (A= adaptación; M= mitigación)
4	Hay riesgo de huracanes y tormentas tropicales.	<ul style="list-style-type: none"> Mantenerse informado por medio de los sistemas de alerta para tomar medidas de seguridad con anticipación. (A) Evitar cultivos en áreas de alto riesgo (pendientes muy fuertes, márgenes de ríos). (A, M)
5	Ha habido sequías en los últimos años. Se ha reducido la cantidad de agua disponible para la unidad productiva.	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar prácticas de cosecha de agua en unidad productiva. (A) Diseñar y manejar la sombra del café. (A, M) Asegurar una buena cobertura del suelo. (A, M)
6	Hay vientos fuertes y tienden a incrementarse.	<ul style="list-style-type: none"> Instalar barreras vivas con árboles. (A, M) Diseñar y manejar la sombra del café. (A, M)
7	La mayoría de los suelos en los cafetales y otros usos de la tierra en la unidad productiva presentan señales de erosión.	<ul style="list-style-type: none"> Emplear prácticas de conservación de suelos (curvas de nivel, barreras vivas y muertas, cobertura del suelo, manejo selectivo de hierbas). (A, M) Diseñar y manejar la sombra del café. (A, M)
8	La fertilidad de los suelos se está perdiendo.	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un programa de fertilización según análisis químico del suelo. (A) Agregar materia orgánica. (A, M) Diseñar y manejar la sombra del café con fuerte aporte de leguminosas. (A, M)
9	El café florece de manera irregular.	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un programa de fertilización adecuado. (A, M) Aplicar riego adecuado y oportuno. (A) Diseñar y manejar la sombra. (A, M)
10	Se ha incrementado la caída de flores y frutos del café.	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un programa de fertilización adecuado (P, K, Ca, S). (A, M) Aplicar riego adecuado y oportuno. (A) Diseñar y manejar la sombra del café con fuerte aporte de leguminosas. (A, M)
11	El daño causado al cafetal por plagas y enfermedades es cada vez mayor.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer diagnósticos oportunos para determinar niveles de incidencia. (A, M) Aplicar medidas de control ajustadas al comportamiento de clima y carga fructífera. (A, M) Mantenerse informado por medio de los sistemas de alerta para tomar medidas de prevención y control. (A) Dar un manejo integral al cafetal. (A, M) Emplear el manejo integrado de plagas. (A, M) Diseñar y manejar la sombra. (A, M) Combinar lotes con diferentes variedades resistentes a distintas enfermedades. (A, M)
12	La producción del café se ha ido reduciendo en los últimos años.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer un diagnóstico integral del cafetal (productivo, plagas y enfermedades, sombra, cobertura del suelo). (A, M) Hacer un análisis químico del suelo y, de ser posible, un análisis foliar. (A, M) Revisar el programa de fertilización y manejo de sombra. (A) Revisar la necesidad de sustituir o incorporar nuevas variedades de café. (A, M)
13	Faltan prácticas de conservación de suelo en la mayor parte del área.	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar prácticas de conservación de suelos (curvas al nivel, barreras muertas y vivas, acequias, cobertura de suelos). (A, M)
14	En los suelos de los cafetales (entre filas de plantas) no hay cobertura de hierbas ni hojarasca.	<ul style="list-style-type: none"> Dar un manejo selectivo a las hierbas para asegurar una buena cobertura (A, M) Diseñar y manejar la sombra para que aporte materia orgánica. (A, M)

Aspectos limitantes		Prácticas o medidas propuestas (A= adaptación; M= mitigación)
15	La diversificación del cafetal (árboles de servicio, maderables, frutales y otros cultivos) o de la unidad productiva es baja o no existe.	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar y manejar sistemas agroforestales que combinen maderables, frutales y otros cultivos, en asocio con buenas densidades de árboles leguminosos. (A, M)
16	Hay áreas de cafetal a pleno sol, con <20% de cobertura de sombra o con >70%.	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar y manejar sistemas agroforestales apropiados para cada condición. Buscar las mejores condiciones de sombra con niveles entre 30 y 55% con buena distribución en todo el cafetal. (A, M)
17	Los cafetales son viejos (más de 15 años).	<ul style="list-style-type: none"> Programar renovaciones acordes a las condiciones del productor. Si no es posible renovar de una sola vez toda el área, programar renovaciones por etapas. Las áreas de café viejo se mantienen con un manejo adecuado de podas, sombra, deshijas y fertilización. (A)
18	No se tienen variedades de café resistentes a la sequía, altas temperaturas o enfermedades serias, como roya y ojo de gallo.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar la disponibilidad de variedades autorizadas de alto potencial, tales como Anacafé 14, Robusta, Híbridos F1, Catimores). (A, M) Tener lotes de variedades diferentes con tolerancia/resistencia a enfermedades distintas. (A, M)
19	No se aplican podas ni deshijas a los cafetos cada año.	<ul style="list-style-type: none"> Después de la cosecha, iniciar un programa de podas y deshijas. De manera ideal, se deben hacer dos deshijas al año. (A)
20	No se resiembran cafetos cada año.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer resiembras anuales para reponer las plantas que mueren. Tener siempre un vivero para producir plantas de calidad. (A)
21	Se aplican más de 440 libras de N/ha/año de origen sintético (químico). Entre los fertilizantes nitrogenados sintéticos están la urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio.	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir o complementar los programas de fertilización química con abonos orgánicos (idealmente producidos en la propia unidad productiva). (A, M) Buscar niveles de productividad relativamente constantes y rentables con aplicaciones moderadas de nitrógeno. (A, M)
22	No se aplican abonos orgánicos.	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar abonos orgánicos de calidad en programa de fertilización. (A, M) Elaborar abonos orgánicos en la unidad productiva misma. (A, M)
23	La mayoría de las quebradas y fuentes de agua están sin cobertura forestal.	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar la cobertura forestal en las nacientes de agua. Si hay fuentes de agua en el cafetal, protegerlas con sistemas agroforestales, cobertura del suelo y no aplicar agroquímicos. (A, M)
24	La mayoría de las áreas de otros usos de la unidad productiva no tienen árboles.	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar diferentes arreglos de sistemas agroforestales, reforestación y regeneración natural para garantizar una producción agrícola diversificada y servicios ambientales. (A, M)
25	No existen procesos organizativos sobre mitigación y adaptación al cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> Establecer o fortalecer acciones organizadas (capacitación, asistencia técnica, procesos de comunicación) para el establecimiento y seguimiento de programas de adaptación y mitigación. (A, M) Crear comités de seguimiento para la mejora continua de las unidades productivas (A, M)

Anexo 4. Lista de Actividades de manejo anual del cafetal

Actividad	Días persona/jornal	Costo total de cada labor
Deshierbe (Chapias Limpiezas)		
Aplicación de herbicidas		
Aplicación de fungicidas		
Preparación de abonera orgánica		
Aplicación de abonos orgánicos o químicos		
Siembra de café		
Siembra de árboles		
Regulación de sombra		
Poda baja (cafetos)		
Poda sanitaria		
Obras de conservación de suelos (terrazas, barreras, diques)		
Cosecha de café (latas)		
Otras labores (especificar)		
Total, de días trabajados por año		
Coto Total		

Anexo 5. Lista de insumos utilizados en el cafetal por año.

Insumo	Nombre del Producto	Cantidad usada	total	Costo total
Abono orgánico (qq)				
Abono sintético (qq)				
Foliales orgánicos (L, kg)				
Foliales sintéticos (L, kg)				
Fungicida				
Insecticida				
Fertilizantes foliares				
Herbicidas (L)				
Plantas de arboles				
Plantas de café				
Otros insumos (especificar)				
Costo Total				

Anexo 6. Lista de productos obtenidos de la finca en un año.

Producto	Cantidad	Consumo Familiar	Ingresos Obtenidos
Café (qq pergamino)			
Leña (marcas)			
Plátano, banano (racimos)			
Cítricos (unidades)			
Otras frutas (unidades)			
Madera (pie cúbico)			
Total, ingresos en el año			

Anexo 7. Diagnóstico de enfermedades insectos y reguladores naturales del café.

Criterio a analizar (% crítico)	Bandolas	Número de hojas, frutos o nudos en las bandolas de cada cafeto									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Roya (10%)	1										
	2										
	3										
<i>Simplicillium</i> en roya	1										
	2										
	3										
<i>Mycodiplosis</i> en roya	1										
	2										
	3										
Ojo de Gallo (10%)	1										
	2										
	3										
Minador de la Hoja (20%)	1										
	2										
	3										
Mancha de Hierro (10%)	1										
	2										
	3										
	1										

Antracnosis (2%)	2											
	3											
Hojas totales												
Frutos con Broca (5%)	1											
	2											
	3											
Frutos brocados con Beauveria	1											
	2											
	3											
Frutos totales												
Nudos totales	1											
	2											
	3											
Nudos productivos (vivos)	1											
	2											
	3											

Anexo 8. Tabla de frecuencia de las puntuaciones obtenidas para cada variable de la evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa en fincas cafetaleras.

Variabl e	FA Categori a (-1)	FA Categori a (0.5)	FA Categori a (1)	%Categori a (-1)	%Categori a (0.5)	%Categori a (1)
P1	37	0	1	97	0	3
P2	35	3	0	92	8	0
P3	16	8	14	42	21	37
P4	21	14	3	55	37	8
P5	21	13	4	55	34	11
P6	23	12	3	61	32	8
P7	12	9	17	32	24	45
P8	14	12	12	37	32	32
P9	17	14	7	45	37	18
P10	9	16	13	24	42	34
P11	27	3	8	71	8	21
P12	19	8	11	50	21	29
P13	17	8	13	45	21	34
P14	6	16	16	16	42	42
P15	9	17	12	24	45	32

P16	15	11	12	39	29	32
P17	10	18	10	26	47	26
P18	2	2	34	5	5	89
P19	5	7	26	13	18	58
P20	14	11	13	37	29	34
P21	19	10	9	50	26	24
P22	21	9	8	55	24	21
P23	2	1	35	5	3	92
P24	3	6	29	8	16	76
P25	5	17	16	13	45	42

Anexo 9. Medias resumen de precios por fanega para los periodos 2016-2017 y 2017-2018 por cooperativa.

COOPERATIVA	Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.
COOPECERROAZUL	PrecioCafe16-17	5	69000.00	8396.43	56000.00	75000.00
COOPECERROAZUL	PrecioCafe17-18	5	74000.00	5477.23	65000.00	80000.00
COOPEELDOS	PrecioCafe16-17	6	69833.33	408.25	69000.00	70000.00
COOPEELDOS	PrecioCafe17-18	6	70000.00	0.00	70000.00	70000.00
COPELLANOBONITO	PrecioCafe16-17	5	70000.00	0.00	70000.00	70000.00
COPELLANOBONITO	PrecioCafe17-18	5	70000.00	0.00	70000.00	70000.00
COOPEMIRAMONTES	PrecioCafe16-17	5	78000.00	4472.14	70000.00	80000.00
COOPEMIRAMONTES	PrecioCafe17-18	5	78000.00	4472.14	70000.00	80000.00
COOPEPILANGOSTA	PrecioCafe16-17	6	59166.67	2041.24	55000.00	60000.00
COOPEPILANGOSTA	PrecioCafe17-18	6	62833.33	3125.17	60000.00	66000.00
COOPESABALITO	PrecioCafe16-17	6	63500.00	1974.84	60000.00	65000.00
COOPESABALITO	PrecioCafe17-18	6	64833.33	408.25	64000.00	65000.00
COOPESARAPIQUI	PrecioCafe16-17	3	65000.00	0.00	65000.00	65000.00

COOPESARAPIQUI	PrecioCafe17-18	3	65000.00	0.00	65000.00	65000.00
----------------	-----------------	---	----------	------	----------	----------

Anexo 10. Lista inicial de prácticas recomendadas por cooperativa

Cooperativas	Práctica recomendada	Criterios con los cuales están vinculados	Tipo de apoyo	# de productores
COOPECERROAZUL COOPEPILANGOSTA COOPEELDOS COOPEMIRAMONTES COOPELLANOBONITO COOPESABALITO COOPESARAPIQUI	Manejo de sombra en lote determinado; sombra intermedia (4,5m altura) en forma de paraguas con árboles de servicio diversificado poro-inga, con manejo podadora telescópica mecánica. Siembra árboles de servicio a (6x8m distancia) en combinación con árboles maderables. Sombra regulada en paraguas con poró a 4,5m de altura con manejo de podadora telescópica.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,12, 13,14,15,21,22,30	Proyecto apoya con podadora. Seguimiento de cooperativa. Compromiso de los productores en implementar con sus propios medios	3; 4; 4; 3; 3; 4; 3 100%
COOPECERROAZUL COOPEPILANGOSTA	Sistema de cosecha de agua en tanque próximo a casa para riego.	2,5,10,11,12	MAG apoya. Seguimiento de cooperativa. Recurso de los productores, proyecto apoya	3; 1; 0; 0; 0; 0; 0 16.6%
COOPECERROAZUL COOPEPILANGOSTA COOPEELDOS COOPEMIRAMONTES COOPELLANOBONITO COOPESABALITO COOPESARAPIQUI	Introducción de parcelas de variedades mejoradas (CR95, Obata, IAPAR, Centroamérica, Tupí, Catigua, Marsellesa entre otros) (1200 plantas). Evaluación y seguimiento de variedades mejoradas ya establecidas	5,13, 16 ,17,19,20;	Proyecto apoya con (vivero, semilla y/o plantas). Seguimiento de cooperativa. Compromiso de los productores en implementar con sus propios medios.	3; 3; 2; 3; 3; 3; 3 83.3%
COOPECERROAZUL	Establecimiento de árboles en barreras rompe vientos en puntos de paso del viento.	4,6,24;	Compromiso de los productores en implementar con sus propios recursos. Seguimiento de cooperativa	1; 0; 0; 0; 0; 0; 0 4.2%
COOPECERROAZUL COOPEPILANGOSTA COOPESARAPIQUI	Instalación de abonera para compost en la finca, o mejora de galerón para elaboración de abonos.	7, 8,20, 22	Compromiso de los productores en implementar con sus propios recursos. Seguimiento de cooperativa.	1; 1; 0; 0; 0; 0; 1 12.5%

			Proyecto apoya con material.	
COOPESABALITOS COOPESARAPIQUI	Manejo selectivo de hierbas con moto-guadaña manteniendo buena cobertura en el suelo, con aporte de materia orgánica y sin herbicidas.	7,9	Proyecto aporta guadaña. Seguimiento de cooperativa.	0; 0; 0; 0; 2; 1 12.5%

Anexo 11. Otras prácticas Recomendadas para establecimiento futuro en la finca

Cooperativa	Prácticas	Factores críticos relacionados
COOPECERROAZUL 1 COOPEPILANGOSTA 1 COOPEELDOS 2 COOPEMIRAMONTES 2 COOPESABALITO 3 COOPESARAPIQUI 1	Estar conectado con sistemas de alerta temprana sobre riesgos de tormentas y otros fenómenos	4
COOPECERROAZUL 2 COOPEPILANGOSTA 1 COOPESABALITO 1 COOPESARAPIQUI 2	Programa de fertilización equilibrado basado en análisis químico del suelo. Aportes de materia orgánica al suelo.	8, 12, 20
COOPECERROAZUL 1 COOPEMIRAMONTES 1	Monitoreo de plagas y enfermedades para orientar la necesidad de control.	13
COOPECERROAZUL 2 COOPEPILANGOSTA 1	Establecer sistemas agroforestales en otros usos de la finca (áreas de pastos).	24
COOPEPILANGOSTA 2 COOPEELDOS 2 COOPEMIRAMONTES 2 COOPELLANOBONITO 3 COOPESABALITO 3 COOPESARAPIQUI 2	Cosecha de agua y riego en momentos de sequía.	2, 11, 12
COOPEPILANGOSTA 2 COOPEELDOS 1	Durante períodos de fuertes sequías aplicación frecuentes de foliares.	5, 11
COOPEPILANGOSTA 1 COOPEELDOS 1 COOPEMIRAMONTES 2 COOPELLANOBONITO 2	Prácticas de conservación de suelos.	3,6, 10
COOPEELDOS 1 COOPEMIRAMONTES 1 COOPELLANOBONITO 1	Diversificación equilibrada de asocio de maderables, frutales y cultivos.	14
COOPEELDOS 1	Incorporar abonos orgánicos en cafetales.	22
COOPEELDOS 1	Renovación de cafetales viejos	16
COOPELLANOBONITO 1	Fortalecer el aprendizaje y participación en procesos organizativos.	25

Anexo 12. Prácticas implementadas por los productores

Prácticas	Realiza	En proceso	No Realiza
Manejo de sombra (uso de posadora telescópica)	23 (61%)	14 (37%)	1 (2%)
Variedades Mejoradas	36 (95%)	5 (13%)	2 (5%)
Sistema de cosecha de Agua	3 (8%)	3 (8%)	35 (92%)

Construcción de abonera	1 (3%)	-	37(97%)
Siembra de arboles	14 (37%)	3 (8%)	24 (63%)
Producción de abonos	3 (8%)	-	35 (92%)
Manejo de malezas (moto-guadaña)	1 (3%)	-	37 (97%)
Implementa practicas	30 (79%)	25 (66%)	8 (21%)

Anexo 13. Medias resumen de prácticas realizadas

Variable	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Frecuencia de uso Podadora	1.18	1.01	0.00	3.00
Total, Variedades resistentes	2.18	1.11	0.00	5.00
Siembra de árboles Cantidad	42.39	82.93	0.00	400.00
Total, prácticas Realizadas.	2.11	0.98	0.00	4.00
Prácticas en proceso	0.66	0.71	0.00	2.00

Anexo 14. Medias resumen de Variedades resistentes y susceptibles.

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Total, Variedades susceptibles	23	1.18	1.20	0.00	4.00
Total, Variedades resistentes	36	2.18	1.11	0.00	5.00
Total, Variedades	38	3.37	1.85	1.00	7.00

Anexo 15. Árboles utilizados dentro del cafetal

Siembra de arboles	Siembra	No siembra
Árboles frutales	7 (18%)	31 (82%)
Árboles maderables	4 (11%)	34 (89%)
Madero Negro	2 (5%)	36 (95%)
Poró	16 (42%)	22 (58%)
Ingas	8 (21%)	30 (79%)

Anexo 16. Variedades de café utilizadas por los productores.

Variedades	Presencia	Ausencia	Edad (Años) promedio	Área (ha) promedio
Hibrido indefinido F1	2 (5%)	36 (95%)	0.15	0.02
Veranero	1 (3 %)	37 (97%)	0.5	0.17
IAPAR	5 (13%)	33 (87%)	0.26	0.07
Pacamara	2 (5%)	36 (95%)	0.26	0.08
Catigua	1 (3%)	37 (97%)	1	0.18
San Isidro	3 (8%)	35 (92%)	0.14	0.03
Victoria14	7 (18%)	31 (82%)	0.21	0.10
Tupi	5 (13%)	33 (87%)	0.21	0.08
Marsellesa	2 (5%)	36 (95%)	0.14	0.03
Obata	33 (87%)	5 (13%)	1.37	0.79
Costa Rica 95	26 (68%)	12 (32%)	6.55	1.63
Caturra	15 (39%)	23 (61%)	6.71	0.39
Venecia	4 (11%)	34 (89%)	1.05	0.06
Catuaí	16 (42%)	22 (58%)	7.21	0.70
Villa Sarchí	7 (18%)	31 (82%)	2.68	0.07

Anexo 17. Tabla de contingencia de variables de nivel de vulnerabilidad y prácticas realizadas.

Clasificación	Variable	Clasificación de variables	p valor
Nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa. Crítica, Medianamente crítica, Moderada, Regular	Manejo de sombra	Presencia: si Ausencia: no	0.16
	Variedades resistentes	Presencia: si Ausencia: no	0.017
	Sistema de cosecha de agua	Presencia: si Ausencia: no	0.37
	Producción de abonos	Presencia: si Ausencia: no	0.66
	Construcción de abonera	Presencia: si Ausencia: no	0.35
	Siembra de árboles	Presencia: si Ausencia: no	0.02
	Manejo de malezas (moto-guadaña)	Presencia: si Ausencia: no	0.77

Anexo 18. Tabla de contingencia de prácticas implementadas y variables productivas

Clasificación	Variable	Clasificación de variables	p valor
Implementa prácticas	Edad de la plantación	DV: Desarrollo Vegetativo DR: Desarrollo Reproductivo PM: Productividad Máxima DP: Disminución de la producción	0.73
Manejo de malezas			0.56
Siembra de árboles			0.23
Construcción de abonera			0.31
Producción de abonos			0.16
Sistema de cosecha de agua			0.28
Variedades resistentes			0.30
Manejo de sombra			0.23
Implementa prácticas	Fanegas /ha 16-17	Baja (<10) Media (11-25) Alta (26 >)	0.78
Manejo de malezas			0.33
Siembra de árboles			0.66
Construcción de abonera			0.19
Producción de abonos			0.26
Sistema de cosecha de agua			0.85
Variedades resistentes			0.36
Manejo de sombra			0.78
Implementa prácticas	Fanegas/ha 17-18	Baja (<10) Media (11-25) Alta (26 >)	0.33
Manejo de malezas			0.49
Siembra de árboles			0.74
Construcción de abonera			0.09
Producción de abonos			0.51
Sistema de cosecha de agua			0.65
Variedades resistentes			0.23
Manejo de sombra			0.88
Implementa prácticas	Simplicillium	Está presente: si No está presente: no	0.29
Manejo de malezas			0.13
Siembra de árboles			0.57
Construcción de abonera			0.35
Producción de abonos			0.10

Sistema de cosecha de agua			0.10
Variedades resistentes			0.03
Manejo de sombra			0.54
Implementa prácticas	Mycodiplosis en Roya	Está presente: si No está presente: no	0.35
Manejo de malezas			0.01
Siembra de árboles			0.69
Construcción de abonera			0.74
Producción de abonos			0.56
Sistema de cosecha de agua			0.56
Variedades resistentes			0.05
Manejo de sombra			0.75
Implementa prácticas			Ojo de gallo
Manejo de malezas	0.02		
Siembra de árboles	0.59		
Construcción de abonera	0.63		
Producción de abonos	0.40		
Sistema de cosecha de agua	0.40		
Variedades resistentes	0.49		
Manejo de sombra	0.51		
Implementa prácticas	Minador de la hoja	No crítica <15	
Manejo de malezas			0.0001
Siembra de árboles			0.10
Construcción de abonera			< 0.0001
Producción de abonos			< 0.0001
Sistema de cosecha de agua			< 0.0001
Variedades resistentes			< 0.0001
Manejo de sombra			0.19
Implementa prácticas			Mancha de Hierro
Manejo de malezas	0.41		
Siembra de árboles	0.30		
Construcción de abonera	0.38		

Producción de abonos			0.05		
Sistema de cosecha de agua			0.42		
Variedades resistentes			0.02		
Manejo de sombra			0.50		
Implementa prácticas	Antracnosis	Altercítica 3> Crítica 2 Nocrítica < 1	0.92		
Manejo de malezas			0.62		
Siembra de árboles			0.24		
Construcción de abonera			0.62		
Producción de abonos			0.40		
Sistema de cosecha de agua			0.08		
Variedades resistentes			0.51		
Manejo de sombra			0.19		
Implementa prácticas			Frutos con Broca	No crítico Crítico	0.08
Manejo de malezas					0.55
Siembra de árboles	0.24				
Construcción de abonera	0.55				
Producción de abonos	0.29				
Sistema de cosecha de agua	0.43				
Variedades resistentes	0.24				
Manejo de sombra	0.01				
Implementa prácticas	Frutos Brocados con Beauveria	Presencia: si	0.0002		
Manejo de malezas			< 0.0001		
Siembra de árboles			0.10		
Construcción de abonera			< 0.0001		
Producción de abonos			< 0.0001		
Sistema de cosecha de agua			< 0.0001		
Variedades resistentes			< 0.0001		
Manejo de sombra			0.19		
Implementa prácticas	Nudos productivos	Bajo 50-69 Medio 70-89 Alto > 90	0.46		
Manejo de malezas			0.06		
Siembra de árboles			0.006		

Construcción de abonera			0.22
Producción de abonos			0.73
Sistema de cosecha de agua			0.30
Variedades resistentes			0.06
Manejo de sombra			0.86

Anexo 19. Tablas de contingencia de variedades resistentes

Clasificación	Variable	Clasificación de variables	p valor
Variedades resistentes Presencia: si Ausencia: no	Edad de la Plantación	DV: Desarrollo Vegetativo DR: Desarrollo Reproductivo PM: Productividad Máxima DP: Disminución de la producción	0.69
	Fanegas /ha 16-17	Baja (<10) Media (11-25) Alta (26 >)	0.36
	Fanegas/ha 17-18	Baja (<10) Media (11-25) Alta (26 >)	0.23
	Simplicillium	Está presente: si No está presente: no	0.03
	Mycodiplosis en Roya	Está presente: si No está presente: no	0.05
	Ojo de gallo	Crítica < 5 Nocrítica >6	0.49
	Minador de la hoja	No crítica <15	< 0.0001
	Mancha de Hierro	Alterítica 5> Crítica 2 -4 Nocrítica < 1	0.02
	Antracnosis	Alterítica 3> Crítica 2 Nocrítica < 1	0.51
	Frutos con Broca	No crítico Crítico	0.24
	Frutos Brocados con Beauveria	Presencia: si	< 0.0001
	Nudos productivos	Bajo 50-69 Medio 70-89 Alto > 90	0.06

Anexo 20. Tablas de contingencia de variedades susceptibles

Clasificación	Variable	Clasificación de variables	p valor
Variedades susceptibles Presencia: si Ausencia: no	Edad de la Plantación	DV: Desarrollo Vegetativo DR: Desarrollo Reproductivo PM: Productividad Máxima DP: Disminución de la producción	0.55
	Fanegas /ha 16-17	Baja (<10) Media (11-25) Alta (26 >)	0.53
	Fanegas/ha 17-18	Baja (<10) Media (11-25) Alta (26 >)	0.03
	Simplicillium	Está presente: si No está presente: no	< 0.0001
	Mycodiplosis en Roya	Está presente: si No está presente: no	0.08
	Ojo de gallo	Crítica < 5 Nocrítica >6	0.99
	Minador de la hoja	No crítica <15	0.99
	Mancha de Hierro	Altercrítica 5> Crítica 2 -4 Nocrítica < 1	0.04
	Antracnosis	Altercrítica 3> Crítica 2 Nocrítica < 1	0.99
	Frutos con Broca	No crítico Crítico	0.99
	Frutos Brocados con Beauveria	Presencia: si	0.99
	Nudos productivos	Bajo 50-69 Medio 70-89 Alto > 90	0.01

Anexo 21.
Prueba

T para muestras independientes de participación y frutos brocados

Clasificación	Variab le	Grup o 1	Grup o 2	n (1)	n (2)	Medi a (1)	Medi a (2)	Medi a (1)-)	LI (95)	LS (95)	p- valo r
----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------

								Medi a (2)			
Participación	Frutos con Broca	{0.00}	{1.00}	14	24	64.79	29.46	35.33	-2.25	72.91	0.06
Participación	Frutos Brocados con Beauveria	{0.00}	{1.00}	14	24	9.86	5.92	3.94	0.82	7.06	0.01

Anexo 22. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes de participación, practicas realizadas y variedades resistentes.

Clasificación	Variable	Media (1)	Media (2)	DE (1)	DE (2)	p (2 colas)
Participación	Total, Variedades susceptible	1.14	1.08	1.23	1.02	0.97
Participación	Total, Variedades resistentes	2.21	2.33	1.31	1.13	0.82
Participación	Total, prácticas Realizadas	1.43	2.50	1.02	0.72	0.004
Participación	Prácticas en proceso	1.21	0.33	0.58	0.56	0.001

Anexo 23. Tablas de contingencia Participación del proyecto e implementación de prácticas

Clasificación	Variable	Clasificación de variables	p valor
Participación del proyecto	Implementa practicas	Presencia: si Ausencia: no	0.0001
	Prácticas en proceso	Presencia: si Ausencia: no	0.0001
	Variedad resistente	Presencia: si Ausencia: no	0.80
	Variedad susceptible	Presencia: si Ausencia: no	0.17

Anexo 24. Limitaciones presentadas por los productores que dificultan la implementación de medidas de adaptación.

¿Considera que la adopción de las prácticas, son sencillas de implementar y por qué?
¿Cuáles cree usted pueden ser factores limitantes para la implementación de las prácticas y por qué?
¿Qué factores podrían hacer más fácil la adopción de estas medidas?

¿Qué prácticas ya está implementando y que tan complicado ha sido el proceso de ejecución?
¿Qué otras variables de importancia (no incluidas en la herramienta) considera se deben explorar?
¿Qué otras prácticas podrían ser aplicadas al proceso de adaptabilidad?
¿Qué recomendaciones haría para abordar estas limitantes?

Anexo 25. Utilidad de la herramienta, encuesta a productores.

Datos Generales
Fecha:
Nombre del Productor: Edad:
Nombre de la Finca/cooperativa asociada: Área del cafetal:
Provincia: Cantón: Distrito:
Comunidad:
¿Cuántos años tiene de trabajar en el sector caficultor?
Percepción sobre la herramienta
¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre cambio climático?
¿Conoce usted la herramienta usada para analizar vulnerabilidad al cambio climático en fincas cafetaleras y como se interpreta?
¿Considera que esta evaluación es útil para la toma de decisiones en sus fincas? ¿Por qué motivo?
¿En qué aspectos ha contribuido esta evaluación a la toma de decisiones en su finca?
¿Cree usted que existen variables que no están siendo tomados en cuenta en esta evaluación?
¿Qué mejoras sugiere se podrían hacer a la herramienta?

Anexo 26. Utilidad de la herramienta, encuesta a técnicos.

Datos Generales
Fecha:
Nombre del técnico: Edad:
Nombre de la organización/cooperativa: Área de trabajo:
Provincia: Cantón: Distrito:
Comunidad:
¿Cuántos años tiene de trabajando como técnico en el sector caficultor?
Percepción sobre la herramienta
¿Considera usted que la variabilidad climática es un factor de importancia para la producción cafetalera? ¿Por qué?
¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre la aplicación de la herramienta de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa?
¿Ha realizado usted alguna capacitación sobre prácticas que promuevan la adaptabilidad y resiliencia ante el cambio climático? Por favor lístelas.
¿Conoce usted otro tipo de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa? ¿Cuál o cuáles?
¿Considera que esta evaluación es útil para la toma de decisiones para los productores de café? ¿Cuáles considera son sus ventajas?

¿En qué aspectos ha contribuido esta evaluación a la toma de decisiones a nivel técnico?
¿Cree usted que existen variables que no están siendo tomados en cuenta en esta evaluación? Mencione cuales.
¿Qué mejoras sugiere se podrían hacer a la herramienta?

Anexo 27. Utilidad de la herramienta, encuesta a gerentes de cooperativa.

Datos Generales		
Fecha:		
Nombre del coordinador:	Edad:	
Nombre de la organización/cooperativa:	Área de trabajo:	
Provincia:	Cantón:	Distrito:
Comunidad:		
¿Cuántos años tiene de trabajando dentro de la cooperativa?		
Percepción sobre la herramienta		
¿Considera usted que la variabilidad climática es un factor de importancia para la producción cafetalera? ¿Por qué?		
¿Cuál ha sido el interés inicial de la cooperativa por adoptar este tipo de evaluación?		
¿Ha realizado la cooperativa alguna capacitación sobre prácticas que promuevan la adaptabilidad y resiliencia ante el cambio climático? Por favor lístelas		
¿Conoce usted otro tipo de evaluación de vulnerabilidad y capacidad adaptativa? ¿Cuál o cuáles?		
¿Considera que esta evaluación es útil para la toma de decisiones para los productores de café? ¿Cuáles considera son sus ventajas?		
¿En qué aspectos ha contribuido esta evaluación a la toma de decisiones a nivel de cooperativa?		
¿Cree usted que existen variables que no están siendo tomados en cuenta en esta evaluación? Mencione cuales		
¿Qué mejoras sugiere se podrían hacer a la herramienta?		