

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A EVENTOS CLIMÁTICOS Y RESPUESTA
DE ADAPTACIÓN EN HOGARES DE PEQUEÑOS CAFICULTORES.

CAMILO ANDRÉS VALENCIA MARTÍNEZ

JORGE HUMBERTO PÁEZ MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES

2019

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A EVENTOS CLIMÁTICOS Y RESPUESTA
DE ADAPTACIÓN EN HOGARES DE PEQUEÑOS CAFICULTORES.

CAMILO ANDRÉS VALENCIA MARTÍNEZ

JORGE HUMBERTO PÁEZ MARTÍNEZ

ASESOR

ANGIE CAROLINA TUNJANO GUTIÉRREZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN DESARROLLO
SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES

2019

Contenido

Agradecimientos	1
Resumen.....	2
Abstract	3
Lista de Acrónimos	5
Introducción	6
1. Problema de investigación	9
2. Objetivos	13
2.1. Objetivo general	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
3. Marco teórico	14
3.1 Marco conceptual	14
3.2 Estado del arte	20
4. Metodología	27
4.1 Localización del estudio.....	27
4.2 Información de la precipitación.....	28
4.3 Información primaria y tamaño de muestra	29
4.4 Métodos e instrumentos de recolección de información.....	29
4.5 Entrevistas y grupos focales con caficultores y agentes	30
4.6 Variables e indicadores	31

4.7 Enfoque analítico: construcción de índices agregados.....	34
5. Resultados y discusión.....	40
5.1 Análisis descriptivo.....	40
5.1.1 La caficultura en Colombia y en la zona de estudio.....	40
5.1.1.1 Tendencias tecnológicas y de la producción.....	42
5.1.1.2 La política institucional cafetera frente el cambio climático.....	44
5.1.2 La precipitación en la región de estudio.....	47
5.1.2.1 Precipitaciones.....	47
5.1.2.2 Balance Hídrico e Índice de Humedad del Suelo.....	50
5.1.3 Exposición de los sistemas productivos a eventos climáticos.....	54
5.1.3.1 Condiciones tecnológicas del sistema productivo.....	54
5.1.3.2 Manejo del agua en el procesamiento del café.....	59
5.1.3.3 Prácticas ambientales.....	62
5.1.4 Exposición de los hogares a eventos climáticos.....	65
5.1.4.1 Fuentes de ingreso y diversificación de la producción.....	67
5.1.4.2 Acceso a información y tecnología.....	69
5.1.5 Exposición de los sistemas productivos y de los hogares.....	70
5.1.5.1 Impacto de los eventos climáticos sobre la infraestructura y la capacidad de producción.....	71
5.1.5.2 Impacto de los eventos climáticos sobre los ingresos y la rentabilidad.....	74

5.1.6 Capacidad adaptativa.....	75
5.1.6.1 Respuesta estratégica de los hogares a los eventos climáticos.....	75
5.2. Análisis estadístico.....	80
5.2.1 Índice de exposición.....	80
5.2.2 Índice de sensibilidad.....	81
5.2.2.1 Índice de sensibilidad agronómica.....	81
5.2.2.2 Índice de sensibilidad de los hogares.....	88
5.2.2.3 Índice agregado de sensibilidad de los hogares.....	91
5.2.3 Índice de adaptación.....	93
5.2.4 Índice de vulnerabilidad.....	95
5.2.5 Comparación de los índices.....	97
5.2.6 Escala de la vulnerabilidad.....	99
6. Conclusiones.....	101
7. Recomendaciones: medidas de política para la reducción de los efectos y la promoción de la adaptación de los hogares y los cultivos.....	102
Referencias.....	105
Lista de Tablas.....	113
Lista de Figuras.....	116

Agradecimientos

A Dios por la vida y darnos las fuerzas e iluminarnos para poder plasmar nuestros pensamientos.

A nuestras familias, por apoyarnos en este proyecto, por darnos las fuerzas y ánimo para seguir adelante y no desfallecer, por la paciencia y sacrificio del tiempo que no pudimos estar juntos.

Agradecemos a la Universidad de Manizales por haber permitido hacer parte de ella y poder llevar a cabo esta Maestría, también a los docentes que nos brindaron sus conocimientos y su apoyo para sacar a delante este proyecto tan importante para nuestras vidas.

Agradecemos al Centro Nacional de Investigaciones del Café por facilitarnos la información y permitir desarrollar este estudio, de igual forma al Dr. Fernando Farfán por habernos apoyado en el desarrollo de este estudio.

Nuestro agradecimiento también lo dirigimos a Carlos Ariel García Romero asesor externo, por brindarnos el apoyo y permitir recurrir a su capacidad y conocimiento científico para el desarrollo de esta investigación.

A la Dra. Angie Carolina Tunjano Gutiérrez, por sus aportes y paciencia para guiarnos en el desarrollo de este trabajo.

Resumen

En este estudio se evaluaron los efectos de la variabilidad climática sobre las condiciones socioeconómicas y el sistema de producción de los hogares cafeteros en los municipios de Salamina en el departamento de Caldas y Balboa y Santuario en Risaralda. La información primaria proviene de una encuesta realizada a una muestra aleatoria de 438 hogares cafeteros, complementada con la realización de grupos focales con caficultores. La caficultura de los municipios es en general tecnificada, con cultivos jóvenes, densidades de siembra superiores a 5,000 árboles por hectárea y altas proporciones de variedades resistentes a la roya. En Salamina predominan los productores con cultivos menores de una hectárea y en Balboa y Santuario se concentran en cultivos entre una y cinco hectáreas. De acuerdo con la información histórica de precipitación el municipio de Salamina ha sido el más afectado por fenómenos climáticos, presentando una disminución en el volumen de lluvias del 48,8% en el año 2015 con respecto al promedio. Los sistemas productivos de los caficultores se han afectado principalmente por exceso de lluvias, en porcentajes superiores al 80%, castigando la producción de café y, por lo tanto, los ingresos del hogar. La respuesta de los productores son solicitar créditos, incrementar la fuerza de trabajo, destinar mano de obra a otras labores diferentes al café, recurrir a los ahorros, solicitar ayuda institucional, pedir ayuda a un vecino o vender sus activos.

El *índice de exposición* reflejó la incidencia eventos climáticos reportados por los productores diagnosticando que el municipio de Balboa presenta un mayor grado de exposición a eventos climáticos adversos (en promedio 37 puntos sobre 100), seguido por Salamina (35,9) y Santuario (29,2). El *índice de sensibilidad agronómica* en el municipio de Salamina evidencian la mayor sensibilidad (63,2) y en Balboa la menor (44). El *índice de sensibilidad de los hogares* evidenció

una susceptibilidad entre media y alta, con valores promedio superiores a 70 puntos para Balboa y Salamina, y de 58 puntos para Santuario. El *índice agregado de sensibilidad* fue más alto entre los hogares caficultores del municipio de Salamina (69,8) y tuvo valores similares menores en los municipios de Balboa (58,2) y Santuario (58,6). El *índice de adaptación* arrojó que para los tres municipios los hogares tienen muy limitadas medidas de adaptación. El *índice de vulnerabilidad* reveló que los productores de la muestra en el municipio de Salamina presentan la mayor condición de vulnerabilidad, con un promedio de 38,5 puntos, seguidos por los de Balboa (31,2) y Santuario (28). Según la Escala de Vulnerabilidad construida, el municipio de Salamina revela la mayor proporción de la población encuestada en condición de vulnerabilidad a las variaciones climáticas.

Palabras claves: Variabilidad Climática, Cambio Climático, Riesgo Climático, Exposición, Sensibilidad, Caficultura.

Abstract

This study assesses the effects of climate variability on socioeconomic conditions and the production system of coffee households in the municipalities of Salamina in the department of Caldas and Balboa and Santuario in Risaralda. The primary information comes from a survey conducted on a random sample of 438 coffee-growing households, complemented by the holding of focus groups with coffee farmers. Coffee growing in the municipalities is generally technified, with young crops, planting densities higher than 5.000 trees per hectare and high proportions of rust-resistant varieties. In Salamina, producers with crops of less than one hectare predominate and in Balboa and Santuario they concentrate on crops between one and five hectares. According to the historical rainfall information, the municipality of Salamina has been the most affected by

climatic phenomena, presenting a decrease in the volume of rainfall of 48.8% in 2015 with respect to the average. The production systems of coffee farmers have been affected mainly by excess rainfall, in percentages higher than 80%, punishing the production of coffee and, therefore, household income. The response of producers is to request credits, increase the work force, allocate labor to other tasks other than coffee, resort to savings, request institutional help, ask for help from a neighbor or sell their assets. The calculation of a household socio-economic vulnerability index was applied to climate change according to their adaptation ability.

The exposure index reflected the incidence of climatic events reported by the producers, diagnosing that the municipality of Balboa has a higher degree of exposure to adverse weather events (on average 37 points out of 100), followed by Salamina (35.9) and Santuario (29.2). The agronomic sensitivity index in the municipality of Salamina shows the highest sensitivity (63.2) and in Balboa the lowest (44). The sensitivity index of the households showed a medium to high susceptibility, with average values higher than 70 points for Balboa and Salamina and 58 points for Santuario. The aggregate sensitivity index was higher among the coffee-growing households of the municipality of Salamina (69.8) and had similar lower values in the municipalities of Balboa (58.2) and Santuario (58.6). The adaptation index showed that for the three municipalities households have very limited adaptation measures. The vulnerability index revealed that the producers of the sample in the municipality of Salamina have the highest vulnerability condition, with an average of 38.5 points, followed by those of Balboa (31.2) and Santuario (28).

According to the Vulnerability Scale built, the municipality of Salamina reveals the largest proportion of the surveyed population in a condition of vulnerability to climatic variations.

Key words: Climate Variability, Climate change, Climate Risk, Exposition, Sensitivity, Coffee growing.

Lista de Acrónimos

Cenicafé	Centro Nacional de Investigaciones del Café.
CRECE	Centro de Estudios Cafeteros Regionales Cafeteros y Empresariales
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
FNC	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
FONADE	Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias.
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
Sica	Sistema de Información Cafetero

Introducción

Existe preocupación a nivel mundial por la influencia del calentamiento global y, por lo tanto, el cambio climático, en los diferentes sectores económicos y la población. En especial en los países en vías de desarrollo se presenta mayor vulnerabilidad y menor resiliencia de los hogares a este fenómeno. Datos históricos de varias décadas evidencian el calentamiento global del planeta, junto con el aumento en la frecuencia de eventos extremos que se manifiestan en inundaciones, sequías y olas de calor que inciden en la economía y provocan la pérdida de vida (Stott, et al., 2001).

El aumento ilimitado de emisiones de gases está elevando la temperatura del planeta, derivándose de este fenómeno el derretimiento de glaciares, aumento en la pluviosidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos y cambio en las estaciones del clima; conllevando a que el comportamiento de las lluvias a corto plazo influya negativamente sobre las cosechas y a largo plazo cause una reducción en la producción de los cultivos. El cambio climático tiene un impacto negativo para la agricultura, y representa una amenaza para la seguridad alimentaria mundial considerando el incremento de la población (International Food Policy Research Institute [IFPRI], 2009).

Los efectos del Cambio Climático pueden ser más graves para los productores de economía campesina o de economía de subsistencia, que se ubican en ambientes frágiles, situados por lo general en países en vía de desarrollo. El fenómeno afecta la productividad de los cultivos, que es la base del ingreso de los productores, por lo tanto puede influir sobre el bienestar de la población en las áreas rurales. Los impactos del cambio climático en la agricultura constituyen un desafío más para el desarrollo en términos de garantizar la seguridad alimentaria y reducir la

pobreza. Es preciso evaluar el efecto del cambio climático en el nivel de los hogares, para encontrar políticas de desarrollo enfocadas a las personas pobres y vulnerables que dependen de la agricultura (Jones & Thornton, 2003).

Este fenómeno está influyendo negativamente sobre el componente agronómico de la caficultura, en aspectos como el incremento o la propagación de plagas y enfermedades del cultivo, deslizamientos de los terrenos en las fincas con la consecuente pérdida de suelos (Ramírez *et al*, 2013, citado en (Farfán, 2018)). Pero, por otra parte, repercute también sobre el bienestar de los productores al reducir los ingresos y la rentabilidad como resultado de la caída en la producción o la pérdida de cosechas.

La investigación es necesaria y se justifica dado que no se cuenta con estudios cuantitativos sobre la evaluación de los efectos socioeconómicos y la respuesta estratégica de los caficultores a los efectos del cambio climático; para contribuir a incrementar el conocimiento de este fenómeno, el presente estudio pretende conocer cómo impacta la variabilidad climática el nivel de vida de los caficultores, desde sus componentes social y económico, y qué capacidad tiene el caficultor de sobreponerse a los efectos de la variabilidad climática, e implementar medidas de adaptación.

Esta evaluación es un enfoque integrado debido a que examinamos los conceptos que componen la vulnerabilidad, tales como la exposición, la sensibilidad, el impacto y la capacidad de adaptación de los hogares; del mismo modo se valora la sensibilidad de los sistemas de producción y del hogar.

Este documento se divide en 6 capítulos. El primero y segundo capítulo se plantea el problema de investigación y los objetivos del trabajo. El tercer capítulo esboza el marco teórico, conceptual y estado del arte sobre el estudio. El cuarto capítulo describe los métodos empleados

y los datos usados para dar respuesta a la pregunta de investigación. En el quinto capítulo se presentan los resultados donde se realiza un análisis descriptivo de la caficultura y el clima en la zona de estudio, la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptativa de los sistemas productivos y de los hogares a eventos climáticos; así como un análisis estadístico y cálculo para cada observación de la muestra, un índice de exposición a eventos climáticos adversos, un índice de sensibilidad agronómica, un índice de sensibilidad del hogar, un índice de capacidad de adaptación, un índice de vulnerabilidad y una escala de vulnerabilidad para cada uno de los municipios evaluados.

1. Problema de investigación

En Colombia la actividad agropecuaria, y junto con ella la caficultura, viene perdiendo participación en la economía; mientras que en las décadas de los años ochenta y noventa tenía un peso relativo superior al 20% del PIB, en la actualidad no representa más del 6%. La agricultura solamente representa el 2,2% del PIB (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2018). Sin embargo, el sector tiene una enorme importancia en la generación de ingresos para millones de hogares en el país. Según las cifras de la Gran Encuesta Integrada de Hogares del DANE, la agricultura ocupa alrededor del 25% del empleo, más de 3.5 millones de personas.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el sector agropecuario se ha afectado gravemente por la ocurrencia de eventos climáticos extremos, especialmente durante las fases del Fenómeno El Niño y La Niña. Las anomalías involucradas en el cambio climático a través de la variabilidad climática generan un impacto socioeconómico de grandes proporciones en el ámbito regional. La agricultura depende del régimen de lluvias y el comportamiento de la temperatura. Cuando estas variables se alteran, pueden provocar inundaciones y deslizamientos en terrenos cultivados, proliferación de plagas y expansión de enfermedades, cambios en los ciclos vegetativos de los cultivos, cambios en los ciclos de plagas, mayor estacionalidad de la producción, pérdidas en la producción y rendimiento de cultivos, importación de productos agrícolas y amenaza a la seguridad alimentaria entre otros (Fondo Financiero De Proyectos De Desarrollo [FONADE] e Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2013)

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural indica que desde el segundo semestre del 2009 el sector agropecuario colombiano viene padeciendo graves afectaciones por causas de índole climático. La intensidad del Fenómeno de El Niño hacia finales del 2009 e inicios de 2010 y de La Niña, muy fuerte en los últimos 30 años, pero especialmente a finales de 2010 e inicios de 2011, ocasionaron pérdidas económicas importantes en el país. Se estima que, a causa del Fenómeno de La Niña, a febrero de 2011 más de 1.000.000 hectáreas agropecuarias resultaron afectadas. De estas, 800.287 hectáreas corresponden a áreas agropecuarias inundadas y alrededor de 200.000 hectáreas tuvieron afectaciones por exceso de humedad. *“Las mayores afectaciones se tuvieron en arroz, plátano, yuca, café maíz, palma africana y algodón”* (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2012).

La producción de café, y en consecuencia, los ingresos de millones de productores cafeteros en el mundo resultan influidos por los cambios en las condiciones del clima. Para el año cafetero 2016/17 la producción mundial de café se redujo en 1.7% con respecto al año 2015/2016, que implicó un déficit global de 1,1 millones de sacos. Esta menor producción se debió principalmente a la intensa sequía que afectó las regiones de café robusta en Brasil y Vietnam, con caídas del 30% y del 7% respectivamente (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2018).

En Colombia, con más de 500 mil hogares caficultores, la producción de café cayó a partir del segundo trimestre de 2011, no sólo por los cafetales que se encontraban en receso por renovación (300,000 hectáreas en los últimos tres años) y los bajos niveles de fertilización por el encarecimiento de los abonos, sino también como consecuencia del Fenómeno de El Niño (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2012). Para 2017, la producción se encontraba en la parte alta de su senda de recuperación, manteniéndose estable alrededor de 14

millones de sacos, Sin embargo, como lo señaló la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) en el Congreso Cafetero del año 2017 (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2018) “... *por causa del intenso periodo de lluvias registradas a finales de 2016 en algunas regiones del país, se presentó un retraso de las floraciones y por ende en la producción que no afectó la calidad del café, pero sí redujo el volumen cosechado en un 3%*”.

Diversos estudios realizados en el Asia y en Latinoamérica, enfocados en los productores, han encontrado efectos adversos considerables de la variabilidad climática (Lluvias intensas, reducción en el régimen de lluvias, sequías prolongadas, entre otras) no sólo sobre la producción, sino sobre las condiciones socioeconómicas de los hogares. Entre estos estudios, se destacan: la evaluación de los efectos del cambio climático sobre la producción global de alimentos (Parry, Rosenzweig, Iglesias, Livermore, & Fischer, 2004), la evaluación del impacto del cambio climático sobre los ingresos de los productores en Zimbabwe (Mano & Nhemachena, 2007), el análisis de la vulnerabilidad y las estrategias de adaptación de los caficultores en Costa Rica (Hartley, 2012), El estudio de los efectos de los cambios ambientales globales en la producción de café en Nairobi y Kenya (Jaramillo, et al., 2013), el análisis de la respuesta adaptativa de los productores en Nigeria (Ajibola, 2014), la evaluación de estrategias de adaptación al cambio climático según las características de productores cafeteros y sus hogares en Nicaragua (Zuluaga, Labarta, & Läderach, 2015) y la evaluación de la capacidad y la voluntad de los caficultores para adaptarse al cambio climático (Battiste , Gacioch, Gross, & Rahman, 2016).

En Colombia hay un vacío notable de estudios cuantitativos sobre evaluación de los efectos socioeconómicos y la respuesta estratégica de los caficultores a los efectos del cambio climático en el nivel de la finca. La investigación disponible da cuenta de las estrategias que emplean los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná para enfrentar el cambio climático

(Turbay, Nates, Jaramillo, & Vélez, 2014), el análisis de las percepciones de pequeños caficultores y el conocimiento tradicional de las comunidades para afrontar el cambio climático en Anolaima – Cundinamarca (Córdoba, 2016) y la caracterización estructural de los sistemas de producción con café en tres municipios cafeteros de Caldas y Risaralda (Farfán, 2018). Estos estudios bien se basan en un enfoque cualitativo o bien tienen un énfasis estrictamente agronómico, lo que hace evidente la necesidad de complementar la investigación disponible profundizando en los efectos de las variaciones del clima sobre los hogares cafeteros.

Para contribuir a incrementar el conocimiento de este fenómeno, el presente estudio emplea una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas para responder las siguientes preguntas: ¿Cómo se afectan las condiciones socioeconómicas de los hogares caficultores ante eventos climáticos extremos?, ¿Cuáles son las estrategias de adaptación que han adoptado para hacer frente y sobreponerse a los efectos de los fenómenos climáticos? y ¿Qué debe tener en cuenta el diseño de nuevas intervenciones en el sector cafetero para mejorar la respuesta de los caficultores a los eventos climáticos?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar los efectos de la variabilidad climática sobre las condiciones socioeconómicas y el sistema de producción de los hogares cafeteros en tres municipios cafeteros de los departamentos de Caldas y Risaralda.

2.2. Objetivos específicos

1. Describir el tipo de afectaciones que sufren los sistemas productivos y los hogares cafeteros debidas a la ocurrencia de eventos climáticos extremos
2. Caracterizar la respuesta estratégica de los hogares cafeteros ante eventos climáticos extremos
3. Medir la vulnerabilidad y la sensibilidad de los hogares cafeteros a la ocurrencia de eventos climáticos extremos

3. Marco teórico

3.1 Marco conceptual

El clima, la temperatura y la humedad, son fuertes determinantes del rendimiento y el sabor del café, así como de la actividad de las plagas y enfermedades propias del cultivo. Los cafés arábigos, que predominan en la caficultura colombiana, con el aumento de la temperatura sufren aceleración del crecimiento de la planta y los frutos, con daños en la calidad del grano y deterioro de la salud de la planta. Pequeños cambios en la temperatura pueden provocar cambios radicales en el producto: “... *Even half a degree at the wrong time can make a big difference in coffee yield, flavour, and aroma*” Las temperaturas crecientes ya están, de hecho, provocando cambios en los patrones de lluvias y aumentos en la incidencia de plagas y enfermedades sobre el cultivo y están haciendo más difícil la vida de los caficultores (Watts, 2016).

La producción de los cafés arábigos depende en gran medida de que ocurra una secuencia regular de eventos en condiciones que son ideales y, por lo tanto, es difícil que concurren en todos los casos: un período seco de tres meses para estresar los árboles y hacer que florezcan bien, un buen “remojo” en lugar de lluvias continuas para iniciar la floración, que la temperatura no sea demasiado alta como para afectar el desarrollo de las flores o la planta, que se presenten lluvias regulares durante la etapa de desarrollo de la cereza y que llegue un período más seco para la cosecha para facilitar la recolección y el secado (Coffee & Climate, 2015).

Los fenómenos climáticos tienen el potencial de afectar esta cadena a corto o a largo plazo mediante los riesgos climáticos, el cambio climático y la variabilidad climática. Se denomina *riesgo climático* a cualquier evento que pueda dañar o alterar esta cadena de sucesos, como la alteración en los patrones de lluvias, los cambios en la temperatura, tormentas, vientos fuertes,

granizadas y otros eventos extremos¹. Se denomina *cambio climático* cualquier cambio en el clima ya sea debido a variaciones naturales o actividad humana, que persista por períodos extensos de tiempo, usualmente décadas. Se denomina *variabilidad climática* a las variaciones en el estado actual del clima como consecuencia de los eventos periódicos de El Niño y La Niña (lluvias excesivas, sequías prolongadas, inundaciones) (Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC], 2008).

El fenómeno de El Niño “es un evento de variabilidad climática producido por el calentamiento del océano Pacífico ecuatorial, el cual influye sobre las condiciones hídricas y meteorológicas de la zona cafetera colombiana”; su frecuencia, duración e intensidad son variables, puede durar desde siete hasta 24 meses. Puede disminuir las lluvias anuales, aumentar las horas de brillo solar y la radiación, aumentar la temperatura media del aire o incrementar la duración del déficit hídrico reduciendo la humedad del suelo (Ramírez, et al., 2014).

El fenómeno de La Niña se caracteriza por “la disminución de la temperatura en las aguas superficiales del océano Pacífico en una gran área de la región ecuatorial, situada entre los 10° Norte y 10° Sur”. Provoca disminución de las lluvias en algunas regiones e incremento en otras, y puede durar entre 12 y 36 meses, y ocurre una o dos veces cada diez años. En Colombia este fenómeno genera aumentos entre 5% y 58% en las lluvias en las diferentes regiones cafeteras con disminuciones en el brillo solar y la temperatura (Jaramillo & Arcila, 2009).

¹ Naciones Unidas define el riesgo como: “*the ‘probability of harmful consequences—casualties, damaged property, lost livelihoods, disrupted economic activity, and damage to the environment— resulting from interactions between natural or human-induced hazards and vulnerable conditions’*”. Recuperado de: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/climate-and-disaster-resilience/disaster-risk-reduction/climate-and-disaster-risk-assessment/>

Ambos fenómenos pueden tener efectos positivos o efectos negativos sobre las regiones cafeteras y los cultivos, que varían dependiendo de las regiones, la altitud, los tipos de suelos, las condiciones de brillo solar, la temperatura y el régimen de lluvias (ver Figura 1 y Figura 2).

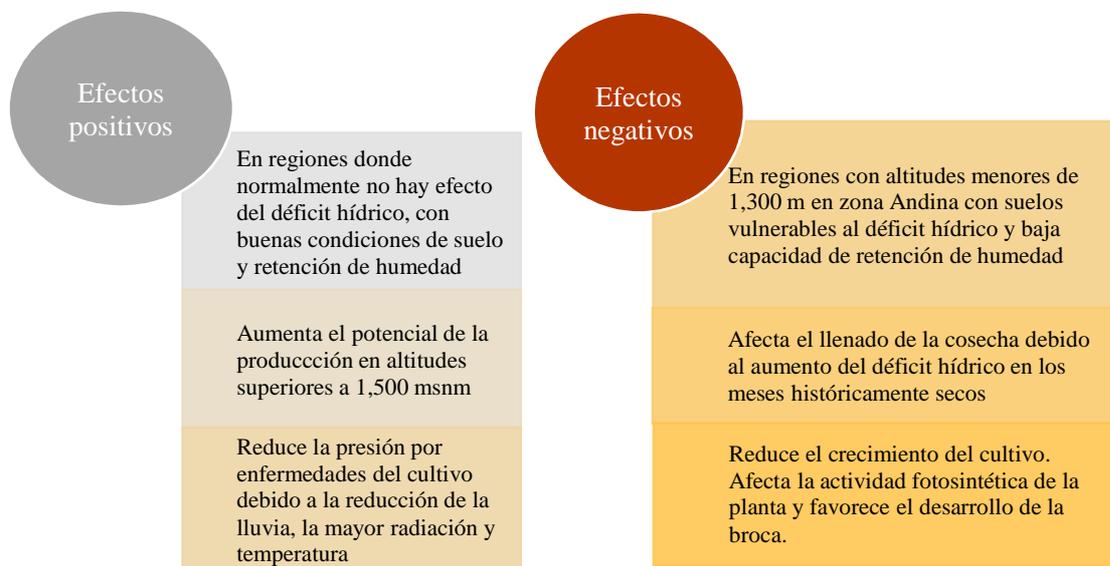


Figura 1. Efectos del fenómeno de El Niño sobre el cultivo del café.

Fuente: Elaboración propia con base (Ramírez, et al., 2014).

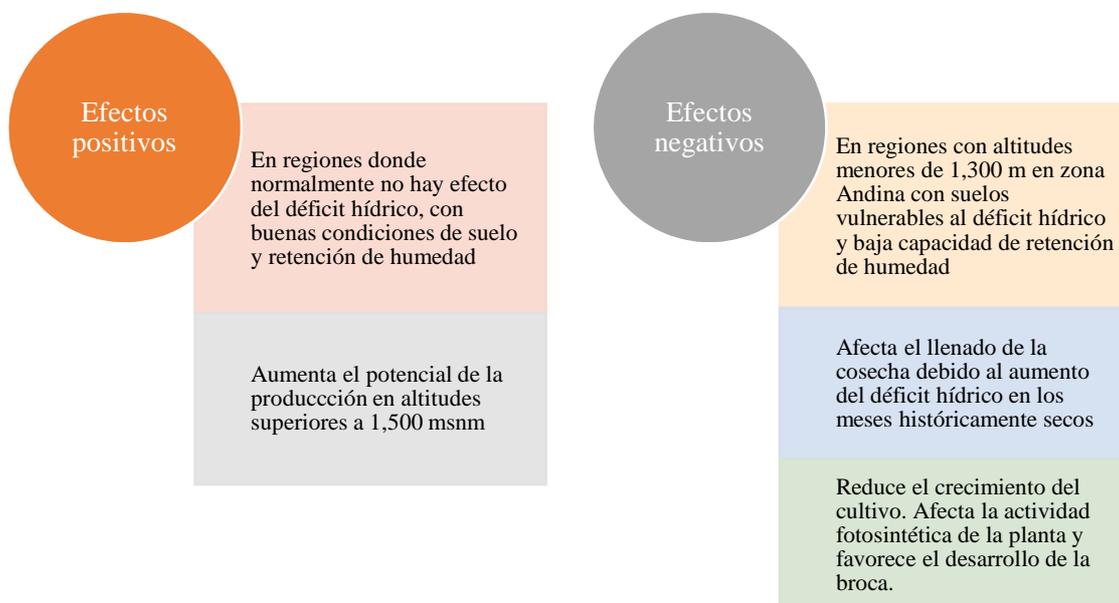


Figura 2. Efectos del fenómeno de La Niña sobre el cultivo del café.

Fuente: Elaboración propia con base en Jaramillo & Arcila, 2009.

La variabilidad climática es un fenómeno natural, pero el calentamiento global causado por las actividades humanas puede agravarla (Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC], 2008). Con el calentamiento del sistema climático existe probabilidad de alteración en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos, con consecuencias adversas para los sistemas naturales y humanos; la severidad de esos fenómenos dependerá no solamente de la naturaleza sino de la exposición y de la vulnerabilidad de la población (Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC], 2012).

Los efectos del cambio climático sobre los sistemas naturales o sobre los sistemas humanos se denominan *impactos climáticos*. Los impactos climáticos pueden ser directos, cuando afectan al cultivo o a los productores, o indirectos, cuando afectan otros sistemas. Las estrategias de adaptación efectivas deben basarse en la comprensión de la vulnerabilidad, es decir, la susceptibilidad, tanto del cultivo o sistema como de las comunidades y los productores; y deben enfocarse en aumentar la resiliencia de ambos (Coffee & Climate, 2015).

La Vulnerabilidad al cambio climático, es la condición que tiene un sistema para enfrentar y soportar los efectos de los eventos climáticos; y está en función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y de las variantes a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación (Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC], 2001). Es una categoría multidimensional que comprende la exposición física al cambio climático, simultáneamente con los aspectos demográficos y sociales que facilitan o limitan la capacidad de adaptación de los hogares. Comprender esa dinámica permite desarrollar capacidades para afrontar los factores de riesgo y hacer frente a los impactos del cambio climático (Banco de Desarrollo de América Latina [CAF], 2014).

La vulnerabilidad en los medios de vida de las familias cafeteras está en función de tres factores: *Exposición, Sensibilidad y Capacidad de Adaptación* (Baca, et al., 2012), así como se evidencia en la siguiente ecuación:

$$\text{Vulnerabilidad} = (\text{Exposición} + \text{Sensibilidad}) - \text{Capacidad adaptativa}$$

Ramírez, Jaramillo y Arcila (2013) citan a Chavarro (2008) al afirmar que “La vulnerabilidad de una población o un sistema frente a cambios en el clima se refiere al grado en que un sistema o asentamiento está expuesto a alguna amenaza climática y a la capacidad que tiene para manejar los daños (riesgos), sin que los afecte; es decir, los mecanismos de adaptación frente a los cambios del clima. Esta capacidad está relacionada con la manera cómo la población o el sistema son afectados, y con el tiempo de afectación. De esta manera, la vulnerabilidad está intrínsecamente relacionada con la amenaza a la que está expuesta y a la capacidad de adaptación de quienes están expuestos”.

La caficultura es considerada con alto grado de vulnerabilidad, afectando la salud humana y aumentando la presencia de deslizamientos. Entre las soluciones para disminuir la vulnerabilidad, la literatura (Coffee and Climate, 2012) menciona que los caficultores pueden implementar estrategias como buenas prácticas agrícolas, financiamiento a más bajo costo, uso racional del agua y mejoras en la estructura del secado, entre otras.

La Exposición a la Variabilidad Climática percibida por los caficultores depende de cómo los sistemas productivos se afectan por los fenómenos de variabilidad climática. Durante los últimos años los caficultores han percibido el cambio de estacionalidad y previsibilidad de las épocas de verano e invierno, lo cual ha afectado los cronogramas de siembra y realización de actividades culturales en los sistemas productivos (Hidalgo, 2016).

La Sensibilidad es el nivel de afectación de un sistema, ya sea positiva o negativamente por efectos de la variabilidad y el cambio climático. También contempla el grado de como el sistema responde según el potencial del impacto (Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC], 2001b) Los efectos pueden ser directos, como el cambio en los niveles de producción, o indirectos como los daños causados en la infraestructura a causa de vendavales.

La Capacidad de Adaptación a la variabilidad climática, se entiende como la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias. La adaptación al cambio climático se entiende de dos maneras, una relacionada con la valoración de los impactos y vulnerabilidad, y la otra, con el desarrollo y evaluación de opciones de respuesta (Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC], 2001b).

En la Figura 3 se describe la vulnerabilidad al cambio climático como “una combinación de los impactos potenciales causados por la exposición y la sensibilidad al cambio climático, así como la capacidad adaptativa del sistema o del productor para reducir el riesgo climático”. Esto implica que el impacto climático es resultado de la relación entre frecuencia y severidad del riesgo (Coffee & Climate, 2015).

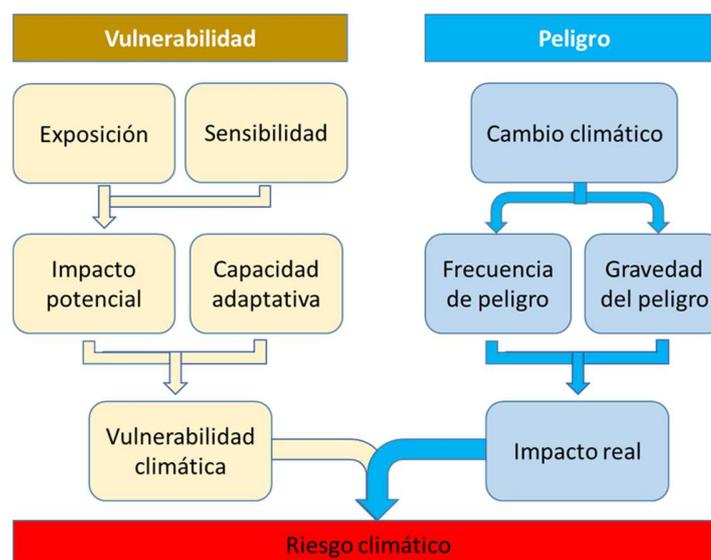


Figura 3. Componentes del sistema de vulnerabilidad y riesgo.

Fuente: Elaborado con base en Coffee and Climate, 2015.

Las relaciones entre estos conceptos pueden explicarse mejor replicando un interesante ejemplo formulado por Coffee and Climate (2015): *un productor puede percibir que el café de su finca tiene una **exposición** creciente a la roya del café debido al aumento de la temperatura. La variedad sembrada puede ser susceptible a la enfermedad, por lo que tiene alta **sensibilidad**. El productor puede hacer poco para reducir la exposición, por lo que escoge reducir la sensibilidad aplicando fungicidas y sembrando variedades resistentes. Si el productor recibe asistencia técnica, aumenta su conocimiento y tiene fondos suficientes, puede decirse que tiene una buena **capacidad adaptativa**. Por lo tanto, aunque la probabilidad de ataques de la enfermedad siga aumentando, el productor puede balancearla reduciendo su **vulnerabilidad**. Es decir, un sistema es vulnerable, o poco resiliente, si está expuesto y es sensible a los efectos de la variabilidad climática y al mismo tiempo tiene una limitada capacidad de adaptación.*

3.2 Estado del arte

Evaluando los efectos del cambio climático sobre la producción global de alimentos, en lo concerniente a los rendimientos de los cultivos, la producción, el riesgo de hambre de factores

socioeconómicos y el crecimiento demográfico, en escenarios de eventos climáticos proyectados, muestra que el aumento en las temperaturas provocaría una disminución en los rendimientos de los cultivos a nivel regional y global, especialmente en la década de 2080. Notándose una diferencia marcada entre los países desarrollados frente a los que están en desarrollo, siendo estos últimos más afectados. (Parry, Rosenzweig, Iglesias, Livermore, & Fischer, 2004).

Un estudio en Zimbabwe buscó valorar el efecto del cambio climático sobre los ingresos de los productores bajo un enfoque ricardiano, relacionando los ingresos agrícolas frente a variables climáticas, hidrológicas, de suelo y socioeconómicas. El estudio mostró que el aumento en las temperaturas afecta negativamente los ingresos, y el efecto es positivo cuando hay aumento en la precipitación. Dentro de las medidas de adaptación están las prácticas de riego en los cultivos que permiten disminuir el impacto de los cambios del clima. La evaluación examinó escenarios climáticos con diferentes aumentos de temperatura, encontrando que el aumento de 5° afectaría a todas las fincas tuvieran o no riego. Cuando se evaluó la disminución en la precipitación se observó disminución en todas las fincas evaluadas. Los agricultores utilizan estrategias de adaptación, como el establecimiento de variedades resistentes a la sequía, cambio de fechas de siembra y el uso del riego, para protegerse de las condiciones climáticas adversas. Se concluye que existe la necesidad de información actualizada sobre los patrones de lluvia en temporadas futuras para tomar decisiones adecuadas y oportunas (Mano & Nhemachena, 2007),

El estudio de los efectos de los cambios ambientales globales en la producción de café en Nairobi y Kenya, muestra que los impactos se ven agravados por los cambios en el uso de la tierra, e impulsados por el crecimiento económico y demográfico. Se evaluó cómo los cambios ambientales y los diferentes sistemas de producción al sol o la sombra pueden afectar el cultivo; apreciando que los cafetales con sombra y mayor diversidad biológica pueden ser más

resistentes, productivos y menos afectados por la plaga en comparación con los que están al sol. Se concluye que la implementación de sombrero en los cafetales puede mejorar la resiliencia de los ecosistemas agrícolas, proporcionando a los pequeños agricultores una herramienta fácil de implementar para salvaguardar sus medios de vida en un entorno clima cambiante.(Jaramillo, et al., 2013),

El análisis de la respuesta adaptativa de los productores en Nigeria, estima que si no se toman medidas de adaptación al cambio climático podría disminuir el PIB hasta un 30% para el año 2050, empeorando los niveles de pobreza que hoy ya son graves. De ahí la importancia de comprender los efectos del cambio climático bajo un análisis de vulnerabilidad, contemplando la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación, incluso socioeconómica de los hogares. El estudio encontró que el cambio climático afecta en gran medida a todos los miembros de la familia, hombres y niños; del mismo modo halló que gran parte de los hogares no tiene respuesta adaptativa al impacto del cambio climático, y que la agricultura es altamente vulnerable (Ajibola, 2014).

En Costa Rica se valoró la Vulnerabilidad de la caficultura al cambio climático (Hartley, 2012), encontrando que a las familias se les reducen los ingresos por depender exclusivamente del café, es decir, no hay diversificación; del mismo modo por la ubicación geográfica de los cultivos en suelos degradados. También se evidencia que la exposición de las familias se manifiesta al tener que enfrentar ciclos de sequías y lluvias torrenciales que cada día, se ven más acentuados y que amenazan el rendimiento del cultivo.

Una evaluación de la capacidad y la voluntad de productores de cafés especiales en Costa Rica para adaptarse al cambio climático, que cada vez es más severo, buscó identificar si la preocupación por el cambio climático y su capacidad de adaptación se verían afectadas por las

percepciones del riesgo del cambio climático, la demografía de los agricultores, las prácticas de manejo del café, el acceso a la información o los métodos de adaptación percibidos. Mostrando mayor preocupación por el cambio climático que la caída de los precios del café, lo que refuerza que los productores de café especial pueden estar mejor posicionados que los productores no especializados, sin embargo, la preocupación de los agricultores por el cambio climático no se correlacionó con sus sentimientos de preparación para enfrentarlo. Revelando la necesidad de abordar las inquietudes sobre el cambio climático y la capacidad de adaptación de los productores de café especializados, debiéndose priorizar la implementación de herramientas que creen capacidad de adaptación (Battiste , Gacioch, Gross, & Rahman, 2016).

En Nicaragua un estudio (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua [FUNICA] y Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT], 2012) evaluó el impacto socioeconómico del cambio climático en los medios de vida de familias cafetaleras, y buscó prever el impacto sobre la producción de café y los medios de vida de los productores, es decir, su vulnerabilidad. Los resultados indican que se apreciaban cambios en el clima que afectaban los sistemas de producción influyendo sobre la productividad y administración del cultivo. Notaron disminución en las fuentes de agua por sequías más frecuentes y extremas. Se encontró que el 70% de las familias estaban en un nivel de media a alta vulnerabilidad. Del mismo modo se logró identificar como estrategias de adaptación, la sensibilización y conservación de los recursos naturales, el acceso a la educación, el fortalecimiento de las organizaciones, los programas de créditos y buscar mayores rendimientos de los cultivos.

Se evaluaron las estrategias de adaptación al cambio climático según las características de productores cafeteros y sus hogares en Nicaragua, encontrando que la percepción sobre los cambios en el clima y la exposición al cambio climático influyen sobre las medidas dispuestas

por parte de los productores de café. La magnitud y la importancia del efecto de estas variables explicativas están en función de estrategias de adaptación (Zuluaga, Labarta, & Läderach, 2015).

Un estudio entre caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná (Colombia) (Turbay, Nates, Jaramillo, & Vélez, 2014), identificó una serie de prácticas que los productores adoptan para enfrentar la variabilidad climática: agroforestería, renovación de cafetales con variedades resistentes a la roya, coberturas vegetales, uso de abonos orgánicos y microorganismos fijadores de nutrientes, asociación de cultivos, fertilización adecuada y prácticas culturales, cultivo de café a dos ejes, siembra de árboles en las laderas, en los nacimientos y en los cursos de agua, producción escalonada. Desde el punto de vista socioeconómico se identificó que los hogares ajustan su respuesta al cambio climático con disminución del consumo del hogar, reorganización de la fuerza de trabajo familiar, agremiación, integración de la mano de obra familiar, integración familiar y comunitaria, participación comunitaria.

En el mismo estudio se argumenta que la capacidad de los actores locales para sortear situaciones de crisis depende igualmente de factores no climáticos como el capital natural, financiero y físico disponible, la composición del núcleo familiar, la edad del padre de familia y sus condiciones de salud, las redes de parentesco y de vecindad, la fuerza de trabajo disponible para atender los cultivos, la capacidad de endeudamiento para dar mantenimiento a los cafetales o para hacer reposición de los mismos, la existencia de otro cultivo comercial en su predio que pueda generar ingresos en efectivo mientras empiezan a producir los nuevos cafetales, la ubicación de su finca con respecto a los cascos urbanos y las redes sociales que son capaces de activar estrategias diversas ante dificultades cotidianas de diferente tipo y el apoyo institucional.

Algunos agricultores ven una opción rentable en la certificación de las buenas prácticas, en el acceso a mercados justos de café o en la venta de cafés especiales.

En Anolaima - Cundinamarca (Colombia), un estudio (Córdoba, 2016) analizó las percepciones de pequeños caficultores y el conocimiento tradicional de las comunidades para afrontar el cambio climático, es decir, su resiliencia. Según las opiniones de la comunidad, la variabilidad climática se relaciona con actividades realizadas por el mismo hombre, como la deforestación, las quemas y la contaminación.

El trabajo de investigación de Hidalgo (2016), estimó el grado de vulnerabilidad a la variabilidad climática del sistema de producción de café en Cundinamarca, a través de indicadores multidimensionales e identificación de estrategias de adaptación implementadas por los caficultores; encontrando que la exposición percibida por los productores está relacionada con los efectos sobre el sistema productivo por las variables climáticas, y la sensibilidad al rendimiento y promedio de producción de café, al nivel de satisfacción de necesidades básicas, la migración y las plagas y enfermedades; percibiéndose que el cambio de estacionalidad de las épocas de verano e invierno, afectan las floraciones, el llenado de las cerezas y por ende la productividad. De la misma manera dentro de la capacidad de adaptación se relacionan prácticas sostenibles de producción, la tenencia de la tierra, el fomento a la organización gremial y la asociatividad, programas de apoyo a los caficultores brindando asistencia técnica y planeación de las acciones comunitarias para la mitigación y/o adaptación.

La caracterización estructural de los sistemas de producción con café en tres municipios cafeteros (Farfán, 2018), se concentra en examinar los efectos sobre las condiciones agronómicas del cultivo, para saber cuál es el estado actual de la caficultura con relación a las amenazas e impactos asociados a la variabilidad climática, a través de una metodología basada en la

Vulnerabilidad y Exposición de los sistemas de producción a la variabilidad climática. Su enfoque es estrictamente agronómico, es decir, no evalúa los efectos sobre las condiciones de los hogares cafeteros.

4. Metodología

El estudio combina técnicas cuantitativas y cualitativas para la recolección y el tratamiento de la información. La información primaria proviene de una encuesta a una muestra de hogares caficultores complementada con las respuestas de grupos focales realizados con productores que también respondieron la encuesta en las regiones de estudio.

En este estudio construimos medidas cuantitativas del concepto de vulnerabilidad a eventos climáticos aplicadas a hogares cafeteros a partir de la medición de los atributos determinantes: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. Empleando las respuestas de los productores a la encuesta aplicamos técnicas del análisis multivariado de datos para construir índices agregados a nivel de finca – hogar cafetero de los atributos o categorías de la vulnerabilidad

4.1 Localización del estudio

La evaluación se llevó a cabo sobre las condiciones socioeconómicas y el sistema de producción de los hogares cafeteros en los municipios de Salamina en el departamento de Caldas y Balboa y Santuario en Risaralda (Figura 4).

Salamina es una población localizada en el centro de la subregión del Norte caldense a 1.822 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.); con una temperatura promedio de 19 °C, y una extensión de 403,54 km² (Alcaldía Municipal de Salamina – Caldas, 2016). Balboa está ubicado en la región centro-occidental del país en la vertiente oriental de la cordillera occidental, está a una altura de 1.550 m.s.n.m. y su temperatura promedio es de 22°C (Alcaldía Municipal de Balboa – Risaralda, 2016). Y Santuario se encuentra localizado al occidente del departamento de Risaralda, sobre la vertiente oriental del Cerro Tatamá en la Cordillera Occidental, la temperatura promedio es de 20°C, una pluviosidad media anual de 1949 milímetros. El área

urbana está a 1.575 m.s.n.m., su extensión es de 201 km² (Alcaldía Municipal de Santuario – Risaralda, 2016).

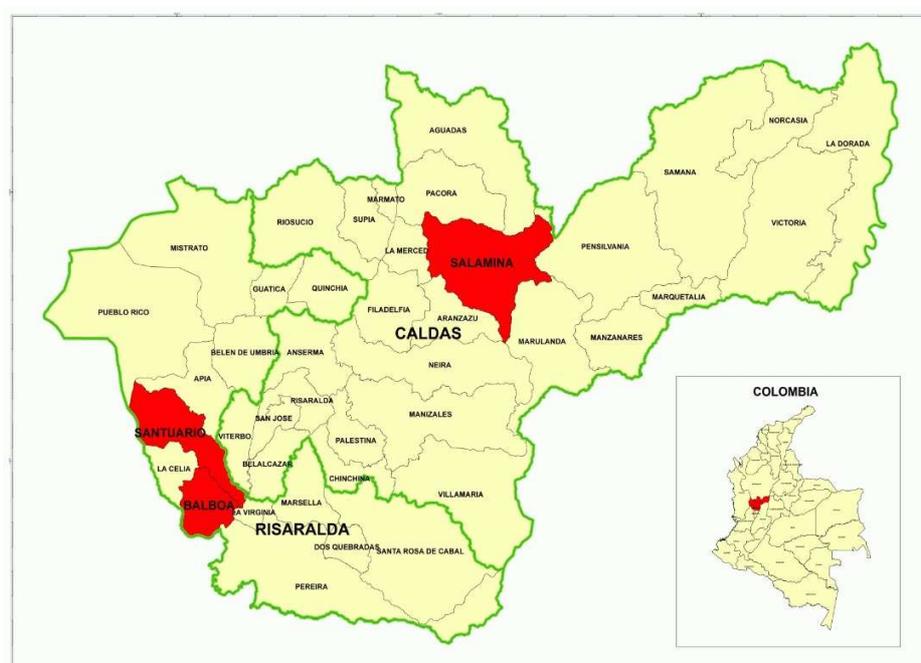


Figura 4. Ubicación geográfica de los tres municipios en estudio (Salamina Caldas y Balboa y Santuario Risaralda).

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 Información de la precipitación

La información de precipitación utilizada para el municipio de Salamina Caldas corresponde a la registrada en la estación principal El Ciprés, ubicada a 05°26′ Latitud Norte y 75°30′ Longitud Oeste, a 1877 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), en la corriente del río Chambery. Para el municipio de Balboa Risaralda, fue de la estación pluviométrica La Tribuna ubicada a 04°57′ Latitud Norte y 75°58′ Longitud Oeste, a 1580 m.s.n.m., en la corriente del río Totuí. Para el municipio de Santuario Risaralda, se utilizó la estación pluviométrica Los Naranjos ubicada a 05°03′ Latitud Norte y 76°00′ Longitud Oeste, a 1580 m.s.n.m., en la corriente del río Mapa (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018b).

4.3 Información primaria y tamaño de muestra

La base de datos original obtenida de la encuesta, que contiene 438 registros y 323 variables fue facilitada por Cenicafé a los autores. En este estudio se emplea una sección de la base de datos que no ha sido procesada por Cenicafé. Los datos proceden de un diseño de muestreo aleatorio estratificado, con un nivel de confiabilidad del 95% y un error de muestreo del 5%. En la Tabla 1 se muestra el tamaño de la muestra por municipio.

Tabla 1. *Tamaño de muestra por municipio*

Departamento	Municipio	Población	Muestra
Caldas	Salamina	1315	147
Risaralda	Balboa	839	150
	Santuario	1072	141
	Total	3226	438

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] e Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2017).

4.4 Métodos e instrumentos de recolección de información

Los datos de la encuesta fueron recolectados mediante entrevista directa en la finca del productor por un equipo experimentado de encuestadores, previamente capacitado en la aplicación de los instrumentos del estudio. La información fue recolectada entre septiembre y diciembre de 2016.

La encuesta fue estructurada por el equipo del Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé y el Centro de Estudios Cafeteros Regionales Cafeteros y Empresariales – CRECE, con el objetivo de conocer la perspectiva de los caficultores ante los cambios climáticos, su conocimiento de los eventos, de las causas y las consecuencias de tales cambios no sólo sobre el sistema productivo sino también sobre las condiciones de los hogares. Así mismo, se identificaron las respuestas o estrategias que asumen los productores ante la ocurrencia de eventos climáticos.

El formulario de encuesta está conformado por siete módulos y 92 preguntas, con información detallada sobre la finca y el hogar, como se describe en la Tabla 2.

Tabla 2. *Contenido de la encuesta a hogares de productores*

Módulo	VARIABLES
Información General	Área de la finca, Área sembrada en café, Área en otros cultivos, Variedades de café sembradas
Ingresos y costos de producción	Costos de insumos y costos de capital: aplicación de fertilizantes, aplicación de agroquímicos, costos de recolección de café, costos de otras actividades. Mano de obra familiar
Evaluación de la estructura del sistema productivo	Medición en los árboles de café de las siguientes variables: hojas por rama, ramas primarias, ramas con producción, nudos con frutos, frutos por nudo. Plagas y enfermedades del cultivo, cobertura del suelo, sombrío del café, presencia de sistemas agroforestales
Disponibilidad, uso y manejo del agua	Manejo del agua en el procesamiento del café, el despulpado, transporte de la pulpa, tipo de lavado del café, manejo de aguas lluvias, manejo ambiental
Información del productor	Residencia, edad, escolaridad, tenencia de la tierra, experiencia en la producción de café, personas del hogar, dependencia económica, acceso a salud, producción de alimentos en la finca
Hogar del productor	Fuentes de ingreso del hogar, perceptores de ingreso, acceso a crédito, acceso a información, acceso a servicios públicos, vías de acceso a la finca
Vulnerabilidad del hogar y de la finca	Capital social del hogar, ocurrencia de eventos climáticos, afectación, estimación del valor de los daños, consecuencias, respuesta de solución al problema, estrategias de prevención implementadas, barreras para afrontar los daños

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

4.5 Entrevistas y grupos focales con caficultores y agentes

Se realizaron tres grupos focales en los municipios de la muestra con el propósito de contrastar parte de la información cuantitativa y profundizar en el análisis de la perspectiva de los productores sobre el efecto y su respuesta a los fenómenos climáticos.

Se convocaron productores que respondieron la encuesta en grupos de ocho integrantes, conformados por hombres y mujeres, entrevistando un grupo por cada municipio. Las entrevistas se realizaron empleando un cuestionario guía preparado con posterioridad al análisis de la información cuantitativa. Abarcó los siguientes puntos de discusión:

- Principales eventos climáticos ocurridos en la región durante los últimos 10 años
- Efectos de los eventos climáticos sobre la producción de café y sobre otros cultivos

- Efecto sobre la generación de ingresos del hogar y sus condiciones de vida
- Estrategias de los productores para dar respuesta inmediata y para prepararse para futuros eventos

4.6 Variables e indicadores

En las tablas 3, 4 y 5, se encuentran las variables Agronómicas, Ambientales y Socioeconómicas utilizadas en el estudio con su respectivo indicador, definición operativa y categoría.

Tabla 3. *Variables agronómicas del estudio*

Nombre	Variable	Indicador	Definición operativa	Categorías
Tamaño de la finca	Área total de la finca	Área de la finca en ha	Área total de la finca en hectáreas	-
Área en café	Área de la finca sembrada con café	Área con café en ha	Área sembrada en café en hectáreas	-
Especialización en café	Participación del café en la finca	Porcentaje del área sembrada con café	Área con café (ha) / Área total de la finca (ha)	-
I1_ESTCULT	Estado general del cultivo	Número de hojas por rama	<6,0	1
			>=6,0 y <11,0	2
			>=11,0 y <17,0	3
			>=17,0 y <22,0	4
			>=22,0	5
I2_VARRESIST	Variedades resistentes a la roya	% de árboles en variedades resistentes con respecto al total en la finca	<20	1
			>=20 y <40	2
			>=40 y <60	3
			>=60 y <80	4
			>=80	5
I3_EDADCULT	Edad del cultivo	Edad del cultivo de café en años	<4,0	1
			>=4 y <=6	2
			>6 y <=8	3
I4_DENSIDAD	Densidad de siembra	Número de árboles por hectárea	<=3500	1
			>3500 y <=4500	2
			>4500 y <=6500	3
			>6.500 y <=8.500	4
			>8500	5
I5_SITPERDI	Sitios perdidos	% de sitios perdidos	>=15,0	1
			>12,0 y <15,0	2
			>=10,0 y <12,0	3
			>=7,0 y <10,0	4

			< 7,0	5
I6_NUTRI	Nutrición	Estado nutricional del cultivo	Mal estado por malnutrición	1
			Regular estado por malnutrición	2
			En alerta	3
			Mal nutrido (con deficiencia)	4
			Excelente (sin deficiencia)	5
I7_COBARVE	Cobertura de arvenses	% del suelo con cobertura de arvenses	Alta dominancia de arvenses de interferencia alta	1
			Moderada dominancia de arvenses de interferencia alta	2
			Estado de alerta	3
			Moderada dominancia de arvenses de interferencia media - baja	4
			Alta dominancia de arvenses de interferencia media - baja	5
I8_ARVAGRES	Presencia de arvenses agresivos	% de arvenses agresivos	≥ 80	1
			≥ 60 y < 80	2
			≥ 40 y < 60	3
			≥ 20 y < 40	4
			$< 20\%$	5
I9_INF BROCA	Infestación por broca	% del cultivo con infestación por broca	≥ 10	1
			≥ 5 y < 10	2
			≥ 2 y < 5	3
			< 2	4
I10_INCROYA	Afectación por roya	% del cultivo afectado por roya	≥ 20	1
			≥ 10 y < 20	2
			≥ 5 y < 10	3
			< 5	4
I11_ARAROJA	Arañita roja	Presencia de arañita roja	Sí	1
			No	2
I12_OPLAGA	Otras plagas del cultivo	Porcentaje del cultivo con otras plagas	≥ 10	1
			≥ 5 y < 10	2
			≥ 2 y < 5	3
			< 2	4

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Tabla 4. *Variables ambientales del estudio*

Nombre	Variable	Indicador	Definición operativa	Categorías
I13_SAF	Sistemas Agroforestales			1
				2
				3
				4
I14_AGUABEN	Manejo de agua del beneficio del café	Aplicación de buenas prácticas para el uso del agua del procesamiento	No aplica ningún criterio	1
			Aplica entre 1 y 2 criterios	2
			Aplica entre 1 y 3 criterios	3
			Aplica entre 1 y 4 criterios	4
			Aplica todos los criterios	5
I15_AGSUELO	Manejo de agua para la conservación del suelo	Aplicación de prácticas para la conducción y destino de las aguas	Sin conducción alguna y depositadas sobre el terreno	1
			Conducción parcial, depositadas y concentradas sobre el terreno	2
			Conducción adecuada y llevadas a un drenaje natural sin protección vegetal	3
			Conducción adecuada y llevadas a un drenaje natural con protección	4
I16_CALIBEN	Criterios ambientales para el procesamiento del café	Aplicación de criterios para la calidad ambiental del procesamiento del café	No aplica ningún criterio	1
			Aplica entre 1 y 2 criterios	2
			Aplica entre 1 y 3 criterios	3
			Aplica entre 1 y 4 criterios	4
			Aplica todos los criterios	5
I16_DISAGUA	Disponibilidad de agua en la finca	Disponibilidad de agua durante períodos secos	Dificultad para consumo y labores	1
			Baja disponibilidad para consumo y animales	2
			Moderada disponibilidad para consumo, animales y cultivos	3
			Alta disponibilidad para cualquier actividad	4
			Disponibilidad permanente para consumo, animales y cultivos	5

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Tabla 5. *Variables socioeconómicas del estudio*

Nombre	Variable	Indicador	Definición operativa	Categorías
EDAD_PROD	Edad	Edad del productor	Edad en años	
EXP_PROD	Experiencia	Experiencia como caficultor	Años como caficultor	
PERS_HOG	Tamaño del hogar	Tamaño del hogar	Número de personas en el hogar del productor	
DEPEN_ECCA	Dependencia económica	Dependencia económica en el hogar	Número de perceptores de ingreso / Número de integrantes	
RESIDE	Sitio de residencia	Residencia del productor en la finca	1: Reside; 0 No reside	
NIV_EDUC	Educación	Nivel educativo más alto alcanzado	Ninguno	1
			Primaria	2
			Secundaria	3
			Superior	4
A_APROB	Escolaridad	Años de escolaridad	Número de años aprobados	
AT_MEDICA	Acceso a salud	Acceso a atención médica	1: fácil acceso; 0 Acceso restringido	
PROALIM	Seguridad alimentaria	Producción de alimentos en la finca	1: produce; 0 No produce	
CONSALIM	Seguridad alimentaria	Consume alimentos producidos en la finca	1: consume; 0 No consume	
VENDEALIM	Seguridad alimentaria	Vende alimentos producidos en la finca	1: vende; 0 No vende	
I17_EDCU	Nivel educativo del productor	Nivel educativo más alto alcanzado	Ninguno	1
			Primaria	2
			Secundaria	3
			Superior incompleta	4
			Superior completa	5
I18_ING	Nivel de ingresos	Quintil de ingresos al que pertenece el hogar	Quintil 1	1
			Quintil 2	2
			Quintil 3	3
			Quintil 4	4
			Quintil 5	5
CRED	Disponibilidad de recursos	Acceso a crédito	1: dispone; 0 No dispone	

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

4.7 Enfoque analítico: construcción de índices agregados

El enfoque adoptado en este estudio considera que la vulnerabilidad del hogar cafetero a la variabilidad climática está determinada por la exposición del sistema productivo a los eventos climáticos, así como la magnitud de la afectación del sistema productivo y de las condiciones socioeconómicas o el bienestar del hogar, factores que pueden contrarrestarse con la capacidad de resistencia o de adaptación. Este enfoque de “evaluación integrada” de los efectos del cambio

climático (Ajibola, 2014) permite incorporar al análisis la dimensión de las condiciones del hogar en relación con los eventos climáticos (Figura 5).

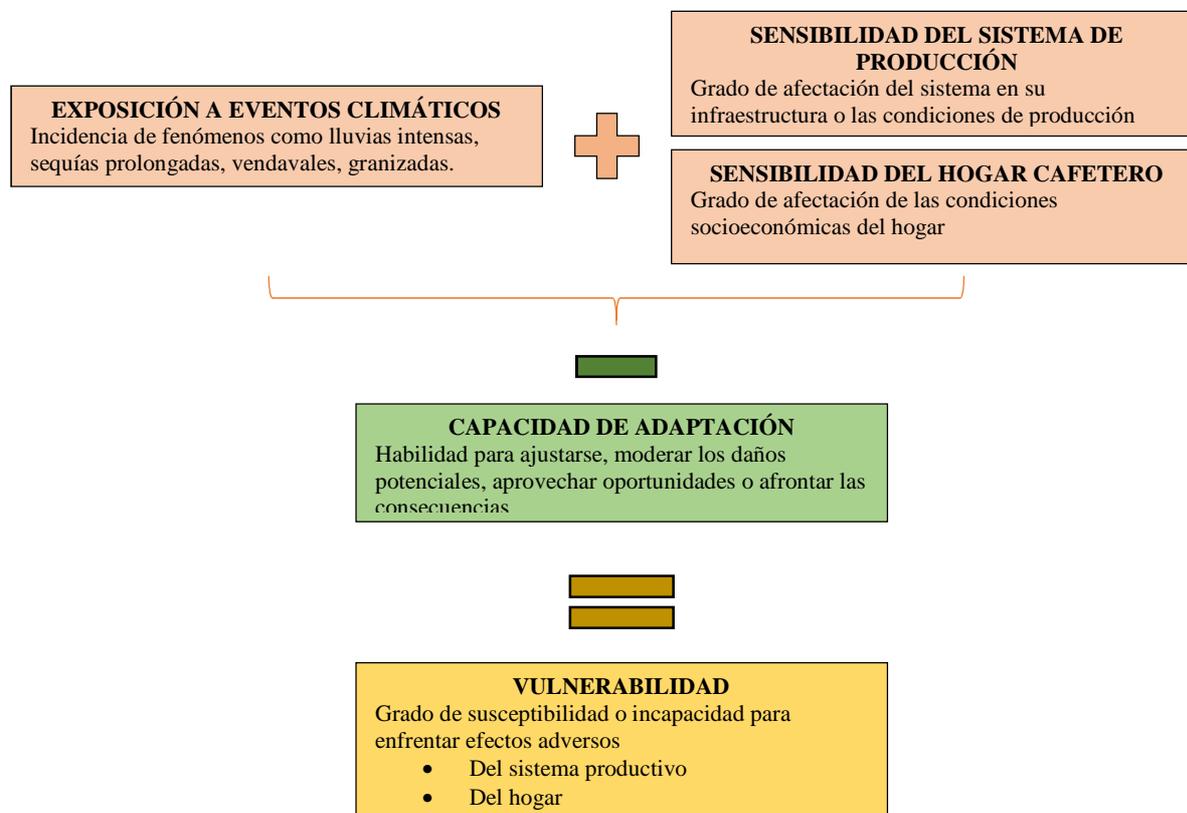


Figura 5. Enfoque integrado de evaluación de la incidencia del cambio climático en los hogares cafeteros

Fuente: Elaboración propia con base en Baca, Läderach, Hagggar, Schroth & Ovalle (2014).

Con el propósito de obtener medidas cuantitativas de la vulnerabilidad de los hogares al cambio climático, la estrategia de este estudio consistió en construir un índice agregado de vulnerabilidad climática a nivel de finca basado en índices de exposición, sensibilidad del sistema productivo, sensibilidad socioeconómica y capacidad de adaptación de los hogares. De esta manera, es posible observar para cada finca de la muestra no sólo la vulnerabilidad como variable resultado sino también su posición respecto a los atributos que la determinan. De esta

manera, se elaboró el siguiente conjunto de índices agregados con puntajes para cada unidad de observación:

- Índice de exposición a la variabilidad climática
- Índice de sensibilidad agronómica, o sensibilidad del sistema productivo
- Índice de sensibilidad socioeconómica, o sensibilidad del hogar
- Índice de sensibilidad combinado, agregando la sensibilidad agronómica y la sensibilidad del hogar
- Índice de impacto de la variabilidad climática, que resulta de la agregación de la sensibilidad y la exposición
- Índice de capacidad de adaptación
- Índice de vulnerabilidad, que resulta de la diferencia entre el impacto y la capacidad de adaptación.

Cada uno de los índices se construyó empleando los métodos de Análisis de Componentes Principales para las variables cuantitativas, Análisis de Componentes Principales Mixto para mezclas de variables cuantitativas y cualitativas y Análisis de Correspondencias Múltiples para conjuntos de variables cualitativas. Los índices se calcularon a nivel de finca teniendo en cuenta las características del sistema productivo de café y del hogar cafetero y luego fueron agregados para las categorías municipio, tamaño de finca y total.

La adopción de los métodos de análisis multivariado se justifica por la necesidad de comprender en su conjunto la diversidad de variables que observamos en este estudio, interpretarlas para cada atributo de la categoría vulnerabilidad, conocer cuáles determinan la vulnerabilidad de los hogares y cuantificar de manera agregada la incidencia del clima sobre las condiciones de los hogares cafeteros. Disponemos de una tabla de datos continuos y discretos

con 498 observaciones y más de 200 variables, lo que hace difícil capturar la estructura de los datos en términos de las variables latentes (los atributos de la vulnerabilidad) así como la cercanía de las observaciones empleando otros métodos estadísticos.

Mediante el análisis de componentes principales se pueden proyectar las observaciones de un espacio de dimensión p con p variables a un espacio de dimensión k ($k < p$) manera que se conserve la mayor cantidad posible de información de las dimensiones iniciales, medida a través de la varianza de la nube de puntos.

Sea el vector aleatorio $X' = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ con una matriz de varianzas y covarianzas Σ , se asume que la media de los X_i es cero para todos los $i = 1, 2, \dots, p$. Los componentes principales son una combinación lineal de las variables originales, donde cada uno se expresa de manera similar:

$$Z_{1i} = u_{11}X_{1i} + u_{12}X_{2i} + \dots + u_{1p}X_{pi}$$

Para el conjunto de las n observaciones, la matriz está representada por $Z_l = Xu_l$ que en su forma matricial es:

$$\begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{12} \\ \vdots \\ Z_{1n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \dots & X_{p1} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & X_{p2} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{pn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{12} \\ \vdots \\ u_{1p} \end{bmatrix}$$

Donde la media de Z es cero; o sea que $E(Z_1) = E(Xu_1) = E(X)u_1 = 0$ y la varianza sea:

$$V(Z_1) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_1^2 = \frac{1}{n} Z_1' Z_1 = \frac{1}{n} u_1' X' X u_1 = u_1^i \left[\frac{1}{n} X' X \right] u_i = u_1' V u_i$$

Con las variables expresadas en desviaciones respecto a la media, la inercia está representada por la expresión $1/n X'X$ es la matriz de covarianzas y para las variables estandarizadas es la matriz de correlaciones R .

Para todos los métodos se estandarizaron las variables con el fin de eliminar el efecto de las unidades de medida sobre las estimaciones. El algoritmo general que empleamos para la estimación de los componentes es el siguiente:

- i. Obtener los valores propios, que corresponden a la varianza de cada componente principal.
- ii. Calcular la razón entre cada uno de los valores propios y su suma total.
- iii. Definir el número de componentes relevantes.
- iv. Medir el grado de asociación entre las variables y su componente principal, calculando las ponderaciones de las correlaciones
- v. Calcular los nuevos puntajes mediante la transformación de $Y = AX$, donde A es la matriz ortogonal, que define la rotación “rígida”.
- vi. Interpretar los nuevos ejes y observar las gráficas de nubes de puntos sobre los ejes correspondientes a los componentes principales que explican mayor variabilidad.

Para la combinación de variables cuantitativas y cualitativas se empleó el método de Componentes Principales Mixtos o Análisis Factorial Mixto” PCAmix” (Chavent, Kuentz, Labenne, Liquet, & Saracco, 2014), el cual constituye una mezcla dos métodos de análisis factorial: el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de correspondencias múltiples (MCA). Con el primero se realizaron los procedimientos con una base de datos de observaciones / variables cuantitativas y con el análisis de correspondencias (MCA) se partió de una base de datos con observaciones / variables cualitativas. El método PCAmix permite emplear una base de datos con observaciones mediante las variables cuantitativas p1 y las variables cualitativas p2 con un total de mq categorías. Todos los de análisis factorial empleados tuvieron

como objetivo reducir la dimensionalidad de los datos, identificar la proximidad entre variables y la proximidad entre las observaciones y obtener factores no correlacionados entre sí que sean combinaciones lineales de las variables originales . Todos los modelos se implementaron mediante el aplicativo XLSTAT Addinsoft (2019)²

El índice de vulnerabilidad se construyó como una agregación de índices construidos para cada uno de los atributos de la sostenibilidad (exposición, sensibilidad, impacto, adaptación).

² Addinsoft (2019). XLSTAT statistical and data analysis solution. Boston, USA. <https://www.xlstat.com>

5. Resultados y discusión

5.1 Análisis descriptivo

5.1.1 La caficultura en Colombia y en la zona de estudio

Los sistemas de producción de café son el resultado de la interacción entre la planta de café y la oferta ambiental del sitio donde se establece, la cual está dada por las condiciones climáticas junto con las características físicas y químicas de los suelos. Saber interpretar estas relaciones permitirá maximizar el potencial productivo de los cultivos y a la vez reducir el riesgo y aportar a la sostenibilidad y viabilidad económica de la caficultura. Para que un sistema de producción de café sea sólido se deben implementar unas adecuadas prácticas agronómicas, teniendo en cuenta la variedad, la edad, la densidad de población potencial, apropiada y oportuna fertilización, el control de plagas y enfermedades, la regulación de la luminosidad, el manejo adecuado de arvenses, y un correcto beneficio del grano; logrando alinear estos factores se puede lograr el potencial productivo de los cultivos (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] e Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2017).

En la Tabla 6, podemos observar los datos generales de los sistemas de producción de café de los 3 municipios en estudio, adicionalmente datos consolidados de los Departamentos de Caldas y Risaralda y de la Colombia Cafetera.

La Caficultura de Caldas está conformada por 25 municipios cafeteros, con 33548 caficultores, 42022 fincas y 69271,5 hectáreas de cultivos. Su caficultura es una de las más tecnificadas de Colombia (99,8%). La Caficultura tecnificada joven corresponde al 88,3%, y la edad promedio de los cultivos a 5,17 años. Cuenta con una densidad promedio de 5567 plantas por hectárea y el 83% de los cafetales están establecidos con variedades resistentes a la Roya del Café. Adicionalmente el 91,3% de la caficultura se encuentra a libre exposición solar.

Tabla 6. *Datos Generales de la caficultura en los tres municipios en estudio*

Variable		Salamina	Balboa	Santuario	Caldas	Risaralda	Colombia
Área Café (Ha)		2.351,35	2.718,82	6.198,74	69.271,50	49.328,09	911.237,56
No. Fincas		1.607,00	958	1.379,00	42.022,00	24.910,00	665.950,00
No. Caficultores		1.315,00	839	1.072,00	33.548,00	19.575,00	547.634,00
Edad (años)		5,69	5,22	4,7	5,17	5,27	7,06
Densidad (Plantas/Ha)		5.115,00	5.380,00	5.502,00	5.567,00	5.352,00	5.163,00
Área Sembrada en Café	Resistente	1.948,04	2.602,41	4.867,25	57.441,28	40.239,29	695.952,87
	Variedad (Ha) Susceptible	403,31	116,41	1.331,49	11.830,22	9.088,80	215.284,69
Área Sembrada Tipo Tecnificación (Ha)	Tec. Joven	2.053,00	2.402,79	5.701,88	61.167,57	43.478,99	760.056,48
	Tec. Envej	293,35	316,03	496,86	7.964,54	5.798,34	129.323,67
	Tradicional	5	0	0	139,39	50,76	21.857,41
Área Sembrada Exposición Solar (Ha)	Sol	1753,33	2255,66	5232,95	63246,38	42138,83	557820,64
	Semisombra	547,33	424,45	919,91	5193,1	6542,58	303884,98
	Sombra	50,69	38,71	45,88	832,02	646,68	49531,94

Nota: Elaboración propia con base en FNC e IGAC, 2017.

La Caficultura de Risaralda está compuesta por 49238 hectáreas de cultivos de café, hace presencia en los 14 municipios del departamento, cuenta con 24910 fincas y 19575 caficultores. Sus sistemas de producción manejan una densidad promedio de 5352 árboles por hectárea y una edad promedio de 5,3 años; solo el 12% de los cultivos se consideran envejecidos, maneja un 85% de cultivos a libre exposición solar. El 82% del área de café está establecida con variedades resistentes a la Roya del Café.

En el departamento de Caldas el 94% de los caficultores tienen hasta 5,0 hectáreas cultivadas en café y son considerados pequeños caficultores; el 4% tienen entre 5 a 10 hectáreas de cultivo y son valorados como medianos caficultores; y el 2% restante de los productores tienen más de 10 hectáreas de café y son denominados grandes caficultores. En el departamento de Risaralda el 89,9% de los caficultores son considerados pequeños con menos de 5 hectáreas; el 6,3% son catalogados como medianos de 5 a 10 hectáreas de café; y grandes caficultores son el 3,8% con más de 10 hectáreas (FNC e IGAC, 2017).

Salamina cuenta con el 96,1% de pequeños caficultores, el 3,1% de medianos caficultores y solo el 0,8% de caficultores grandes; por su parte el municipio de Balboa cuenta con el 86,1% son pequeños caficultores, el 8,8% son medianos y el 45,1% se consideran grandes; y en el municipio de Santuario el 69.1% de los caficultores son pequeños, el 18,5% son medianos y el 12,4% son grandes caficultores (Tabla 7).

Tabla 7. *Número de fincas en cada municipio según su tamaño en el área sembrada en café*

Área en Café	Salamina		Balboa		Santuario	
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%
<1 Ha	541	41,1	191	23,1	186	18
1 - 5 Ha	723	55	522	63	527	51,1
> 5 Ha	41	3,1	73	8,8	191	18,5
> 10 Ha	10	0,8	42	5,1	128	12,4
Total	1315	100	828	100	1032	100

Nota: Elaboración propia con base en FNC e IGAC 2017.

La producción de café de Caldas representa el 8,8% del total nacional, y corresponde a 1.243.920 sacos de café de 60 kilos; se estima que unas 300.000 personas dependen de este renglón económico, equivaliendo al 30% de la población del departamento. El sector cafetero en Caldas genera cerca de 74.000 empleos directos, aporta el 54% del PIB agrícola y las ventas de café verde están por el orden del 49% de las exportaciones del departamento (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] e Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2017).

5.1.1.1 Tendencias tecnológicas y de la producción

La FNC viene trabajando desde finales del año 2011 en el reto estratégico denominado “Caficultura Climáticamente Inteligente”, que busca la mitigación y adaptación al cambio climático en las regiones cafeteras del país, en aras de proteger y continuar haciendo de la caficultura una actividad sostenible y rentable. Esta iniciativa opera bajo el lema “Más Agronomía, Más Productividad”, que promueve un sistema de producción sólido y para lo que el

caficultor debe tomar las mejores decisiones y de manera oportuna, para lograr que sus cultivos sean altamente productivos.

La productividad en Café está dada por la cantidad de arrobas obtenidas por hectárea de terreno y depende de varios factores, como la temperatura, el agua, la luz y el suelo, por lo que cada finca o cada lote tendrán una productividad diferente. Esto hace necesario ajustar las condiciones de establecimiento del cultivo y su manejo agronómico y evitar condiciones de estrés que afecten la producción y formación de las cosechas; de ahí que las prácticas agronómicas deben ir de la mano a las condiciones ambientales de los lotes, buscando que sean las más apropiadas para el cultivo (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018).

La FNC propone focalizar ocho prácticas de manejo agronómico, que se consideran estratégicas en los sistemas de producción para prevenir los efectos de la variabilidad climática (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018):

1. Sembrar variedades mejoradas con resistencia durable a la roya.
2. Utilizar colinos de café de origen conocido.
3. Sembrar o renovar los cultivos en las épocas correctas.
4. Establecer la densidad de siembra óptima.
5. Definir los ciclos de renovación para mantener los cultivos jóvenes.
6. Manejar la luminosidad del cultivo.
7. Mantener la acidez del suelo ajustada para el cultivo del café.
8. Nutrir apropiadamente la planta.

En las conclusiones del 86° Congreso Nacional de Cafeteros (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2018a), que tuvo lugar a finales de 2018, quedó consignado en la

estrategia de valor un eje ambiental que se propone el objetivo estratégico de “fomentar el cuidado de los recursos naturales y la adaptación climática de las actividades cafeteras” mediante el cuidado del agua y la resiliencia de los sistemas de producción:

- Gestión de recursos naturales: se trabaja por medio de iniciativas para reducir el uso y descontaminar el agua utilizada en los procesos productivos, utilizando sistemas de beneficio ecológico.
- Adaptación climática: las iniciativas en este campo están orientadas a transformar los sistemas de producción para hacerlos resilientes ante el cambio climático. Esto tiene que ver con el manejo del sombrero, la reforestación y la protección de fuentes hídricas y de suelos”.

5.1.1.2 La política institucional cafetera frente el cambio climático

En el año 2011 se habló del impacto de los fenómenos climáticos en la producción de café, se cuantificó la relación entre la reducción en la floración del café y factores abióticos como humedad del suelo (exceso hídrico), el brillo solar y la temperatura del aire, con los que se desarrollaron índices para zonificar y monitorear el área cafetera frente a la amenaza de la variabilidad climática (Fenómenos El Niño y La Niña) y la consecuente reducción de la floración (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2012).

En el año 2012, se abordó la adaptación al riesgo climático desde la gestión del riesgo, realizando investigaciones para determinar la afectación de la producción de café por efecto de la deficiencia o exceso de agua, disminución o incremento del brillo solar; determinando patrones de cambio de la distribución intra-anual de la lluvia. Del mismo modo se mejoró la metodología para lanzar alertas climáticas se estudió el efecto de la Oscilación Décadal del Pacífico, la Oscilación del Atlántico Norte y las Ondas Madden & Julián. También se trabajó en la

sostenibilidad desde el punto de vista del beneficio y secado del café, desarrollando la tecnología ECOMILL para café en proceso con fermentación natural, lo que reduce el consumo de agua y de energía (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2013).

Para el año 2013, se realizaron estudios de erosión de suelo, el uso de subproductos del beneficio, se amplió de la Red Meteorológica Cafetera, se regionalizó el riesgo agroclimático de la zona cafetera central y occidental, y se estudiaron los mecanismos ambientales y genéticos que regulan la floración (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2014).

En el año 2014, se inició con el desarrollo de estrategias de adaptación para asegurar la sostenibilidad de la caficultura Colombiana frente al riesgo asociado a la variabilidad climática, basado en conocimiento científico y tecnológico, con el fin de generar identificar y generar estrategias que reducen el riesgo agroclimático (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2015).

Para el año 2015 se trabajó sobre la adaptación y mitigación del cambio climático y la sostenibilidad y rentabilidad de la caficultura por parte de Cenicafe, la Gerencia Técnica y el Servicio de Extensión, con acciones orientadas a preparar tecnológicamente la caficultura frente a la oferta climática. Del mismo modo se desarrollaron nuevas aplicaciones, para el monitoreo de los vuelos de Broca, y sobre noticias del Índice Oceánico de El Niño, para permitir el acceso a información del índice, afectación del Fenómeno en las distintas zonas cafeteras y predicción de las variables temperatura y precipitación, para cada trimestre del año (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2016).

En el año 2016 se trata el tema de sostenibilidad ambiental interpretándolo como el equilibrio entre el progreso económico, la calidad de vida de los productores agrícolas y el uso racional de los recursos naturales, teniendo en cuenta acciones de cambio técnico e innovación, la protección

y conservación; logrado avances en el fortalecimiento la Red Agroclimática Cafetera, evaluación de la vulnerabilidad del suelo a la variabilidad climática y monitoreo nuevas razas de roya (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2017).

En el año 2017, se contempló la adaptación a la variabilidad climática, desarrollando estrategias de alertas tempranas, zonificación, variación multitemporal y cambios en escenarios de variabilidad climática (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2018).

La institucionalidad cafetera en el año 2018, tuvo su congreso anual cuyo slogan fue: “Rentabilidad, Legitimidad y Resiliencia”. La FNC desde su eje estratégico ambiental busca fomentar el cuidado de los recursos naturales y la adaptación de la caficultura a la variabilidad climática por medio de la capacitación en tecnologías para reducir el uso de agua y descontaminar el agua utilizada en los procesos productivos y adopción de prácticas que hagan del Café de Colombia 100% sostenible, también trabaja en el manejo del sombrero, la reforestación y protección de fuentes hídricas y de los suelos (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2018a).

5.1.2 La precipitación en la región de estudio

Para este análisis se tomó información de las observaciones meteorológicas obtenidas en las estaciones climatológicas propiedad de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) ubicadas en los 3 municipios en estudio, Salamina, Balboa y Santuario (Cenicafé, 2018).

5.1.2.1 Precipitaciones

Los registros pluviométricos de las tres estaciones, el Ciprés en Salamina Caldas (Figura 6- superior), muestran un comportamiento bimodal de la precipitación con dos picos máximos de lluvia definidos, uno en el primer semestre entre los meses de marzo a mayo, y el otro pico en el segundo semestre entre los meses de septiembre a noviembre. Se pueden observar mayores volúmenes en el segundo semestre del año 2010 (en noviembre 369 mm) y primer semestre de 2011 (en abril 368 mm); y menores volúmenes en los años 2015 (agosto 19 mm y diciembre 24 mm) y 2016 (enero 27 mm y agosto 69 mm).

Para el municipio de Balboa Risaralda, la precipitación corresponde a la registrada en la estación La Tribuna (Figura 6- centro), con un régimen de lluvias bimodal con dos picos de lluvias marzo a mayo y septiembre a noviembre; Con altas precipitaciones en los años 2008 (en noviembre 450 mm), 2010 (noviembre 511 mm y diciembre 568 mm) y segundo semestre de 2011 (diciembre 498 mm); y disminución de lluvias en los años 2015 (agosto 37 mm y diciembre 45 mm) y 2016 (enero 46 mm y agosto 46 mm).

Las lluvias registradas en la estación Los Naranjos ubicada en el municipio de Santuario Risaralda (Figura 6-inferior), muestran un comportamiento bimodal con picos máximos similares entre los meses de marzo a mayo, y septiembre a noviembre. Se pueden ver mayores precipitaciones registradas en el segundo semestre del año 2008 (noviembre 498 mm), año 2010 (noviembre 674 mm) y 2011 (abril 622 mm y noviembre 620 mm); y menores volúmenes en los

años 2015 (febrero 77 mm, junio 72 mm y diciembre 17 mm) y 2016 (enero 50 mm y febrero 52 mm).

En general los registros de las tres estaciones en los tres municipios en estudio, muestra mayores volúmenes de precipitación en los años 2010 y 2011 y menores volúmenes en los años 2015 y 2016 (Figura 6). De acuerdo con la información histórica de precipitación el municipio de Salamina ha sido el más afectado por fenómenos climáticos, presentando una disminución en el volumen de lluvias del 48,8% en el año 2015 con respecto al promedio. En Balboa la disminución de lluvia fue del 38,8% y Santuario una disminución en las lluvias del 29,1%.

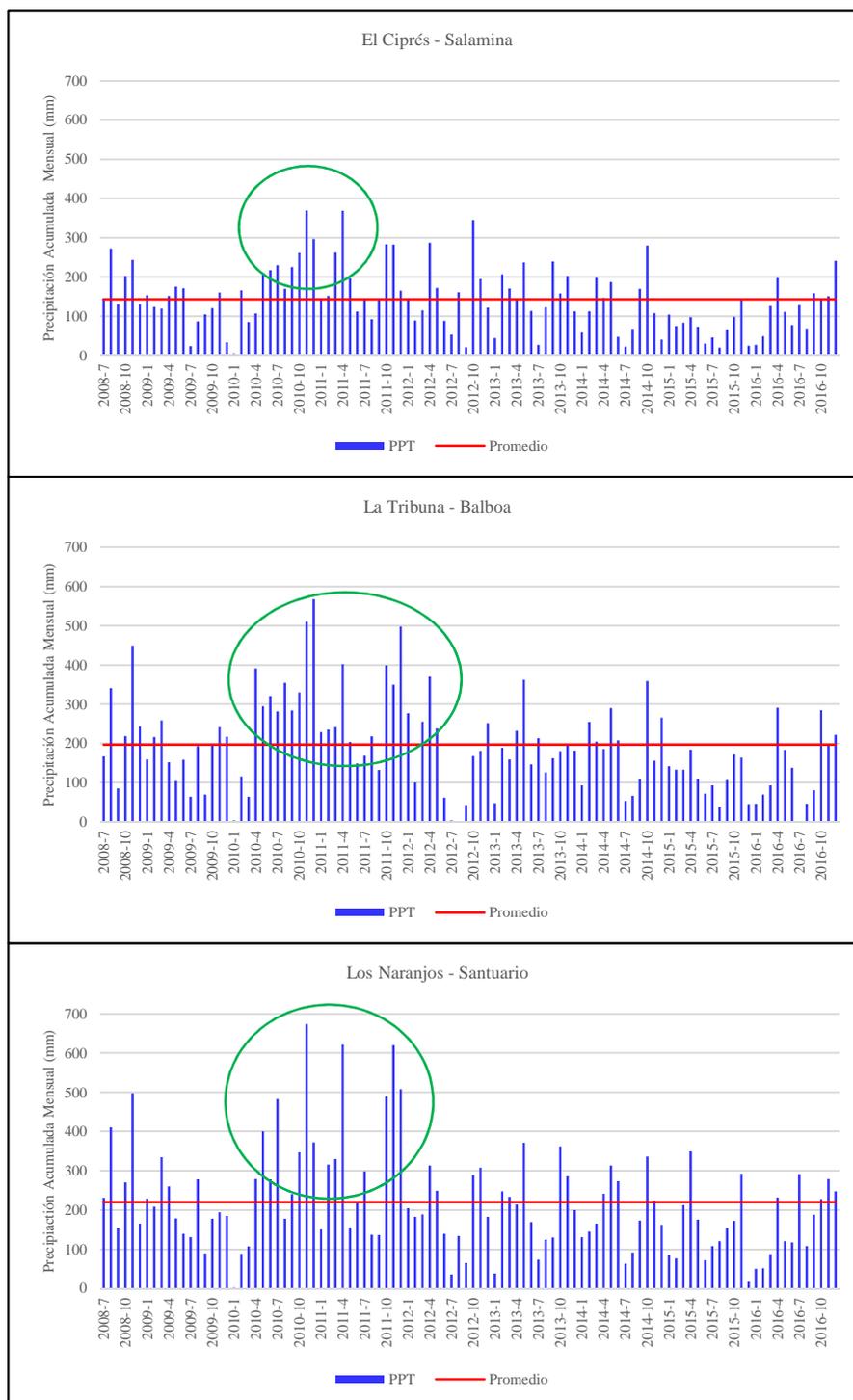


Figura 6. Precipitación Acumulada mensual de las estaciones El Ciprés (Salamina), La Tribuna (Balboa) y Los Naranjos (Santuario), periodo julio de 2008 a diciembre de 2016.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de las observaciones meteorológicas obtenidas en las estaciones climatológicas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Cenicafé, 2018). PPT: Precipitación, mm: milímetros.

5.1.2.2 Balance Hídrico e Índice de Humedad del Suelo

En Colombia el cultivo de café depende únicamente del aporte hídrico de las precipitaciones, dado que el riego no es una práctica usual en el país, de ahí la estacionalidad de las cosechas y su relación con la distribución de épocas secas y húmedas (Jaramillo A. , 2005); en el cultivo del café la intención del Balance Hídrico es saber la disponibilidad hídrica para el cultivo y el efecto de los excesos y déficits hídricos sobre la producción. Además, permite precisar las épocas de siembra, determina la distribución de las floraciones y por ende de las cosechas, y establecer las practicas agronómicas del cultivo como el control de arvenses, fertilización, renovación de cafetales y manejo fitosanitario.

Por su parte el Índice de Humedad del Suelo (IHS) calculado a partir del balance hídrico, sirve para conocer el agua disponible para los cultivos en la zona de raíces y ayudar a interpretar el impacto sobre la producción y comportamiento fenológico del cultivo. Con este índice se pueden identificar períodos críticos de déficits o excesos hídricos: para valores menores o iguales a 0,5 se califica como nivel crítico por déficit y para valores mayores o iguales a 0.8 se califica como nivel crítico para excesos (Ramírez, Jaramillo, & Arcila, 2010).

Empleando el Programa de Balance Hídrico de Cenicafé (Jaramillo & Gómez, Programa de Balance Hídrico. Cenicafé., 2000), se utilizó la información de precipitación de las tres estaciones climatológicas mencionadas. Para Salamina, el Balance Hídrico calculado (Figura 7 - superior), permite observar un exceso prolongado continuo de doce meses, que inicia en mayo de 2010 y termina en mayo de 2011. También se puede distinguir un déficit extenso de 13 meses, que inicia en diciembre de 2014 y termina en febrero de 2016. Esta información se puede constatar con el Índice de Humedad del Suelo, que para este mismo periodo en esta estación (Figura 8- superior), muestra $IHS \leq 0,5$ en enero de 2010; julio de 2014; junio, julio y agosto de

2015; enero y febrero de 2016, valores que indican que el cultivo tuvo efectos negativos sobre su comportamiento fenológico que finalmente pueden incidir en la producción. En la misma representación se puede notar un periodo largo y continuo de exceso en el IHS desde febrero de 2010 hasta mayo de 2012.

La información de Balance Hídrico calculado para la Estación La Tribuna de Balboa (Figura 7- centro), se nota un exceso prolongado y constante de 24 meses entre abril de 2010 hasta abril de 2012, del mismo modo un déficit de tres meses de junio a agosto de 2015, otros tres meses de diciembre de 2015 a febrero de 2016 y finalmente tres meses de julio a septiembre de 2016. En cuanto al índice de humedad del suelo para esta estación (Figura 8- centro), vemos $IHS \leq 0,5$ que indican déficit en enero de 2010, de julio a septiembre de 2012, agosto de 2015, enero de 2016, y agosto de 2016. También se ve un exceso de IHS prolongado desde mayo de 2010 hasta abril del 2012.

En la información de Balance Hídrico calculado para la Estación Los Naranjos de Santuario (Figura 7 - inferior), se nota un exceso prolongado y constante de 24 meses entre abril de 2010 hasta abril de 2012, del mismo modo se puede observar un déficit de 3 meses, de enero a marzo de 2016. En cuanto al índice de humedad del suelo para esta estación (Figura 8- inferior), vemos $IHS \leq 0,5$ que indican déficit enero de 2010 y enero de 2016. Asimismo se ve un exceso de IHS prolongado desde mayo de 2010 hasta abril del 2012.

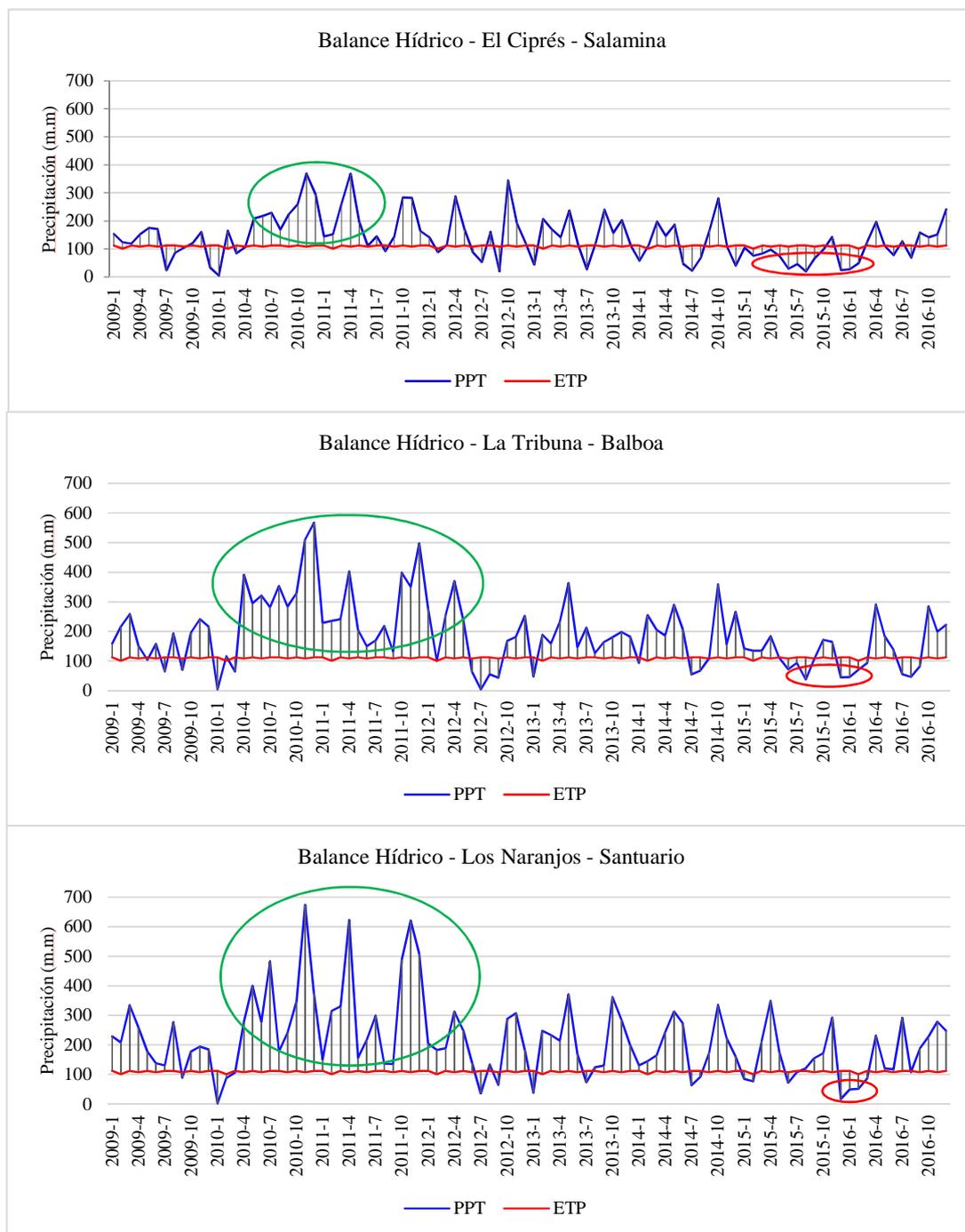


Figura 7. Balance Hídrico de las estaciones El Ciprés (Salamina), La Tribuna (Balboa) y Los Naranjos (Santuario), periodo enero 2009 a diciembre de 2016.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del programa de Balance Hídrico de Cenicafé (Jaramillo & Gómez, Programa de Balance Hídrico. Cenicafé., 2000).

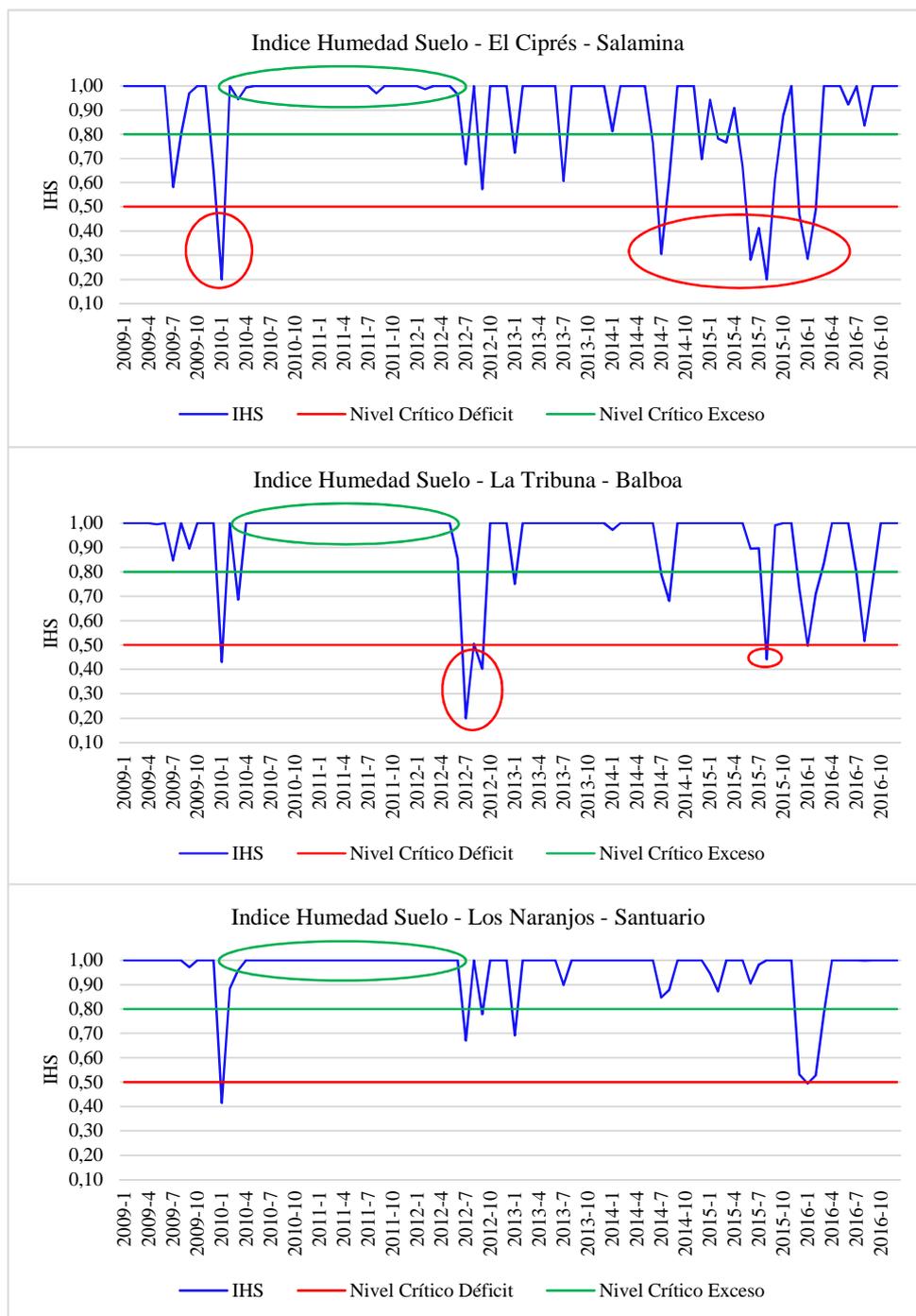


Figura 8. Índice de Humedad del Suelo de las estaciones El Ciprés (Salamina), La Tribuna (Balboa) y Los Naranjos (Santuario), periodo enero 2009 a diciembre de 2016.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del programa de Balance Hídrico de Cenicafé ((Jaramillo & Gómez, Programa de Balance Hídrico. Cenicafé., 2000).

5.1.3 Exposición de los sistemas productivos a eventos climáticos

El grado de exposición de los sistemas productivos depende de las condiciones de los cultivos, del uso del agua en el proceso de producción en la finca y de las prácticas ambientales implementadas.

5.1.3.1 Condiciones tecnológicas del sistema productivo

En las fincas de la muestra de este estudio, el área cultivada en café guarda la proporción con los datos del Sistema de Información Cafetero (Sica), por ejemplo Salamina tiene un promedio en Sica de 1,46 hectáreas (Tabla 6) y las fincas en estudio están por el orden de 2,04 hectáreas (Tabla 8). Balboa en Sica tiene un área promedio en café de 2,83 hectáreas y las fincas del estudio 2,9 hectáreas. Santuario tiene un promedio en Sica de 6,25 hectáreas y las fincas en estudio un área en café de 4,49 hectáreas.

Se nota que las fincas en estudio tienen un área en promedio superior al promedio nacional y departamental (Tabla 8 y Tabla 6). También se puede inferir la diferencia en la especialización en la producción de café (relación entre el área sembrada y el área total) que son bastante altas en Santuario (73,6% del total del área de la finca esta cultivada en café). En otros términos, al parecer la producción de la finca tiende a ser más diversificada en Balboa y Salamina.

Las fincas de la muestra tienen áreas con café en promedio superiores a la media del departamento (Caldas: 1,64 Ha, Risaralda: 1,98 Ha). En el cuadro siguiente se reportan también las medianas, ya que los promedios están afectados por la presencia de fincas medianas y grandes en la muestra (con cafetales mayores de 5 hectáreas).

Tabla 8. *Estadísticas descriptivas del área de la finca*

Área		Salamina	Balboa	Santuario	Total
Área de la finca	media	4,38	6,60	8,49	6,46
	mediana	4,50	3,82	3,00	3,77
	min	0,10	0,20	0,60	0,10
	máx	50,00	58,00	110,00	110,00
Área en café	media	2,04	2,90	6,25	3,69
	mediana	3,56	2,00	1,50	2,11
	min	0,10	0,10	0,40	0,10
	máx	25,00	53,90	60,00	60,00
Área en producción	media	1,72	2,35	4,40	2,80
	min	0,00	0,00	0,00	0,00
	máx	25,00	12,45	30,00	30,00
% del área sembrada en café	media	66%	63%	80%	70%
% del área en producción	media	86,10%	91,40%	80,10%	86%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Los rangos de áreas de café sembrada en las fincas de la muestra, evidencian que en Salamina predomina la caficultura de pequeños caficultores con menos de cinco hectáreas (96,6%), en Balboa este tipo de caficultores esta por el orden del 90%, mientras que en Santuario alcanza el 67,4% (Tabla 9.). Guardando similitud con los datos registrados en Sica para la caficultura de los tres municipios (Tabla 7.)

Tabla 9. *Número de fincas en la muestra según su tamaño en el área sembrada en café*

Área en Café	Salamina		Balboa		Santuario		Total	
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%
<1 Ha	52	35,4	23	15,3	15	10,6	90	20,5
1 - 5 Ha	90	61,2	112	74,7	80	56,8	282	64,4
> 5 Ha	5	3,4	15	10	46	32,6	66	15,1
Total	147	100	150	100	141	100	438	100

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Al sumar las áreas de las fincas de acuerdo con su uso, se observa con mayor claridad la alta especialización en café de los productores de la muestra en el municipio de Santuario (73,6% del área total) en comparación con Balboa (44%) y Salamina (46,5%) (Tabla 10 y Figura 9). Después de las áreas sembradas con café, en Balboa tiene un peso importante el área en bosques (31,2%) mientras que en Salamina el área en pastos (29,4%) es el segundo renglón de la economía de este municipio representado en ganadería. En los tres municipios las fincas

cafeteras son poco diversificadas, al dedicar una baja proporción del área de la finca a la siembra de cultivos diferentes del café.

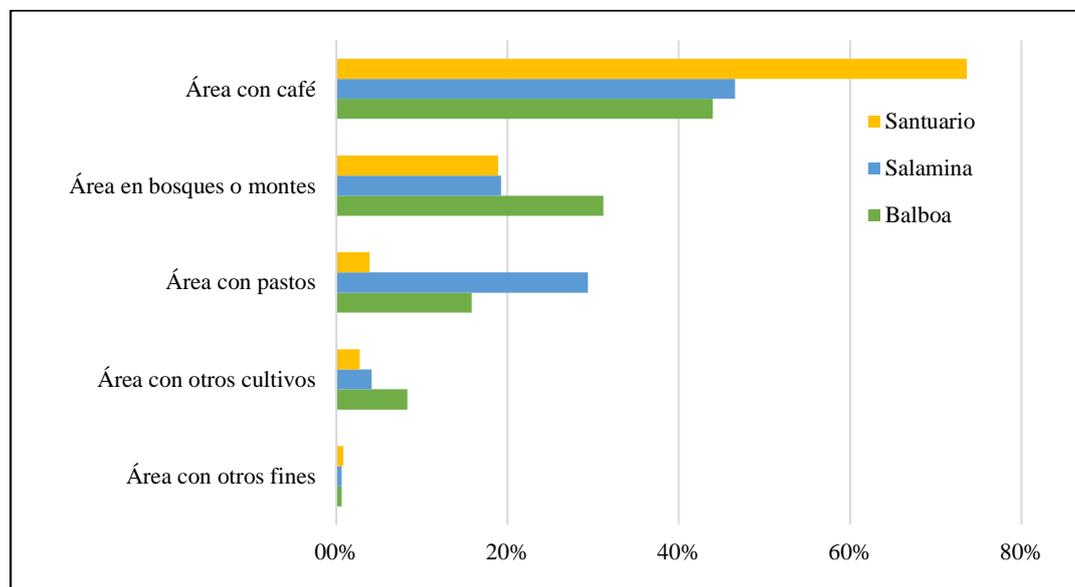


Figura 9. Uso del suelo en la finca por municipio.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Tabla 10. *Uso del suelo de las fincas, proporción según su área*

Uso del Suelo	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Área con café	46,5%	44,0%	73,6%	57,1%
Área en bosque o montes	19,3%	31,2%	18,9%	23,3%
Área con pastos	29,4%	15,8%	3,9%	13,9%
Área con otros cultivos	4,2%	8,3%	2,8%	5,0%
Área con otros fines	0,6%	0,7%	0,8%	0,7%
Área Total de la Finca	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

La variedad de café hace parte de un complejo engranaje de prácticas agronómicas recomendadas para maximizar la rentabilidad del cultivo. Cenicafé optó por la estrategia de utilizar la diversidad genética como eje central para la obtención de variedades de café con resistencia durable a la roya del cafeto. Dentro de ese concepto, las variedades desarrolladas por Cenicafé son compuestas, lo que significa que son la mezcla de diferentes progenies que difieren

en su nivel de resistencia pero que comparten excelentes atributos agronómicos como producción, calidad física del grano y calidad sensorial (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018).

En 1982, Cenicafé liberó la variedad Colombia, en 2002 la variedad Tabí (porte alto), en 2005 la Variedad Castillo con adaptación general a las condiciones de la caficultura colombiana, y sus siete componentes regionales (Pueblo Bello, El Rosario, Santa Bárbara, La Trinidad, Paraguaicito, Naranjal y El tambo) adaptadas a regiones específicas de la caficultura del país. En 2016 se liberó la variedad Cenicafé 1 y en 2017 las variedades Castillo zonales (Zona Norte, Zona Centro y Zona Sur), en cuanto a la rentabilidad del cultivo de las variedades resistentes desarrolladas por Cenicafé, se dice que la pérdida potencial productiva bajo escenario climático desfavorable para la roya es del 23% y en condiciones favorables para la roya (año La Niña) del 50% (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018).

Según las variedades de café establecidas (Tabla 11) en estos sistemas de producción, podemos ver como sobresale la variedad Castillo que es resistente a la Roya del café, para los tres municipios, destacándose Salamina con el 79,3%, previendo en este municipio menor afectación por la enfermedad. La variedad Colombia también alcanza valores importantes, presentando valores similares en Balboa y Santuario y a Salamina con menor área. Llama la atención la presencia de la variedad Catimore que no es resistente a la Roya, y que no ha sido desarrollada por Cenicafé (con el 13% en Santuario y 8,7% en Balboa). En general, en los tres municipios predominan las variedades resistentes a la roya del café (Castillo y Colombia) en proporciones superiores al 75%.

Tabla 11. *Porcentaje del área según variedad de café*

Variedad	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Castillo	79,3%	58,7%	48,0%	62,2%
Colombia	11,4%	28,7%	28,5%	22,8%
Tabí	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Caturra	8,9%	2,6%	10,0%	7,1%
Típica	0,4%	1,4%	0,4%	0,7%
Catimore	0,0%	8,7%	13,0%	7,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Las densidades de siembra, es decir el número de árboles de café establecidos por hectárea (Tabla 12), tienen valores promedio superiores a la densidad promedio nacional, de 5163 plantas por hectárea. En Salamina las fincas de la muestra tienen una densidad de 5331 plantas por hectárea, superior a la registrada en SICA (5115 plantas por hectárea). Balboa por su parte una densidad promedio en la muestra de 5211 plantas por hectárea, inferior a la del Sica que es de 5380 plantas por hectárea. Santuario en el estudio tiene una densidad promedio de 5140 plantas por hectárea, inferior a las del SICA que son 5502 plantas por hectárea. Se puede afirmar que los municipios del estudio tienen una caficultura más tecnificada que el promedio nacional en cuanto a la densidad de los cultivos. El municipio de Salamina que tiene la mayor proporción de fincas pequeñas en la muestra cuenta con una mayor densidad de siembra.

Las variedades de porte bajo cultivadas en Colombia permiten el uso de mayores densidades de siembra comparadas con las densidades utilizadas en variedades de porte alto. Las mayores producciones obtenidas con variedades de porte bajo se han alcanzado con densidades de siembra de 10.000 plantas por hectárea y para variedades de porte alto con densidades de siembra de 5.000 plantas por hectárea. Establecer altas poblaciones de plantas cuando las condiciones de variedad, suelo, clima y económicas lo favorecen, generan mayor eficiencia en el uso de los recursos (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018).

Tabla 12. *Densidad de siembra (árboles por hectárea)*

Municipio	Promedio	min	máx
Salamina	5.331	2.941	9.091
Balboa	5.211	2.941	8.929
Santuario	5.140	2.500	9.091
Total	5.228	2.500	9.091

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros

5.1.3.2 Manejo del agua en el procesamiento del café

Para el beneficio del café se requiere el uso de agua, pero para evitar la contaminación del líquido, se deben implantar prácticas que contribuyan a la conservación del recurso, Cenicafé en sus estudios, ha encontrado que despulpar sin agua y realizar el transporte de la pulpa hasta una fosa techada sin utilizar agua, evitaría hasta el 74% de la contaminación potencial de este recurso (Rodríguez, Sanz, Oliveros, & Ramírez, 2015).

La mayor parte de las fincas en la muestra emplean agua durante el despulpado de café y el transporte para el beneficio. Los tres municipios tienen un porcentaje similar para el despulpado con agua (Tabla 13), con un promedio del 67,9% de las fincas, valor que se puede considerar alto si sabemos que una de las maneras de disminuir el consumo y la contaminación es evitando el uso de agua en esta parte del beneficio. En Santuario el 7,2% de las fincas transporta el café con agua, lo que se debe al atraso de su infraestructura, diseñada para el uso intensivo de agua. El 1,6% de las fincas de Balboa y el 16% en Santuario utilizan agua para el transporte del café, uso que se da principalmente con recirculación del agua para mover el café desde las tolvas hasta las despulpadoras, o para llevar el café de los tanques de lavado hasta las zonas de secado. En general se observa que las prácticas de despulpado y transporte del café tienden a hacer alto uso del agua.

Tabla 13. *Porcentaje de fincas que emplea agua en el despulpado y transporte*

Despulpado y transporte del café	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Despulpa con agua	66,7%	68,9%	68,0%	67,9%
Transporta la pulpa con agua	4,0%	2,5%	7,2%	4,6%
transporta el café con agua	0,0%	1,6%	16,0%	6,4%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros

Para el lavado del café, donde el objetivo es remover el mucilago de los granos, se puede hacer a través de la Técnica de enjuagues en tanques, de los granos con una previa fermentación natural que puede durar entre 12 a 18 horas dependiendo de la temperatura. La remoción de mucilago también se puede efectuar de manera mecánica, para lo que se puede utilizar el desmucilagador DESLIM.

Para este proceso de beneficio aún existe la metodología del *Canal Semisumergido*, donde se transporta el café a través de un canal por medio de una bomba sumergible con recirculación; del mismo se puede utilizar una *Bomba Sumergible*, con la que se pasa el café de un tanque a otro a través de la bomba, sufriendo fricción al pasar por la bomba; estas dos metodologías tienen la desventaja del alto caudal del agua que requieren, y por lo tanto presentan un alto consumo de agua (Roa, et al., 1999).

En la muestra estudiada, el tipo de lavado más utilizado es la técnica de enjuagues en tanques de fermentación (72,3%). Esta técnica de enjuagues se emplea con mayor frecuencia en el municipio de Santuario (81,6%), así como el uso del DESLIM (6,4%), que es una tecnología reciente (Tabla 14). En general, las fincas de este municipio evidencian mayor acceso y adopción a tecnología para el lavado del café, al tener mayor proporción de productores que han adoptado tecnologías de punta como el DESLIM o el Ecomill.

Tabla 14. *Porcentaje de fincas según el tipo de lavado del café*

Tipo de lavado del café	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Técnicas de enjuagues en tanque	65,7%	68,0%	81,6%	72,3%
Otros lavadores	57,6%	59,8%	41,6%	52,6%
Desmucilagador DESLIM	1,0%	1,6%	6,4%	3,2%
Otros desmucilagadores	1,0%	0,8%	3,2%	1,7%
Ecomill	1,0%	0,0%	2,4%	1,2%
Bomba sumergible	0,0%	0,0%	2,4%	0,9%
Canal semisumergido	0,0%	0,0%	1,6%	0,6%
Total	126,3%	130,3%	139,2%	132,4%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros. Los porcentajes no suman 100% debido a que se pueden presentar opciones múltiples.

En la actualidad atravesamos por dificultades de índole ambiental por déficit de agua en algunas zonas de nuestra geografía, la falta del preciado líquido es un problemática que tiende a crecer en todas las poblaciones de nuestro país y una manera de afrontar este inconveniente es a través del aprovechamiento de las aguas lluvias, como respuesta a la reducción de la oferta hídrica; para lograrlos es indispensable adoptar medidas de almacenamiento y aprovechamiento de las aguas lluvias en las diferentes comunidades, logrando de esta manera el abastecimiento de agua para suplir las necesidades diarias de las comunidades para consumo humano y otros usos; para lo que los pobladores deben acoger sistemas de captación de aguas lluvias en los mismos sitios de consumo.

El manejo de aguas lluvias es casi inexistente en las fincas de los tres municipios, en el 82,6% del total de las fincas de la muestra no se realiza ningún tipo de conducción (Tabla 15), dejando que se depositen directamente sobre el terreno. No hay un buen aprovechamiento de esta agua en el sistema de producción, pero así mismo la falta de manejo puede hacer estas fincas más susceptibles a la influencia de períodos de lluvias, por fenómenos de erosión causados por excesos de lluvias sin control. En el municipio de Santuario el 22,7% de las fincas realizan una conducción parcial pero las depositan sobre el terreno, en lugar de tener un depósito para

almacenarla y utilizarla cuando haya la necesidad. No se nota una cultura de almacenamiento del líquido en reservorios que les sirva para suplir las necesidades en épocas de sequía durante los cuales el agua es escasa y podría suplir las necesidades de uso humano e incluso agrícola.

Tabla 15. *Porcentaje de fincas según el manejo de las aguas lluvias*

Manejo de aguas lluvias	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Si conducción alguna y depositadas sobre el terreno	80,3%	91,3%	75,9%	82,6%
Conducción parcial, depositadas y concentradas sobre el terreno	16,3%	8,7%	22,7%	15,8%
Conducción adecuada y llevadas a un drenaje natural sin protección vegetal	1,4%	0,0%	1,4%	0,9%
Conducción adecuada y llevadas a un drenaje natural con protección	2,0%	0,0%	0,0%	0,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.1.3.3 Prácticas ambientales

El Centro Nacional de Investigaciones del Café - Cenicafé afirma que la falta de tratamiento de la pulpa del café es responsable del 74% de la contaminación del agua y el 26% restante tiene que ver con el mucilago del café (Rodríguez, Sanz, Oliveros, & Ramírez, 2015). El 39,7% de las fincas del municipio de Santuario cuentan con una fosa techada para dar un tratamiento adecuado a la pulpa y facilitar el proceso de descomposición de este material; mientras que en Salamina solo el 16,3% tienen esta tecnología incorporada en sus sistemas de producción (Tabla 16), indicándonos un bajo nivel de adopción y por lo tanto mayor potencial de contaminación.

Comportamiento similar se ve en el manejo de lixiviados donde Santuario tiene un mayor valor que Balboa y Salamina. Sobre la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales del beneficio (SMTA), Santuario y Balboa presentan un incorporación semejante y proporcional de la tecnología, mientras que en Salamina el nivel es muy abajo, debido posiblemente a que adoptar la tecnología tiene un costo económico que las familias de este municipio les cuesta suplir, y por lo tanto quedan amparados en lo que a nivel institucional la

Federación Nacional de Cafeteros puede realizar a través de sus programas de cafés especiales como Nespresso que es de influencia en esta zona.

Se puede notar que Salamina presenta el mayor valor de fincas que no benefician el café en su propio predio, o que venden el café en cereza, debido principalmente a la falta de infraestructura para este fin, o mal estado de la existente; mientras que en Santuario esta situación es la más baja del estudio. De las fincas que benefician y no disponen de fosa para almacenar la pulpa, se ve una proporción similar en los tres municipios cercana al 50%. Para la disponibilidad de fosas sobresale Santuario con el 41,8% de las fincas dotadas con dicha infraestructura (Tabla 16).

Tabla 16. *Disponibilidad de fosa y manejo de la pulpa*

Manejo de pulpa y lixiviados	Salamina	Balboa	Santuario	Total
No beneficia en la finca o vende en cereza	34,7%	24,0%	8,5%	22,6%
Beneficia en la finca y no almacena la pulpa en fosa	48,3%	45,3%	49,7%	47,7%
Beneficia en la finca y almacena la pulpa en una fosa con techo	17,0%	30,7%	41,8%	29,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
<hr/>				
Descompone la pulpa bajo techo	16,3%	28,0%	39,7%	27,9%
Hace manejo y recolección de drenados (lixiviados)	4,1%	6,0%	10,6%	6,8%
Tiene sistema de tratamiento de aguas residuales del beneficio (SMTA) completo y en funcionamiento	2,0%	12,0%	12,1%	8,7%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Aunque las fincas del municipio de Balboa tienen la mayor proporción de áreas en bosques (Figura 9), una mayor proporción de fuentes de agua disponibles en la finca se observa en Santuario (68,1%). Mientras que en Salamina, donde se hace menos manejo del agua lluvia y se presenta bajo uso de sistemas ahorradores de agua en el beneficio del café (Tabla 17) se observa el porcentaje más bajo (42,9%) de fincas con disponibilidad de fuentes de agua.

En el conjunto de los tres municipios, el 57,1% de las fincas cuenta con fuentes de agua dentro del predio. La proporción de fincas en las que se aplica alguna medida de protección y conservación del recurso hídrico guarda cierta correlación con la disponibilidad de agua, a mayor disponibilidad, mayor porcentaje de protección y conservación. En el municipio de Santuario,

donde el 68,1% de las fincas tienen fuentes de agua, el 39,7% de los productores hace una conservación “alta” (entre el 75% y el 100%), mientras que en Salamina, donde la disponibilidad de agua es apenas del 42,7%, sólo el 22,4% de los hogares realiza prácticas de conservación de este recurso en un alto porcentaje.

Tabla 17. *Porcentaje de fincas con fuentes de agua y medidas de protección y conservación del recurso hídrico*

Fuentes de agua y conservación	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Fincas sin fuentes de agua	57,1%	39,3%	31,9%	42,9%
Fincas con fuentes de agua	42,9%	60,7%	68,1%	57,1%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Conservación (%)				
Muy bajo (0% - 25%)	8,8%	10,0%	5,7%	8,2%
Bajo (25% - 50%)	2,7%	5,3%	7,1%	5,0%
Medio (50% - 75%)	8,8%	8,7%	15,6%	11,0%
Alto (75% - 100%)	22,4%	36,7%	39,7%	32,9%
Total	42,7%	60,7%	68,1%	57,1%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Solamente alrededor de la tercera parte de las fincas tienen disponibilidad suficiente, alta o permanente de agua, para atender las necesidades del hogar y de la producción en la finca (Tabla 18). En Salamina (42,9%) y Balboa (60,7%) (Tabla 17), los municipios con menores proporciones de fuentes de agua, se presentan las mayores dificultades de escasez (disponibilidad entre baja y con dificultad) con valores de 36,7% y 35,4% respectivamente (Tabla 18), Santuario con el 28,4% se encuentra en condiciones similares. En síntesis, aproximadamente una tercera parte de las fincas tienen disponibilidad suficiente y otra tercera parte tienen condiciones de escasez.

Tabla 18. *Porcentaje de fincas según grado de disponibilidad de agua para las necesidades del hogar y la finca*

Disponibilidad de agua en la finca	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Disponibilidad permanente para consumo, animales y cultivos	22,4%	22,0%	34,0%	26,0%
Alta disponibilidad para cualquier actividad	8,2%	4,0%	7,1%	6,4%
Moderada disponibilidad para consumo, animales y cultivos	32,7%	38,7%	30,5%	34,0%
Baja disponibilidad para consumo y animales	21,1%	20,7%	15,6%	19,2%
Dificultad para consumo y labores	15,6%	14,6%	12,8%	14,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.1.4 Exposición de los hogares a eventos climáticos

La exposición de los hogares cafeteros a los eventos climáticos adversos está muy relacionada con la exposición del sistema productivo, dada la alta dependencia que tienen estos hogares por los ingresos obtenidos por la venta de café. Además de esto, los productores y sus hogares tienen condiciones socioeconómicas que hacen más propensos a la influencia de estos eventos, tales como su edad promedio, su baja escolaridad y la escasa diversificación de la producción.

La edad promedio de los productores de café en los tres municipios está alrededor de los 55 años, de los cuales han dedicado más de la mitad a la caficultura, como se aprecia en la Tabla 19, los hogares están compuestos en promedio por cuatro personas y de estas tres dependen económicamente del caficultor.

El índice de perceptores del ingreso por cada dependiente (la proporción de personas del hogar que reciben ingresos con respecto al total) es de 1:1,5. Es decir que los hogares tienen una dependencia económica de un perceptor de ingreso por cada dos personas. Este indicador se considera dentro de lo esperado, considerando que el hogar promedio está alrededor de cuatro personas con dos hijos, donde los padres reciben ingresos y los hijos estudian. En esta zona cafetera ya no prevalecen las grandes familias con muchos hijos.

Tabla 19. *Datos generales de los hogares*

Datos del Hogar	Salamina	Balboa	Santuario
Edad promedio del productor	54,8	56,4	57,2
Experiencia en Café (años)	40,9	40,3	41,5
Proporción de su vida en el café	56,40%	53,70%	55,00%
Nro. promedio miembros del hogar	3,3	3,5	3,7
Nro. miembros que dependen económicamente del productor	2,3	2,6	2,7
Perceptores de ingreso por cada dependiente	1,6	1,5	1,5

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

El 75,6% de los productores vive en la zona rural (58,4% en la misma finca y 17,1% en otra finca) y el 24,4% en la zona urbana (Tabla 20). Se destaca Balboa con mayor porcentaje de residencia en la misma finca (66%), y Santuario con mayor porcentaje en el área urbana (37,6%). Estos valores se deben al fácil acceso desde las áreas urbanas a las rurales y también a la cercanía de las fincas de los centros poblados de algunas de las fincas encuestadas.

Tabla 20. *Lugar de residencia del productor*

Residencia del Productor	Salamina	Balboa	Santuario	Total
En la finca	51,7%	66,0%	57,4%	58,5%
En otra finca	29,3%	16,7%	5,0%	17,1%
área urbana	19,0%	17,3%	37,6%	24,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

La escolaridad promedio es de 5,4 años cursados y aprobados, el equivalente al nivel de básica primaria. En Santuario este indicador es 6,1 años, relativamente alto para el sector, y en comparación, por ejemplo, con Salamina donde llega a 4,8 años (Tabla 21). Al comparar los tres municipios, Balboa presenta la mayor proporción de productores sin ningún tipo de educación, con el 13,3%; Salamina el mayor porcentaje con básica primaria, con el 75,5%; y Santuario en Secundaria (24,8%) y Educación superior (8,5%). En Santuario son mayores las facilidades de Acceso a instituciones educativas donde se imparta la secundaria, por cercanía al centro poblado.

Tabla 21. *Nivel educativo del productor*

Nivel educativo	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Ninguna o pre-escolar	4,1%	13,3%	5,0%	7,5%
Primaria	75,5%	65,4%	61,7%	67,6%
Secundaria	18,4%	18,0%	24,8%	20,3%
Educación superior	2,0%	3,3%	8,5%	4,6%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Promedio años aprobados	5,3	6,1	4,8	5,4

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Alrededor de la tercera parte de los hogares tienen fácil acceso a atención médica y para alrededor de la tercera parte en los tres municipios este se considera restringido (Tabla 22.).

Tabla 22. *Acceso a atención médica de hogar*

Acceso a atención médica	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Restringida	34,7%	31,3%	34,0%	33,3%
Fácil	65,3%	68,7%	66,0%	66,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.1.4.1 Fuentes de ingreso y diversificación de la producción

Se espera que una mayor diversificación de las fuentes de ingreso del hogar, así como la producción y consumo de alimentos en la finca estén asociadas con una menor exposición al contribuir a amortiguar los efectos de fenómenos externos. En la Tabla 23. podemos ver que casi la totalidad de los hogares en la muestra respondieron que producen y consumen alimento en sus fincas (99,6%). Los productores en Balboa venden alimentos en una proporción importante (en el 62% de las fincas); mientras que en Salamina la mayor parte produce para consumo del hogar (en el 25,2% de las fincas). Ambas constituyen formas de protegerse contra efectos externos adversos.

Tabla 23. *Proporción de hogares que producen y consumen alimentos de la finca*

Producción y consumo de alimentos	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Produce alimentos en la finca	93,9%	96,7%	99,3%	96,6%
Consume alimentos producidos	92,5%	96,7%	99,3%	96,1%
Vende los alimentos producidos	25,2%	62,0%	46,8%	44,7%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Se espera igualmente que a mayor diversificación de las fuentes de ingresos del hogar, mayor es su protección contra el efecto de eventos climáticos que afecten la producción de café. Como se observa en Tabla 24, la producción de café es de lejos la principal fuente de ingreso de los hogares, lo que es un claro indicador de su alto grado de exposición: cualquier evento que afecte la producción de café repercutirá de manera importante sobre el bienestar del hogar. De acuerdo con esto, se puede afirmar que los hogares cafeteros en Balboa cuentan con mayores posibilidades de protección, en la medida en que combinan su actividad con trabajo en café y en otras actividades. Sin embargo, nótese que en general hay una gran dependencia por ingresos del sector agropecuario, por lo que es de suponer que un choque climático afectaría los ingresos de todos estos hogares por igual. En los grupos focales ratifican los caficultores la afectación de cultivos diferentes a café (hortalizas, frijol, maíz, plátano, pasto) considerándolos más susceptibles en condiciones extremas de clima.

Tabla 24. *Porcentaje del ingreso según fuentes de ingreso del hogar*

Fuentes de ingresos	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Producción de café	66,4	63,1	80,3	69,7
Jornales en café	12,7	17,4	6,3	12,3
Producción de otros productos	5,5	13,4	5,8	8,3
Jornales en otras actividades	7,0	12,5	7,3	9,0
Otros ingresos	8,0	5,9	6,6	6,9
Producción pecuaria	5,3	4,7	3,3	4,5
Subsidios	1,6	3,1	1,0	1,9
Remesas	3,5	2,3	2,8	2,9
Total	110,0	112,4	113,4	115,5

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros. Los porcentajes no suman 100% debido a que se pueden presentar opciones múltiples.

5.1.4.2 Acceso a información y tecnología

El acceso y uso de la información sobre el clima puede reducir la exposición de los hogares a los efectos del clima, al permitirles tomar decisiones sobre la programación de las siembras o la fertilización, entre otras prácticas. Como se observa en Tabla 25., sólo alrededor de la tercera parte recibe información relacionada con el clima, pero aún peor, sólo alrededor de la cuarta parte usa la información que recibe para tomar decisiones sobre el cultivo.

La información es suministrada por la institucionalidad cafetera, es este caso un extensionista del servicio de extensión, notándose los valores más altos en Santuario y Salamina; otra manera de obtener la información es a través de los sistemas informativos radiales, teniendo mayor efecto en el municipio de Salamina este estilo de comunicación.

La información obtenida es utilizada principalmente para implementación de labores en la finca como las siembras o fertilización, notándose mayor uso en los municipios de Santuario y Salamina.

Tabla 25. *Porcentaje de productores que tuvieron acceso a información sobre clima el año anterior a la encuesta y uso de la información*

	Salamina	Balboa	Santuario
Recibió información sobre el clima el año anterior a la encuesta	36,10%	24,00%	34,30%
Quién suministró la información			
El extensionista	21,10%	8,00%	23,60%
Un amigo o familiar	0,70%	2,00%	0,00%
Se enteró por radio	19,70%	10,70%	9,30%
Se enteró por el celular	1,40%	0,00%	10,00%
Se enteró por internet	0,00%	0,70%	3,60%
Otro informante	4,10%	6,70%	3,60%
Usó la información para tomar decisiones sobre el cultivo de café	25,20%	10,00%	27,90%
Qué tipo de decisiones:			
Cuando sembrar	13,60%	6,00%	11,40%
Cuando zoquear	4,80%	4,00%	6,40%
Cuando fertilizar	23,10%	7,30%	25,00%
Otra decisión	2,70%	0,70%	4,30%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.1.5 Exposición de los sistemas productivos y de los hogares

Los eventos climáticos que han afectado a los hogares en las zonas cafeteras de estudio, corresponden en primera medida al exceso de lluvias con porcentajes superiores al 80%; en segundo lugar los vendavales con porcentajes mayores al 30%. La falta de lluvias o periodos secos afecta en mayor proporción a Salamina y Santuario con el 34% (Figura 10). Estos factores castigan la producción de café y, por lo tanto, los ingresos del hogar.

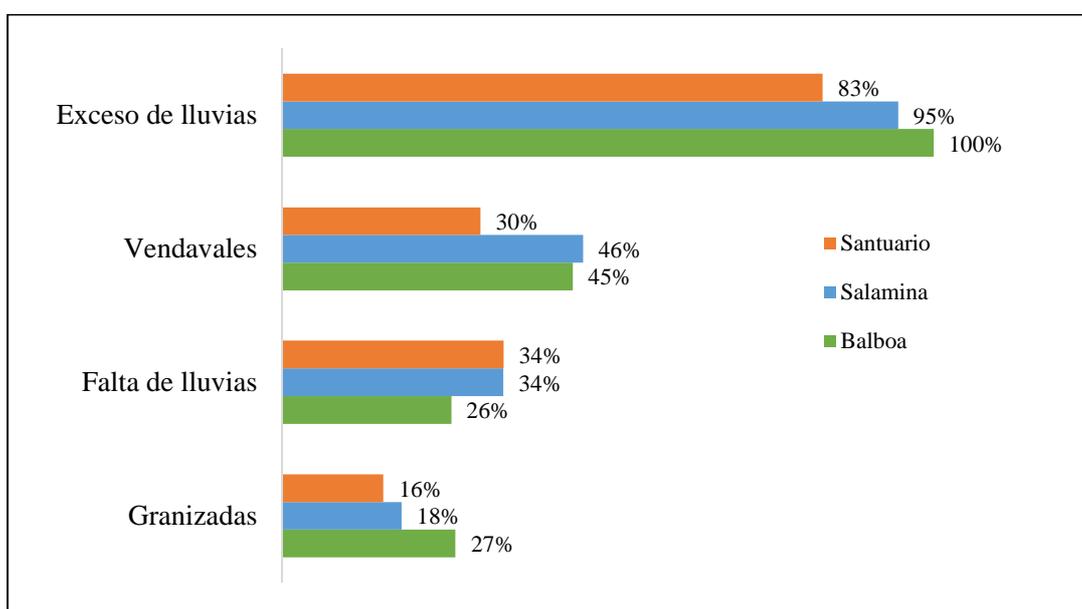


Figura 10. Tipo de evento climático que ha afectado la finca o el hogar y porcentaje de productores por municipio.
Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

En los grupos focales los productores identificaron manifestaciones de la variabilidad climática durante los últimos cinco años, principalmente lluvias intensas o periodos de sequía, con cambios intempestivos: “muchas veces está haciendo mucho calor y de repente es un aguacero” y con vientos fuertes y granizadas, siendo Salamina donde más se recuerda los efectos del invierno. Mencionaron con menos frecuencia las heladas, pero afirman que cuando se han presentado producen una afectación mayor: “esas sí afectan todo...”.

5.1.5.1 Impacto de los eventos climáticos sobre la infraestructura y la capacidad de producción

Sobre los aspectos de la finca o del hogar que se han visto afectados por eventos climáticos, los resultados en las zonas de estudio muestran que la producción de café se ve afectada con un promedio general del 98,6%; mientras que para otros cultivos está en un promedio alrededor del 20%. La infraestructura de la finca se ve más afectada en los municipios de Salamina y Balboa con el 23%. Sobre las vías de acceso a la finca existe un efecto similar en los tres municipios con un promedio general del 15,8% (Tabla 26).

La Salud de la familia se ve más afectada en Salamina con el 15,4%, mientras que en Santuario solo está en el 1,5% de los hogares encuestados. La provisión de servicios públicos no tiene valores tan altos, es decir, no se siente el efecto en la misma magnitud, llegando a un promedio general del 5,4%.

Sobre la estabilidad de los terrenos, el efecto más significativo se presenta en Salamina con el 12,3%, mostrando la inestabilidad de los suelos de esta zona, que por su naturaleza son más susceptibles a la erosión.

Tabla 26. Aspectos de la finca o el hogar que fueron afectados por eventos climáticos

Aspecto afectado	Salamina	Balboa	Santuario	Total
La producción de café	97,9%	100,0%	97,7%	98,6%
Producción de otros cultivos	23,1%	23,3%	11,4%	19,5%
Infraestructura de la finca	23,1%	23,3%	11,4%	19,5%
La vivienda del hogar	16,8%	23,3%	6,8%	16,0%
Las vías de acceso a la finca	16,1%	14,0%	17,4%	15,8%
La salud de la familia	15,4%	8,0%	1,5%	8,5%
La provisión de servicios públicos	5,6%	6,0%	4,5%	5,4%
La estabilidad de los terrenos	12,6%	3,3%	6,1%	7,3%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

La producción de café se ve principalmente afectada por daños en el grano (96,7%), seguido por el incremento en plagas (88,8%), que en últimas causan perjuicios a la calidad del café. Por otro lado las floraciones se ven seriamente afectadas (78,3%), y por lo tanto se presenta una disminución en la producción de las fincas. También se nota una alta defoliación de cafetales (73,7%) (Tabla 27) que está íntimamente ligado a problemas de aumento de enfermedades que causan este fenómeno en los arboles de café, y que derivan en menores producciones de los sistemas de producción y por lo tanto menos ingresos económicos para los hogares.

Coincidiendo con el resultado de la encuesta, en los grupos focales los caficultores mencionaron que sus cultivos han sufrido daños en el grano como resultado del aumento de la temperatura (pasillas, granos, de mala calidad aumento de los niveles de broca del café). Esto tiene un efecto directo sobre la economía de sus hogares, al ver castigada la producción con bajos precios en el mercado. En zonas por debajo de los 1400 m.s.n.m. mencionan que el invierno los favorece porque ha ayudado a mejorar la producción en el sentido que no hay estrés hídrico y los cultivos tienen desarrollo normal; *“el invierno pa’ nosotros es abono”*. En contraste, en las zonas altas, por encima de los 1700 m.s.n.m., el invierno ha tenido un efecto negativo en la producción, ya que no se desarrollan buenas floraciones, *“se van a pique”*. Consideran que los últimos 10 años las producciones de café han sido intermitentes y más bajas.

En Salamina se percibe menor daño de las floraciones (68,6%), menor defoliación de las plantas (60,7%) y menos aumento en las enfermedades (27,9%), debido a la estructura de los sistemas de producción que se tienen establecidos, donde hay predominancia de variedades resistentes a la roya; mientras que en Balboa y Santuario se aprecia mayor daño debido a que aún cuentan con altos porcentajes de variedades susceptibles a esta enfermedad. En los grupos

focales se identificaron los eventos de invierno con gran afectación en la infraestructura (vivienda y vías principalmente).

Tabla 27. *Tipo de daños causados en la producción de café. Porcentaje de fincas por municipio*

Afectación den la producción de café	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Daños en el grano	95,7%	100,0%	93,8%	96,7%
Aumento de plagas	86,4%	93,3%	86,0%	88,8%
Daños a las floraciones	68,6%	82,0%	84,5%	78,3%
Defoliación de las plantas	60,7%	83,3%	76,7%	73,7%
Aumento de Enfermedades	27,9%	33,3%	41,9%	34,1%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

El valor de los daños ocasionados al cultivo expresado en pesos por hectárea (\$/ha), es mayor en caficultores pequeños minifundistas que cuentan con menos de una hectárea de cultivo, alcanzando valores de \$14.775.798 como promedio general, siendo superior en Balboa y Salamina y de menor impacto en Santuario (Tabla 28). Para los caficultores pequeños pero que tiene un área de café que no supera las cinco hectáreas, las pérdidas ascienden a los \$10.020.410, con efectos superiores en Balboa y Salamina y de menor impacto en Santuario.

Los caficultores medianos (entre 5 y 10 Ha de Café), perciben mayor afectación en el municipio de Balboa, y menores daños en Salamina. Y los Caficultores grandes (más de 10 Ha de Café), perciben mayores daños en el municipio de Santuario, y menor afectación en Balboa.

Tabla 28. *Valor de los daños causados en el cultivo de café. Pesos de 2016 por hectárea*

Área en Café	Salamina	Balboa	Santuario	Total
≤ 1 ha.	\$ 15.909.422	\$ 17.958.002	\$ 6.117.673	\$ 14.775.798
1 - 5 ha.	\$ 11.331.214	\$ 12.071.851	\$ 5.595.896	\$ 10.020.410
5 - 10 ha.	\$ 2.701.387	\$ 9.668.535	\$ 4.921.976	\$ 6.431.202
Más de 10 ha.	\$ 3.200.000	\$ 1.730.857	\$ 8.154.465	\$ 7.380.479
Total	\$ 12.633.731	\$ 12.628.227	\$ 5.963.663	\$ 10.567.895

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

En los comentarios hechos en los grupos focales los caficultores expresan que los costos para solucionar los problemas causados por los eventos climáticos están en función de los recursos que se pierden o dejan de percibir: “Eso está en un promedio entre 40 y 50% de pérdida de la

producción que se deja de percibir, aunque en la zona baja puede ser mayor”, “Yo por el verano he perdido más de la mitad, porque el café me ha salido muy pasilludo”. En Salamina los productores manifestaron haber dejado de ganar entre 8 y 12 millones de pesos por hectárea

5.1.5.2 Impacto de los eventos climáticos sobre los ingresos y la rentabilidad

Dentro de las consecuencias de mayor importancia debidas a los daños causados por los eventos climáticos, tenemos la reducción de los ingresos económicos de los hogares, con un promedio general de 98,1% de los hogares estudiados. La pérdida de la cosecha de café también es una consecuencia importante, con el 61,8% de los hogares; con más prevalencia en Salamina y Balboa, y en menor proporción Santuario (Tabla 29).

El aumento en los costos de producción, es una consecuencia en el 54,2% de los hogares estudiados. La disminución en el consumo de alimentos es otra consecuencia, con mayor influencia en los hogares de Balboa con un 56%, en este mismo municipio también es predominan los aumentos de los gastar del hogar.

El cambio en la forma de venta del café, es decir, que ya no se vende como café pergamino seco, sino, como húmedo o en cereza, es de mayor consecuencia en el municipio de Santuario.

Tabla 29. *Principal consecuencia de los daños causados por eventos climáticos. Porcentaje de productores por municipio*

Consecuencia de los daños	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Reducción de los ingresos	97,9%	97,3%	99,2%	98,1%
Pérdida de la cosecha	65,7%	74,7%	42,7%	61,8%
Aumento de los costos de producción	49,7%	62,0%	50,4%	54,2%
Disminución del consumo de alimentos	37,1%	56,0%	35,1%	43,2%
Aumento de los gastos del hogar	43,4%	46,0%	19,1%	36,8%
Cambio en la forma de venta del café	5,6%	17,3%	32,8%	18,2%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

En los grupos focales los caficultores de Salamina y Balboa manifiestan que al tener menor producción por eventos climáticos, no se puede ofrecer trabajo a otras personas que dependen del

jornal: *“antes yo manejaba 3 a 4 trabajadores, en cosechas podían llegar a ser 10 trabajadores, ahora si acaso solo un trabajador”*. La situación económica del hogar se ve afectada y por ende las condiciones de vida de los caficultores, cuando los eventos climáticos influyen en la producción del café, los ingresos se reducen y no pueden acceder a productos que normalmente consumen, quedando necesidades básicas sin suplir, *“Cuando el café se vuelve pasilla, no nos alcanza ni para mercar”*, *“se nos vuelve insostenible la finca”*.

5.1.6 Capacidad adaptativa

5.1.6.1 Respuesta estratégica de los hogares a los eventos climáticos

Las estrategias utilizadas por los caficultores para atender los efectos de los eventos climáticos, en primera medida es solicitar créditos, sobresaliendo Salamina con el 48,3%. Otra táctica que manifiestan los hogares es incrementar la fuerza de trabajo, destacándose Balboa con el 45,3%. Destinar mano de obra a otras labores diferentes al café, es otra forma de enfrentar los efectos de los eventos climáticos, resaltándose valores mayores en Balboa (42%) y Santuario (37,4%) (Tabla 30).

Los hogares como estrategia recurren a los ahorros que tengan, en este caso Salamina tiene el valor mayor con el 28,7%. Del mismo modo lo hogares solicitan ayuda institucional, notándose mayores valores en Santuario y Balboa.

Pedir ayuda a un vecino es otra manera del como los hogares cafeteros afrontan los efectos de los eventos climáticos, percibiendo un valor mayor en Salamina (18,9%). De la misma manera algunos hogares toman la decisión de vender sus activos, teniendo un promedio general del 13% para esta estrategia.

Dentro de las estrategias ratificadas en los grupos focales, en la búsqueda de compensar ingresos con labores diferentes al café en sus fincas, los productores buscan las opciones que

encuentran más cerca de sus fincas, que no consiguen recuperar los ingresos perdidos o los daños causados: “*a buscar la papita a otro lado*”, “*Tengo el río muy cerquita, entonces salgo a sacar material de río*”. El hogar recurre a los bancos a solicitar créditos, con el agravante de que usan parte del crédito para resolver necesidades de corto plazo, “*para sobrevivir*”. Otra parte la usan para compra de insumos o para la fertilización: “*Me toca hacer un prestamito para comprar abono, comprar mangueras para regar a tajos, donde está más seco*”. Así mismo, complementan su estrategia con reduciendo los gastos del hogar: “*toca apretar correa como el cuento*”. En casos extremos recurren a la venta de activos del hogar o de la finca: “*me toco vender el carro, y ahora ando en una mechita de moto*”, “*Yo tenía dos vacas, me tocó venderlas para dar cumplimiento a unas cuotas de crédito que tenía*”, “*A mí me tocó vender la guadaña y barata*”.

Tabla 30. Estrategias de los hogares para atender los efectos

Respuesta del productor a los eventos climáticos	Salamina	Balboa	Santuario	Total
Solicitó crédito	48,3%	37,3%	35,9%	40,6%
La familia tuvo que trabajar más	35,7%	45,3%	29,8%	37,3%
Destinó mano de obra a labores diferentes al café	31,5%	42,0%	37,4%	37,0%
Recurrió a los ahorros	28,7%	22,0%	19,1%	23,3%
Pidió ayuda institucional	10,5%	15,3%	16,0%	13,9%
Pidió ayuda a un vecino o amigo	18,9%	10,7%	11,5%	13,7%
Vendió activos	15,4%	12,0%	11,5%	13,0%
Solicitó asistencia técnica o capacitación	9,1%	5,3%	5,3%	6,6%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Atender los daños causados por eventos climáticos, les genera un costo económico a los hogares, y según el tamaño de la finca o tipo de caficultor; es así como los caficultores pequeños minifundistas estiman que recuperarse un valor de \$10.000.000, teniendo Balboa el valor más alto y Santuario el más bajo. Los Caficultores pequeños con áreas menores a cinco hectáreas valoran el costo de recuperación de \$7.009.958, Balboa con el más alto. Los caficultores medianos consideran el costo de atención en \$4.333.334, Balboa persiste en el valor más alto.

Los caficultores grandes evalúan los costos en \$3.558.719, y Santuario estima los mayores valores (Tabla 31.).

En términos generales hay una relación inversa entre el costo de atención y el tamaño de la finca, es así como los caficultores más pequeños estiman valores más altos para atender los daños causados por los eventos climáticos, y los caficultores grandes, menor valor.

Tabla 31. *Costo promedio (mediana) de atención de los daños por tamaño de finca (pesos de 2016 por hectárea)*

Área en Café	Salamina	Balboa	Santuario	Total
≤ 1 ha.	\$ 9.901.961	\$ 15.000.000	\$ 4.166.667	\$ 10.000.000
1 - 5 ha.	\$ 7.833.379	\$ 8.887.186	\$ 4.000.000	\$ 7.009.958
5 - 10 ha.	\$ 2.366.667	\$ 9.041.591	\$ 3.707.028	\$ 4.333.334
Más de 10 ha.	\$ 3.200.000	\$ 1.730.857	\$ 5.243.484	\$ 3.558.719
Total	\$ 8.000.000	\$ 9.718.032	\$ 4.000.000	\$ 7.073.090
Valor Total	\$ 2.915.900	\$ 4.226.475	\$ 5.374.370	\$ 12.516.745

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Dentro de las Acciones emprendidas por los productores para prevenir daños futuros en los sistemas de producción o en los hogares (Tabla 32.), vemos como más del 50% no toman ninguna acción, donde Salamina presenta el mayor valor con el 63,3%. La implementación de prácticas agrícolas es baja, donde los valores más altos se obtuvieron en Santuario con el 24,5%. La diversificación del cultivo como una acción tiene mayor acogida en Balboa con el 18%, siendo también un valor bajo.

En Salamina la opción “otras prácticas” correspondió al 4,8% y corresponde en su gran mayoría a instalación de sistemas de riego en la finca. Los caficultores en los grupos focales manifiestan que para afrontar las consecuencias de los eventos climáticos a futuro, se deben realizar prácticas de cultivo de manera oportuna para tener cafetales bien preparados que resistan estos eventos, adicionalmente es importante implementar medias de reforestación y protección de nacimientos de agua: “*si se acerca un tiempo de sequía, sería fundamental fertilizar antes y a*

tiempo, y el que no tiene sombra, empezar ya a sembrar sombra, que eso es lo que estamos pidiendo a gritos después del daño que le hemos hecho al medio ambiente”.

Tabla 32. Acciones emprendidas por los productores para prevenir futuros daños

Tipo de respuesta de prevención	Salamina	Balboa	Santuario
No tomó ninguna acción	63,3%	60,0%	53,2%
Implementó prácticas agroecológicas	14,3%	22,7%	24,5%
Diversificó el cultivo	4,1%	18,0%	8,6%
Implementó nuevas prácticas	14,3%	12,0%	21,6%
Mejóro la infraestructura de la finca	8,2%	6,7%	10,1%
Hizo mejoras a la vivienda	8,8%	5,3%	2,2%
Otras prácticas	4,8%	1,3%	3,6%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Los Caficultores identifican que dentro de las principales barreras o impedimentos para prevenir o solucionar los efectos de los eventos climáticos están la falta de dinero, siendo muy similar en los tres municipios con valores superiores al 80% (Tabla 33.), seguido por la falta de apoyo institucional que se señala como una barrera alcanzando valores superiores al 60%, también la falta de información suficiente sobre los eventos, alcanzando valores hasta del 60% en la población de Balboa; del mismo modo se menciona que la falta de asistencia técnica, siendo más notoria en Balboa con el 46,7% que en los otros dos municipios donde no se supera el 20%.

No saber a quién acudir, se considera una barrera entre los caficultores de los tres municipios, siendo más notoria en el municipio de Balboa con un 33,3%. En los grupos focales los caficultores expresaron el efecto de la variabilidad climática sobre su capacidad de pago de las obligaciones financieras: *“uno tiene los créditos en los bancos, y de ahí con que los va a pagar si no hay café”*. Mencionan también la falta de apoyo institucional suficiente, pero al mismo tiempo reconocen la importancia de la ayuda de la Federación Nacional de Cafeteros en temas de fertilización y renovación de cafetales: *“una cosa que me ha servido mucho es el abono que me ha dado el comité para las renovaciones de café”*.

Tabla 33. *Barreras o impedimentos para prevenir o solucionar daños*

Barreras o impedimentos	Salamina	Balboa	Santuario
Falta de dinero	88,9%	88,3%	84,6%
No tiene información suficiente	40,7%	60,0%	30,8%
Falta de asistencia técnica	14,8%	46,7%	18,5%
Falta de apoyo institucional	63,0%	71,7%	60,0%
No sabe a quién acudir	16,7%	33,3%	16,9%

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Sobre la disponibilidad de crédito, recuerdan épocas en que para la institucionalidad cafetera era factible la negociación de créditos blandos y la condonación de deudas: *“si nos vamos a referir o vamos acudir a entidades, que existieran créditos con tasa de interés blandas, como en años anteriores, hubo unos créditos en convenio con el banco agrario y el comité de cafeteros, donde le daban a uno la oportunidad de adquirirlo, donde ellos asumían el 40% de la deuda y no tocaba pagar intereses, eso no se volvió a ver. Me animé a recuperar los tajos y a generar empleo para la gente”*. Aunque no cuentan con seguros de cosechas, reconocen la importancia de disponer de esta herramienta, *“todos los caficultores deberíamos tener un seguro de cosecha, para que no tengamos tantas pérdidas y enfrentar tantas necesidades que los cafeteros tenemos”*. También se menciona que las instituciones deben mantener mejor informada a la comunidad sobre los eventos climáticos, y dar las recomendaciones para que se preparen según la zona donde se ubique la finca, a modo de alertas tempranas: *“Cenicafé debe brindar una mejor asesoría sobre la ocurrencia de eventos”*.

5.2. Análisis estadístico

El análisis estadístico se sustenta en varias técnicas del análisis multivariado de datos, como el Análisis de Componentes Principales, el Análisis de Componentes Principales Mixtos y el Análisis de correspondencias Múltiples. Mediante este enfoque se combinaron variables cualitativas y cualitativas para construir índices en una escala de 0 a 100, uno por cada una de las categorías de la vulnerabilidad, donde valores altos se asocian con mayores intensidades de la categoría que miden. De esta manera se calculó para cada observación de la muestra un índice de exposición a eventos climáticos adversos, un índice de sensibilidad agronómica, un índice de sensibilidad del hogar, un índice de capacidad de adaptación y un índice de vulnerabilidad.

5.2.1 Índice de exposición

El índice de exposición, que refleja la incidencia de lluvias intensas, sequías, vendavales, granizadas y otros eventos climáticos reportados por los productores, muestra una alta variabilidad en los tres municipios, con desviaciones estándar similares a las medias, sin embargo, los valores promedio y las medianas conservan el mismo ordenamiento. En este sentido, se puede diagnosticar que los caficultores de la muestra en el municipio de Balboa presentan un mayor grado de exposición a eventos climáticos adversos (en promedio 37 puntos sobre 100), seguido por Salamina (35.9) y Santuario (29.2) (Figura 11 y Tabla 34). La magnitud de los coeficientes de variación podría deberse a la cobertura de la muestra en diferentes veredas y zonas altitudinales, especialmente en Balboa y Santuario, ya que también al interior de cada municipio se tienen zonas hete heterogéneas o contrastantes.

Dado que los valores del índice se concentran en el tercer cuartil para Balboa y Salamina, en estos el índice se considera alto, mientras que en Santuario se considera medio.

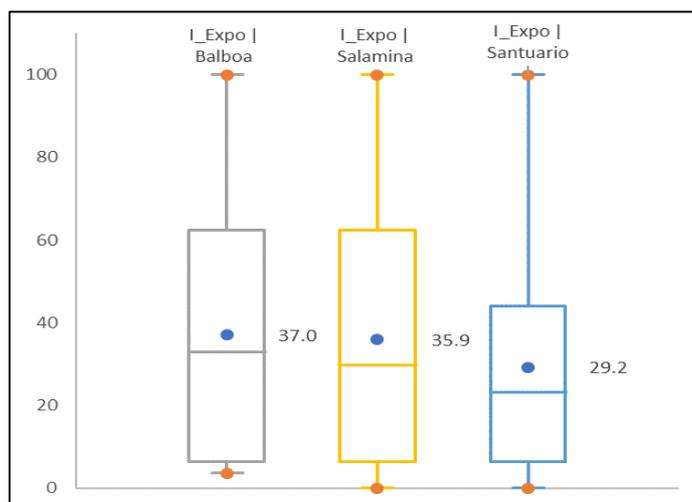


Figura 11. Distribución del índice de exposición según municipio.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Tabla 34. Estadísticos para el índice de exposición

Estadístico	Balboa	Salamina	Santuario
No. de observaciones	150	146	140
Mínimo	3.6	0.0	0.0
Máximo	100.0	100.0	100.0
1° Cuartil	6.4	6.4	6.4
Mediana	33.0	29.7	23.3
3° Cuartil	62.4	62.4	44.0
Media	37.0	35.9	29.2
Desviación típica (n-1)	32.9	29.4	27.7
Coefficiente de variación	0.89	0.81	0.95

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.2.2 Índice de sensibilidad

5.2.2.1 Índice de sensibilidad agronómica

En las tablas 35 y 36 se presentan los estadísticos descriptivos básicos de las variables cuantitativas y cualitativas empleadas para calcular el índice de sensibilidad de las condiciones agronómicas de las fincas.

Tabla 35. *Estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas*

Nombre Variable	Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Altura sobre el nivel del mar	ALTURA	438	0	438	1.038	2.040.	1.509.1	256.332
Logaritmo natural del área sembrada con café	Ln_AreaCAFE	438	0	438	-1.207	5.094	1.788	0.963
Logaritmo natural de la producción de café	Ln_PRODUC	438	0	438	0.000	10.278	5.722	1.582
Número de hojas por rama	HOJ_RAMA	438	0	438	1.300	50.800	11.997	4.991
Número de cruces por rama	CRUCE_RAMA	438	0	438	0.700	6.400	3.128	0.781
Número de nudos por rama	NUDORAMA	438	0	438	0.000	13.200	4.923	2.748
Número de frutos por nudo	FRUTONUDO	438	0	438	0.000	32.700	3.669	3.202
Porcentaje de infestación por broca	Por_BROCA	438	0	438	0.000	1.000	0.297	0.240
Porcentaje de arvenses agresivos	Por_ARAGRE	438	0	438	0.000	1.000	0.276	0.261
Porcentaje de arvenses nobles	Por_ARNOB	438	0	438	0.000	1.000	0.690	0.287

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Según los estadísticos de las variables cualitativas (Tabla 36), los cultivos de café en la muestra se encuentran desde el punto de vista nutricional en su mayoría en condiciones regulares (47,7%), aunque una tercera parte se diagnosticaron en excelente estado nutricional (34,9%). Los caficultores no siguen prácticas adecuadas de manejo de las aguas lluvias ya que el 82,7% no tiene conducción y las deja correr al terreno y una proporción muy baja tiene drenajes. Por su parte en la disponibilidad de agua en la finca, el 85,62% de las fincas tiene alguna disponibilidad de agua, y el 14,38% tiene dificultad para disponer del recurso hídrico.

Sobre la composición de los sistemas de producción en variedades resistentes sembradas, el 89,2% de las fincas poseen más del 75% del cultivo con estas variedades lo que minimiza el riesgo de afectación por la roya y proteger las hojas para llenado de fruto, mientras que el 10,8% tienen menos del 75% establecido con estas variedades.

El número de hojas analizado desde el estado general del cultivo, muestra que sólo el 3,4% de los cultivos tiene 17 hojas o más que es el número adecuado por lo que puede afectarse el llenado de fruto y por ende la calidad del mismo, este bajo número de hojas es contrastante, con el porcentaje de variedades resistentes y con la edad, el 99,7% las fincas tiene edad por debajo de 6 años, que es bueno dados los ciclos del cultivo de los tres municipios, pues con estas dos condiciones el número de hojas debería ser mayor; estos datos permiten observar que en las fincas encuestadas se maneja una edad del cultivo adecuada y por debajo de los promedios tanto regionales como nacionales (Tabla 6).

En relación con la densidad, factor preponderante en la productividad, el 67,8% de las fincas tiene entre 4.500 y 6.500 plantas por hectárea que es bajo en relación con lo que deberían tener dadas las condiciones de clima y suelo de la zona, valores que están alrededor de los promedios nacional y departamental según el sistema de información cafetero (Tabla 6). Sólo el 7,6% de los predios tienen más de 6.500 plantas por hectárea que es la condición adecuada. Como complemento a la densidad, el número de sitios perdidos es muy importante para el cultivo, en este sentido el 78% de las fincas tiene menos del 7% que es muy bueno si se tiene en cuenta que el 10% es el máximo permisible desde el punto de vista técnico, además sólo el 8% tiene más del 15% de sitios perdidos lo que refuerza el hecho de que en este ítem las fincas presentan buenas condiciones.

El café es un cultivo extremadamente sensible a la interferencia de las arvenses si no se controlan, el 46,1% de las fincas cuentan con suelos cubiertos, y el 39,9% de los suelos parcialmente cubiertos, lo cual contribuye a la protección del suelo. Según la dominancia de arvenses, el 65% de las fincas cuentan con arvenses de baja a media interferencia y el 9,5% con altos niveles de arvenses de alta interferencia. En cuanto al sombrero en el 87,6% de los casos se

tiene baja densidad de sombra en el cultivo del café la cual debe adecuarse para un mejor aprovechamiento, y solo el 3,4% poseen alta densidad de sombrero.

Tabla 36. *Estadísticos descriptivos de las variables cualitativas*

Nombre Variable	Variable	Categorías	Cuentas	Frecuencias	%
Estado de nutrición del cultivo	NUTRIC	EXC_NUTRI	153	153	34.932
		MAL_NUTRI	10	10	2.283
		MAL_EST	52	52	11.872
		REGUL	209	209	47.717
		ALERT	14	14	3.196
Manejo de las aguas lluvias	MAN_LLUVIA	DREN_NAT	3	3	0.685
		DREN_NOPROT	4	4	0.913
		NOC_TERRE	362	362	82.648
		PARC_TERR	69	69	15.753
Disponibilidad de agua en la finca	DISP_AGUA	PermAgua	114	114	26.027
		AltaDAgua	28	28	6.393
		BajaDisAgua	84	84	19.178
		ModerAgua	149	149	34.018
		DificAgua	63	63	14.384
Estado general del cultivo	ESTADOCULT (Nro. Hojas)	<6,0	28	28	6.393
		>=6,0 y <11,0	184	184	42.009
		>=11,0 y <17,0	167	167	38.128
		>=17,0 y <22,0	44	44	10.046
		>=22,0	15	15	3.425
Porcentaje de variedades resistentes sembradas	VARIEDAD	<=50%	27	27	6.164
		>50% y <=75%	20	20	4.566
		>75% y <=85%	24	24	5.479
		>85% y <=95%	29	29	6.621
		>95%	338	338	77.169
Edad del cultivo	EDADCULT	<4,0	392	392	89.498
		>4,0 y <=6,0	45	45	10.274
		>6,0 y <=8,0	1	1	0.228
Densidad de siembra f	DENSID	<=3.500	14	14	3.196
		>3.500 y <=4.500	93	93	21.233
		>4.500 y <=6.500	297	297	67.808
		>6.500 y <=8.500	31	31	7.078
		>8.500	3	3	0.685
Número de sitios perdidos	SITPERD (%)	< 7,0	342	342	78.082
		>=7,0 y <10,0	39	39	8.904
		>=10,0 y <12,0	15	15	3.425
		>=12,0 y <15,0	7	7	1.598
		>=15,0	35	35	7.991

Cobertura del suelo	COBSUELO	CUBIERT	202	202	46.119
		PARCI_CUB	175	175	39.954
		PARCI_DES	12	12	2.740
		DESN	1	1	0.228
		MOD_ALERTA	48	48	10.959
Dominancia de arvenses	DOM_ARVEN	MOD_MEDB	62	62	14.155
		ALTA_MEDB	203	203	46.347
		ALERT	92	92	21.005
		MOD_ALTA	39	39	8.904
		ALTA_ALTA	42	42	9.589
Densidad del sombrío	DENSI_SOM	M_ALTA	2	2	0.457
		ALTA	15	15	3.425
		MODE	37	37	8.447
		BAJA	384	384	87.671

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

En el conjunto completo de variables se deduce, desde la perspectiva de las cuantitativas (Tabla 35) la alta asociación con la sensibilidad que presentan los factores que determinan la producción de la planta (número de cruces, número de nudos por rama, número de frutos por nudo y número de hojas por rama), así como el manejo de arvenses, ya que los arvenses nobles tienen un efecto significativo positivo, equiparable al efecto negativo que pueden tener los arvenses agresivos. Desde la perspectiva de las variables cualitativas (Tabla 36), los cultivos de la muestra están altamente asociados con la sensibilidad con las variables de manejo del cultivo y su estado tales como la nutrición de cafetales, manejo de arvenses, sombrío y edad, así como con variables de establecimiento del cultivo como densidad de población y la variedad.

En coherencia con la descripción anterior, el círculo unitario para las variables cuantitativas (Figura 12) evidencia que la sensibilidad agronómica se relaciona fuertemente con la capacidad de los árboles para generar nudos, ramas y hojas durante su etapa vegetativa, así como con las prácticas de manejo integrado de arvenses.

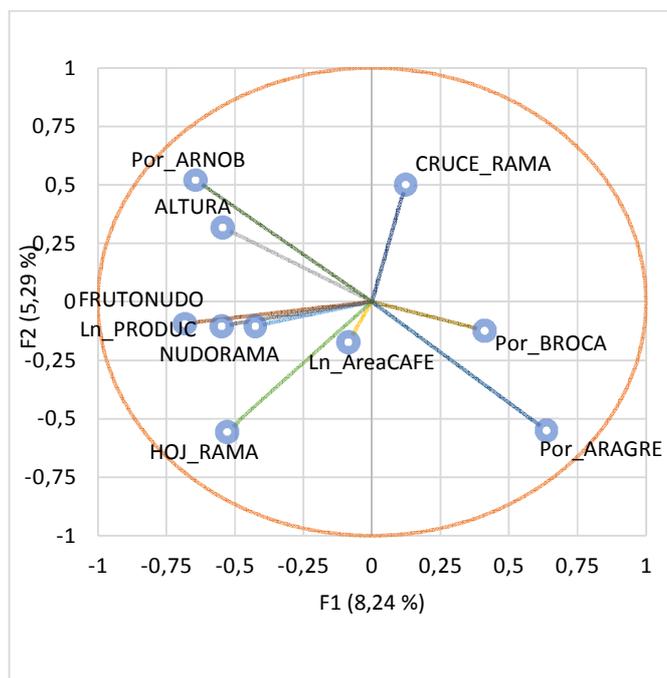


Figura 12. Círculo de correlación de las variables cuantitativas de sensibilidad agronómica.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Las saturaciones cuadradas de las variables cualitativas en la Figura 13 sintetizan la importancia específica de la nutrición del cultivo, el estado del cultivo y el tipo de dominancia de arvenses en la sensibilidad del cultivo de café a la variabilidad climática. La productividad de los cultivos de café depende en gran medida de una oportuna y apropiada fertilización, ya que un árbol bien nutrido puede realizar adecuadamente sus funciones y puede garantizar altas cosechas y de excelente calidad; no realizar adecuadamente esta práctica conllevaría a reducciones del 40% al 80% de la producción (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018).

Un manejo integrado de arvenses permite el establecimiento de arvenses nobles o de baja interferencia, con la que se puede proteger el suelo y evitar competencia con el cultivo, ya que arvenses de alta interferencia compiten fuertemente por agua, luz, nutrientes y espacio, lo que puede causar reducción en la producción mayor al 60% (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018).

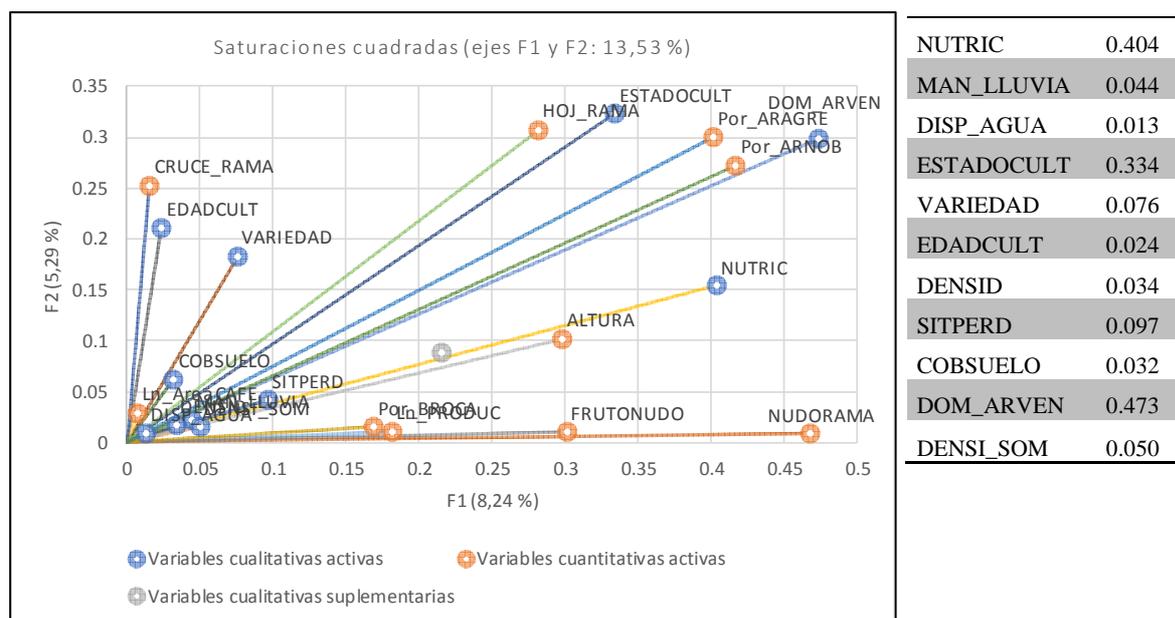


Figura 13. Saturaciones cuadradas de las variables cualitativas.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

En la Figura 14 se presentan los resultados del índice de sensibilidad agronómica de las fincas de la muestra a los eventos climáticos que resulta del análisis de componentes principales. Como se observa, las fincas de la muestra en el municipio de Salamina evidencian la mayor sensibilidad y en Balboa la menor, guardando coherencia con las condiciones nutricionales, el estado general de los cultivos y el potencial de producción que exhiben las plantas de café. Las distribuciones tienden a ser centradas de acuerdo con la coincidencia entre los valores de la media y la mediana (Tabla 37).

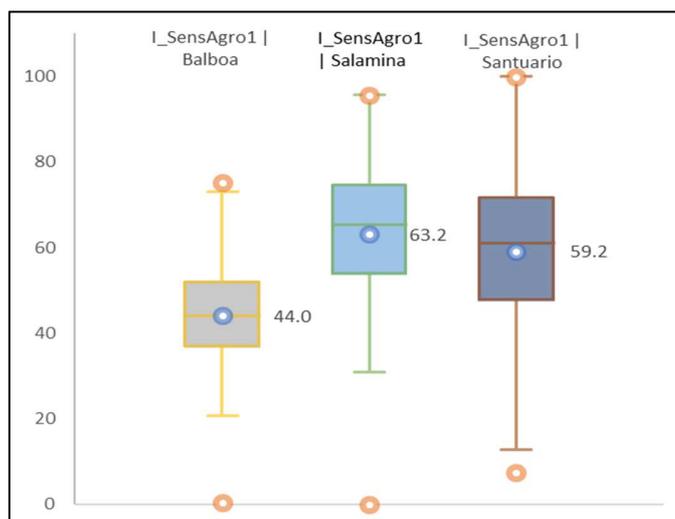


Figura 14. Índice de sensibilidad agronómica al cambio climático por municipios.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Tabla 37. Estadísticos para el índice de sensibilidad agronómica

Estadístico	Balboa	Salamina	Santuario
No. de observaciones	150	146	140
Mínimo	0.4	0.0	7.4
Máximo	75.1	95.6	100.0
1° Cuartil	36.9	54.0	47.8
Mediana	44.0	65.4	61.0
3° Cuartil	52.1	74.5	71.6
Media	44.0	63.2	59.2
Desviación típica (n-1)	12.3	16.7	17.4
Coficiente de variación	0.28	0.26	0.29

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.2.2.2 Índice de sensibilidad de los hogares

El índice de sensibilidad de los hogares a los eventos climáticos evidencia una susceptibilidad entre media y alta (Figura 15 y Tabla 38), con valores promedio superiores a 70 puntos para Balboa y Salamina, donde la alta concentración de los datos manifiesta la homogeneidad en las características de los hogares en la muestra y de 58 puntos para Santuario, donde las condiciones socioeconómicas de los hogares son más variables y obedecen al tamaño de las fincas.

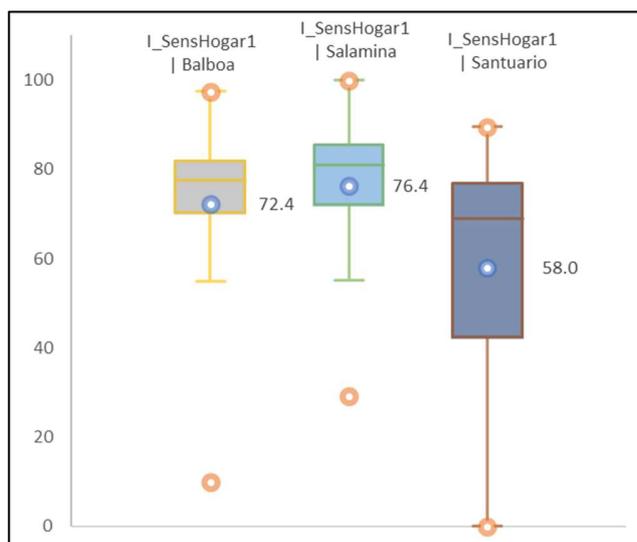


Figura 15. Índice de sensibilidad del hogar al cambio climático por municipios.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Tabla 38. Estadísticos para el índice de sensibilidad del hogar

Estadístico	Balboa	Salamina	Santuario
No. de observaciones	150	146	140
Mínimo	10.0	29.2	0.0
Máximo	97.4	100.0	89.5
1° Cuartil	70.4	72.0	42.5
Mediana	77.5	81.1	69.0
3° Cuartil	81.8	85.5	77.0
Media	72.4	76.4	58.0
Desviación típica (n-1)	16.9	14.2	24.5
Coefficiente de variación	0.23	0.19	0.42

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

El análisis de correspondencias múltiples en la Figura 16 respalda la anterior observación. Los resultados de las correlaciones ubican un rango de tamaño de finca en cada cuadrante, asociado con características contrastantes del hogar. En el cuadrante superior izquierdo del gráfico se ubican las fincas más pequeñas, menores de una hectárea, correlacionadas con bajas coberturas de servicios públicos, bajo nivel educativo del productor, sin acceso por carretera a la finca y con bajas frecuencias de producción de alimentos para su consumo. En síntesis, esta categoría corresponde a pequeños propietarios, probablemente de economía campesina, con inferiores condiciones de vida.

En el cuadrante inferior izquierdo se localiza otro grupo de fincas pequeñas, entre 1 y 5 hectáreas, correlacionadas con hogares residentes en su finca, con baja cobertura de servicios públicos, bajos o nulos niveles de educación y acceso restringido a atención médica.

En los cuadrantes de la derecha se ubican las fincas medianas y grandes. Las medianas, entre 5 y 10 hectáreas, en el cuadrante inferior derecho se asocian con más altos niveles de educación del productor, secundaria y superior, producción de alimentos en la finca y acceso por carretera.

En el cuadrante superior derecho las fincas grandes, mayores de 10 hectáreas, se relacionan con productores que residen en áreas urbanas, no requieren crédito, tienen fácil acceso a atención médica, cuentan con todos los servicios públicos y tienen altos niveles educativos.

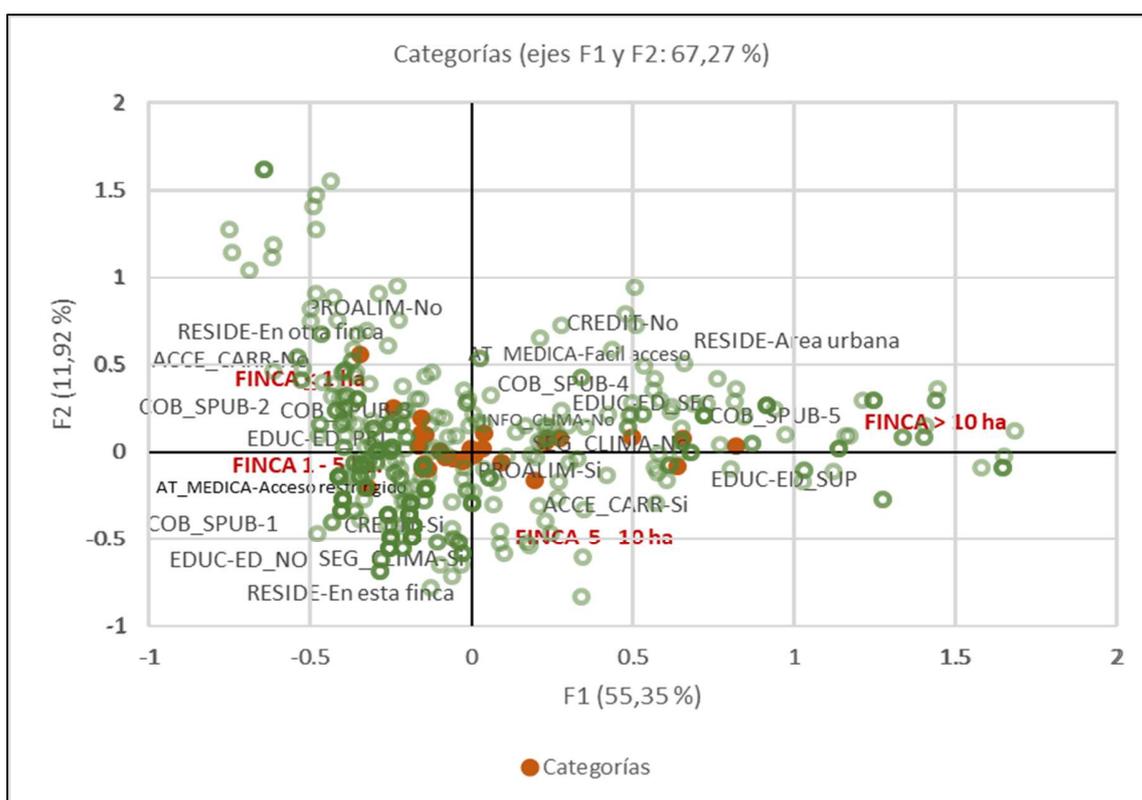


Figura 16. Análisis de correspondencias para las categorías cualitativas de la sensibilidad del hogar.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Los índices de sensibilidad de la finca y del hogar no están correlacionados estadísticamente. Como se observa en la Figura 17, las condiciones del hogar (en el eje horizontal) tienen una dispersión mayor que las condiciones de las fincas. Esta dispersión aumenta apreciablemente para valores del índice de sensibilidad del hogar superiores a 60 puntos, lo que indica que los hogares con condiciones socioeconómicas que los hacen muy sensibles a la influencia de eventos climáticos pueden tener condiciones contrastantes de las fincas. Por otra parte, un mismo hogar puede registrar a la vez una sensibilidad agronómica baja de su sistema productivo a los eventos climáticos, pero al mismo tiempo presentar una alta sensibilidad socioeconómica, como se evidencia en la distribución de estos dos índices para el municipio de Balboa, con 44 puntos promedio en sensibilidad agronómica, pero 72 puntos en sensibilidad socioeconómica.

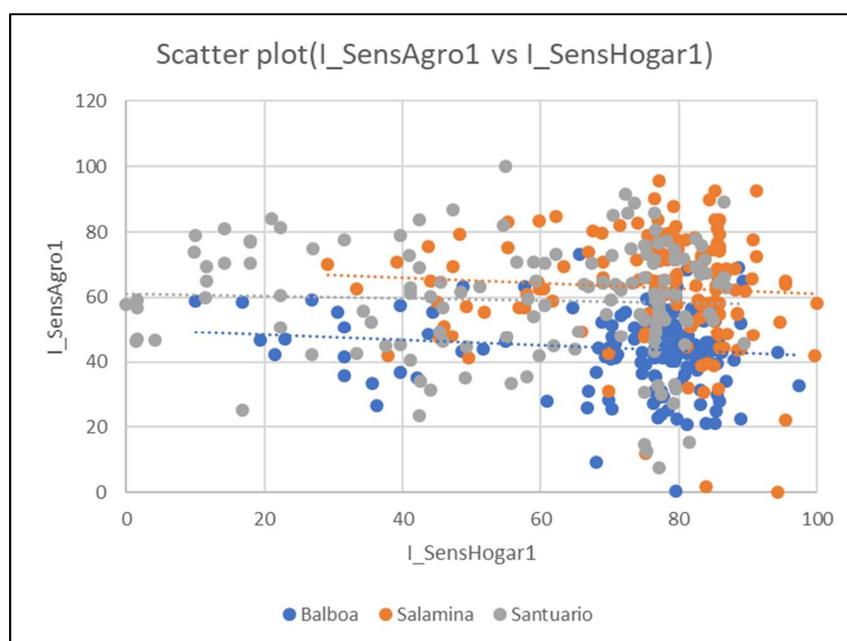


Figura 17. Relación entre los valores del índice de sensibilidad del hogar y el índice de sensibilidad agronómica.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.2.2.3 Índice agregado de sensibilidad de los hogares

Para conformar el índice agregado de sensibilidad se sumaron los índices de la finca y del hogar asignándoles igual ponderación (Figura 18). Los resultados muestran una sensibilidad a la

variabilidad climática más alta entre los hogares caficultores del municipio de Salamina y valores menores y similares para los municipios de Balboa y Santuario. La menor sensibilidad agronómica en Balboa, debida al mejor estado de sus cultivos de café, compensa hacia abajo su índice agregado.

Las medidas de tendencia central son casi iguales, revelando distribuciones normales del índice con una muy baja variabilidad (Tabla 39). Las diferencias entre el tercero y el primer cuartil son mayores en Balboa, mostrando las diferencias entre las fincas y los caficultores dentro del municipio.

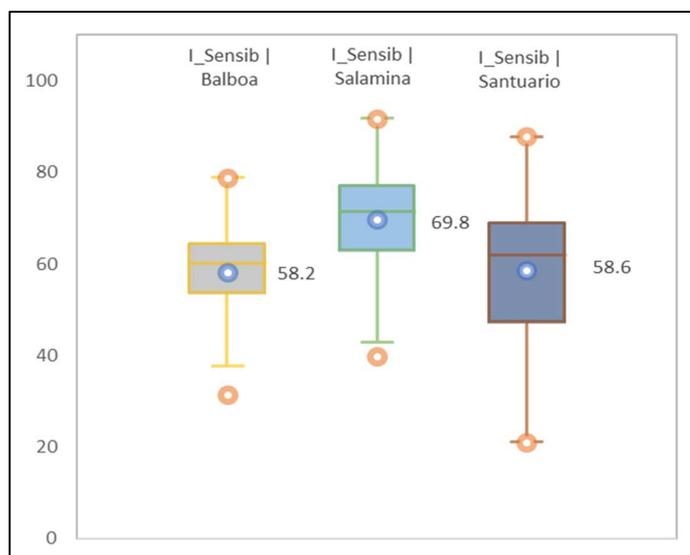


Figura 18. Índice agregado de sensibilidad al cambio climático por municipios.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Tabla 39. Estadísticos para el índice agregado de sensibilidad

Estadístico	Balboa	Salamina	Santuario
No. de observaciones	150	146	140
Mínimo	31.4	39.8	21.1
Máximo	78.9	91.8	87.8
1° Cuartil	53.7	63.1	47.4
Mediana	60.2	71.5	61.9
3° Cuartil	64.5	77.2	69.0
Media	58.2	69.8	58.6
Desviación típica (n-1)	9.9	10.6	14.7
Coefficiente de variación	0.17	0.15	0.25

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.2.3 Índice de adaptación

El índice de adaptación a la variabilidad climática contrarresta los índices de exposición y de sensibilidad, en la medida en que mayores prácticas, inversiones y medidas de prevención para afrontar los eventos climáticos contribuyen a reducir la sensibilidad. Se observaron resultados con tendencia a valores que representan sensibilidad entre media y alta para los hogares y las fincas y para la exposición de las fincas a los choques de clima, mientras que el índice de adaptación (Figura 19) se concentra en valores bajos. En los tres municipios los hogares tienen muy limitadas medidas de adaptación.

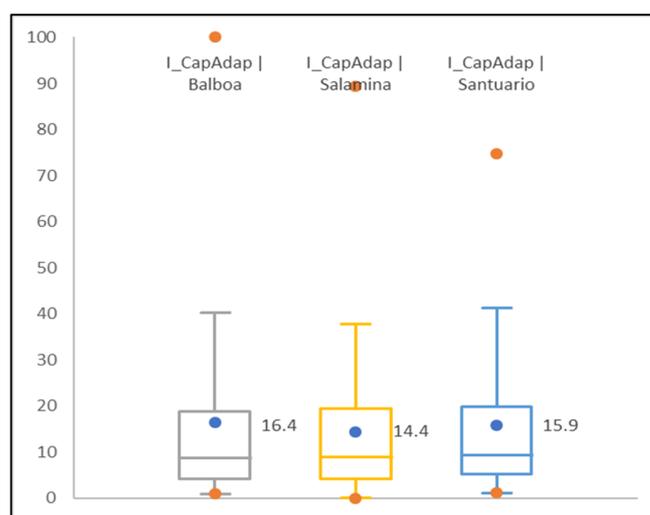


Figura 19. Índice de adaptabilidad al cambio climático.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Los valores del índice de adaptación tienen un sesgo hacia puntajes inferiores a diez puntos, como lo evidencian las medianas, y unos valores medios menores de 20 puntos (Tabla 40). El primer cuartil se acerca a valores de cero y el tercer cuartil es muy similar al promedio.

Tabla 40. *Estadísticos del índice de adaptación a la variabilidad climática*

Estadístico	Balboa	Salamina	Santuario
No. de observaciones	150	146	140
Mínimo	0.97	0.00	1.16
Máximo	100.0	89.3	74.8
1° Cuartil	4.3	4.3	5.1
Mediana	8.8	8.9	9.4
3° Cuartil	18.9	19.4	19.8
Media	16.4	14.4	15.9
Desviación típica (n-1)	19.5	15.7	16.4
Coefficiente de variación	1.2	1.1	1.0

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

En la Figura 20, se muestran las variables asociadas a los tamaños de finca donde se observan las importantes diferencias en la capacidad adaptativa entre los productores con fincas grandes y medianas respecto a los pequeños propietarios. Por una parte, las fincas grandes y medianas aparecen correlacionadas con posibilidades de reaccionar a eventos climáticos adversos, como la capacidad de responder con ahorros, con la venta de activos, incorporar mano de obra para recuperar o prevenir efectos, hacer mejoras a las viviendas, diversificación de la producción, implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y reciben asistencia técnica. En el lado opuesto, cuadrantes noroeste y suroeste, las fincas pequeñas y de economía campesina para su resiliencia sólo cuentan con la ayuda de la familia o de los vecinos o pueden aportar su propia mano de obra en el cultivo o en labores de prevención o recuperación en la finca.

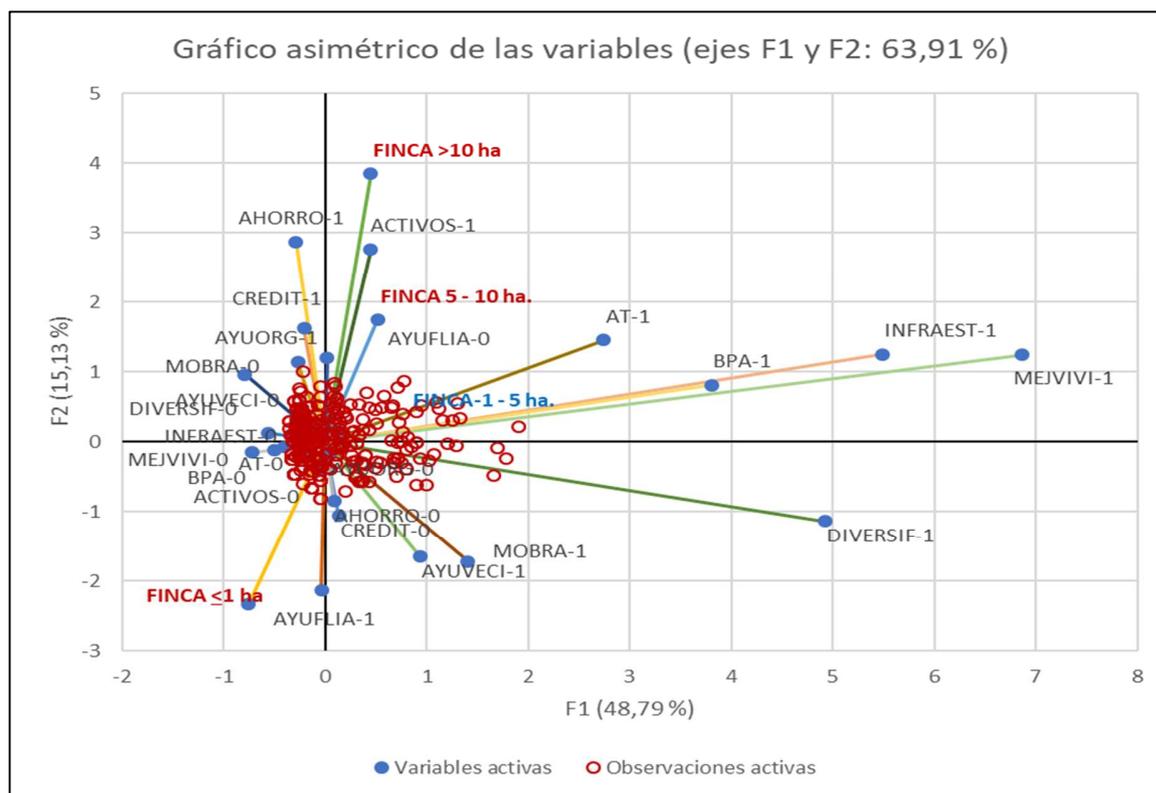


Figura 20. Índice de adaptabilidad al cambio climático. Gráfico asimétrico de variables – observaciones.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.2.4 Índice de vulnerabilidad

Como se anotó en la sección metodológica, el índice de vulnerabilidad de los hogares resulta de la diferencia entre el índice de sensibilidad (sensibilidad agronómica + sensibilidad socioeconómica del hogar) y el índice de adaptación. Por lo tanto, los valores positivos del índice de vulnerabilidad están asociados con mayor susceptibilidad al riesgo climático y los valores negativos resultantes de esta diferencia revelan el predominio de la capacidad para adaptarse a la variabilidad sobre la propia sensibilidad, en otros términos, la capacidad de controlar o reducir la sensibilidad agronómica o socioeconómica por parte de los hogares de los productores, dado que la exposición no es una variable controlable.

El índice de vulnerabilidad en la Figura 21 muestra la proliferación de valores positivos, por lo que la mayoría de los productores de la muestra en los tres municipios se encuentran en condiciones de vulnerabilidad. Tanto los promedios como las medianas están alrededor de 30 puntos. Los productores de la muestra en el municipio de Salamina presentan la mayor condición de vulnerabilidad, con un promedio de 38.5 puntos, seguidos por los de Balboa (31.2) y Santuario (28) (Tabla 41). Los dispersigramas, al lado derecho de la Figura 21, con pequeñas concentraciones de fincas a lo largo de toda la escala sugieren que la vulnerabilidad no es sólo una condición regional o local, sino que está expresada por las características de la sensibilidad de cada sistema, familiar y agronómico, y por su propia capacidad de adaptación.

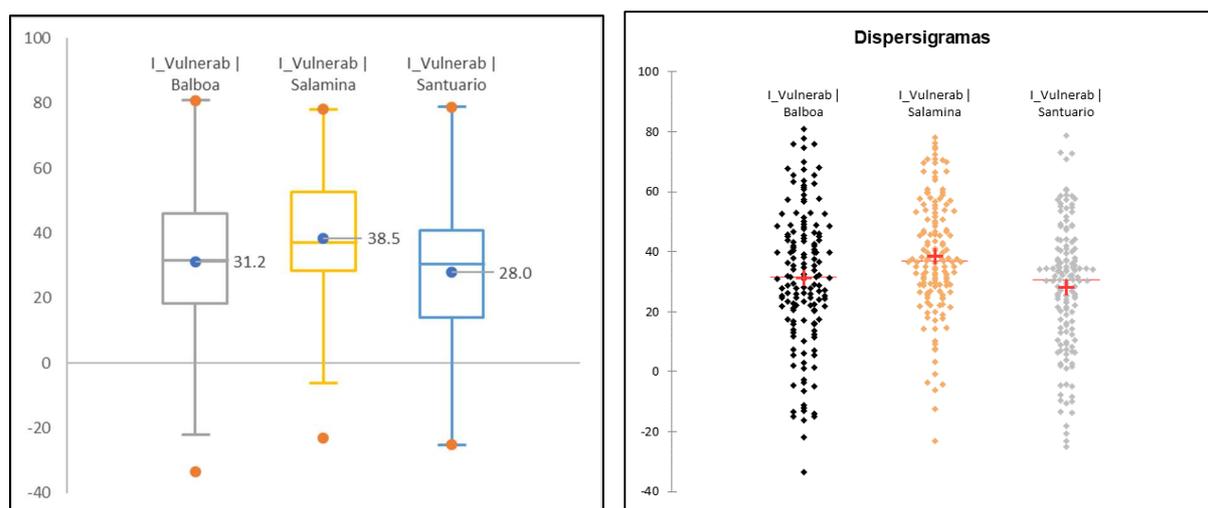


Figura 21. Índice de vulnerabilidad al cambio climático. Izquierda: Diagrama de cajas. Derecha: dispersigrama.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

Tabla 41. *Estadísticos del índice de vulnerabilidad*

Estadístico	Balboa	Salamina	Santuario
No. de observaciones	150	146	140
Mínimo	-33.4	-23.1	-25.1
Máximo	80.9	78.2	78.9
1° Cuartil	18.2	28.5	14.2
Mediana	31.5	37.0	30.5
3° Cuartil	46.0	52.6	41.0
Media	31.2	38.5	28.0
Desviación típica (n-1)	22.8	19.0	21.3
Coficiente de variación	0.729	0.492	0.756

Nota: Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.2.5 Comparación de los índices

Los histogramas de los índices, en la Figura 22, muestran el índice de exposición con un grupo concentrado en los valores bajos, que obedece al hecho de que en el período de estudio una proporción importante de los productores reportó principalmente lluvias intensas. La distribución del índice de sensibilidad está sesgada hacia valores superiores a 60 puntos, donde se encuentra la mayoría de los hogares y sus sistemas productivos. La distribución del índice de impacto, que es la agregación de las medidas de exposición y de sensibilidad, mantiene principalmente valores por debajo de 60 puntos, pero con un grupo apreciable de hogares con un muy alto efecto, en 90 puntos, con sensibilidad relativamente baja, pero que fueron golpeados fuertemente por fenómenos climáticos adversos. La distribución del índice de capacidad de adaptación con un gran sesgo hacia valores muy bajos del índice diagnostica la escasa preparación de los sistemas, principalmente las condiciones socioeconómicas de los hogares, para reaccionar ante eventos climáticos adversos. Como resultado, los índices de vulnerabilidad se concentran en su gran mayoría en valores positivos, es decir, con la gran mayoría de los hogares cafeteros encuestados (92%) en condición de vulnerabilidad climática y sólo 8% cuya capacidad de adaptación resultó suficiente para contrarrestar la exposición, reduciendo su sensibilidad.

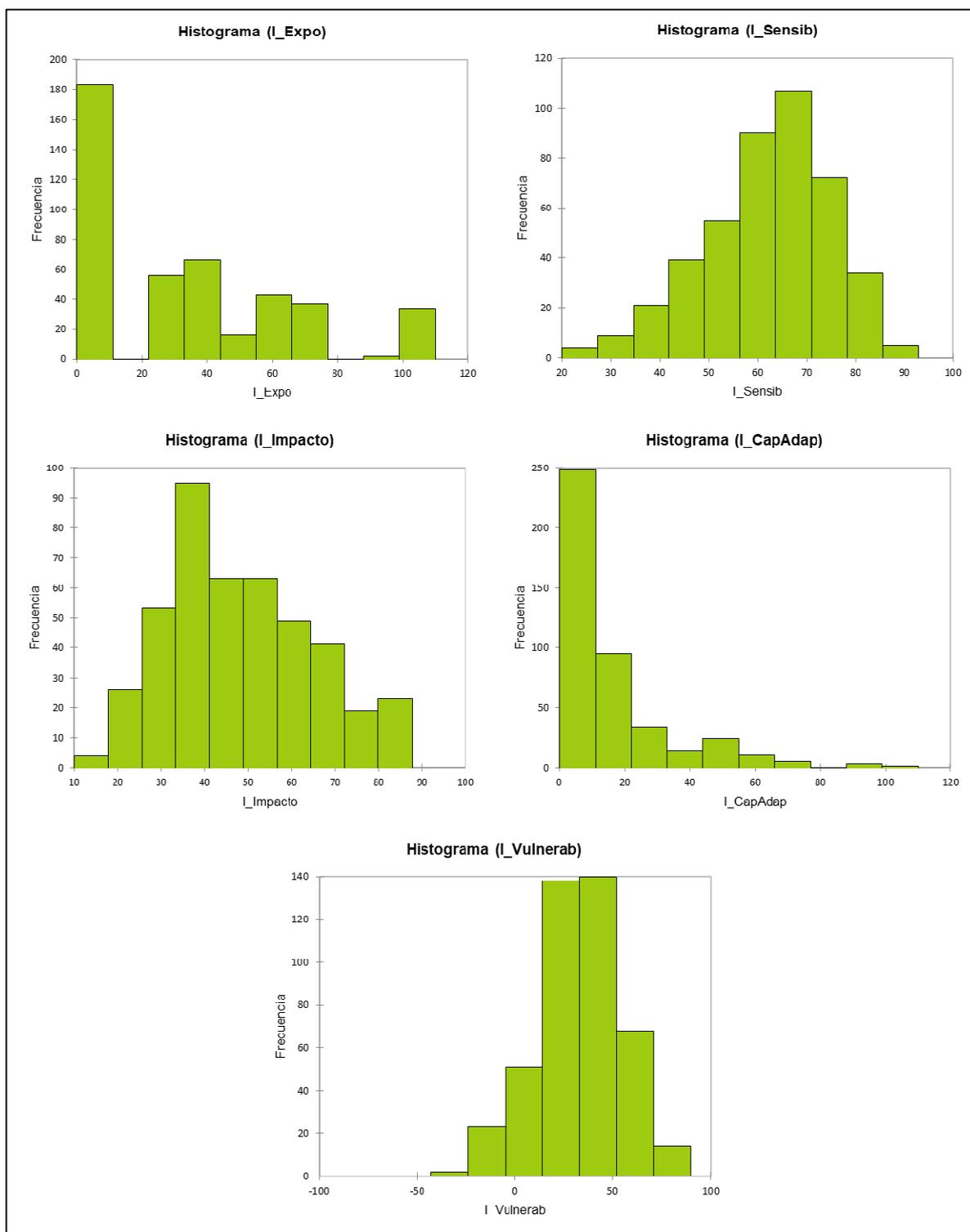


Figura 22. Distribución de los índices de exposición, sensibilidad, impacto, capacidad de adaptación y vulnerabilidad.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

En la Figura 23 se observa que la vulnerabilidad aumenta con la exposición y la sensibilidad se reduce con la capacidad adaptativa.

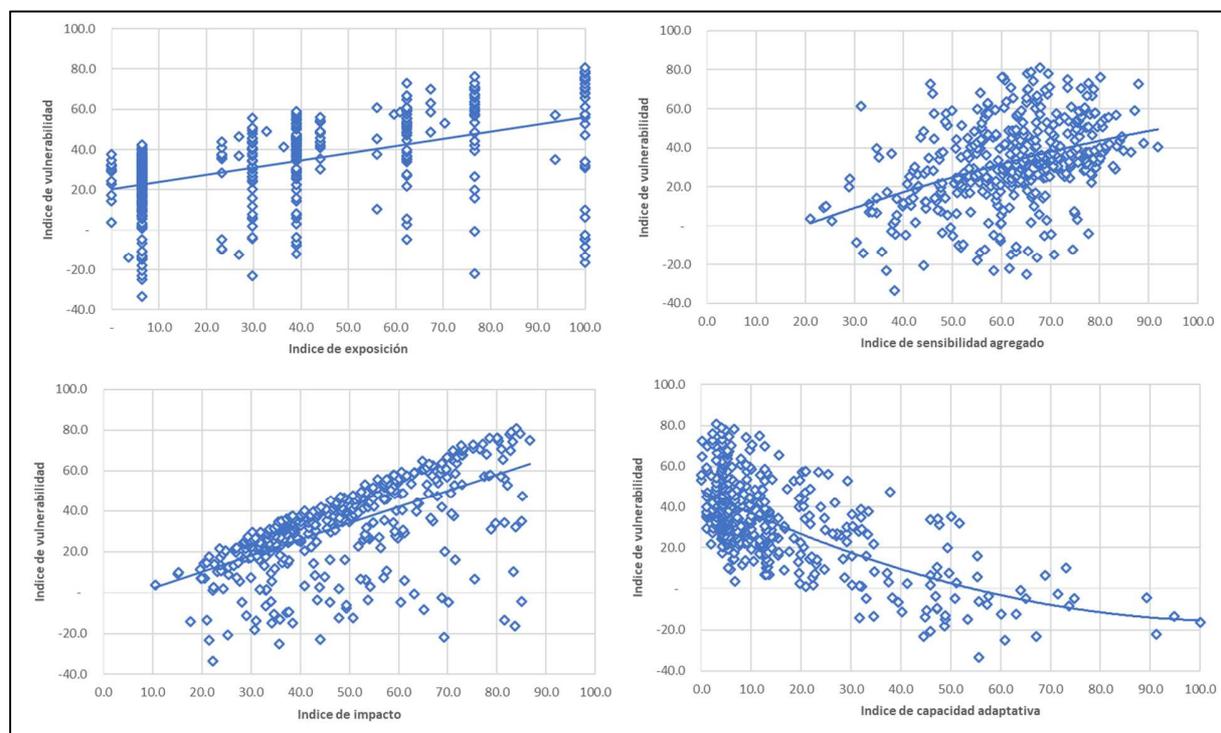


Figura 23. Interrelaciones entre los índices de exposición, sensibilidad agregado, impacto y capacidad de adaptación con el índice de vulnerabilidad al cambio climático.

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

5.2.6 Escala de la vulnerabilidad

Para construir una escala de la vulnerabilidad, se calcularon los quintiles del índice para cada municipio (Figura 24), permitiendo clasificar las fincas/hogares en 5 categorías: Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta.

De esta manera, en el primer quintil se agrupa el 20% de los valores más bajos del índice (2 puntos para Balboa, 3.8 puntos para Santuario y 5.4 puntos para Salamina), dentro de los cuales se ubican, en Balboa el 23.3% de fincas/hogares, en Santuario el 27.9% y en Salamina el 9.6%, y se clasifica con muy baja vulnerabilidad. Análogamente, en la escala de vulnerabilidad muy alta se clasifica el 20% de los puntajes más altos, los más altos índices de vulnerabilidad. Las

categorías “Alta” y “Muy Alta” suman el 40.7% para Balboa, el 29.3% para Santuario y el 49.3% para Salamina, por lo que este último municipio revela la mayor proporción de la población encuestada en condición de vulnerabilidad a las variaciones climáticas.

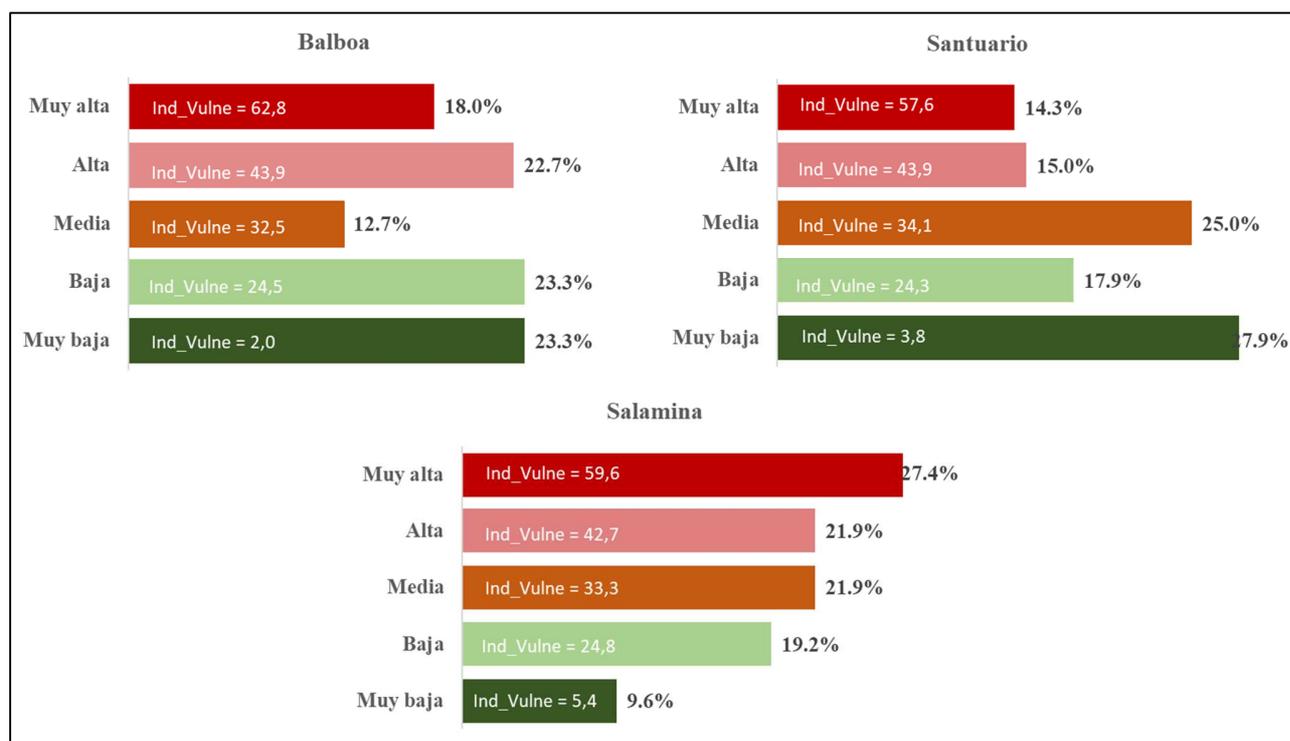


Figura 24. Porcentaje de fincas/hogares según escala de la vulnerabilidad y valor del índice para cada grupo (quintil).

Elaboración propia con base en encuesta a hogares cafeteros.

6. Conclusiones

El tipo de afectación percibido en mayor proporción es el exceso de lluvias (en más del 83% de los encuestados) y su impacto en el sistema productivo (98% de los encuestados) más que en temas implícitos del hogar, para lo cual dicho exceso de lluvias debe representar una “ventaja” pues tiene manejo técnico de prevención y de “aprovechamiento” para eventos contrarios, es decir, si se prepara la infraestructura y cultivos para mitigar su impacto y se almacena para épocas de escasez, no se evidenciaría como afectación sino como oportunidad.

Las estrategias identificadas en los hogares para atender los efectos de los eventos climáticos tienen como características ser ajenas a la recuperación y mejora del sistema productivo y del hogar, pues el crédito con condiciones especiales que es la primer opción, lo utilizan para atender las necesidades básicas inmediatas, sólo el 9% de los encuestados identifican la capacitación para intervenir sus cultivos y su infraestructura como estrategia preventiva, sostenible y a largo plazo.

El municipio de Salamina presentó los mayores índices de sensibilidad agronómica, de los hogares y agregada, igualmente la mayor condición de vulnerabilidad; para los tres municipios los hogares tienen muy limitadas medidas de adaptación, observándose que la vulnerabilidad aumenta con la exposición y la sensibilidad y se reduce con la capacidad adaptativa.

Los resultados demuestran que es necesario abordar la vulnerabilidad climática desde el punto de vista socioeconómico y relacionarlo con la producción agrícola, como insumos básicos en el diseño de políticas que permitan la reducción de los efectos y la promoción de acciones para la adaptación de los hogares y los cultivos, los análisis expuestos en el presente trabajo evidencian que es posible hacerlo.

7. Recomendaciones: medidas de política para la reducción de los efectos y la promoción de la adaptación de los hogares y los cultivos

Desde el punto de vista de los sistemas de producción, la institucionalidad con el apoyo gubernamental debe continuar trabajando en las estrategias de la gestión del riesgo climático, para lograr la recuperación y estabilización de la producción, logrando de esta manera una caficultura con alta capacidad de adaptación y de respuesta a las condiciones variables del clima; según los resultados de este estudio existe una importancia específica de la nutrición del cultivo, el estado del cultivo y el tipo de dominancia de arvenses en la sensibilidad del cultivo de café a la variabilidad climática, por lo que las políticas institucionales y gubernamentales deben ir enfocados a la generación de programas que apunten en este sentido.

La institucionalidad debe identificar las necesidades específicas de las diferentes zonas, para generar estrategias diferenciadas que atiendan las diferentes condiciones de los productores; el índice de sensibilidad de hogares de este estudio, permite observar necesidades contrastantes en variables como crédito, servicios públicos, acceso a las fincas, acceso al mercado, entre municipio y al interior del mismo, elementos estos que hacen que los hogares sean más sensibles a los eventos climáticos.

Se deben diseñar programas enfocados a incrementar la capacidad de adaptación, asociado a al riesgo climático, por lo que es de suma importancia conocer las fuentes de amenaza climática, y contar con las herramientas que permitan predecirlas, cuantificarlas y monitorearlas, para poder afrontarlas. De ahí la importancia que a nivel gubernamental e institucional se continúen fortaleciendo los programas de alertas tempranas, lo cual debe ir complementado con un

adecuado flujo de información desde donde se generan las alertas hacia los agricultores que son los directamente implicados y afectados.

La institucionalidad y el gobierno debe generar políticas y programas diferenciales según el tipo de caficultor según su tenencia; los resultados de este estudio muestran que el tamaño de finca está asociado con características contrastantes del hogar, por ejemplo, hay un grupo de fincas más pequeñas, menores de una hectárea, están correlacionadas con bajas coberturas de servicios públicos, bajo nivel educativo del productor, sin acceso por carretera a la finca y con bajas frecuencias de producción de alimentos para su consumo, que corresponde a pequeños propietarios, probablemente de economía campesina, con inferiores condiciones de vida. Existe otro grupo de fincas pequeñas, entre 1 y 5 hectáreas, correlacionadas con hogares residentes en su finca, con baja cobertura de servicios públicos, bajos o nulos niveles de educación y acceso restringido a atención médica. Y por otro lado un grupo de fincas medianas y grandes. Las medianas, entre 5 y 10 hectáreas, se asocian con más altos niveles de educación del productor, secundaria y superior, producción de alimentos en la finca y acceso por carretera; y fincas grandes, mayores de 10 hectáreas, se relacionan con productores que residen en áreas urbanas, dicen no requerir crédito, tienen fácil acceso a atención médica, cuentan con todos los servicios públicos y tienen altos niveles educativos.

Se deben crear alianzas estratégicas interinstitucionales y con el estado, para continuar promoviendo labores integrales de conservación y mitigación, que conlleven a un uso racional y eficiente de los recursos agua, suelo y bosques, fomentando la agricultura familiar, reducción de la deforestación y la restauración de áreas degradadas, con un adecuado acompañamiento profesional que brinde asistencia técnica y transfiera las tecnológicas que vayan en pro de la competitividad y disminución de la vulnerabilidad al cambio climático.

A nivel gubernamental se debe trabajar fuertemente sobre el desarrollo territorial, incorporándole el cambio climático, y de esta manera fortalecer y favorecer con inversión a las comunidades con programas de educación, productivos, de infraestructura y servicios básicos; logrando de esta manera que las comunidades aumenten calidad de vida y los niveles de adaptación.

Se debe impulsar un programa de reforestación y protección de cuencas hidrográficas, con apoyo interinstitucional y gubernamental, donde se involucre a la comunidad en temas de capacitación, concientización e implementación, que permitan menor sensibilidad y vulnerabilidad y mayor capacidad adaptativa al cambio climático.

A nivel gubernamental, se deben armonizar los diferentes planes formulados para la gestión del riesgo, la gestión ambiental y la gestión de los recursos hídricos; identificando componentes comunes. Estos planes deben ser construidos y socializados con las comunidades, garantizando su gobernanza y aplicación en los diferentes escenarios institucionales, sectoriales y locales.

El gobierno debe crear un mecanismo de incentivos financieros, por medio de créditos, reducción de impuestos o subvenciones, que permita premiar aquellos sistemas de producción agropecuarios sostenibles y que son amigables con la naturaleza. Del mismo modo debe diseñar e incorporar un fondo de fomento para la producción agropecuaria que contribuya a la adaptación al cambio climático.

El gobierno debe reevaluar y ajustar las políticas agropecuarias concernientes al cambio climático, para que haya aplicabilidad en los diferentes sectores, y se logren los fines previstos.

Referencias

- Ajibola, O. (2014). Climate change effects on household agro-economy and adaptive responses among agricultural households in Nigeria. *Current science*, 110(7), 1240-1250. Obtenido de https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=CSAE2014&pa
- Alcaldía Municipal de Balboa – Risaralda. (2016). *Plan de desarrollo municipal período 2016-2019 “Porque balboa somos todos en un territorio de paz”*. Balboa, Colombia. Obtenido de http://siete.risaralda.gov.co/sitio/index.php/component/jdownloads/send/3-balboa/182-plan-de-desarrollo-porque-balboa-somos-todos-en-un-territorio-de-paz-2016-2019?option=com_jdownloads
- Alcaldía Municipal de Salamina – Caldas. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal Salamina – Caldas 2016 -2019 “Salamina con más oportunidades para todos”*. Salamina, Colombia. Obtenido de <http://www.salamina-caldas.gov.co/>
- Alcaldía Municipal de Santuario – Risaralda. (2016). “*Santuario empresa de todos*” *Plan de desarrollo 2016-2019*. Santuario, Colombia. Obtenido de http://santuariorisaralda.micolombiadigital.gov.co/sites/santuariorisaralda/content/files/000045/2232_plandedesarrollosantuario20162019.pdf
- Baca, M., Läderach, P., Hagggar, J., Ovalle, O., Ocón, S., & Gómez, L. (2012). *Vulnerabilidad y estrategias de adaptación al cambio climático en los medios de vida de las familias de Nicaragua, El Salvador, Guatemala y México*. Informe Final, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Cali, Colombia y Managua, Nicaragua. Retrieved from

- <http://dapa.ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/07/Final-Report-Vulnerability-CUP-Gt-2012.pdf>
- Banco de Desarrollo de América Latina [CAF]. (2014). *Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe*. CAF. Obtenido de <http://www20.iadb.org/intal/catalogo/PE/2014/15019es.pdf>
- Battiste , M., Gacioch, M., Gross, M., & Rahman, S. (2016). *Specialty Coffee Farmers' Climate Change Concern and Perceived Ability to Adapt*. Michigan: Natural Resources and Environment at the University of Michigan.
- Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé]. (2018). *Guía: Más Agronomía, Más Productividad*. Chinchiná, Colombia: Cenicafé.
- Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé]. (2018b). *Plataforma Agroclimática Cafetera Agroclima. Bases de datos de precipitación*. Chinchiná, Colombia. Obtenido de https://agroclima.cenicafe.org/login?p_p_id=58&p_p_lifecycle=0&_58_redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fregistros-historicos
- Chavent, M., Kuentz, V., Labenne, A., Liquet, B., & Saracco, J. (2014). PCAmixdata: Multivariate Analysis of Mixed Data. R package version 2.2.
- Coffee & Climate. (2015). *Climate Change Adaptation in Coffee Production A step-by-step guide to supporting coffee farmers in adapting to climate change*. Graphic Design by Wigwam GmbH.
- Coffee and Climate. (2012). *Café y Clima: La geometría del cambio, un diagnóstico rápido para evaluar los retos de los productores de la zona Trifinio en Centro América*. Hamburgo, Alemania. Obtenido de <https://toolbox.coffeeandclimate.org/wp-content/uploads/Manual-Un-diagnostico-rapido-para-evaluar-los-retos-de-los-productores-Trifinio.pdf>

- Córdoba, C. A. (2016). *Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia)*. (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/54755/1/cindyalexandracordobavargas.2016.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2018). *Producto interno bruto (PIB)*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/index.php/52-espanol/noticias/noticias/4629-producto-interno-bruto-pib-i-trimestre-2018>
- Farfán, F. (2018). *Aumentando la resiliencia a eventos climáticos extremos en el sector cafetero colombiano; Caracterización estructural de los sistemas de producción con café en tres municipios cafeteros*. Informe Final, Cenicafé, Chinchiná, Colombia.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]. (2012). *Comportamiento de la industria cafetera Colombiana 2011*. Bogotá: FNC. Obtenido de https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/industria_2011.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]. (2013). *Comportamiento de la industria cafetera Colombiana 2012*. Bogotá. Obtenido de https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Industrial_Completo2012.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]. (2014). *Comportamiento de la industria cafetera Colombiana 2013*. Bogotá. Obtenido de https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Industrial_2013_Web.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]. (2015). *Comportamiento de la industria cafetera Colombiana 2014*. Bogotá. Obtenido de https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Industrial_2014_Web.pdf

- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]. (2016). *Comportamiento de la industria cafetera Colombiana 2015*. Bogotá. Retrieved from https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Comportamiento_de_la_Industria_2015.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]. (2017). *Comportamiento de la industria cafetera Colombiana 2016*. Bogotá. Obtenido de https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2016.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]. (2018). *Comportamiento de la industria cafetera Colombiana 2017*. Bogotá. Obtenido de https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]. (2018a). *Informe del Gerente*. Bogotá. Obtenido de https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Periodico_IGG2018.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] e Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2017). *Atlas Cafetero de Colombia* (Primera Edición ed.). Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Fondo Financiero De Proyectos De Desarrollo [FONADE] e Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2013). *Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores “Evaluación del riesgo agroclimático por sectores*. Pimer Informe: Estado del Arte sobre la Agricultura y El Cambio Climático. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>

- Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua [FUNICA] y Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT]. (2012). *Escenarios del Impacto del Clima Futuro en Áreas de Cultivo de Café en Nicaragua: Parte 6.- Impacto socioeconómico del cambio climático en los medios de vida de familias cafetaleras de Nicaragua*. Informe Final, Cali, Colombia y Managua, Nicaragua. Obtenido de funica.org.ni/index/biblioteca/estudios.html?download=755:impacto
- Hartley, M. (2012). Variabilidad climática: un análisis de la vulnerabilidad de la caficultura peninsular. *Economía y Sociedad*(41), 65-82. Obtenido de <http://www.revistas.una.ac.cr/economia>
- Hidalgo, J. A. (2016). *Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafetaleros en Pacho – Cundinamarca*. (Tesis Maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Bogotá, Colombia. Obtenido de http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/548/1/Documento_Tesis_de_maestr%C3%ADa_en_Agroforesteria_Tropical_Jonhy_Hidalgo.pdf
- Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2001). *Cambio Climático 2001: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*. Resumen para responsables de políticas y Resumen Técnico, Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf>
- Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2001b). *Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, and New York, USA: Cambridge University Press. doi:doi.org/10.1002/joc.775

- Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2008). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Ginebra, Suiza: IPCC. Obtenido de*
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf
- Inter-governmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA. Obtenido de* https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf
- International Food Policy Research Onstitute [IFPRI]. (2009). *Cambio Climático “El impacto en la agricultura y los costos de adaptación”*. Informe Política Alimentaria, Washington, D.C. doi:10.2499/0896295370
- Jaramillo, A. (2005). *Clima andino y café en Colombia*. Cenicafé. Chinchiná, Colombia.
- Jaramillo, A., & Arcila, P. (2009). Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de la niña y su efecto en la caficultura. *Avances Técnicos - Cenicafé*. Obtenido de
https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/avance_tecnico_0389
- Jaramillo, A., & Gómez, O. (2000). Programa de Balance Hídrico. Cenicafé. Chinchiná, Colombia.
- Jaramillo, J., Setamou, M., Muchugu, E., Chabi, A., Jaramillo, A., Mukubana, J., . . . Borgemeister, C. (2013). Climate Change or Urbanization? Impacts on a Traditional

- Coffee Production System in East Africa over the Last 80 Years. *PLoS ONE*, 8(1).e51815. doi:10.1371/journal.pone.0051815
- Jones, P. G., & Thornton, P. K. (2003). The potential impacts of climate change in maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change*, 13, 51-59. doi:10.1016/S0959-3780(02)00090-0
- Mano, R., & Nhemachena, C. (2007). Assessment of the Economic Impacts of Climate Change on Agriculture in Zimbabwe: A Ricardian Approach. *The World Bank, Policy Research Working Paper Series*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/23550291>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2012). *Perspectivas Agropecuarias, primer semestre de 2012*. Bogotá.
- Parry, M., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., & Fischer, G. (2004). Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, (14), 53-67. doi:10.1016/j.gloenvcha.2003.10.008
- Ramírez, V., Gaitán, A., Benavides, P., Constantino, L., Gil, Z., Sadeghian, S., & González, H. (2014). Recomendaciones para la reducción del riesgo en la caficultura de Colombia ante un evento climático de El Niño. *Avances Técnicos - Cenicafé*. Retrieved from https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/avance_tecnico_0445
- Ramírez, V., Jaramillo, A., & Arcila, J. (2010). Índices para evaluar el estado hídrico en los cafetales. *Revista del Centro Nacional de Investigaciones de Café*, 61(1), 55-66. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061%2801%29055-066.pdf>
- Roa, G., Oliveros, C., Álvarez, J., Ramírez, C., Sanz, J., Álvarez, J., . . . Rodríguez, N. (1999). *Beneficio Ecológico del Café*. Chinchiná, Colombia: Cenicafé.

- Rodríguez, N., Sanz, J., Oliveros, C., & Ramírez, C. (2015). *Beneficio del Café en Colombia. Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso del beneficio húmedo del café*. Chinchiná, Colombia: Javegraf.
- Stott, P. A., Tett, S. F., Jones, P. G., Allen, M. R., Ingram, W. J., & Mitchell, J. F. (2001). Attribution of Twentieth Century Temperature Change to Natural and Anthropogenic Causes. *Climate Dynamics*, 17, 1-21. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/PL00007924>
- Turbay, S., Nates, B., Jaramillo, F., & Vélez, J. (2014). Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. , Boletín, núm. 85, Instituto de Ge. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 95-112. doi:10.14350/rig.42298
- Watts, C. (2016). *A Brewing Storm: The climate change risks to coffee*. The Climate Institute. Obtenido de <http://www.climateinstitute.org.au/coffee.html>
- Zuluaga, R., Labarta, R., & Läderach, P. (2015). *Climate Change Adaptation: The Case of the Coffee Sector in Nicaragua*. Obtenido de <https://ccafs.cgiar.org/publications/climate-change-adaptation-case-coffee-sector-nicaragua#.XHxWXSIZa70>

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Tamaño de muestra por municipio</i>	29
Tabla 2. <i>Contenido de la encuesta a hogares de productores</i>	30
Tabla 3. <i>Variabes agronómicas del estudio</i>	31
Tabla 4. <i>Variabes ambientales del estudio</i>	33
Tabla 5. <i>Variabes socioeconómicas del estudio</i>	34
Tabla 6. <i>Datos Generales de la caficultura en los tres municipios en estudio</i>	41
Tabla 7. <i>Número de fincas en cada municipio según su tamaño en el área sembrada en café</i>	42
Tabla 8. <i>Estadísticas descriptivas del área de la finca</i>	55
Tabla 9. <i>Número de fincas en la muestra según su tamaño en el área sembrada en café</i>	55
Tabla 10. <i>Uso del suelo de las fincas, proporción según su área</i>	56
Tabla 11. <i>Porcentaje del área según variedad de café</i>	58
Tabla 12. <i>Densidad de siembra (árboles por hectárea)</i>	59
Tabla 13. <i>Porcentaje de fincas que emplea agua en el despulpado y transporte</i>	60
Tabla 14. <i>Porcentaje de fincas según el tipo de lavado del café</i>	61
Tabla 15. <i>Porcentaje de fincas según el manejo de las aguas lluvias</i>	62
Tabla 16. <i>Disponibilidad de fosa y manejo de la pulpa</i>	63
Tabla 17. <i>Porcentaje de fincas con fuentes de agua y medidas de protección y conservación del recurso hídrico</i>	64
Tabla 18. <i>Porcentaje de fincas según grado de disponibilidad de agua para las necesidades del hogar y la finca</i>	65
Tabla 19. <i>Datos generales de los hogares</i>	66

Tabla 20. <i>Lugar de residencia del productor</i>	66
Tabla 21. <i>Nivel educativo del productor</i>	67
Tabla 22. <i>Acceso a atención médica de hogar</i>	67
Tabla 23. <i>Proporción de hogares que producen y consumen alimentos de la finca</i>	68
Tabla 24. <i>Porcentaje del ingreso según fuentes de ingreso del hogar</i>	68
Tabla 25. <i>Porcentaje de productores que tuvieron acceso a información sobre clima el año anterior a la encuesta y uso de la información</i>	69
Tabla 26. <i>Aspectos de la finca o el hogar que fueron afectados por eventos climáticos</i>	71
Tabla 27. <i>Tipo de daños causados en la producción de café. Porcentaje de fincas por municipio</i>	73
Tabla 28. <i>Valor de los daños causados en el cultivo de café. Pesos de 2016 por hectárea</i>	73
Tabla 29. <i>Principal consecuencia de los daños causados por eventos climáticos. Porcentaje de productores por municipio</i>	74
Tabla 30. <i>Estrategias de los hogares para atender los efectos</i>	76
Tabla 31. <i>Costo promedio (mediana) de atención de los daños por tamaño de finca (pesos de 2016 por hectárea)</i>	77
Tabla 32. <i>Acciones emprendidas por los productores para prevenir futuros daños</i>	78
Tabla 33. <i>Barreras o impedimentos para prevenir o solucionar daños</i>	79
Tabla 34. <i>Estadísticos para el índice de exposición</i>	81
Tabla 35. <i>Estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas</i>	82
Tabla 36. <i>Estadísticos descriptivos de las variables cualitativas</i>	84
Tabla 37. <i>Estadísticos para el índice de sensibilidad agronómica</i>	88
Tabla 38. <i>Estadísticos para el índice de sensibilidad del hogar</i>	89

Tabla 39. <i>Estadísticos para el índice agregado de sensibilidad</i>	93
Tabla 40. <i>Estadísticos del índice de adaptación a la variabilidad climática</i>	94
Tabla 41. <i>Estadísticos del índice de vulnerabilidad</i>	97

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Efectos del fenómeno de El Niño sobre el cultivo del café.....	16
<i>Figura 2.</i> Efectos del fenómeno de La Niña sobre el cultivo del café.....	16
<i>Figura 3.</i> Componentes del sistema de vulnerabilidad y riesgo.....	20
<i>Figura 4.</i> Ubicación geográfica de los tres municipios en estudio (Salamina Caldas y Balboa y Santuario Risaralda).....	28
<i>Figura 5.</i> Enfoque integrado de evaluación de la incidencia del cambio climático en los hogares cafeteros	35
<i>Figura 6.</i> Precipitación Acumulada mensual de las estaciones El Ciprés (Salamina), La Tribuna (Balboa) y Los Naranjos (Santuario), periodo julio de 2008 a diciembre de 2016.	49
<i>Figura 7.</i> Balance Hídrico de las estaciones El Ciprés (Salamina), La Tribuna (Balboa) y Los Naranjos (Santuario), periodo enero 2009 a diciembre de 2016.	52
<i>Figura 8.</i> Índice de Humedad del Suelo de las estaciones El Ciprés (Salamina), La Tribuna (Balboa) y Los Naranjos (Santuario), periodo enero 2009 a diciembre de 2016.	53
<i>Figura 9.</i> Uso del suelo en la finca por municipio.	56
<i>Figura 10.</i> Tipo de evento climático que ha afectado la finca o el hogar y porcentaje de productores por municipio.	70
<i>Figura 11.</i> Distribución del índice de exposición según municipio.	81
<i>Figura 12.</i> Círculo de correlación de las variables cuantitativas de sensibilidad agronómica.	86
<i>Figura 13.</i> Saturaciones cuadradas de las variables cualitativas.	87
<i>Figura 14.</i> Índice de sensibilidad agronómica al cambio climático por municipios.	88
<i>Figura 15.</i> Índice de sensibilidad del hogar al cambio climático por municipios.....	89

<i>Figura 16.</i> Análisis de correspondencias para las categorías cualitativas de la sensibilidad del hogar.	90
<i>Figura 17.</i> Relación entre los valores del índice de sensibilidad del hogar y el índice de sensibilidad agronómica.....	91
<i>Figura 18.</i> Índice agregado de sensibilidad al cambio climático por municipios.	92
<i>Figura 19.</i> Índice de adaptabilidad al cambio climático.....	93
<i>Figura 20.</i> Índice de adaptabilidad al cambio climático. Gráfico asimétrico de variables – observaciones.	95
<i>Figura 21.</i> Índice de vulnerabilidad al cambio climático. Izquierda: Diagrama de cajas. Derecha: dispersigrama.	96
<i>Figura 22.</i> Distribución de los índices de exposición, sensibilidad, impacto, capacidad de adaptación y vulnerabilidad.	98
<i>Figura 23.</i> Interrelaciones entre los índices de exposición, sensibilidad agregado, impacto y capacidad de adaptación con el índice de vulnerabilidad al cambio climático.....	99
<i>Figura 24.</i> Porcentaje de fincas/hogares según escala de la vulnerabilidad y valor del índice para cada grupo (quintil).	100