



Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia)

Cindy Alexandra Córdoba Vargas

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias. Doctorado en Agroecología.
Bogotá, Colombia
2016

Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia)

Cindy Alexandra Córdoba Vargas

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Doctora en Agroecología

Director:
Dr. Agrólogo. Tomás Enrique León Sicard

Línea de Investigación:
Estudios Ambientales Agrarios
Grupo de Investigación:
Grupo de investigación del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA)

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias. Doctorado en Agroecología.
Bogotá, Colombia
2016

A Sergio Alejandro, por la inspiración.

*A los que sueñan, a los que luchan por una
nueva sociedad.*

Agradecimientos

Al pueblo colombiano, gracias al cual la universidad pública es posible.

A mi madre, mi padre y hermano, por estar siempre dispuestos a colaborar, por saberlos siempre presentes.

A mi padre por su ayuda desinteresada, siendo auxiliar de campo, conductor, cocinero, niño, o lo que hiciera falta.

A Tomás León, director de la tesis, por su interés y aportes en el desarrollo de este trabajo, por su confianza invaluable y por ser un ser humano enormemente sensible.

A mi bello hijo, por su paciencia y honestidad, por sus preguntas e inagotables ganas de aprender y por ayudarme a comprender el mundo.

A Pedro Nel Murcia, por dejarnos conocer sus sueños, por quedarse a pesar de haberse ido.

A quienes fueron mis compañeros de investigación, pero más que eso mis amigos: Estyben, Anita, Miguel y Alex, por su entusiasmo, compromiso y por su profunda comprensión del significado de trabajar en equipo.

A los caficultores de Anolaima: Ceineth, Pedro Nel, Luis Adriano, Jaqueline, Lucho, Camilo, Miguel, don José Vargas, doña Miriam, don José Bautista, los paisas, don Arturo, doña Blanca, don Arturo; por el café fresco, la atención, la sonrisa amable, por abrirnos las puertas de sus casas, por darnos ejemplo y enseñarnos y por convertirse en parte de nuestras vidas y nuestros afectos.

A Ceineth Murcia, por sus consejos, sus preguntas incómodas, su permanente cuestionamiento y preocupación sincera.

A Carlos Andrés por el impulso y por las semillas que hemos sembrado y regado juntos.

A mis amigos: Estyben, Gonzalo, Oscar, Sonia, Sandrita, Brígida, Sarita, Mónica, por el interés desinteresado, los almuerzos, las traspasadas, la fraternidad y sobre todo por la alegría.

A Estyben, Gonzalo y Sonia por el apoyo en la elaboración juiciosa y comprometida de algunos artículos.

A mis compañeros de lucha, a todos los que persisten, por tener los pies en el suelo y la cabeza llena de sueños.

A los campesinos de la Liga dos Camponeses Pobres en Brasil, que me mostraron el verdadero camino de la resiliencia.

A los demás estudiantes que participaron de diferentes maneras en esta investigación y que mostraron respeto y responsabilidad por el trabajo con los campesinos: Juliana Salcedo, Sandra Mesa y Camilo Ardila.

A los profesores y compañeros del IDEA, por su presencia, consejos y apoyo en diferentes y afectuosas formas: Javier Toro, Alejandro Cleves, Rosario Rojas, Carmenza Castiblanco, Jairo Sánchez, Norma Sabogal, Carmen Cecilia Moreno, Carmenza Daza y Ana Moreno.

A Julián Andrés por el trabajo de edición, por su compromiso, seriedad y preocupación por mi trabajo.

A la familia Neira por permitirme entrar en la historia de sus vidas, que es la historia misma de Anolaima.

A Liven por el procesamiento estadístico de datos y la elaboración de la aplicación, por su rigurosidad y capacidad para comprender y hacer las cosas lo mejor posible.

A la convocatoria 528 de Colciencias para doctorados nacionales y el programa de estímulos Thomas van der Hammen del Jardín botánico de Bogotá, por la financiación de parte de esta investigación.

Resumen

La presente investigación se enfoca en comprender cómo la interacción entre mecanismos socioeconómicos y fluctuaciones del clima, potencian, limitan o explican la resiliencia en agroecosistemas cafeteros en el municipio de Anolaima (Cundinamarca, Colombia). El análisis se desarrolló bajo una perspectiva ambiental, que integra diferentes áreas del conocimiento para dar cuenta de la resiliencia como un proceso complejo en el cual se enfatiza en la capacidad de transformación e innovación de los campesinos, en lugar de un retorno a un estado “normal”, como suele concebirse. Se plantea una propuesta teórica y una herramienta metodológica para comprender la resiliencia, al tiempo que se proponen estrategias de adaptación a la variabilidad climática. La investigación se presenta en 6 capítulos: el primero plantea una propuesta teórica crítica a partir de un recorrido por las concepciones de resiliencia y propone cuatro puntos nucleares para su aplicación. El segundo se centra en la comprensión de la resiliencia actual de los campesinos caficultores a partir de la reconstrucción histórica de las transformaciones y continuidades en la región en los conocimientos tradicionales. El tercero busca identificar el rol de las percepciones y conocimientos tradicionales de los campesinos, así como sus formas de adaptación en el aumento de la resiliencia. El cuarto evalúa el comportamiento histórico de las precipitaciones en el municipio y su relación con fenómenos macroclimáticos como una herramienta para la adaptación local de los caficultores. El quinto relaciona el comportamiento de variables micro climáticas bajo diferentes porcentajes de sombrero en el cultivo de café, como formas de adaptación a la variabilidad climática. Por último, el sexto plantea una propuesta metodológica para medir la resiliencia de los campesinos, empleando un índice compuesto de factores de diferente naturaleza que considera los cuatro elementos clave de la resiliencia. Finalmente se propone una aplicación que sirve para monitorear el estado de la resiliencia de los agroecosistemas cafeteros de manera holística y permite identificar los aspectos que deben ser reforzados para mejorarla.

Palabras clave: resiliencia, agroecología, variabilidad climática, campesinos, café, transformabilidad, conocimiento tradicional, déficit presión vapor, temperatura, precipitación.

Abstract

This research focuses on understanding how the interaction between the socioeconomic mechanisms and the climate fluctuation enhance, limit or explain resilience in coffee agro-ecosystems in the municipality of Anolaima (Cundinamarca, Colombia). The analysis was developed under an environmental perspective that integrates different knowledge areas in order to understand resilience as a complex process, which emphasizes on the transformation and innovation capabilities of peasants instead of the return to a “normal” state, as it is usually portrayed. A theoretical proposal and a methodological tool to understand resilience are stated, and adaptation strategies to climate variability are also proposed. The research is presented in 6 chapters: the first one states a theoretical criticism based on a revision of the different conceptions of resilience and presents four essential points for its application. The second chapter seeks to understand the actual resilience of coffee peasants through a historical reconstruction of transformations and continuities in the region, which are reflected on their traditional knowledge. The third section aims at identifying the role of the peasants’ perceptions, traditional knowledge and adaptive strategies in the increase of resilience. The fourth one evaluates the historical behavior of rainfall in the municipality and its relationship with the macroclimatic phenomena, as a tool for the local adaptation of coffee peasants. The fifth chapter relates the behavior of microclimatic under different shade percentages in coffee cultivations, as adaptation measures to climate variability. Lastly, the sixth chapter includes a methodological proposal oriented to measure the resilience of peasants by using an index composed of different types of factors that consider the four essential elements of resilience. Finally, this work proposes an application that can be used to holistically monitor the status of resilience in coffee agro-ecosystems and allows identifying aspects that should be strengthened in order to improve it.

Keywords: resilience, agroecology, climate variability, peasants, coffee, transformability, traditional knowledge, vapour pressure deficit, temperature, precipitation.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract	X
Lista de figuras	XIV
Lista de tablas	XVI
Listado de publicaciones asociadas al proyecto	XVIII
Introducción	1
1. Dimensiones de la resiliencia al cambio climático: un debate necesario desde la agroecología	9
Resumen.....	9
1.1 Introducción	10
1.2 Un recorrido por la conceptualización de la resiliencia.....	11
1.2.1 Resiliencia ingenieril	12
1.2.2 Resiliencia de sistemas.....	12
1.2.3 Resiliencia en sistemas adaptativos complejos.....	14
1.3 Puntos nucleares para una comprensión de la resiliencia.....	22
1.3.1 Causalidad	23
1.3.2 El cambio, la incertidumbre y la perspectiva de múltiples escalas	24
1.3.3 La diversidad.....	25
1.3.4 Combinación de diferentes tipos de conocimiento, capacidad de transformar.....	25
1.4 ¿Resiliencia ante qué?	28
1.5 Conclusiones	29
1.6 Referencias	30
2. Resiliencia, caficultura y poder: elementos para una reconstrucción histórica de la región del Tequendama (Colombia)	37
Resumen.....	37
2.1 Introducción	38
2.2 Ruptura de las relaciones sociedad indígena - naturaleza	40
2.3 Inserción internacional, proceso de colonización y auge cafetero	45
2.4 Formas de resistencia campesina.....	49
2.5 La resiliencia actual como producto histórico.....	52
2.6 Conclusiones	56
2.7 Referencias	57

3. Percepciones y conocimientos campesinos y su papel en la resiliencia frente a la variabilidad climática. El caso de los pequeños caficultores de Anolaima (Colombia)	61
Resumen	61
3.1 Introducción.....	62
3.2 Área de estudio	64
3.3 Metodología	66
3.4 Resiliencia, conocimiento tradicional y percepciones sobre el cambio climático.....	68
3.4.1 Resiliencia	68
3.4.2 Percepciones sobre el cambio climático	69
3.4.3 Conocimientos tradicionales	71
3.5 Resultados	73
3.5.1 Percepción de las causas de la variabilidad climática	73
3.5.2 Percepciones sobre los efectos de la variabilidad climática	76
3.5.3 Indicadores para la predicción del clima	80
3.5.4 Estrategias de adaptación y resiliencia	84
3.6 Conclusiones.....	92
3.7 Referencias	93
4. Análisis histórico de la variabilidad de la precipitación en Anolaima (Cundinamarca), como herramienta para la adaptación local en cultivos de café (coffea arabica l.)	103
Resumen	103
4.1 Introducción.....	104
4.2 Metodología	105
4.3 Resultados y discusión.....	107
4.3.1 Variación intra – anual de las lluvias	107
4.3.2 Variación inter – anual de las lluvias	111
4.4 Conclusiones.....	116
4.5 Referencias.....	116
4.6 Anexo.....	119
5. Análisis microclimático en fincas con diferente nivel de sombrío, componente de la resiliencia de agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca-Colombia)	121
Resumen	121
5.1 Introducción.....	122
5.2 Metodología	123
5.3 Resultados y discusión.....	126
5.3.1 Comparación por sistemas	126
5.3.2 Comparación por pares	130
5.3.3 Correlación de información microclimática y algunas variables de los agroecosistemas cafeteros	135
5.4 Conclusiones.....	137
5.5 Referencias	137
6. Propuesta metodológica de análisis de la resiliencia en pequeños caficultores en Anolaima, Cundinamarca (Colombia)	143
Resumen	143
6.1 Introducción.....	145

6.2	Metodología.....	148
6.3	Resultados y discusión	151
6.3.1	Causalidad, condiciones y contexto	152
6.3.2	Rasgos Sociales	153
6.3.3	Prácticas de manejo y agrobiodiversidad	157
6.3.4	Capacidad de transformación e innovación.....	160
6.3.5	Correlación entre variables	163
6.3.6	Resiliencia total de los Agroecosistemas.....	165
6.4	Conclusiones	167
6.5	Referencias	167
6.6	Anexos	173
6.6.1	Criterios de calificación de 0 a 5 para cada indicador de la resiliencia.....	173
6.6.2	Listado de las 46 variables calificadas y coeficiente de importancia para su ponderación.....	181
6.6.4	Matriz de correlación transpuesta.....	184
6.6.5	Matriz de correlación completa.....	185
6.6.6	Matriz de correlación con valores absolutos.....	186
6.6.7	Matriz de adyacencia	187
7.	Conclusiones y recomendaciones.....	189
7.1	Conclusiones	189
7.2	Recomendaciones	190

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1. Modelo panárquico de los ciclos adaptativos.	18
Figura 1-2. Conexiones recordar y rebelarse en el modelo panárquico.	20
Figura 1-3. Modelo panárquico con nuevas configuraciones de interacción entre escalas anidadas en sistemas complejos.	21
Figura 1-4. Esquema que explica el concepto de resiliencia en sistemas complejos.	22
Figura 3-1. Ubicación general del área de estudio.	64
Figura 3-2. Climogramas del área de estudio.	66
Figura 3-3. Esquema que explica las interacciones entre precepciones, conocimiento tradicional y conocimiento científico y su influencia sobre la resiliencia.	72
Figura 4-1. Diagramas de caja y bigotes de las lluvias mensuales en la estación Primavera (1988-2012).	109
Figura 4-2. Diagramas de caja y bigotes de las lluvias mensuales en la estación La Florida.	110
Figura 4-3. Serie temporal de anomalías de lluvias anuales acumuladas cada 2 años en la estación La Florida.	112
Figura 4-4. Diagrama de dispersión de la precipitación mensual en la estación La Florida en función de la anomalía de la TSM del océano Pacífico en región El Niño 3.4.	114
Figura 4-5. Periodogramas de las series del índice ONI y las series de lluvias en Anolaima.	115
Figura 5-1. Promedio mensual de Temperatura (T) y Amplitud Térmica (AT) en sistemas cafeteros con alto (AS) y bajo (BS) sombrío.	127
Figura 5-2. Comparación de medias (Tukey 99%) para Temperatura (A) y Amplitud Térmica (B)	127
Figura 5-3. Promedio mensual de Anomalías (°C) en sistemas cafeteros con alto (AS) y bajo (BS) sombrío.	127
Figura 5-4. Comparación de medias (Tukey 99%) para Anomalías Térmicas (°C)	128
Figura 5-5. Promedio mensual de DPV (kPa) Diurno y de 10 a 14 en sistemas cafeteros con alto (AS) y bajo (BS) sombrío.	129
Figura 5-6. Comparación de medias (Tukey 99%) para DPV (kPa)	130
Figura 5-7. Gráficos de caja y bigotes horarios para temperatura del aire (°C) en las fincas Santa Lucía (SL) con alto sombrío y El Turista (ET) con bajo sombrío.	130
Figura 5-8. Gráficos de caja y bigotes horarios para temperatura del aire (°C) en las fincas Los Ocobos (LO) con alto sombrío y La Cajita (LC) con bajo sombrío.	132

Figura 5-9. Gráficos de caja y bigotes horarios para temperatura del aire (°C) en las fincas El Pantano (EP) con alto sombrero y El Mirador (EM) con bajo sombrero	133
Figura 5-10. Matriz de dispersión de algunas variables en agroecosistemas cafeteros.	136
Figura 6-1. Red de relaciones entre las 46 variables calificadas.....	164

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1. Causas de la variabilidad climática de acuerdo con las percepciones de los caficultores de Anolaima.	73
Tabla 3-2. Efectos de los eventos climáticos o meteorológicos de acuerdo con los caficultores de Anolaima.	77
Tabla 3-3. Indicadores meteorológicos construidos por los caficultores de Anolaima.	81
Tabla 3-4. Estrategias de adaptación a la variabilidad climática de los caficultores de Anolaima.....	85
Tabla 4-1. Estaciones climáticas analizadas, ubicación geográfica y porcentaje de datos faltantes en las series mensuales de precipitación.....	107
Tabla 4-2. Promedios multianuales y estadísticos de variabilidad (desviación estándar y coeficiente de variación) de los acumulados anuales de lluvias.	107
Tabla 4-3. Promedios (\bar{X}) y estadísticos de variabilidad (desviación estándar DE y coeficiente de variación CV) de los acumulados mensuales de lluvias en la estación Primavera.	110
Tabla 4-4. Promedios (\bar{X}) y estadísticos de variabilidad (desviación estándar DE y coeficiente de variación CV) de los acumulados mensuales de lluvias en la estación La Florida.....	110
Tabla 4-5. Matriz de correlación de las series mensuales de lluvias en las estaciones La Florida y Primavera e índices océano-atmosféricos.	113
Tabla 4-6. Coeficientes de correlación parcial entre las series mensuales de lluvias en las estaciones La Florida y Primavera y El índice ONI.....	114
Tabla 5-1. Algunas características de las fincas estudiadas	125
Tabla 5-2. Porcentaje de valores de $DPV_{10,14}$ por encima de puntos críticos.....	129
Tabla 5-3. Resumen de valores de déficit de presión de vapor diurnos y de 10_14 horas	135
Tabla 5-4. Valores de indicadores ambientales y de producción en fincas estudiadas .	136
Tabla 6-1. Calificación de los criterios Biofísicos en los 6 sistemas cafeteros estudiados	152
Tabla 6-2. Calificación de los rasgos sociales en los 6 sistemas cafeteros estudiados.	154
Tabla 6-3. Calificación de los criterios de salud en los 6 sistemas cafeteros estudiados	156
Tabla 6-4. Calificación de las prácticas en los 6 sistemas cafeteros estudiados	157

Tabla 6-5. Calificación de los criterios de diversidad biológica en los 6 sistemas cafeteros estudiados.....	159
Tabla 6-6. Calificación de los criterios técnicos en los 6 sistemas cafeteros estudiados	160
Tabla 6-7. Calificación de criterios organizativos en los 6 sistemas cafeteros estudiados	162
Tabla 6-8. Colores y símbolos asociados a cada uno de los 7 criterios y 4 aspectos	164
Tabla 6-9. Valoración total ponderada de la resiliencia de cada agroecosistema.....	166

Listado de publicaciones asociadas al proyecto

ARTÍCULOS EN PREPARACIÓN

- **Córdoba-Vargas, C. A., Hortúa, S. E., & León, T. E. (2015).** *Dimensions of resilience to climate change: a necessary debate from Agroecology. Submitted International Journal of Agricultural Sustainability.*
- **Córdoba-Vargas, C. A., Vivas, J., & León, T. E. (2016).** *Resiliencia, caficultura y poder: elementos para una reconstrucción histórica de la región del Tequendama (Colombia).*
- **Córdoba-Vargas, C. A., Hortúa, S. E., & León, T. E. (2015).** *The role of perceptions and knowledge in resilience to climatic change. The case of peasant coffee producers in Anolaima (Colombia). Submitted Human Ecology.*
- **Córdoba-Vargas, C.; Rojas, E. & Díaz, M. (2015).** *Characterization of the climate variability in the framework of the coffee production of the municipality of Anolaima (Cundinamarca-Colombia).* Working paper.
- **Córdoba-Vargas, C.; Pirachicán, E. & León, T. (2015).** *Análisis microclimático de temperatura y déficit de presión de vapor (DPV) en fincas cafeteras con diferente nivel de sombrío.*
- **Córdoba-Vargas, C.; Pradilla, G.; Pirachicán, E. & León, T. (2015).** *Propuesta metodológica de análisis de la resiliencia en pequeños caficultores en Anolaima Cundinamarca (Colombia)*
- **Córdoba-Vargas, C.; Silianzky, F.; León-Sicard, T.** *Resiliencia y variabilidad climática en una comunidad rural del municipio de Varzelândia (Norte de Minas Gerais)*

ARTICULOS PUBLICADOS

- **León-Sicard, T.; Córdoba-Vargas, C.; Cepeda, J. (2015).** *Aplicaciones recientes de la Estructura Agroecológica Principal en Colombia.* En: Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA. Compilado por Santiago Javier Sarandón ; Esteban A. Abbona. - 1a ed adaptada. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Libro digital, PDF Archivo Digital: descarga y online ISBN 978-950-34-1265-7

- **León-Sicard, T.; Córdoba-Vargas, C.; Pradilla, G. (2014).** Las dimensiones política y tecnológica de la resiliencia a la variabilidad climática: un enfoque ambiental. En: *¿Cambio climático vulnerabilidad del territorio? Revista Semillas*, diciembre de 2014 p. 30 – 34
- **León-Sicard, T.; Mendoza, T.; Córdoba-Vargas, C. (2014).** La Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP): un nuevo concepto útil en agroecología. *Agroecología* Vol (9), 1 y 2. Diciembre. Pp 55 – 67
- Córdoba-Vargas, C.; **León-Sicard, T. (2013).** Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca – Colombia). *Agroecología*, 2013 8 (1): 21 – 32

OTROS ARTICULOS EN PREPARACION

- Pirachicán, E.; **Córdoba-Vargas, C.**; León Sicard. T. *Autonomía alimentaria en sistemas agrícolas ecológicos y convencionales en Anolaima (Cundinamarca).*
- Martínez, A. M.; **Córdoba-Vargas, C.**; León Sicard. T. *Adopción y permanencia de la agricultura ecológica: razones y motivaciones de los agricultores ecológicos de Guasca y Anolaima.*
- Mesa, S. C.; **Córdoba-Vargas, C.**; León Sicard. T. *Comparación de la diversidad y usos de especies en agroecosistemas convencionales y ecológicos en los municipios de Guasca y Anolaima.*
- Ardila, C.; **Córdoba-Vargas, C.**; León Sicard. T. *Resilience and Peasant Economy. A study case form Anolaima, Colombia.*
- Manrique, M.; **Córdoba-Vargas, C.**; León Sicard. T. *Estudio de la variabilidad climática y los agroecosistemas cafeteros desde la dinámica de sistemas.*
- Neira, A. R.; **Córdoba-Vargas, C.**; Bilenca, D. *Comparación de prácticas agrícolas y asociaciones con la temperatura, humedad y la infestación por poblaciones de broca *Hypotenemus hampei* (Ferrari), en cafetales de Anolaima, Cundinamarca, Colombia.*

OTRAS PUBLICACIONES

- Video: Resiliencia de diferentes sistemas de producción agropecuaria, frente a la variabilidad climática en Anolaima-Cundinamarca.
<https://www.youtube.com/watch?v=HNWmx3yBFFA>
- Programa para evaluar cuantitativamente la resiliencia total de la finca.
<https://www.dropbox.com/s/afstacbk5nf2d2/RESILIENCIA%20V.2.xlsm?dl=0>
- UN periódico, Fincas ecológicas resisten al cambio climático. 7 de diciembre de 2013. <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/fincas-ecologicas-resisten-al-cambio-climatico.html>

- Cartilla Ilustrada. Caracterización florística y uso de especies en Cundinamarca, Colombia. Sandra Carolina Mesa Gutiérrez, Cindy A. Córdoba Vargas, Estyben Pirachicán, Alex Martínez, Ana Rocío Neira y Miguel Alejandro Díaz.
https://www.dropbox.com/sh/3ajhpt05m1ecdk9/AAD1r3M_D20t7IPTKq-03_Uda?dl=0
- Almanaque 2015. Caficultura en Anolaima. Cindy A. Córdoba Vargas, Estyben Pirachicán, Alex Martínez, Ana Rocío Neira y Miguel Alejandro Díaz.
https://www.dropbox.com/sh/3ajhpt05m1ecdk9/AAD1r3M_D20t7IPTKq-03_Uda?dl=0
- Mapas de fincas cafeteras. Usos del suelo, ubicación en la Estructura Ecológica Principal. Alex Martínez.
https://www.dropbox.com/sh/3ajhpt05m1ecdk9/AAD1r3M_D20t7IPTKq-03_Uda?dl=0

Introducción

“Para la filosofía dialéctica no existe nada definitivo, absoluto, consagrado; en todo pone de relieve lo que tiene de perecedero, y no deja en pie más que el proceso ininterrumpido del devenir y perecer, un ascenso sin fin de lo inferior a lo superior, cuyo mero reflejo en el cerebro pensante es esta misma filosofía.”
Engels, Ludvig Feuerbach y el fin de la filosofía clásica alemana.

La historia de la humanidad ha estado atravesada por continuos interrogantes sobre cómo funciona el mundo natural y social. Esta búsqueda de respuestas marca al mismo tiempo profundas contradicciones entre corrientes y concepciones que ofrecen variadas opciones.

Como herencia del pensamiento cartesiano, buena parte de las sociedades modernas concibe de forma separada las ciencias naturales y sociales, de la misma forma en que ubica a los humanos por fuera de la naturaleza, lo que impide comprender la complejidad de las relaciones entre los ecosistemas, las sociedades humanas y las leyes que los rigen (Angel, 2000a).

De esta forma, Marx en contra del análisis determinista de la sociedad propuesto por Demócrito, donde el mundo está regulado por leyes mecánicas, retomando las ideas de Epicuro sobre la naturaleza no lineal del movimiento en la naturaleza y con base en las concepciones dialécticas de Hegel, desarrolla un punto de vista filosófico que incluye un análisis crítico de la sociedad (Foster, 2004).

En ese mismo camino Engels afirma que “la historia sólo se distingue de la historia de la naturaleza como proceso evolutivo de organismos autoconscientes” (Engels, citado por Schmidt, 1977) y ya en los Manuscritos de 1843, Marx sitúa al hombre como parte de la naturaleza y afirma que la historia humana es parte de la historia natural. A este condicionamiento recíproco lo denomina “metabolismo” o “intercambio orgánico” (Martinez Alier, 2004).

Es bajo estas tesis donde se comprende que seres humanos y naturaleza se relacionan a través del trabajo y que el hombre construye cultura a través de la transformación del medio natural (Angel, 2000b). El pensamiento dialéctico considera que en la naturaleza no hay nada inmutable, que el movimiento y el cambio son inherentes a ella y son producidos a través de una serie de contradicciones (Engels, 1961). La dialéctica analiza los fenómenos en la concatenación de todos sus aspectos, fuerzas y tendencias, pero no de manera aislada (Lenin, 1915).

Las formulaciones de Marx y Engels muestran que los procesos de desarrollo no transitan un camino lineal, sino que atraviesan saltos en donde la cantidad se transforma

en cualidad, dando lugar a una condición superior, lo que se denomina salto cualitativo (Lenin, 1915). Esto es válido tanto para el estudio de los ecosistemas como para las sociedades humanas y más aún para los agroecosistemas que denotan un fuerte vínculo entre ambos.

Es retomando estas ideas que surge el pensamiento ambiental, dentro del cual se concibe la cultura como emergencia evolutiva de adaptación al entorno, constituida por las formas de organización social, las plataformas tecnológicas y las estructuras simbólicas. Bajo esta perspectiva se pueden comprender los problemas ambientales como producto de los modos de desarrollo, donde se expresa la tensión que existe entre el orden natural y el cultural, en un proceso continuo e interdependiente de transformación. Es así como las decisiones políticas y económicas, redundan en la aplicación de tecnologías que, dependiendo de los intereses de los grupos de poder, pueden proteger o deteriorar los ecosistemas (Ángel, 2000b).

Ángel Maya plantea entonces que el problema ambiental es eminentemente político, y que solo a través de un nuevo orden cultural se puede prolongar el desarrollo de la vida. Señala la necesidad de reconsiderar los modelos de crecimiento y desarrollo. *“La verdadera solución de la crisis del hombre y de la sociedad, originada por el manejo inadecuado del medio natural, pasa necesariamente por el establecimiento de una sociedad diferente. Esta no es la conclusión de una reflexión ambiental sobre el pensamiento marxista, sino la conclusión del mismo Marx”* (Ángel, 2000a).

El enfoque ambiental es útil y necesario en el estudio de múltiples problemas complejos. En ese contexto, la agroecología se inscribe como ciencia ambiental “que estudia la estructura y función de los agroecosistemas, tanto desde el punto de vista de relaciones ecológicas como culturales” (León, 2009). Esto supone la comprensión de los agroecosistemas como la integralidad de factores que influyen en su dinámica, incluyendo a la par que la base de sustentación ecosistémica, las estructuras simbólicas, las relaciones socio económicas, y las plataformas tecnológicas que los sustentan.

Esta investigación se enfoca en los desafíos que plantea la resiliencia en la comprensión la variabilidad climática. Para ello busca generar aproximaciones teórico prácticas, que consideren sus dimensiones ecosistémica, social, simbólica, política, económica y tecnológica en el análisis de sistemas complejos como los agroecosistemas.

Considerando lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo la interacción entre mecanismos culturales (simbólicos, sociales, económicos y tecnológicos) y las fluctuaciones en el clima, potencia, limita o explica la resiliencia de agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia)?

En este sentido, se plantearon los objetivos de la tesis: 1) analizar diferentes aspectos de la resiliencia de agroecosistemas cafeteros expuestos a variabilidad climática. 2) explicar los procesos culturales que aumentan la resiliencia ante la variabilidad climática de los pequeños caficultores. 3) proponer una herramienta metodológica que mida en su complejidad la resiliencia de agroecosistemas cafeteros.

Esta cuestión se abordará a través de 6 capítulos, escritos en forma de artículos que buscan articular diferentes disciplinas. El primero de ellos revisa las concepciones de resiliencia a partir de las contribuciones de varios autores y plantea una reflexión teórica

y una conceptualización para su aplicación a sistemas adaptativos complejos como los agroecosistemas.

En este capítulo se devela cómo el análisis desde la resiliencia puede ser tan prometedor, como insuficiente, ya que muchos discursos la definen limitándola a la capacidad de amortiguación y adaptación de las comunidades rurales, centrado en la capacidad de recuperarse a disturbios y retornar a un estado de supuesta normalidad. Esta idea de mantener el estado de cosas en un momento determinado, no considera temas de justicia, participación y asimetrías de poder (Friend & Moench, 2013).

La connotación de neutralidad que se le atribuye a la resiliencia, se corresponde con una determinada visión de la sociedad, en la cual las soluciones frente a los problemas generados por las variaciones en el clima, están fundamentadas en cambios tecnológicos, evadiendo las necesarias transformaciones políticas. Esta visión tampoco plantea cuestiones como ¿quién plantea la resiliencia?, ¿qué grupos aumentan su resiliencia mientras otros las disminuyen? La resiliencia carece de virginidad política, su interpretación no puede salirse del contexto social y político en que está inmersa, a pesar de los múltiples intentos de algunos grupos sociales por atribuir a los desastres sociales causas biofísicas, como la variabilidad del clima (Martin - Breen & Anderies, 2011).

Por otro lado, el análisis de resiliencia desde un punto de vista más amplio, estimula el conocimiento de una serie de temas que se entretajan. Bajo el marco teórico que aborda este trabajo de investigación, la resiliencia no es inherentemente una característica positiva, por lo que no se duda en introducir consideraciones de orden social, económico, político o histórico, en donde se considera pertinente. Así, esta tesis aborda asuntos de índole política y del campo de las ciencias naturales, para el análisis de la resiliencia y de la variabilidad climática, ya que ambas están íntimamente vinculadas.

Lo anterior resulta de especial interés en el caso de los pequeños caficultores para quienes la variabilidad climática agrava los problemas de inequidad histórica a los que se han visto abocados. Los campesinos promueven al interior de sus fincas prácticas que les permiten amortiguar los efectos de los fenómenos climáticos (conservación de fertilidad del suelo y de la biodiversidad), sin embargo, se ven restringidos por dinámicas a otros niveles como las perturbaciones del mercado o las políticas agrarias (Darnhofer, 2009 y 2014). Es así, como el entorno cultural (a nivel de la familia o las políticas externas) y el contexto biofísico actúan y convergen, evidenciando las maneras como el agroecosistema co-evoluciona con su entorno (Pahl-Wostl, 2009; Davoudi, 2012).

Se propone que los agroecosistemas no solo deben desarrollar la capacidad de adaptarse, sino que deben dar un salto cualitativo y pasar a transformarse. Pero las transiciones no son siempre deseables, sobre todo cuando cuestionan la esencia del sistema imperante. No existe un consenso entre los diferentes grupos que componen la sociedad sobre qué debe ser cambiado o que puede mantenerse. Suponer que tales acuerdos están implícitos rebaja la atención sobre las relaciones de poder, las disputas sobre los recursos naturales y económicos y las luchas sociales (O'Brien, 2012; Davoudi *et al.*, 2013; Brown, 2014).

Finalmente, el capítulo 1 fija el rumbo bajo el cual se desenvuelven los demás apartados, aborda la panarquía como un concepto útil en la comprensión de la resiliencia y define cuatro puntos clave para un análisis crítico de la resiliencia. Estos son: causalidad; el

cambio, la incertidumbre y la perspectiva de múltiples escalas; la diversidad y por último la combinación de diferentes tipos de conocimiento, la capacidad de transformar.

El capítulo dos presenta una breve reconstrucción histórica de la región del Tequendama donde se ubica el municipio de Anolaima, de esta forma se aborda uno de los puntos nucleares de la resiliencia, la causalidad, que busca identificar las características y las condiciones preexistentes de las que parte la comunidad de la zona para comprender mejor las dinámicas asociadas a su resiliencia.

La visibilización de los procesos históricos permite comprender la interrelación de factores como la adopción del monocultivo de café y la dependencia de Colombia de la economía internacional, las consecuencias de falta de reforma agraria en el país y la baja capacidad de transformación del campesinado de la región, derivada de su debilidad organizativa. Todos estos elementos proporcionan un soporte para comprender los procesos contemporáneos del campesinado de la zona, enfatizando en la dimensión política de la resiliencia.

El tercer capítulo, pretende profundizar en otro de los cuatro puntos clave de la resiliencia planteados, analizando las percepciones y conocimientos de los campesinos caficultores de Anolaima (Cundinamarca - Colombia) cómo parte de la resiliencia adquirida. Se centra en las causas y efectos del cambio climático, ahondando en temas como el uso de indicadores climáticos y las estrategias adaptativas de las comunidades ante la variabilidad climática.

Los pobladores rurales tejen vínculos estrechos con los agroecosistemas y dependen de ellos para su sustento, de esta forma este conocimiento específico del contexto y su vínculo con el conocimiento científico, sirven a fomentar la capacidad de gestión y la autonomía en la toma de decisiones, frente a las dificultades generadas por la variabilidad climática (Badahur *et al.*, 2010).

Frente a la necesidad de incluir el contexto histórico tanto desde la perspectiva cultural como desde la biofísica, el cuarto artículo estudió la variabilidad de las series históricas de precipitación en Anolaima y las correlacionó con eventos macroclimáticos. Esto posibilita una mejor comprensión del disturbio al estudiar el grado de variación de la precipitación a escala local, lo cual no se había analizado para esta zona.

Las correlaciones encontradas entre la variabilidad interanual de las lluvias y los índices, permiten predecir las lluvias en la región, así como monitorear y planificar medidas de adaptación para el desarrollo del cultivo de café. Caracterizar el factor de perturbación es el punto de partida para atender las múltiples implicaciones de la resiliencia.

El quinto capítulo compara agroecosistemas con diferente nivel de sombrero, como una práctica de manejo del cultivo de café, evaluando su relación con el aumento o disminución de los niveles de resiliencia. En particular se examinó el efecto de estas prácticas agroforestales y su incidencia en variables microclimáticas como la temperatura y el déficit de presión de vapor, al tiempo que se correlacionaron indicadores microclimáticos con factores importantes en la producción de café como la productividad y el porcentaje de infestación por broca, con el fin de plantear estrategias para amortiguar los efectos de la variabilidad climática.

En Colombia no existen análisis del comportamiento de factores microclimáticos para café bajo distintos tipos de manejo. El análisis a nivel de finca es de fundamental importancia en el marco de la resiliencia, sobre todo en las condiciones de la caficultura cundinamarqués que presenta características particulares.

El sexto apartado plantea una propuesta metodológica para el análisis de la resiliencia de los caficultores del municipio de Anolaima a partir de los cuatro elementos nucleares de la resiliencia: la causalidad; cambio, incertidumbre y múltiples escalas; la diversidad; y la capacidad de transformar. Finalmente, de manera participativa con caficultores y expertos, valora la resiliencia cuantitativamente empleando una diversidad de indicadores y propone una sencilla aplicación para MS Access® a través de la cual se puede hacer seguimiento de la resiliencia de otros sistemas cafeteros, como una herramienta útil en la toma de decisiones.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones retomando los resultados del conjunto de los capítulos y proponiendo posibilidades de investigación desde la perspectiva ambiental.

Cabe resaltar que esta tesis de doctorado aporta en la discusión de la resiliencia y la variabilidad climática desde el punto de vista teórico y metodológico. En la conceptualización propuesta, aborda la resiliencia como un complejo entramado de las relaciones ecosistema cultura que se concreta en cuatro puntos nucleares desarrollados a lo largo de los seis capítulos. Esto es, la necesidad de considerar la resiliencia como el resultado de múltiples componentes que incluyen la concepción de la naturaleza cambiante y dinámica de los sistemas complejos, aspectos de índole histórico, la consideración de múltiples escalas y sus interacciones, las características biofísicas de los agroecosistemas, así como sus prácticas de manejo, las concepciones y formas de entender el mundo de las comunidades, sus condiciones socio económicas y sus capacidades de transformación.

Adicionalmente propone una herramienta metodológica para abordar el análisis complejo de la resiliencia, todo a partir de una investigación participativa, en donde los caficultores juegan un papel central tanto en la toma de datos, como en las discusiones y decisiones en torno a las metodologías y criterios definidos.

Lo anterior sirve a la resolución de una problemática concreta en agroecosistemas cafeteros que son de gran importancia para el país. En Anolaima no existen estudios de este tipo que consideren de manera integral los diferentes aspectos de la resiliencia aplicados al análisis de la variabilidad climática. Esta investigación doctoral se desarrolla en el marco del grupo de investigación del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá, bajo la línea de investigación en Estudios Ambientales Agrarios. Alrededor de esta tesis se desarrollaron nueve (9) diferentes trabajos de maestría y pregrado en varias áreas del conocimiento en el municipio de Anolaima, que permitieron no sólo consolidar el grupo de investigación, sino dar una mirada más integral y articulada al problema de estudio, desde diferentes perspectivas y métodos: Autonomía alimentaria (Estyben Pirachicán); Efecto de temperatura y humedad sobre poblaciones de broca (Ana Rocío Neira); Variabilidad climática y dinámica de sistemas (Miguel Alejandro Díaz); Adopción y permanencia de la agricultura ecológica y métricas del paisaje (Alex Martínez); Caracterización florística (Sandra Mesa); Usos de avifauna sobre cafetales (María Juliana Salcedo); Caracterización enzimática de suelos (Johana Caballero y Karen Mejía); Grupos

funcionales de microorganismos (Andrea Fernández y Laura Perdomo); y Viabilidad de la economía campesina (Camilo Ardila).

Bibliografía

Ángel, A. (2000a). *La aventura de los símbolos. Una visión ambiental de la historia del pensamiento*. Bogotá: Ecofondo.

Ángel, A. (2000b). *El retorno de Ícaro. La razón de la vida. Muerte y vida de la filosofía. Una propuesta ambiental*. Bogotá: PNUD, IDEA, ASOCARS, PNUMA. 256 paginas.

Badahur, A., Ibrahim, M. & Tanner, T. (2010). *The resilience renaissance? Unpacking of resilience for tackling climate change and disasters*. Strengthening Climate Resilience-Discussion Paper 1. Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex.

Brown, K. (2014). Global environmental challenge I: A social turn for resilience? *Progress in Human Geography*, 38(1), 107–117.

Darnhofer, I. (2009). *Strategies of Family Farms to Strengthen their Resilience*. Thematic Session D5: Strategies for enhancing system's resilience. Presented at the 8th International Conference of the European Society for Ecological Economics, June 2009 in Ljubljana (Slovenia).

Darnhofer, I. (2014). Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics* 41(3), 461-484.

Davoudi, S. (2012) Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? *Planning Theory & Practice* 13(2), 299–333.

Davoudi, S., Brooks E. & Mehmood, A. (2013). Evolutionary Resilience and Strategies for Climate Adaptation. *Planning, Practice & Research* 28(3), 307–322.

Engels, F. (1961). *Dialéctica de la naturaleza*. Traducción directa del alemán por Wenseslao Roces. primera edición en español. Editorial Grijalbo. Mexico D.F.

Friend, R. & Moench, M. (2013). What is the purpose of urban climate resilience? Implications for addressing poverty and vulnerability. *Urban Climate* 6, 98-113.

Foster, J. (2004). *La ecología de Marx: Materialismo y naturaleza*. Barcelona: Ediciones El Viejo Topo.

Lenin, V.I. (1915). *Carlos Marx, breve esbozo bibliográfico con una exposición del marxismo*. Obras escogidas en dos tomos editorial progreso Moscú. 1964.

Leon, T. (2009) Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción. *Agroecología*. 4:7-17.

Lin, B. (2007). Agroforestry mangement as an adaptative strategy against potential microclimate extremes in coffee agricultura. *Agricultural and forest meterology* 144: 85-94.

Lopez-Bravo D.F., Virginio Filho E.D.M., Avelino J. (2012). Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions. *Crop Protection*, 38: p. 21-29.

Martin-Breen, P. & Anderies, M. (2011). *Resilience: A literature review*. Brighton: Institute of Development Studies, The Resource Alliance, The Rockefeller Foundation.

Martinez Allier Joan. (2004). Marxism, energy and social metabolism. *Enciclopedia of Energy*. 3, 825-834.

Marx, K. (1932). *Manuscritos económicos y filosóficos de 1844*. Alianza editorial.

O'Brien, K., Hayward, B. & Berkes, F. (2009). Rethinking social contracts: building resilience in a changing climate. *Ecology and Society* 14(2), 12.

Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change* 19, 354–365.

Schmidt, A. (1977). *El concepto de naturaleza en Marx*. Siglo XXI editores S.A. Serie ensayos críticos. Impreso en España. Madrid.

1. Dimensiones de la resiliencia al cambio climático: un debate necesario desde la agroecología

*"Los filósofos no han hecho más que interpretar de diversos modos el mundo, pero de lo que se trata es de transformarlo."
Carlos Marx. Tesis sobre Feuerbach, 1845*

Presentación

Este primer capítulo plantea una reflexión teórica y una conceptualización de la resiliencia en sistemas complejos. Se definen los cuatro puntos nucleares de la resiliencia bajo los cuales se desarrollarán los capítulos posteriores.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo proporcionar una reflexión teórica sobre la resiliencia y la aplicación de este concepto a los análisis sobre los sistemas adaptativos complejos, en particular, los sistemas agroecológicos. Se presenta una revisión de la conceptualización de la resistencia y se propone una definición, sobre la base de las contribuciones de varios autores de diferentes disciplinas. Se enfatiza en la capacidad de transformación, en el marco de una conceptualización más crítica y compleja que va más allá de la adaptación y la reflexión sobre las estructuras existentes de los sistemas. Se sugiere la Panarquía como un concepto que aumenta la comprensión del funcionamiento de la resiliencia de los sistemas complejos cuando se enfrentan a perturbaciones, a través de cuatro fases de cambio: la reorganización, la explotación o el crecimiento, la conservación y la liberación o destrucción creativa. Posteriormente, se exploran cuatro puntos clave para una comprensión crítica de la resiliencia: la causalidad; el cambio, la incertidumbre y múltiples escalas; la diversidad; y la combinación de varios tipos de conocimiento. Se concluye que la resiliencia no es un concepto neutral; que está fuertemente relacionada con cuestiones de poder y desigualdad, vinculadas al contexto económico y político. Por lo tanto, su uso debe tener en cuenta con qué propósito se define la capacidad de recuperación y bajo qué intereses.

Palabras clave: Resiliencia, agroecología, cambio climático, sistemas adaptativos complejos.

Abstract

This article aims at providing a theoretical reflection on resilience and applying this concept to the analyses on complex adaptive systems, particularly, agro-ecological systems. A review of the conceptualization of resilience is presented and a definition is proposed, based on the contributions by several authors from different disciplines, and adding transformation as a property that allows creating a more critical and complex definition that goes beyond adaptation and reflects on the existing structures of systems. Panarchy is also suggested as a concept that allows understanding how resilience functions in complex systems when they face disturbances, through four phases of change: reorganization, exploitation or growth, conservation, and release or creative destruction. Subsequently, four key points for a critical understanding of resilience are explored: causality; change, uncertainty and multiple scales; diversity; and combination of multiple types of knowledge. We conclude that resilience is not a neutral concept; it is strongly related to issues of power and inequality, and tied to the economic and political context. Therefore, its use must take into account who defines resilience, for what purpose and according to whose interests.

Keywords

Resilience; agroecology; climate change; complex adaptive systems.

1.1 Introducción

Aún sin haberse resuelto la controversia frente a las causas del calentamiento global, la realidad es que éste es uno de los mayores problemas que la sociedad actual enfrenta. Los pocos estudios desarrollados en América Latina, muestran los riesgos de pérdidas en biodiversidad, salinización y desertificación de tierras agrícolas, además de la disminución en la productividad de importantes cultivos y de la ganadería, con consecuencias sobre la seguridad alimentaria para los pueblos de esta región (Rodríguez, 2007). El Cuarto Informe de Evaluación (CIE) del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2007) ha evidenciado que todos los países incluyendo Colombia, serán impactados por los fenómenos asociados con el ascenso del nivel del mar y los cambios en la precipitación que en diversa forma y grado afectarán los ecosistemas y los sistemas socioeconómicos de las diferentes regiones del planeta.

Este panorama mundial ha presionado a los gobiernos para incluir en sus agendas acciones de adaptación y mitigación. En la academia, más que en otro campo, la investigación alrededor de las causas, efectos y alternativas para lidiar con el cambio y la variabilidad climática, es una cuestión ampliamente explorada y debatida. Un concepto central en estas discusiones (tanto en la academia como fuera de ella) es la resiliencia. Dicho concepto, cuyos orígenes se ubican en la ecología, es un punto común en la investigación y planeación de acciones para la adaptación al cambio climático, reducción del riesgo a desastres (*Disaster Risk Reduction* o DRR), la ecología, la psicología, el desarrollo y la administración. Sin embargo, su expandido uso ha revelado la dificultad en el momento de definir la resiliencia y llevarla a la práctica. Adicionalmente, la multiplicidad de sentidos que se le atribuyen ha tenido como consecuencia una variedad de interpretaciones que pueden llegar a ser riesgosas. Se podría afirmar que el principal

problema es asumir que la resiliencia es un concepto neutral y que por ende escapa a cuestiones de poder, ética, equidad y valores de la vida social.

También se ha empleado ampliamente en los discursos hegemónicos, donde ha sustituido la definición acrítica de sostenibilidad. Es un término maleable que podría ser tan limitado como amplio, algunas veces calcándolo desde el campo de la ecología a los sistemas culturales¹; hasta su comprensión como la posibilidad de transformación radical de los sistemas socioambientales (Davoudi *et al.*, 2012).

Es necesario establecer una aproximación crítica al concepto, reconociendo sus potencialidades y limitaciones. Para ello, en este documento se presentan sus variadas perspectivas y definiciones, iniciando por las más sencillas (del mundo de la ingeniería), hasta las más complejas, en las cuales se hace un esfuerzo por incluir la dimensión social, inherente al concepto, al menos cuando se trata de la variabilidad climática, el cambio climático y los agroecosistemas. Posteriormente y con base en los aportes de los autores consultados, se resaltan los elementos que deben incluirse al pensar en la resiliencia como un marco conceptual y teórico para comprender el cambio climático, haciendo énfasis en los temas de pobreza y justicia, y presentando una combinación de enfoques de diferentes autores como Lebel *et al.* (2006), Darnhofer (2009, 2012 y 2014), Davoudi (2012), Davoudi *et al.* (2013), Simmie y Martin (2010) y Friend y Moench (2013) como un posible marco de referencia. Por último, se aborda el punto crucial sugerido durante toda esta discusión: la pregunta no debe enfocarse en la resiliencia de un grupo, finca, comunidad o sociedad ante el cambio o la variabilidad climática, sino ante el sistema económico y político. Esta propuesta se presenta como una posible respuesta ante las preguntas que plantean autores como Lebel *et al.* (2006) y Friend y Moench (2013): ¿Resiliencia ante qué, planeada por quién y para quién?

1.2 Un recorrido por la conceptualización de la resiliencia

En la producción académica alrededor de la resiliencia hay diferentes opiniones acerca del origen de este concepto. Friend y Moench (2013) plantean que surgió principalmente de la ecología y del análisis de los sistemas ecológicos en general. Por otra parte, Gaillard (2010) señala que la resiliencia emergió de la literatura de desastres naturales y clima en los años setenta, década en la cual también se adoptó su uso en la ecología, la psicología y la ingeniería y que en los noventa se extendió la reflexión sobre la resiliencia en las ciencias sociales.

Dejando de lado la discusión acerca de la exactitud de su origen, se puede afirmar que la conceptualización de la resiliencia ha evolucionado en concordancia con las disciplinas que hacen uso de ella y también de acuerdo a las problemáticas que se quieren abordar. Se ha planteado que la resiliencia es una medida, una habilidad, un resultado, una propiedad emergente, un proceso o también un término integrador. Todas estas

¹ Comprendiendo la cultura como emergencia evolutiva de la naturaleza, como la totalidad del proceso adaptativo y transformador de los humanos (Angel, 1995)

perspectivas hacen de la resiliencia un concepto con una amplia aplicación, pero al mismo tiempo, señalan la necesidad de tener una posición crítica y analítica ante su uso.

A continuación, se presentan varias definiciones del concepto en tres etapas de acuerdo a su complejidad: la resiliencia ingenieril, la resiliencia de sistemas y la resiliencia de sistemas adaptativos complejos. Esta agrupación se toma de la propuesta realizada por Martin-Breen y Anderies (2011), quienes señalan esos tres niveles como los principales marcos de comprensión del término y que cobijan de manera general la variedad de definiciones atribuidas a este concepto.

1.2.1 Resiliencia ingenieril

Martin-Breen y Anderies (2011) proponen que esta es la resiliencia “de sentido común”. También puede decirse que agrupa las definiciones más simples del término, ancladas en la ingeniería, particularmente en la resistencia de estructuras y materiales ante presiones. Para Bruneau y Reinhorn (2006), un sistema resiliente es aquel que tiene bajas probabilidades de fallar; cuando presenta alguna falla, tiene pocas consecuencias en términos de pérdidas de vidas, daños y consecuencias negativas en lo económico y lo social, y por último tiene un reducido tiempo de recuperación (es decir, restauración del sistema a su nivel normal de funcionamiento). En el mismo sentido Holling (1996) enfatiza en el tiempo de retorno para lograr un estado de equilibrio.

De manera similar, Martin-Breen y Anderies (2011) plantean que la resiliencia ingenieril implica la recuperación luego de una perturbación, la habilidad de soportar mayores perturbaciones y no ceder ante cierta cantidad de choques. La perturbación se entiende como una fuerza, una dificultad crónica o una crisis aguda. Entonces, ser resiliente desde esta perspectiva es soportar un disturbio sin cambiar, desintegrarse o quedar averiado permanentemente, volviendo rápidamente a un estado normal. En el caso de los materiales y las estructuras, la resiliencia se puede tomar como un equivalente de la estabilidad, ya que mide su resistencia y elasticidad ante una fuerza.

Las anteriores aproximaciones son funcionales para el campo de la ingeniería, pero son limitadas en el contexto del análisis de la variabilidad climática y los agroecosistemas. La idea de volver a un estado “normal” o de equilibrio único no se puede aplicar para los sistemas humanos, ya que sus elementos no son estáticos y están en continuo movimiento, interacción y transformación. En este contexto Pendall *et al.* (2010), llaman la atención sobre la necesidad de cuestionar el significado de “normalidad”, ya que, en términos sociales, económicos y políticos, preservar las condiciones previas no siempre es lo deseado. Además, se asume una linealidad y el conocimiento (medible) de la fuerza o la perturbación, lo cual no puede aplicarse a la arena social de manera directa. Bajo esta vieja concepción newtoniana, se asume un estado de equilibrio, donde todo puede predecirse y controlarse de manera mecánica.

1.2.2 Resiliencia de sistemas

Este marco tiene a la ecología como origen disciplinar e incluye algunas definiciones desde la psicología. Como se mencionó anteriormente, los mundos ecológico y humano funcionan como un sistema compuesto de múltiples elementos y relaciones. Tal como

Foster (2004) afirma aludiendo a Marx, los procesos medioambientales están complejamente ligados con el desarrollo de la sociedad. El enfoque del sistema socioecológico como unidad conceptual es el que predomina en una aproximación a la resiliencia desde los sistemas.

Las sociedades humanas están interconectadas y dependen de los sistemas ecológicos y sus servicios ecosistémicos para sostener la vida y las actividades sociales, económicas y culturales. Por esta razón y siguiendo los planteamientos de Folke (2006), el enfoque desde los sistemas socioecológicos como unidad conceptual de la resiliencia va más allá al reconocer esta interdependencia (la resiliencia social y ecológica están íntimamente relacionadas) y hace énfasis en dinámicas no lineales, umbrales, incertidumbre, sorpresa y cambios a diferentes escalas.

Para Holling (1973), este tipo de resiliencia es la medida de la habilidad de los sistemas ecológicos de persistir ante un disturbio y mantener las relaciones entre sus elementos. No hay un equilibrio del sistema como tal, pues cada elemento tiene su equilibrio particular. La perspectiva regional es recomendada por Holling en lugar de una local, ya que las relaciones de un sistema pueden no ser evidentes en un nivel micro. Por último, el autor resalta la heterogeneidad dentro del sistema como un factor que contribuye a la resiliencia.

La definición de Holling parte de los sistemas ecológicos, pero ha sido extendida a los sistemas socioecológicos. De este modo, Martin-Breen y Anderies (2011) plantean que la resiliencia puede definirse como el mantenimiento del funcionamiento del sistema ante los disturbios. Se reconoce que dichos sistemas están en constante cambio y que sus condiciones fluctúan, pero la resiliencia se refleja en la capacidad de mantener funciones vitales (por ejemplo: alimentación, servicios de salud, refugio). Bajo este enfoque se va más allá de las propiedades de un elemento (un organismo o una persona), para pasar a considerar las funciones del sistema como tal y las interacciones entre sus partes.

Desde la psicología se ha manejado la perspectiva de sistemas al enfocarse en las personas y las familias, y los riesgos psicológicos y ambientales que enfrentan grupos vulnerables en entornos de pobreza. Las investigaciones se han dirigido de manera más contundente en la incidencia de estos factores en el desarrollo de los niños. Neil (2006, citado en Badahur *et al.*, 2010) define la resiliencia como la capacidad del individuo de prosperar y alcanzar su potencial a pesar de enfrentarse a esos factores negativos o disturbios y tomar esos retos como una oportunidad de aprendizaje. Otras definiciones similares parten de la adversidad para aproximarse a la resiliencia, especialmente en la psicología del desarrollo. Luthar *et al.*, (2000) proponen que la resiliencia es el proceso que abarca una adaptación positiva en un contexto de adversidad, al tiempo que Berkes *et al.* (2003) identifican las crisis como una oportunidad que permite una transformación, de tal forma que hay que aprender a planificar y reconocer las oportunidades asociadas a diferentes crisis.

Lo que es importante notar sobre estas propuestas es que tienen en cuenta relaciones bidireccionales entre las poblaciones y el entorno. En segundo lugar, reconocen que no hay un estado que pueda calificarse como “normal”, ya que se asume un cambio constante en las personas o los sistemas; y por último, se acepta que no todo cambio es

negativo. Es necesario notar que estas conceptualizaciones van más allá y se preguntan por la adaptación ante un entorno adverso, cuestión que se profundiza a continuación.

1.2.3 Resiliencia en sistemas adaptativos complejos

Las conceptualizaciones alrededor de la resiliencia son más robustas en la medida que el objeto de estudio o sistema se hace más complejo y se le atribuyen propiedades más diversas. Existen varias propuestas de diversos autores sobre los elementos que caracterizan la resiliencia, en las que se tienen en cuenta cuestiones como la distribución de los recursos, el poder, el gobierno y las comunidades locales. A continuación, se presentan las más relevantes en orden cronológico, para una comprensión de la relación agroecosistemas-cambio climático:

- Adger (2000): define la resiliencia social como la habilidad de las comunidades de resistir choques a su infraestructura social. Componentes: crecimiento económico, estabilidad, distribución del ingreso, dependencia de recursos naturales y tipo y diversidad de actividades dentro del sistema. El sistema es resiliente si las personas no dependen de un solo recurso y si las instituciones son legítimas.
- Carpenter *et al.* (2001): la resiliencia es la cantidad de cambio que un sistema puede aguantar y aun así mantener el mismo control en su estructura y funciones. También es la capacidad de auto organizarse, aprender y adaptarse. Depende de cuatro componentes: I) la magnitud del disturbio que se requiere para causar un cambio dramático hacia otro estado del sistema; II) la estructura política, reguladora y de gobierno que permite que las partes del sistema se organicen; III) la variedad de grupos llevando a cabo diferentes funciones; y IV) la naturaleza de los procesos de aprendizaje.
- Holling (2001): es necesario considerar además de la complejidad del sistema, sus aspectos dinámicos. La sostenibilidad de una finca a largo plazo depende de su capacidad de hacer frente a eventos inesperados y sortear las situaciones cambiantes.
- Folke (2006): la resiliencia surge de un sistema cuando éste debe aprender a vivir con la incertidumbre. Se toman los disturbios y alteraciones como oportunidades para innovar, aprender y desarrollarse. Un sistema es resiliente frente al cambio climático cuando cuenta con varios grupos que ejecutan tareas diversas y responden de formas diferentes ante un evento.
- Manyena (2006): la resiliencia es un proceso que se manifiesta en la habilidad de un sistema de adaptarse a cambios ambientales y continuar funcionando sin que sus características fundamentales cambien. El enfoque debe centrarse en la recuperación más que en la resistencia a choques; en adaptarse efectivamente en lugar de mitigar riesgos; y en el reconocimiento de la cultura y los conocimientos locales.
- Mayunga, (2007): maneja un enfoque desde los hogares sostenibles y propone cinco capitales determinantes de la resiliencia: el social (confianza, redes, normas que se

- traducen en cooperación y coordinación), el económico, el humano (salud, educación, que se reflejan en una alta capacidad de desarrollo), el físico y el natural.
- Nelson *et al.* (2007): aplican el enfoque de la resiliencia a la adaptación climática, para que sea más sistémica y dinámica, manejando cuatro conceptos: los múltiples estados de los sistemas; la capacidad adaptativa (estar listo para lo inesperado); las compensaciones (balance entre los riesgos y su distribución); y por último, el gobierno y la normatividad.
 - Berkes (2007): la resiliencia tiene cuatro componentes: primero, los sistemas deben aprender a vivir con la incertidumbre y con la inevitabilidad del cambio; segundo, la diversidad (biológica o económica) es importante porque ofrece múltiples opciones para lidiar con perturbaciones; tercero, debe haber diferentes tipos de conocimiento y se deben apropiar en los procesos de política; cuarto, debe existir la habilidad de reorganización por medio de capacidades locales y debe haber encadenamiento a varias escalas (comunidades locales trabajan con organizaciones regionales y nacionales).
 - Carpenter & Brock (2008): comprenden la resiliencia como la habilidad de mantener ciertos procesos a pesar del cambio endógeno y exógeno.
 - Rockefeller Foundation (2009): define la resiliencia como la capacidad de responder al impacto de un clima cambiante mientras se sigue funcionando. Tiene las siguientes características: flexibilidad de individuos y organizaciones, planeación, diversidad de respuestas y de opciones de recuperación y presencia de varios sectores.
 - Darnhofer (2009): la resiliencia tiene por objeto a la finca como sistema, busca preservar sus funciones y no solo las actividades de producción en la finca. Darnhofer (2014), también propone que la resiliencia abarca tres capacidades: de amortiguación, de adaptación y de transformación.
 - Altieri y Nicholls (2013): centran en la resiliencia ecológica, que se soporta en la diversificación de la finca y mejoramiento de la materia orgánica del suelo, para reducir la vulnerabilidad de los agroecosistemas. Se refieren también a la resiliencia social, que definen como la capacidad de grupos o comunidades para adaptarse frente a los elementos extremos causa de estrés. Afirman que ambos tipos de resiliencia deben ir de la mano.
 - Martin-Breen y Anderies (2011): la resiliencia es la habilidad de resistir, recuperarse y reorganizarse frente a una crisis, que puede darse manteniendo la funcionalidad del sistema, aunque su estructura cambie. Grupos poblacionales, al igual que los sistemas ecológicos, están expuestos a constantes cambios, lo cual dificulta hacer predicciones sobre su funcionamiento, por tanto, están continuamente acompañados de incertidumbre.
 - Norberg y Cumming (2008): los sistemas adaptativos complejos se diferencian de otros sistemas complejos porque tienen la capacidad de responder al ambiente por

medio de la auto-organización, el aprendizaje y el razonamiento. Los sistemas socioecológicos son tanto complejos como adaptativos, ya que se enfrentan a perturbaciones que no pueden preverse, aprenden de la experiencia y hacen modificaciones para adaptarse, de manera que sus funciones se mantengan.

- Cumming (2011): propone que es una propiedad emergente de los sistemas socioecológicos: es decir, se produce por medio de la combinación de componentes del sistema y sus relaciones. Surge de la cantidad y el número de los componentes, de las interacciones entre sí y con el medio y también de su habilidad de procesar información y responder al cambio interno o externo por medio de la acción, la adaptación o el aprendizaje. Se enfoca de manera particular en la resiliencia espacial, a la cual define como las maneras en las que la variación espacial (en diferentes variables), dentro y fuera del sistema, influye y es influida por la resiliencia del sistema en múltiples escalas espaciales y temporales. Este autor resalta que los sistemas adaptativos complejos rara vez están en equilibrio, sus límites son difusos y sus dinámicas involucran varias escalas.
- Friend y Moench (2013): plantean la siguiente definición, tomada de la Resilience Alliance: “La habilidad de absorber perturbaciones, cambiar y reorganizarse, y mantener la misma identidad (la misma estructura y funciones básicas). Esto incluye la habilidad de aprender de dichas perturbaciones” (p. 101). Los autores llaman la atención hacia lo problemático de la palabra “identidad” ya que puede contener el sentido de una situación estática, siendo así un concepto abierto a la interpretación.

Como se exploró previamente, las definiciones son más específicas acerca de las características del mundo social y su funcionamiento respecto a la resiliencia (instituciones, gobierno, justicia). Sin embargo, muchas de las definiciones se quedan en la necesidad de adaptación, que supone cambios incrementales, ajustes ligeros, pero no un cuestionamiento del *statu quo* y al contrario sirven para reforzar las estructuras existentes, tendiendo solo a proporcionar soluciones localizadas.

El elemento que da un salto cualitativo en una definición compleja de la resiliencia es la capacidad de transformación, que debe ser comprendida más allá de una transición socio técnica. Esta implica una nueva trayectoria, un cambio radical que involucra todos los subsistemas, donde se mantiene la función pero a través de un enfoque diferente y que finalmente redundante en la transformación de los valores, los paradigmas, las estructuras burocráticas, las instituciones y del régimen político (Darnhofer, 2014; Pahl-Wostl, 2009).

La transformabilidad es la capacidad de un sistema de reinventarse cuando las estructuras ecológicas, económicas o sociales hacen que el sistema actual sea insostenible (Walker *et al.*, 2004). Varios autores manifiestan la confusión que surge entre los conceptos de transformabilidad y adaptabilidad: Martin-Breen y Anderies (2011) aclaran que la primera se refiere a la capacidad del sistema de reorganizarse cuando no es posible que siga resistiendo en su forma actual (definición similar a la de Walker *et al.*, 2004), mientras que la adaptabilidad constituye la capacidad de lidiar exitosamente con choques o perturbaciones.

Por otro lado, es necesario aceptar que el cambio es frecuente y que no hay un estado de equilibrio, cuando se trata de la habilidad del sistema de tomar dichas perturbaciones

y adaptarse por medio de su propia transformación. De esta manera el aspecto de la transformación adquiere un papel central en la determinación de la resiliencia. En este sentido autores como Folke *et al.* (2010) equiparan la resiliencia de los sistemas adaptativos complejos con la denominada resiliencia evolutiva, caracterizada por las capacidades de reorganización, aprendizaje, adaptación y transformación (con innovación) a través de múltiples escalas y plazos.

También es necesario comprender sus causas, es decir cuál es la base de la resiliencia o de la vulnerabilidad (comprendida como el contrario de la resiliencia) de los individuos o grupos que se busca caracterizar. Ubicar las características inherentes, las condiciones preexistentes de las que parte una sociedad o un grupo para amortiguar, adaptarse y transformar las estructuras predominantes. Para tal fin, Watts y Bohle (1993), proponen tres características entrelazadas: la falta de derechos y el acceso a ellos; el empoderamiento que habla de la capacidad de acción y negociación, donde hay interconexión entre las diferentes escalas (desde el hogar hasta el Estado); por último, la idea marxista de la apropiación del excedente de trabajo, lo cual se entiende también por explotación.

Partiendo de la perspectiva evolutiva, que incluye la idea de la transformación y retomando ideas de varios autores (*Friend & Moench, 2013; Folke et al., 2010; Davoudi, 2012; Pendall, Foster, & Cowell, 2009; Carpenter et al., 2005; Berkes & Folke, 1998;*), la conceptualización de resiliencia que se propone en este documento es:

La resiliencia es una propiedad emergente de los sistemas complejos (familia, región, país) producto de la interacción dialéctica de sus elementos a diferentes escalas, la cual les permite amortiguar, adaptarse y especialmente innovar y transformarse no solo frente a factores puntuales de tensión, sino también frente a los inevitables y continuos cambios biofísicos y sociales del entorno. La resiliencia no es un concepto neutral, sino que debe analizarse desde el punto de vista, los intereses y el lugar que ocupa en la sociedad el grupo que se pregunta por ella. Por tanto, no representa única ni principalmente un retorno de los sistemas a un estado “normal” sino que, por el contrario, implica necesariamente discontinuidades, fluctuaciones y desarrollos dinámicos del sistema.

De esta forma el mundo es visto como caótico, complejo, con eventos impredecibles, e inciertos. La definición abre la posibilidad de cambiar el aparente estado estable al que estamos acostumbrados, a un estado radicalmente distinto, el equilibrio dinámico. En este caso no hay una reacción causa efecto lineal, que se da por efecto de una fuente externa únicamente. Al contrario, factores internos y un entramado de relaciones complejas entre ambos, podrían dar lugar a tales modificaciones (Davoudi, 2012).

Esta definición de resiliencia, trae a colación la idea de panarquía, que fue acuñada como el contrario a la jerarquía, cuyo significado era “reglas sagradas”, que denotaba la existencia de normas inviolables que se transmiten de arriba hacia abajo. Panarquía surge de la imagen del dios griego Pan (dios universal de la naturaleza), cuya extraña personalidad entusiasta y creativa, contrasta con su papel desestabilizador reflejado en la palabra pánico (Hughes (1986) citado en Gunderson & Holling, 2002).

La panarquía se desarrolla así, como una teoría integradora que busca explicar la dinámica de cambio en sistemas complejos de manera evolutiva, evidenciando la existencia de varios ciclos de anidación que interactúan, a muchas escalas y velocidades, lo cual permite la innovación en el sistema. La panarquía se refiere al paso del sistema por cuatro fases del cambio ante una perturbación: reorganización, explotación o crecimiento, conservación y liberación o destrucción creativa (Gunderson, 2008). La fase de reorganización (α) es el momento en que se da la reestructuración y la innovación, hay gran incertidumbre y alta resiliencia. La fase de crecimiento o explotación (γ) se caracteriza por la rápida acumulación de recursos (capitales), la competencia, y el aprovechamiento de oportunidades, el aumento en el nivel de diversidad y conexiones, en este momento la resiliencia es alta pero decreciente. La fase de conservación (K) es cuando el crecimiento se desacelera, se almacenan recursos y estos son usados en gran medida para el mantenimiento del sistema. Es una fase de estabilidad, certidumbre, poca flexibilidad y baja resiliencia. La última fase de destrucción creativa o liberación (Ω) se caracteriza por un colapso caótico y la liberación del capital que había sido acumulado, la incertidumbre aumenta y la resiliencia también (Figura 1-1).

Figura 1-1. Modelo panárquico de los ciclos adaptativos.



Adaptado de Davoudi *et al.* (2012).

Los tránsitos más rápidos son los que generan innovación y transformación, mientras que los más lentos son los que le dan estabilidad al sistema y almacenan información (Gunderson y Holling, 2002). A diferencia de la jerarquía, existe conectividad a través de los ciclos de adaptación, reflejando la interacción y dinámica de los niveles (opuesto a la estática). En este caso el cambio es la única constante, del cual pueden surgir nuevas oportunidades (Garmestani *et al.*, 2009). La figura 1-1 muestra secuencias de cambio

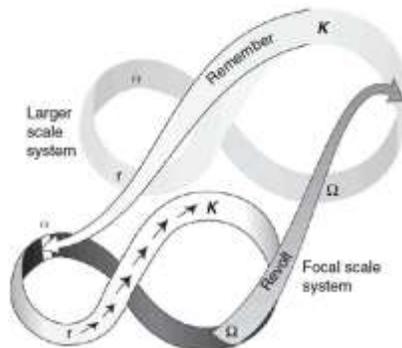
gradual, seguidas por cambios rápidos. Existen dos conexiones clave entre escalas: rebelarse y recordar. Rebelarse muestra como variables a pequeña escala desencadenan cambios a escalas mayores. Recordar hace alusión a como los recursos en forma de capital, conexiones y la memoria de los sistemas más grandes sirven a la recuperación de escalas locales.

Esta visión hace énfasis en que la perturbación es parte del desarrollo y que los períodos de cambio gradual y períodos de rápida transición coexisten y se complementan. Kasperson et al. (2005), llaman la atención sobre las fuentes de perturbación, que no corresponden solamente a influencias externas, sino también a causas endógenas. Otro enfoque teórico, desarrollado por Ilya Prigogine, aporta elementos para la comprensión de las dinámicas de cambio en sistemas complejos, señalando que el interior de los sistemas está en continuo cambio y flujo y que muchas de estas fluctuaciones pueden amplificarse conduciendo a estructuras diferentes en un nivel superior. Estos sistemas nuevos y más complejos son denominados estructuras disipativas y son aplicables tanto al campo ecológico como cultural (Prigogine y Stengers, 1979).

Para ejemplificar las ventajas y limitaciones de la teoría panarquía, se tomará el ejemplo de los pequeños productores de café en el Departamento de Cundinamarca (Colombia). La figura 1-2 ilustra como cambios en los patrones de uso del suelo pueden influenciar niveles inferiores, modificando la composición y estructura de las comunidades microbianas edáficas y las propiedades físico químicas del suelo. Tal como en el ejemplo de Gunderson y Holling (2002), se encuentran además entrelazadas jerarquías de decisión de tipo social, ya que estas perturbaciones obedecen a razones antropogénicas, fuertemente influenciadas por los grupos tomadores de decisiones, que sistemáticamente entran en contradicción con grupos de otros niveles que sostienen puntos de vista e intereses diferentes.

Por otro lado, perturbaciones como el brote de broca (*Hypothenemus hampei*) en una finca, derivado de una combinación del aumento de temperaturas y del inadecuado manejo cultural de la plaga, podrían generar un efecto cascada de distribución de la broca a nivel de la matriz de los agroecosistemas. Esto por supuesto, está vinculado con factores culturales como la disponibilidad de mano de obra para realizar la recolección de frutos afectados. De la misma forma la modificación de los microclimas a escala finca, a través de prácticas de manejo de la biodiversidad (uso de especies que generan sombra) y del manejo de la fertilidad del suelo, podrían dar como resultado la alteración del clima regional.

Este modelo también permite comprender aspectos sociales en lo que se denomina memoria, que se refiere a aprendizajes de los procesos organizativos, la memoria social, las habilidades, la confianza mutua, la integración y construcción de escenarios, el liderazgo, las redes y los sistemas de gobernanza, entre otros (Folke, 2006; Gunderson, 2008). Resulta de fundamental importancia para comprender la resiliencia actual de los agroecosistemas acudir a su historia, entender las bases que explican cómo han llegado a su estado actual. Una aproximación histórica también revela cuales variables han sido transformadas, mientras que otras han evolucionado poco.

Figura 1-2. Conexiones recordar y rebelarse en el modelo panárquico.

Tomado de Gunderson (2008). La conexión “Recordar”, como el caso de la memoria, experiencia acumulada o aprendizajes, facilita la renovación y la innovación del ciclo corto, a través de la acumulación en un ciclo más lento y grande. La conexión “Rebelarse”, puede extenderse a escalas mayores, iniciando una perturbación en los ciclos más lentos, como en el caso de brote de broca, o la alteración del clima regional a través de la modificación de muchos microclimas.

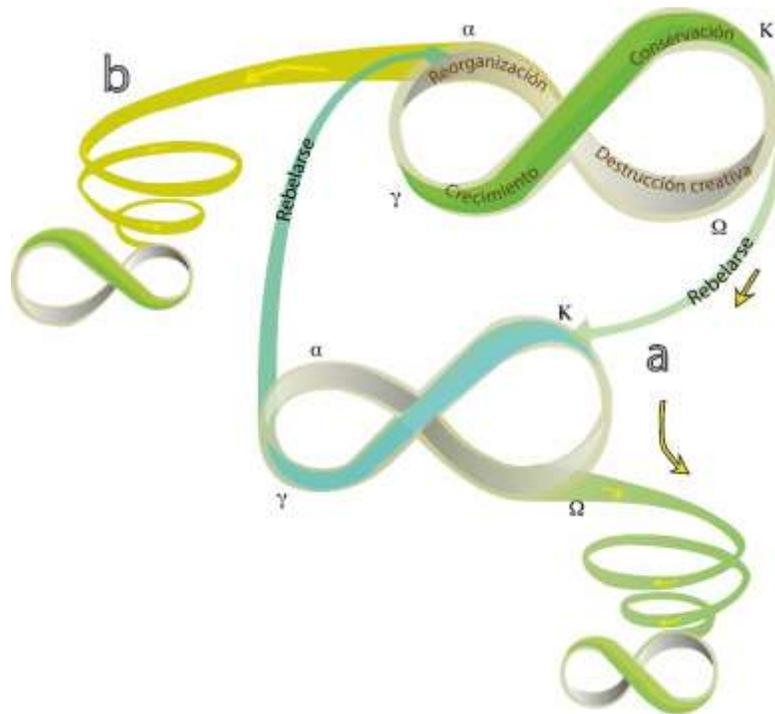
Sin embargo, el modelo panarquial plantea una secuencia que no siempre se sigue en los sistemas complejos, como los agroecosistemas. Tal es el caso de la especulación internacional del precio del café que reduce los ingresos de los pequeños productores, ocasionando una serie de consecuencias como la emigración a las ciudades, el fomento de formas de servidumbre, periodos críticos de hambre, brotes de enfermedades, entre otros. Esta situación no necesariamente lleva después a estabilizar el sistema, sino que al contrario podría llevarlo a sucesivos ciclos de caída (espiral descendente), que no se pueden reflejar tal como está planteado el modelo panarquial, por lo cual se propone una configuración diferente de la interacción entre escalas anidadas (Figura 1-3a). Por eso después de un ciclo representado por la figura de infinito, bien podría darse lugar a una estructura tipo espiral que se mueve ensanchándose (de manera que los niveles se separan y tienden a niveles más altos), o bien podría estrecharse la espiral, de manera que de cierta forma se retrocede, como en situaciones de falta de acceso a recursos básicos.

En el caso contrario, las organizaciones comunitarias, productivas y sobre todo de corte político, que tiendan a desestabilizar el actual sistema económico y político, podrían causar un efecto a un nivel más regional o incluso mundial en la jerarquía más alta. En el mejor de los escenarios, bajo el supuesto de que esta influencia modifique radicalmente la estructura de este nivel jerárquico, no podría plantearse una subsecuente nivelación, estabilización y posterior recuperación del sistema, ya que éste transitaría por varias caídas que darían lugar más a una transformación de sus funciones y estructura que a una recuperación del mismo (Figura 1-3b).

Retomando las palabras de Holling (2001), la panarquía es a la vez creativa y conservadora, a través del equilibrio dinámico entre cambio rápido y memoria, entre

perturbación y diversidad y se mantiene, al mismo tiempo que se desarrolla. A pesar de esto, este enfoque como se señaló anteriormente, no pregunta para quien es la resiliencia por la que se está indagando, es decir los actores y sus intereses, ni por las causas específicas de la resiliencia actual (alta o baja). En ese sentido, se propone incluir en este marco conceptual una idea que ha sido trabajada en el campo de la vulnerabilidad por Amartia Sen (1981), formulada inicialmente para explicar la inseguridad alimentaria, a partir de la identificación de las causas de la vulnerabilidad.

Figura 1-3. Modelo panárquico con nuevas configuraciones de interacción entre escalas anidadas en sistemas complejos.



Elaboración propia (2015), modificado de Gunderson (2008) (a) Muchos sistemas complejos no siempre siguen un camino de pasos sucesivos, sino que pueden pasar por dos o más fases de destrucción antes de reorganizarse, siguiendo un recorrido de espiral descendente, hasta nuevos estados. Tal es el caso de la especulación de precios internacionales del café, que puede producir disminución de ingresos de los pequeños caficultores y otras consecuencias desfavorables para ellos (b) Las flechas “rebelarse” y “recordar”, no siempre van en la misma dirección, ni desembocan en el mismo punto. En el caso de la caída de regímenes socio políticos, por ejemplo, la flecha “rebelarse” iría desde un nivel de anidación menor hasta uno mayor, pero directamente hacia el ciclo de cambio más rápido y corto, que producen en general las revoluciones sociales y de ahí desencadenaría una sucesión de eventos que toman la forma de espiral.

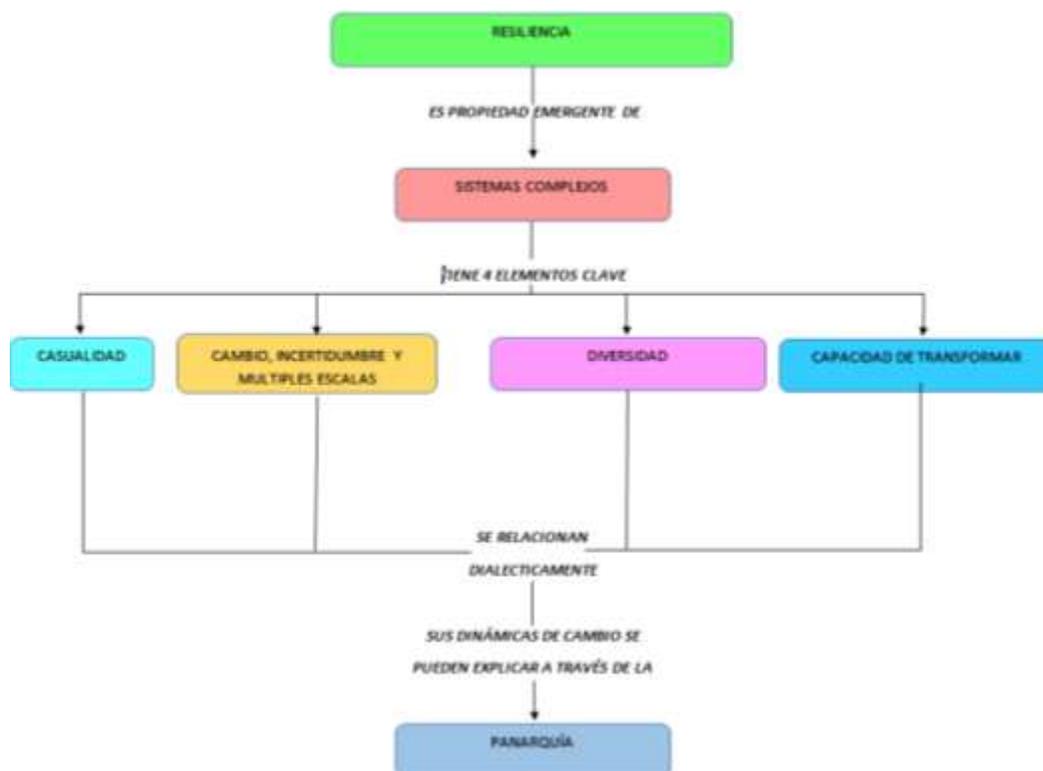
1.3 Puntos nucleares para una comprensión de la resiliencia

Es claro que la cuestión nuclear no radica tanto en encontrar un solo concepto, sino en identificar los elementos del sistema que se relacionan con esta habilidad de lidiar con los cambios y las incertidumbres, conservando las funciones mínimas y manteniendo la capacidad de transformarse frente a las nuevas condiciones.

Aún existen muchas dificultades en las formas de medir la vulnerabilidad o la resiliencia frente al cambio climático en teoría y práctica, debido a la complejidad que suponen los agroecosistemas. Diferentes análisis incorporan aspectos ecológicos o culturales, pero difícilmente los logran integrar adecuadamente y a diferentes escalas para aproximarse a una explicación de la realidad (León, 2013).

La complejidad de la definición de resiliencia incrementa cuando se usa como un marco conceptual o teórico ante asuntos que atañen a los sistemas socioecológicos y sus problemáticas actuales, mayor es la complejidad de su definición. La razón de dicha complejidad es que la resiliencia, como se dijo anteriormente, no es un término neutral que pueda escindirse del poder, la distribución y los intereses de las clases sociales. Por tanto, la pregunta “¿Resiliencia ante qué, planeada por quién y para quién?” es pertinente al intentar encontrar respuestas ante los efectos del cambio y la variabilidad climática en los agroecosistemas.

Figura 1-4. Esquema que explica el concepto de resiliencia en sistemas complejos.



Fuente: Elaboración propia.

Para introducir esa discusión, nuclear en el abordaje de la resiliencia, es necesario puntualizar algunos elementos clave que un enfoque de este tipo debe contener para aproximarse de una manera relativamente integral a las problemáticas sociales. Reuniendo propuestas de diferentes autores (Sen, 1981; Davoudi, *et al.*, 2012; Darnhofer, 2014), se han definido cuatro características válidas tanto a nivel de agroecosistemas como a escalas mayores, que resultan útiles para describir sistemas resilientes ante un contexto de cambio climático. La figura 1-4 muestra de manera esquemática la conceptualización de resiliencia para sistemas complejos.

1.3.1 Causalidad

La situación relativa de diferentes grupos socioeconómicos, que está relacionada con los ingresos, la clase social, las etnias, la edad, el género, los medios de vida; tienen un vínculo directo con su resiliencia (Sen, 1981). Los grupos o clases sociales, se diferencian en la forma en que acceden a los recursos productivos, en los bienes que poseen, los grados de desarrollo y los tipos de producción en que están insertos. Todos estos factores resultan críticos al momento de definir su resiliencia.

Para los pequeños productores una sequía de corto plazo puede tener repercusiones enormes, sobre todo cuando dependen de una pequeña porción de tierra para garantizar su autonomía alimentaria. Esta situación puede acarrear disminución de pastos y en consecuencia pérdidas de ganado, disminución o pérdida de productividad de cultivos comerciales y de pan coger (Wilhite *et al.*, 1987). De la misma forma la especulación de los precios de alimentos básicos, la concentración de la tierra, la falta de políticas públicas, de infraestructura adecuada, o de acceso a insumos, la falta de decisión política, así como la ubicación geográfica y las limitaciones biofísicas, afectan la resiliencia de los agroecosistemas y sus agricultores. Los agroecosistemas más vulnerables, posiblemente no poseen el capital o los bienes suficientes para enfrentar las adversidades del clima.

Para comprender este conjunto de condiciones se requiere un análisis histórico de las causas de las condiciones espaciales, económicas, políticas, ideológicas, de estos sistemas productivos. En un país como Colombia, el problema agrario está inscrito en lo profundo de las explicaciones de la marginalidad y los conflictos sociales. Esta visión histórica puede proporcionar información sobre cómo se reproducen factores claves de la resiliencia a diferentes niveles (estado, región, comunidad, familia), permitiendo ubicarlos en relación con las políticas públicas, las relaciones entre clases sociales y las interacciones ambientales.

En particular el Estado ha jugado un papel importante en la distribución de recursos, generando desigualdades históricas, a través del acceso diferenciado de oportunidades (generación de ingresos, acceso a medios de producción, riego, créditos, semillas, entre otros). Esto explica en parte como la resiliencia de unos grupos puede aumentar en la medida que disminuye para otros. Tal es el caso de políticas de desarrollo que relegan unas regiones, o algunos tipos de producción, al tiempo que favorecen otras, siendo la marginación la otra cara de la concentración de

riqueza. Por tanto, el análisis histórico, permite visibilizar los procesos que hace falta enfrentar para reducir la vulnerabilidad e intervenir sobre las formas que la exacerban.

1.3.2 El cambio, la incertidumbre y la perspectiva de múltiples escalas

Holling (1973) plantea que las fluctuaciones son esenciales para los sistemas ecológicos y que los ecosistemas no evolucionan a un estado clímax, sino que se someten a ciclos periódicos de cambio, lo cual aplica para los sistemas socioecológicos, especialmente en un planeta cambiante cuyos eventos (sociales, climáticos, entre otros) muchas veces no pueden predecirse. Adicionalmente, Luthar *et al.* (2000) en su definición de resiliencia desde la psicología parten del hecho de que los resultados de los cambios pueden ser positivos y, por ende, ellos pueden tener como efecto el fortalecimiento del mismo sistema. De otro lado las retroalimentaciones a múltiples escalas temporales y espaciales conducen a dinámicas impredecibles, donde no se puede pensar en un equilibrio estable, ni en un camino óptimo de desarrollo (Holling, 2001).

Tampoco cabe esperar volver a un equilibrio o restaurarlo, porque no existe un estado estable al cual retornar, o más bien porque todo se mueve de forma dialéctica, siendo imposible retornar al mismo estado anterior. Friend y Moench (2013) resaltan que la idea de una identidad de los sistemas puede estar abierta a la interpretación, ya que no puede comprenderse como un estado de normalidad, sino que debe moldearse y adaptarse a las perturbaciones. Precisamente, dos características de los sistemas que son importantes para el concepto de la resiliencia son que los sistemas no tienen identidades estables (tienen el potencial para exhibir múltiples identidades y pueden cambiarlas) y que no son estáticos, sino que cambian constantemente por medio de ciclos adaptativos (Martin-Breen & Anderies, 2011). Por tanto, el fin de las políticas no es controlar el cambio, sino potencializar las capacidades del sistema para lidiar con él y transformarse.

La resiliencia se construye a través de redes sociales, políticas, económicas y culturales que van desde una escala local a una global. Hay varias posibilidades al considerar la escala dentro de la resiliencia: la que va de lo local a lo global (el encadenamiento de grupos sociales al cual se refiere Berkes, 2007); hay escalas o niveles dentro de las organizaciones (a las que se refieren Lebel *et al.*, 2006); y existen las que tienen un carácter temporal. El concepto de panarquía (Gunderson & Holling, 2002) abarca esta variedad de posibilidades al considerar las cuatro fases del cambio ante una perturbación y la existencia de ciclos de diversa magnitud.

La capacidad del agroecosistema de lidiar con las crisis hace parte de un grupo de dinámicas complejas, que puede potenciarse o erosionarse tanto por políticas sociales, como por dinámicas propias de la familia, es decir, procesos a niveles mayores e inferiores. Se puede tomar la familia de agricultores como un ejemplo de esto: sus capacidades con una combinación de estrategias, resultado de la coevolución entre el agroecosistema con su entorno, las oportunidades que se presentan, los gustos y preferencias de la familia, la etapa del ciclo de vida familiar, entre otras (Darnhofer, 2009).

Los agricultores se encuentran permanentemente haciendo frente a las crisis, bien sea sequías, granizo, heladas o incertidumbres del mercado (Darnhofer, 2012). Los agroecosistemas pueden ser resilientes en muchos sentidos, pero fallas relacionadas con programas de apoyo, capacitación, derechos de acceso al agua para riego, entre otros, afectan la capacidad de recuperación de las fincas (Walker *et al.*, 2006 Pahl-Wostl, 2009). La responsabilidad de los regímenes de gobierno, así como los grupos sociales que ejercen influencia en torno a sus intereses, debe incluirse bajo este enfoque de resiliencia (Davoudi, 2012).

1.3.3 La diversidad

En este caso la diversidad hace alusión tanto a las voces, la participación, los recursos naturales y las posibilidades económicas. Berkes (2007) también se refiere a una diversidad tanto ecológica como económica que permita al sistema resistir y tener varias respuestas ante cambios abruptos y llevar a cabo diferentes funciones. Por su parte, Lebel *et al.* (2006) señalan la diversidad ecológica y social como uno de los elementos clave para que los sistemas puedan auto organizarse.

En este contexto la diversidad biológica es un elemento, comprendida no solo como el conjunto de especies que cumplen una función, sino también como la diversidad de respuestas de éstas a variados estímulos. El establecimiento de biodiversidad puede entenderse como una pre adaptación, en la medida en que se incluya al interior y exterior de los agroecosistemas. Puede aumentar las opciones para los agricultores, o modificar los objetivos socioeconómicos, constituyéndose en un elemento clave en la estabilidad de la finca (Darnhofer *et al.*, 2012).

Altieri y Nicholls (2013) sostienen que la resiliencia se favorece a partir de estrategias como: mantener y aumentar la biodiversidad, lo cual permite responder al cambio de diferentes formas y además asegura las funciones claves de la finca; proporcionar incentivos a los agricultores para que adopten tecnologías conservadoras de recursos e implementar tecnologías y prácticas que se basen en conocimientos agroecológicos. Es necesario especificar la escala y magnitud en la que operan factores como la multi funcionalidad de la biodiversidad, la adopción de tecnologías verdes o la conservación del conocimiento tradicional, pero en ningún caso constituyen la piedra angular sobre la que se sustenta la resiliencia. Las comunidades dependen del ambiente natural que habitan, pero también de las políticas, el grado del acceso a recursos, las relaciones de poder, los precios del mercado y otros aspectos que rigen las sociedades.

1.3.4 Combinación de diferentes tipos de conocimiento, capacidad de transformar

Martin-Breen y Anderies (2011) mencionan que las instituciones y los gobiernos no deben estar separados de su contexto, ni aislados de las realidades locales, por lo que es necesario que exista conexión entre las instituciones y las comunidades. Manyena (2006) propone en el mismo sentido que el conocimiento y culturas locales deben ser reconocidas si se quiere aumentar la resiliencia de una sociedad. Las comunidades deben tener acceso a recursos naturales y voz en los procesos de política relevantes, de

la misma forma en que es necesario el reconocimiento de los valores sociales (la confianza, las redes, la cooperación) (Mayunga, 2007). Badahur *et al.* (2010) señalan que el punto de partida de la resiliencia ante el cambio climático deben ser las comunidades locales y por esta razón es necesario fomentar su participación. Adger (2003) manifiesta que debe existir esta articulación entre gobierno y comunidades, pero que cada grupo debe concentrarse en su rol y funciones de manera que ante los efectos del calentamiento global cada uno pueda cumplir su papel. Este autor también resalta la necesidad de que los gobiernos den autonomía a las comunidades o grupos, de manera que ellos puedan tomar acciones bajo su control, lo cual contribuirá a mejorar sus propias capacidades de actuar, mitigar efectos y adaptarse.

Tal como señala Darhnofer (2014), la resiliencia abarca 3 capacidades: capacidad de amortiguación, capacidad de adaptación y capacidad transformadora. El potencial del concepto resiliencia se dará solo en tanto el último componente se tome en serio. Sin embargo, existen fuertes intereses en contra de la idea de desenvolver cambios radicales, basados en discursos que promueven la persistencia del modelo dominante (Davoudi *et al.*, 2013).

Por otro lado, Folke (2006) plantea que los choques o disturbios a un sistema son una oportunidad para la innovación y creación de nuevas estrategias. Por su parte, Norberg y Cumming (2008) señalan que los sistemas adaptativos complejos se distinguen de otros sistemas porque tienen la capacidad de responder al ambiente por medio de la auto-organización, el aprendizaje y el razonamiento. Bené *et al.* (2012) proponen que esa habilidad de aprendizaje es uno de los elementos que se deben articular con una buena gobernanza para aumentar la resiliencia de una sociedad.

Bajo este enfoque la participación y la deliberación, constituyen los primeros elementos de dicha gobernanza. Le siguen las instituciones policéntricas y con múltiples niveles que mejoran la adecuación de conocimiento, acción y contextos socioecológicos en maneras que permiten a las sociedades adaptarse en varios niveles. Una estructura social con varios centros relativamente independientes tiene como consecuencia que las organizaciones locales evolucionen y tengan capacidad de autoevaluarse y participar en las decisiones. Ese conocimiento local puede dirigir acciones comunitarias que serían imposibles de lograr desde un sistema excesivamente centralizado. Luego aparecen las instituciones responsables que persiguen distribuciones justas de beneficios y riesgos involuntarios, aumentando la capacidad adaptativa de grupos vulnerables y de la sociedad en general: en este escenario las autoridades están obligadas a presentar rendición de cuentas, explicar e informar a la sociedad en general sobre sus decisiones y gestiones.

Los programas de resiliencia deben considerar temas de justicia y equidad cuando distribuyen los riesgos entre las comunidades. Sin embargo, esta podría ser la característica más débil en la situación mundial actual ya que la pobreza, la justicia social y la equidad no han sido focos de atención dentro del debate de la resiliencia (Friend & Moench, 2013). La equidad en la distribución no solamente se refiere al ingreso económico, sino también a la distribución de los riesgos frente a un contexto de cambio climático, ya que son los grupos más vulnerables a los que generalmente se les transfieren los mayores riesgos (Bené *et al.*, 2012).

En este punto vale la pena hacer una referencia especial a la relación pobreza-vulnerabilidad. En discusiones sobre la resiliencia es frecuente encontrar afirmaciones que señalan que los grupos pobres son los que presentan una vulnerabilidad más alta ante el cambio climático y los que tienen menor capacidad de adaptación. Sin embargo, varios autores coinciden en que, aunque pobreza y vulnerabilidad están relacionadas, ellas no pueden ser tomadas como sinónimos y tampoco es acertado afirmar que los pobres son menos resilientes (Friend & Moench, 2013; Cumming, 2011; Gaillard, 2010).

El primer argumento que soporta lo anterior es que las personas que viven en condición de pobreza están acostumbradas a lidiar con presiones sistemáticamente, así que cuentan con mayor número de estrategias para enfrentar las perturbaciones. En segundo lugar, la relación entre ingreso y resiliencia no es directamente proporcional, ya que hay otros tipos de bienes que son generalmente ignorados en tanto elementos que contribuyen a aumentar la resiliencia de un grupo, como la vivienda y el capital social (Martin-Breen & Anderies, 2011). En cuanto a la vivienda, dicho bien sirve de soporte vital para varios miembros de una familia o como fuente de ingreso adicional al rentar espacio (por ende, las políticas que tienen que ver con urbanización y uso del suelo afectan de manera directa este bien). También las redes y relaciones informales y formales comunitarias, son elementos importantes en la resiliencia, al garantizar el apoyo por parte de vecinos o conocidos ante inconvenientes.

Los grupos poblacionales que enfrentan condiciones de pobreza desarrollan entonces capacidades y redes para construir resiliencia. Las políticas que se enfocan en proveer soluciones para las necesidades básicas pueden contribuir a mejorar las condiciones de vida de estos grupos, pero no es posible lograr este objetivo si se define a la población como individuos carentes de capacidades y sin agencia para mejorar sus propias situaciones, incluso ante los efectos del calentamiento global.

La pregunta fundamental es precisamente cómo se distribuyen los riesgos ante los eventos climáticos, lo cual no tiene que ver con las habilidades de los grupos sociales, sino con la manera en la que se toman decisiones y se establecen compensaciones (Friend & Moench, 2013). La manera como se define cuál es el bien común, a quién se sacrifica y cómo se distribuyen los costos y los beneficios es una cuestión política que tiene que ver con un contexto de desigualdad en derechos, libertades y valores sociales. Esto se vuelve problemático cuando se compensa la resiliencia del sistema con las necesidades de los grupos más marginales y cuando ellos no cuentan con la voz para participar en estos procesos de toma de decisión.

La discusión alrededor de la pobreza y la vulnerabilidad ante el cambio climático tiene que ver con cuestiones políticas y de distribución de recursos (como de riesgos). La pobreza es una problemática relacionada con la resiliencia, pero superarla no es uno de sus fines y esto debe ser claro en la construcción de políticas tanto para la resiliencia ante el cambio climático, como para las de desarrollo: “El discurso acerca de la importancia de la construcción de resiliencia para la reducir la pobreza está lleno de fallas: no hay una solución directa y obvia para salir de la pobreza por medio de la resiliencia. Por ende, el desarrollo debería mantener su enfoque en la reducción de la pobreza y en el bienestar, no en la construcción de resiliencia” (Bené *et al.*, 2012, p. 48).

1.4 ¿Resiliencia ante qué?

Los elementos anteriormente expuestos permiten retomar las preguntas que formulan Lebel *et al.* (2006) y Friend y Moench (2013): ¿Resiliencia ante qué, planeada por quién y para quién? Es claro que la resiliencia de los agroecosistemas frente a la variabilidad climática debe verse más allá del mantenimiento de la diversidad, el ingreso económico o la ayuda gubernamental. Tiene que ver fundamentalmente con el contexto social general y la estructuración económica y política de los países.

La respuesta a esas preguntas se encuentra en el análisis del modelo económico y sus prioridades y cómo las elecciones de los gobiernos han contribuido a generar el calentamiento global. O'Brien *et al.* (2009) sugieren que los contratos sociales (acuerdos formales e informales en la sociedad) que se enfoquen en el cambio climático como el problema central, ignorando los factores sociales, políticos y económicos que justifican la subordinación del ambiente a ciertos intereses, no van a representar un cambio sustancial.

En segundo lugar, el Estado define quién accede a ciertos recursos y cómo se distribuyen tanto las oportunidades, como los riesgos. El modelo económico determina la distribución de los bienes, lo cual resulta en el beneficio de ciertos sectores sociales y el detrimento de otros. Estas cuestiones de poder, representación y participación (quién puede hablar, quién es escuchado) determinan la resiliencia de las clases sociales, por tanto, se apoya la idea de que la resiliencia está lejos de ser un concepto aséptico y neutral para abordar los problemas relacionados con el cambio climático. Como lo plantean Friend y Moench (2013): “Este discurso en evolución tiende a asumir que la resiliencia es una característica inherentemente positiva sin cuestionar ante qué, para quién y quién la planea. Como resultado, los análisis frente a la resiliencia climática deben tener mayor relación con los cuerpos de conocimiento sobre la pobreza, la política económica y las dinámicas del poder en diferentes sociedades” (p. 111).

La aplicación de las dinámicas de los ecosistemas, no puede transferirse de la misma forma al ámbito social, ni suponer que la resiliencia puede alcanzarse solo a través de mecanismos científicos o técnicos. Estas suposiciones esquivan el análisis sobre los conflictos y los esquemas de poder (Davoudi, 2012). En el contexto actual se debe construir una resiliencia no solo ante los efectos del calentamiento global o los desastres naturales, sino también ante los sistemas sociopolíticos, ante el modelo económico y las injustas estructuras de poder que los caracterizan. Los grupos sociales, particularmente los campesinos, enfrentan dificultades que van más allá del mundo natural y tienen que ver con dichos sistemas, lo cual es normalmente ignorado o subvalorado cuando se habla de su resiliencia.

Según Davoudi (2012) y Scott (2013) se pueden distinguir dos enfoques de resiliencia: uno de ellos es el ecosistémico centrado en el mantenimiento del sistema dentro de un régimen, en su capacidad de amortiguar y adaptarse, el cual a pesar de contemplar la transición, no la ve deseable. La otra visión incluye como esencial la capacidad de transformar, lo cual se produce en todas las escalas de forma interrelacionada (individuos, instituciones, tecnología, economía, política) e implica cambios tanto en los estilos de vida, como en las relaciones de poder, las normas y los valores (Brown, 2014).

Para el análisis del caso colombiano se pueden señalar varios factores que minan la resiliencia de los grupos campesinos ante el cambio climático: alta concentración de la tierra; inequidad en el acceso a recursos, capital y asistencia técnica; poco fomento e incluso trabas a la asociación independiente del Estado. Estos factores son característicos de un sistema económico anclado en una sociedad en la que se preservan formas de explotación precapitalistas y que obedece a intereses extranjeros por encima de los nacionales.

De manera general, se evidencia que muchos aspectos estructurales no son considerados en la construcción del concepto de resiliencia. Varias definiciones sugieren que la resiliencia de los campesinos es la medida en que se adaptan y se someten al modelo predominante. Bajo esta perspectiva, enfatizar en la capacidad meramente ecosistémica de recuperación de un agroecosistema frente a la variabilidad climática, puede distraer la atención de las injusticias sociales existentes. El discurso común sobre la resiliencia puede entonces legitimar las relaciones jerárquicas y de explotación actuales.

Atender a los factores fundamentales de la resiliencia, implica ir más allá de la transformación de factores físicos y/o ecológicos (manejo de biodiversidad, del microclima, de suelos, entre otros) y centrar la atención en el mejoramiento de las condiciones sociales estructurales, específicamente en cambios a largo plazo que garanticen el acceso a los campesinos a los recursos productivos y a la autonomía para la toma de decisiones. La resiliencia en ese sentido debe dejar de ser un concepto conservador empleado para preservar la identidad, estructura y función del sistema existente y fundamentarse en la capacidad de transformar un sistema social (Wilson *et al.*, 2013; Pelling y Navarrete, 2011).

Finalmente, la resiliencia puede llegar a ser mayor en las comunidades con capacidad de enfrentar estos problemas estructurales, capaces de gestionar y organizarse independientemente del Estado generando nuevas relaciones económicas y políticas para hacer frente a las causas estructurales de su baja resiliencia. Lo anterior plantea además un enfoque interesante, ya que la resiliencia da cuenta de realidades políticas, pero al tiempo se circunscribe en una perspectiva de esperanza y transformación (Shaw y Maythorne, 2013).

1.5 Conclusiones

Friend y Moench (2013) plantean que para aplicar de manera adecuada el concepto de resiliencia a los grupos poblacionales en un contexto de cambio climático es necesario que se reconozca a la resiliencia como un discurso político, que se aplica a un campo social en disputa y que está relacionado con la pobreza, la equidad, la distribución y la justicia. Al conceptualizar la resiliencia como discurso político es posible abordarlo de manera crítica, ya que el discurso como práctica social tiene un papel en la reproducción social de relaciones de dominación, al dar cuenta de proposiciones ideológicas que son dominantes y que contribuyen al posicionamiento de ciertos grupos dentro del espacio social (Fairclough, 1995). De acuerdo con lo anterior, el discurso político de la resiliencia puede estar atado a los valores e intereses de un grupo, en detrimento de otros cuyas voces no cuentan o son invisibilizadas.

Para poder realizar este análisis crítico frente a la resiliencia es necesario preguntarse entonces quién la planifica, para quién se planifica y qué riesgos se quieren mitigar por medio de ella. Como lo plantean Smith y Stirling (2008), en una investigación sobre la resiliencia de los sistemas socioecológicos se debe tener claro quién gobierna, quién define los límites del sistema y qué resiliencia es la que se prioriza (para quién). Esto permite explorar críticamente los tipos de resiliencia que son útiles e inútiles y qué propósitos buscan.

Este enfoque de resiliencia permite comprender mejor las interacciones dinámicas entre lo ecosistémico y lo cultural, así como las influencias de los diferentes niveles, enfatizando en la incertidumbre y la necesidad del cambio.

De cualquier forma, el interés de la academia y la comunidad por la investigación que aumente el conocimiento acerca de este concepto redundará en el aumento de herramientas conceptuales y metodológicas para poder operativizar la resiliencia, sin dejar de lado que aún es necesario avanzar más en cuestiones como la medida de la resiliencia, la definición de los límites de los sistemas, la valoración de las capacidades de los actores y cómo asignar la distribución de los riesgos dentro de varios grupos sociales (Bené *et al.*, 2012; Martin-Breen & Anderies, 2011; Badahur *et al.*, 2010).

1.6 Referencias

Adger, W. (2000) Social and Ecological Resilience: Are They Related? *Progress in Human Geography* 24(3), 347–64.

Adger, W. (2003). Social capital, collective action, and adaptation to climate change. *Economic Geography* 79(4), 387–404.

Ángel, A. (1995). *La fragilidad ambiental de la cultura*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Altieri, M. & Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8 (1), 7-20.

Badahur, A., Ibrahim, M. & Tanner, T. (2010). *The resilience renaissance? Unpacking of resilience for tackling climate change and disasters*. Strengthening Climate Resilience-Discussion Paper 1. Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex.

Bené, C., Godfrey, R., Newsham, A. & Davies, M. (2012). *Resilience: New Utopia or New Tyranny? Reflection about the Potentials and Limits of the Concept of Resilience in Relation to Vulnerability Reduction Programmes*. Brighton: Centre for Social Protection, Institute of Development Studies. IDS working paper 405

Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (Eds.) (2003). *Navigating social-ecological systems. Building resilience for complexity and change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Berkes, F. & Folke, C. (Eds.) (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge: Cambridge University Press.

Berkes, F. (2007) *Understanding Uncertainty and Reducing Vulnerability: Lessons from Resilience Thinking*. *Natural Hazards* 41(2), 283–295.

Bruneau, M. & Reinhorn, A. (2006). *Overview of the Resilience Concept*. Proceedings of the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering. April 18-22, 2006, San Francisco, California, USA.

Brown, K. (2014). Global environmental challenge I: A social turn for resilience? *Progress in Human Geography*, 38(1), 107–117.

Carpenter, S. & Brock, W. (2008). Adaptive capacity and traps. *Ecology and Society* 13(2), 40.

Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. & Abel, N. (2001). From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems* 4, 765–781.

Carpenter, S., Westley, F., & Turner, G. (2005) Surrogates for resilience of social-ecological systems. *Ecosystems* 8(8), 941–944.

Cumming, G. (2011). *Spatial Resilience in Social-Ecological Systems*. Cape Town: Springer.

Davoudi, S., Brooks E. & Mehmood, A. (2013). Evolutionary Resilience and Strategies for Climate Adaptation. *Planning, Practice & Research* 28(3), 307–322.

Davoudi, S. (2012) Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? *Planning Theory & Practice* 13(2), 299–333.

Darnhofer, I. (2009). *Strategies of Family Farms to Strengthen their Resilience*. Thematic Session D5: Strategies for enhancing system's resilience. Presented at the 8th International Conference of the European Society for Ecological Economics, June 2009 in Ljubljana (Slovenia).

Darnhofer, I., Gibbon, D. & Dedieu, D. (2012). *Farming Systems Research: An approach to inquiry. Farming Systems into the 21st century: The new dynamic*". Dordrecht: Springer.

Darnhofer, I. (2014). Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics* 41(3), 461-484.

Fairclough, N. (1995). *Critical Discourse Analysis. The critical study of language*. England: Longman

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16, 253–267.

Folke, C., (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16 253–267.

Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. & Rockstrom, J. (2010) Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15(4), 20–28.

Friend, R. & Moench, M. (2013). What is the purpose of urban climate resilience? Implications for addressing poverty and vulnerability. *Urban Climate* 6, 98-113.

Foster, J. (2004). *La ecología de Marx: Materialismo y naturaleza*. Barcelona: Ediciones El Viejo Topo.

Gaillard, J. (2010). Vulnerability, capacity and resilience: perspectives for climate and development policy. *Journal of International Development* 22, 218-232.

Garmestani, A., Allen, C. & Cabezas, H. (2009). Panarchy, adaptive management and governance: policy options for building resilience. *Nebraska Law Review* 87, 1036-1054.

Gunderson, L. & Holling, C. (2002). *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington: Island Press

Gunderson, L. (2008) Panarchy. In S. Jørgensen & B. Fath (Eds.), *Encyclopedia of Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Holling, C. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, 1-23.

Holling, C. (1996). Engineering resilience versus ecological resilience. In: Schulze, P. (Ed.), *Engineering Within Ecological Constraints* (31–44). Washington: National Academy Press.

Holling C. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems* 4 (5), 390-405.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2007). *Climate change: impacts, adaptation and vulnerability summary for policymakers*. Contribution of Workgroup II to IPCC. Fourth Evaluation. Geneva.

Kasperson, R., Dow, K., Archer, E., Caceres, D., Downing, T., Elmqvist, T., Eriksen, S., Folke, C., Han, G., Iyengar, K., Vogel, C., Wilson, K. & Ziervogel, G. (2005). Vulnerable people and places. In R. Hassan, R. Scholes & N. Ash (Eds.) *Ecosystems and Human Wellbeing: Current State and Trends* (143-164). Washington: Island Press.

Lebel, L., Anderies, J., Campbell, B., Folke, C., Hatfield-Dodds, S., Hughes, T. & Wilson, J. (2006). Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1), 19.

León, T. E. (2013). La dimensión ambiental del cambio climático en la agricultura. En C. I. Nicholls, L. A. Ríos, & M. Á. Altieri (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 180–192). Medellín, Colombia: Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) Proyecto de: la Sociedad Científica Latinoame.

Luthar, S., Cicchetti, D. & Becker, B. (2000). The construct of resilience: A critical evaluation and guidelines for future work. *Child development* 71(3), 543–562.

Manyena, S. (2006). The Concept of Resilience Revisited. *Disasters* 30 (4), 433–450.

Martin-Breen, P. & Anderies, M. (2011). *Resilience: A literature review*. Brighton: Institute of Development Studies, The Resource Alliance, The Rockefeller Foundation.

Mayunga, J. (2007) *Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A Capital-Based Approach*. Paper prepared for the summer academy Megacities as Hotspots of Risk: Social Vulnerability and Resilience Building. Munich, Germany, 22–28 July 2007. Available at: <https://www.ehs.unu.edu/file/get/3761>.

Nelson, D., Adger, W. & Brown, K. (2007). Adaptation to Environmental Change: Contributions of a Resilience Framework. *Annual Review of Environment and Resources* 32, 395–419.

Norberg, J., & Cumming, G. (2008). *Complexity theory for a sustainable future*. New York: Columbia University Press.

O'Brien, K., Hayward, B. & Berkes, F. (2009). Rethinking social contracts: building resilience in a changing climate. *Ecology and Society* 14(2), 12.

Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change* 19, 354–365.

Pelling, M. & Manuel-Navarette, D. (2011). From resilience to transformation: The adaptive cycle in two Mexican urban centers. *Ecology and Society* 16(2), 11.

Pendall, R., Foster, K. & Cowell, M. (2010) Resilience and regions: Building understanding of the metaphor. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 71–84.

Prigogine, I. & Stengers, I. (1979). *La Nouvelle Alliance. Métamorphose de la Science*. Paris: Gallimard.

Ríos, L. A., Salas-Zapata, W., & Espinosa-Alzate, J. A. (2013). Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas. Más que una externalidad. En C. I. Nicholls, L. A. Ríos, & M. Á. Altieri (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 60–76). Medellín, Colombia: Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) Proyecto de: la Sociedad Científica Latinoame.

Rockefeller Foundation (2009) *Building Climate Change Resilience*. Rockefeller Foundation White Paper. Available at: <http://www.rockefellerfoundation.org/blog/climate-change-resilience-rf-white-paper>.

Rodríguez, A. (2007). Cambio climático agua y agricultura. *ComúnIIICA* 1, II Etapa, 13-23. Available at: http://www.sihca.org/reuniones/todas/Octavoforo/Bloque_I_Sostenibilidad/2.%20Adrian%20Rodriguez_Cambio%20climatico%20agua%20y%20agricultura.pdf

Scott, M. (2013). Resilience: A conceptual lens for rural studies? *Geography Compass* 7(9), 597–610.

Sen, A. (1981). *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*. Oxford: Oxford University Press.

Shaw, K. & Maythorne, L. (2013). Managing for local resilience: towards a strategic approach. *Public Policy and Administration* 28, 43–65.

Simmie, J. & Martin, R. (2010) The economic resilience of regions: Towards an evolutionary approach, *Cambridge Journal of the Regions, Economy and Society* 3(1), 27–43.

Smith, A. & Stirling, A. (2008). *Social-ecological resilience and socio-technical transitions: critical issues for sustainability governance*. SETPS Working paper 8. Brighton: STEPS Centre.

Walker, B., Anderies, J., Kinzig, A. & Ryan, P. (2006). Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development: introduction to the special issue. *Ecology and Society* 11(1), 12.

Walker, B., Holling, C., Carpenter, S. & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2), 5.

Watts, M. & Bohle, H. (1993). The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. *Progress in Human Geography* 17, 43–67.

Wilhite, D., Easterling, W. & Wood, D. (Eds.) (1987). *Planning for Drought: Toward a Reduction of Social Vulnerability*. Boulder: Westview Press.

Wilson, S., Pearson, L.J., Kashima, Y., Lusher, D. & Pearson, C. (2013). Separating adaptive maintenance (resilience) and transformative capacity of social-ecological systems. *Ecology and Society* 18(1), 22.

2. Resiliencia, caficultura y poder: elementos para una reconstrucción histórica de la región del Tequendama (Colombia)

“El hecho de que la perspectiva ambiental reclame su propia manera de percibir el proceso histórico, no se debe al influjo de una moda cultural pasajera, sino a la convicción de que las formas de organización social están íntimamente vinculadas a la transformación tecnológica de los ecosistemas. También a la comprensión de que las racionalidades sociales, económicas o políticas, influyen en el mejoramiento o deterioro de los llamados sistemas naturales...”

Augusto Ángel Maya. 1995. La fragilidad Ambiental de la Cultura

Presentación

Este capítulo busca desarrollar uno de los puntos nucleares de la resiliencia, planteados en el primer artículo. Para comprender la resiliencia actual del campesinado en la región del Tequendama, es necesario explorar factores históricos que dan forma a las existentes condiciones económicas, políticas e ideológicas. Este es el punto de partida para identificar aspectos importantes que permiten potenciar la capacidad adaptativa y transformadora de los pequeños caficultores.

Resumen

Para lograr una explicación compleja de la resiliencia de una comunidad, es necesaria una aproximación histórica que permita visibilizar los procesos que han dado lugar a las actuales condiciones ecosistémicas, económicas, políticas e ideológicas, en este caso, de los campesinos caficultores del Tequendama. Esto propicia una mejor comprensión de las relaciones de poder, el acceso a los recursos y los procesos biofísicos en la región.

Para entender la historia reciente de la región del Tequendama, se realizó una revisión historiográfica que se complementó con trabajo de campo, el cual permitió incluir diferentes versiones de la memoria oral de la comunidad.

Una óptica temporal de larga duración sobre el campesino, muestra que su capacidad de resiliencia se articula con su histórico marginamiento social y político, así como con la subordinación y debilidad en su organización y participación política. Aspectos que se relacionan a su vez con las formas dependientes de inserción en la economía

internacional y con características de las políticas agrarias nacionales, la ausencia de una reforma agraria, así como con el mantenimiento de poderes locales y de formas de producción serviles en el campo.

Palabras clave: resiliencia, campesinos, café, Tequendama.

Abstract

To achieve a complex explanation of the resilience of a community, in this case, of the Tequendama peasants, a historical approach is necessary, which allows the visualization of the processes that have led to the current ecosystem, economic, political and ideological conditions. This leads to better understanding of power relations, resources access and biophysical processes in the region.

To understand the recent history of the Tequendama region, a historiographical review was done and it was complemented by field work that allowed the inclusion of different versions of the community's oral memory.

A temporary long-term perspective on the peasants shows that their resilience capability is articulated to their social and political historical marginalization, as well as to the subordination and weakness of their political organization and participation. Aspects that are in turn related to the dependent forms of integration into the international economy and to the characteristics of national agricultural policies, the lack of an agrarian reform, as well as the maintenance of local powers and servile production relations in the countryside.

Keywords: resilience, farmers, coffee, Tequendama

2.1 Introducción

Este artículo busca aportar elementos para la comprensión de procesos contemporáneos que explican la resiliencia cultural del campesinado de Anolaima, retomando aspectos históricos que han influenciado sus condiciones actuales. Un punto de vista histórico puede proporcionar información sobre las continuidades y rupturas en torno a las relaciones de poder, el acceso a recursos naturales y los procesos biofísicos.

El factor histórico es uno de los 4 puntos nucleares planteados por Córdoba – Vargas, *et al.* (2015), claves para comprender la resiliencia desde una perspectiva ambiental². Los

² Resiliencia es una propiedad emergente de los sistemas complejos (familia, región, país) producto de la interacción dialéctica de sus elementos a diferentes escalas, la cual les permite amortiguar, adaptarse y especialmente innovar y transformarse no solo frente a factores puntuales de tensión, sino también frente a los inevitables y continuos cambios biofísicos y sociales del entorno. La resiliencia no es un concepto neutral, sino que debe

otros factores se refieren a: el abordaje desde el cambio, la incertidumbre y la perspectiva de múltiples escalas; la diversidad (tanto biológica, como de voces, participación y posibilidades); y finalmente la capacidad de transformar y la combinación de diferentes tipos de conocimiento.

En este caso la resiliencia es vista desde el punto de vista y los intereses de los campesinos caficultores y sus relaciones con el entorno biofísico. Se hace especial énfasis en las cuestiones de representación, participación, distribución de bienes y la forma en que este grupo social se inscribe en los esquemas de poder.

Varias características de la resiliencia actual del campesinado, pueden explicarse en las dinámicas históricas que se desarrollaron en la región. Por ejemplo, la promoción de monocultivos de café para satisfacer la necesidad del mercado internacional, generó no sólo pérdida de diversidad biológica y cultural, sino que además aumentó la dependencia del campesino a las fluctuaciones del mercado. Por otro lado, la falta de acceso a tierra y capital, como producto de la ausencia de una verdadera reforma agraria en el país, debilita la resiliencia del campesino, mientras incrementa la de los grupos que sustentan el poder económico y político.

Pero quizás el factor definitorio de la resiliencia de los caficultores sea su poca capacidad de generar estructuras organizativas propias, que garanticen autonomía en la toma de decisiones y en el fortalecimiento de sus propias capacidades transformadoras. En el mismo sentido, hace falta una participación real en procesos de definición política, que les permita desencadenar transformaciones en la identidad, estructura y función de las estructuras sociales, innovar en diferentes escalas hacia nuevas trayectorias no solo en el campo tecnológico, sino principalmente en el campo político (Pahl-Wostl, 2009; Walker *et al.*, 2004; Darhofer, 2014).

Estos aspectos se desarrollarán a lo largo de cuatro apartados en donde se aborda la compleja interrelación entre los procesos sociales y ecológicos, cuyas transformaciones en periodos largos de tiempo explican la resiliencia de los caficultores de la región estudiada. Se revisaron diferentes fuentes de información, como documentos del Archivo General de la Nación, literatura científica de orden social y natural y literatura técnica. Durante 9 meses se emplearon entrevistas semi estructuradas, en aras de establecer un diálogo entre la historia y la memoria de los campesinos del municipio de Anolaima, ubicado en la provincia cundinamarquesa del Tequendama al occidente de Bogotá (Colombia).

analizarse desde el punto de vista, los intereses y el lugar que ocupa en la sociedad el grupo que se pregunta por ella. Por tanto, no representa única ni principalmente un retorno de los sistemas a un estado “normal” sino que, por el contrario, implica necesariamente discontinuidades, fluctuaciones y desarrollos dinámicos del sistema (Córdoba – Vargas *et al.*, 2015).

La primera parte evidencia la manera en que los Panches, posiblemente los primeros pobladores de la región, se relacionan con su entorno, a través de una diversidad de actividades agropecuarias y de productos alimenticios, al hacer uso de diferentes pisos térmicos. Sus formas de trabajo reflejaban relaciones de jerarquía donde la tributación tenía un fuerte componente simbólico. Sin embargo, con la llegada de los españoles, se rompe fuertemente con estas relaciones, confinando a los indígenas a lugares geográficos específicos, para garantizar la tributación que ahora adquiere un carácter de explotación, al tiempo que menoscaba la multiplicidad de modos de apropiación de la naturaleza. Esto también disloca las formas de organización social indígena, a lo que el pueblo Panche opone fiera resistencia, característica importante de su resiliencia, que se debilita en la confrontación con los españoles.

La segunda parte, muestra cómo la inserción del país en la economía internacional, a través del auge exportador, aumenta los procesos de colonización en la región del Tequendama, acrecentando la presión sobre las tierras y cambiando la configuración del paisaje. Adicional a esto, las relaciones de producción predominantes durante la época de la hacienda cafetera, mantuvieron la explotación de la mano de obra campesina y las relaciones serviles. El declive de la hacienda cafetera estuvo acompañado por la proliferación de pequeñas parcelas y un mayor dinamismo y modernización económica. A pesar de esto, los campesinos continuaron enfrentando problemas de falta de acceso a capital, a suficiente cantidad de tierra y poco impulso al desarrollo rural por parte del Estado.

El tercer apartado señala las diferentes reivindicaciones de lucha del campesino caficultor en la zona, las cuales derivaron, por un lado, en levantamientos, huelgas y confrontaciones con los propietarios de tierras, y por otro, en formas más disimuladas de resistencia. En particular en Anolaima la movilización campesina tuvo lánguidos alcances, en el contexto de una necesaria, pero inexistente reforma agraria en el país.

En la cuarta y última parte se enlaza este recorrido histórico con elementos problemáticos del campesinado actual. La crisis de la producción cafetera, la pérdida de biodiversidad y de autonomía alimentaria, el poco acceso a capital y tierra, y las dificultades para consolidar una organización campesina que impulse transformaciones estructurales, aparecen como elementos que restringen hoy en día la capacidad de resiliencia del campesinado.

2.2 Ruptura de las relaciones sociedad indígena - naturaleza

La calle principal que domina la entrada de Anolaima está custodiada por la estatua de un indígena, fornido y armado con una lanza, expresa cómo, en la memoria de los habitantes del municipio, aún se encuentra viva, como un pasado remoto pero unificador, la idea de estar anteceditos por un grupo humano con características particulares: los Panches.

Los cronistas de indias los describían como temibles guerreros y antropófagos, una nación fiera y atrevida en acometer a otra cualquiera, en palabras de Piedrahita (1881):

Los Panches no eran muchos en número y especie con respecto a otras provincias, pero caribes y feroces en la guerra y a la vista por el extraño y fornido de la disposición y caras: eran tan poco amantes de la vida, que fundaban su opinión y fama en menospreciar tanto las armas enemigas, que se entraban por ellas, como si no fueran los instrumentos que tiene mas a mano el brazo de la muerte. [...] yo con ser tan pocos respecto de la muchedumbre de los Mozcas, los tenían estos como a fieras indomables...[...] los Panches distaban poco de los españoles y los Bogotaes, asombrados, del susto, se metían unos debajo de los caballos para ampararse, y otros antes de trabarse al batalla desamparaban el sitio, sin detenerse un punto hasta verse dentro de Bogotá.

A la llegada de los españoles se encontraban localizados en el territorio comprendido entre el valle medio del río Magdalena y las estribaciones occidentales de la cordillera oriental (Martínez, 2005). Su ubicación de vertiente cordillerana, entre la sabana de Bogotá y la margen derecha del río Magdalena, así como la gran variedad de climas, morfología, suelos y vegetación, son relevantes para comprender su organización económica y política. La rápida comunicación vertical entre asentamientos dispersos ubicados a lo largo de todo el territorio de vertiente, permitía a los Panches el aprovechamiento eficiente de la diversidad de climas y de la estacionalidad para el desarrollo de una gran cantidad de actividades agrícolas y pecuarias, dentro de las que se encuentran las relacionadas con las épocas de subienda del río Magdalena.

La ocupación de las viviendas o buhíos, que se construían en las cercanías de las labranzas o rozas (rrocas), tenían un carácter temporal para permitir a las parcialidades (grupos de familias) o incluso pueblos completos, migrar en diferentes momentos del año a lo largo de un territorio que se consideraba colectivo y así explotar otros lugares sin perder la cohesión social y política dada por la sujeción a un cacique específico (Diez, 1982). Sus actividades sociales y económicas dentro de las que se cuentan la cerámica, el tejido y la agricultura, se adaptaban a una verticalidad que les permitía un máximo control de pisos térmicos. El sentido de territorialidad Panche se encuentra exento de la noción de propiedad privada y permeado por las alianzas de parentesco, por el matrimonio exogámico, el carácter expansionista de este pueblo y las jerarquías existentes³ (Martínez, 2005).

Así, se produce una rica apropiación de alimentos de climas fríos, medios y cálidos, uvas, higos, melocotones, plátanos, maíz y yuca, cuya producción tiene, como sucede en todos

³En la década de los años setenta John Murra (1981) desarrolla, a partir del estudio de las economías prehispánicas andinas, la teoría del archipiélago vertical como una forma de explicación complementaria y en algunos casos alternativa a la explicación clásica de los modos precapitalistas de producción.

los pueblos prehispánicos, no solo una utilidad económica, sino un sentido religioso y político a la vez (Diez, 1982). Un visitador español, funcionario encargado de guiar, a través de la información recolectada, el ejercicio de dominación del virrey y la metrópoli, acopia en 1595 el testimonio de un indígena Panche que sostiene que:

“dixo por las dha lenguas que este testigo a oydo decir a yndios viejos y antiguos que antes que vyniesen los xtianos a esta tierra todos yndios della hazian las rrocas de maíz y yuca y lo demás a sus caciques y les hacian sus buhios y que ya esto se ha perdido que los yndios ya no hacen a sus caciques nynguna cosa ni mas de lo que mandan los encomenderos”

Diez, 1982. pág. 27

Es probable que la parte de la producción que se convierte en tributo para los caciques Panches o *síquimas*, así como para los acaymas, o consejos, y para los diferentes capitanes o líderes de cada parcialidad, no es fija y estable, sino que expresa ante todo una relación simbólica de reconocimiento de la autoridad cacical. El pago de tributos ocurría en el contexto de una celebración festiva. Los pagos en especie se daban anualmente con ocasión del único tributo laboral obligatorio: la construcción de casas y empalizadas y el cultivo de la tierra de los señores. En tales ocasiones el Señor estaba obligado a alimentar y dar chicha a sus tributarios. Después de la conquista los españoles se refirieron a estos festivales como “borracheras” (Safford, 2002).

La vocación esencialmente agrícola del pueblo Panche basada en un fino conocimiento astronómico, sumado a la ausencia de minas de oro o plata en la región del Tequendama, así como su cercanía con centros de comercio como Honda y Bogotá, fueron factores que condujeron a que la expoliación española se dirigiera principalmente a la tierra, la mano de obra y la producción agrícola.

La resistencia y belicosidad Panche se expresa en la coalición de diferentes parcialidades, entre ellas las de Ambalemas, Sasaimas, Guataquíes y Anapoimas apoyados por Tocaremas, Síquimas y Calandaimas, creadas para expulsar a los españoles de sus territorios y del de los Muisca⁴. A pesar de esto, la superioridad española, representada en el uso de pólvora, caballos, mastines y una serie de instituciones políticas y religiosas de dominación, significó que ya a finales del siglo XVI los Panches fueran violentamente sometidos (Martínez, 2005, Piedrahita, 1881). La combatividad del pueblo Panche es una de las principales características de su resiliencia, cualidad que le fue arrebatada en un intento por garantizar no solo el control

⁴Los Panches mantienen una intensa relación económica, política, cultural y por tanto bélica con sus vecinos Sutagaos, Muzos, Pijaos, y especialmente con el pueblo Muisca. Algunas crónicas, fuente principal para el reconocimiento de las prácticas agrícolas Panches, como la de Simón de Aguado, muestran que Luchuta pudo haber sido antes del siglo XVI un asentamiento Muisca que fue subyugado por los Panches. Es probable que este pueblo, hoy desaparecido, se encontrara ubicado entre Cachipay y el actual corregimiento de Peña Negra en donde existe hoy una hacienda con dicho nombre.

económico y político sobre este bravo pueblo, sino también la transmisión de este legado a las comunidades actuales.

Una de esas formas de dominación es la encomienda. En 1545, una buena parte del territorio que hoy corresponde a los municipios de Anolaima y Guayabal de Síquima hacía parte de una encomienda de grandes extensiones entregada a Cristóbal Miranda en pago por sus servicios conquistadores (Diez, 1982). A través del concertaje fueron sometidos a esta encomienda cerca de 428 indios que eran clasificados de acuerdo a su capacidad tributaria así: *útiles* (hombres de 17 a 60 años), *reservados* (exentos del pago de tributo por invalidez o vejez), *huídos* y *chusma* (también llamados “toda gente”, clasificación conformada por mujeres y niños menores de 17 años).

La tributación adquirió un carácter oneroso y subordinante. En una ordenanza de 1595, emitida por María de Ávila, quien recibe a finales del siglo XVI la encomienda de Síquima y Anolaima, se fijan los tributos anuales de la población indígena de Síquima:

“Y el pueblo de Síquima e indios de las gallinas que han de dar a la dha su encomendera an de ser nuevecientos en cada un año y en lugar del algodón que se les mandava dar an de sembrar beneficiar e coxer para la dha su encomendera en cada un año una sementera de algodón de tres fanegas de sembradura y las sementeras que an de ser de diez fanegas de maíz de sembradura y ansi mismo an de hacer para la dha su encomendera en cada un año una sementera de media fanega de garbanos y otra media de lentejas de sembradura y de una fanega de arroz de sembradura y le an de dar en cada un año veynte cargas de cabuya en pelo (...)”

Diez, 1982. pág. 51

Con estos tributos, supremamente elevados si se tiene en cuenta que los indígenas debían pagar además a los curas doctrineros por la *administración de los sacramentos* y a los corregidores por su rol de verificación de las instituciones de sometimiento, se introducen también una serie de unidades de medida que, como la fanega (fanegada) coadyuvan en el proceso de racionalización y privatización la tierra, así como una serie de especies vegetales y animales que, como las gallinas, los garbanos y las lentejas, son adaptadas forzosamente por los indígenas transformando su dieta, paisajes y costumbres (Martínez, 2005).

La iglesia ejerce un importante papel en el control fiscal de la población. Tal es el caso de Agustino Calzado, cura de Anolaima, Tocarema y Síquima, quien en 1794 era el encargado de reclamar los diezmos en estos lugares⁵. Bajo la misma lógica, es en las parroquias donde se recibe el juramento de los agrimensores, encargados de medir y mapear los terrenos para su posterior titulación. Estos mapas reflejaban la voluntad del gobierno haciendo más eficiente el recaudo de impuestos y garantizando un mayor control del territorio, a través de la simplificación que permitían las relaciones directas de propiedad individual (Gallini, 2008).

⁵ Archivo General de la Nación, Sección Colonia, Fondo Curas y Obispos. Tributos. Legajo 7, Documento 3, Folios 381 al 389. Recto.

En documentos del Archivo General de la Nación, se registran algunos reclamos de los indios, al tiempo que nuevas formas de resistencia. En un reporte que data de 1796 se evidencian las condiciones de trabajo en Anolaima: la obligación de cultivar en tierras de montaña e incluso en despeñaderos; el endeudamiento; el incumplimiento en los pagos por los servicios a los encomenderos, y el pago de las deudas en trabajo. Como consecuencia, algunos indios se veían forzados a pedir limosna, otros abandonaban las labores agrícolas para evitar la obligación tributaria y garantizar la sobrevivencia propia y de sus hijos, muchos se fugaban del pueblo para evadir la doctrina y las obligaciones del pueblo.

“Confiados de la gran piedad del rey con que mira a sus vasallos indios miserables llenos de confianza hacemos esta ocurrencia al amo señor virrey del rey por medio del amo y señor protector suplicando humildemente y presentando este relato nos haga a los indios de Anolaima, Tocarema y Siquima la gracia y justicia de absolver de pagar tributo por el termino siquiera de 6 años (...) que no hagan pagar todos los arrendamientos vencidos de estancias y solares de casas.”⁶

Tal como señala Martínez (2005), la tributación también destruyó la adaptación indígena basada en el control vertical de un máximo de pisos térmicos y por ese mismo camino se destruyen las formas de organización social, pues los invasores buscaron la fijación de la mano de obra a través de múltiples mecanismos que incluían el *endeude*, o la quema de viviendas y labranzas abandonadas durante ciertos periodos del año.

El más importante de estos mecanismos de sujeción es el conocido como *pueblos de indios*, que en términos generales consistía en la concentración espacial de la población indígena sobreviviente para eliminar su dispersión, hacer más fácil el recaudo tributario, el control y la disponibilidad de mano de obra servil (Mörner, 1970).

En muchos casos este traslado de la residencia indígena implicó su aniquilamiento. Tal como ocurre con la parcialidad de Mátima (cuyo nombre lleva hoy una vereda de Anolaima), convertida en un pueblo de indios. El oidor Alonso Vásquez de Cisneros cuando visita la zona en 1604, relata:

“Los yndios de matima se crían enfermos y papudos en el dho sitio a causa de la tierra umeda y pantanosa y aboganada y con pocas y malas aguas salobres y como se ha visto se crían avenjentados y no crían hijos no los procrean”

Diez, 1982. Pág. 66

A su vez, los pueblos de indios se agruparon bajo entidades administrativas denominadas “Partidos” y como un lugar central dentro del Partido de los Panches se fundó Anolaima como la concentración de los pueblos de Tocarema, Mátima y Bajamón (Diez, 1982).

⁶ Archivo General de la Nación, Sección Colonia, Fondo Tributos. Legajo tributos CS60. Folios 900 al 903. Verso. 1796.

Esta confinación de los Panches a un lugar geográfico, rompió también con sus formas tradicionales de cultivo en una amplia diversidad de agroecosistemas y truncó en buena medida la transmisión del conocimiento tradicional adquirido a través del conjunto de prácticas que demanda tal diversidad. Una situación similar se da en Guatemala entre 1830 y 1902, cuando la transferencia de conocimientos al interior de una comunidad indígena se ve afectada por la introducción de nuevos actores sociales, nuevas relaciones de poder que se establecen y por los cambios en el medio ambiente al que ya estaban adaptados (Gallini, 2008). La pérdida de la diversidad que ofrecía este mosaico ambiental también va a afectar la persistencia de la comunidad haciéndola más dependiente de actores externos, situación que continúa privilegiando la ruptura sociedad – naturaleza en detrimento de la resiliencia indígena.

La creación de los pueblos de indios incentivó la creación de parroquias para la labor de aculturación y terminó de nuclear aún más la población indígena, aumentando la presión de curas, mestizos, blancos pobres y vecinos por las tierras circundantes a estas cabeceras de doctrina, como también se conoce a los pueblos de indios, lo mismo que agudizando la rapiña sobre la mano de obra indígena (Gutiérrez, 1999). Aquí se expresan unas relaciones de poder en donde la resiliencia de los españoles aumenta, al adueñarse de las tierras y la producción, producto de la explotación del trabajo, en detrimento de la resiliencia de los Panches.

Estas nuevas formas de apropiación de la naturaleza, benefician a los sectores que ostentan el poder económico político e ideológico y no corresponde con los intereses generales de la sociedad. Este cambio en las relaciones del pueblo Panche con la naturaleza, los convierte en proveedores de excedentes para la impuesta sociedad española.

En los dos siglos posteriores, las formas de inserción de Colombia a la economía internacional que se dieron especialmente a partir del siglo XIX, así como los procesos de colonización que se dan simultáneamente en la zona, consolidaron tanto el proceso de génesis campesina, como la permanencia de estructuras coloniales basadas en la gran propiedad de la tierra, pero ya en un escenario de modernización económica que exigía el uso económico de las tierras señoriales de la encomienda: es el tiempo de la hacienda cafetera.

2.3 Inserción internacional, proceso de colonización y auge cafetero

Posterior a la independencia, las elites políticas liberales intentaron responder al dinamismo económico mundial generado por la revolución industrial, implementando el modelo de desarrollo económico centrado en la exportación de bienes agrícolas, buscando además sentar las bases de una economía por fuera de la minería colonial.

La región del Tequendama va a responder a las exigencias del comercio internacional a través de la ampliación de la producción tabacalera, especialmente en las tierras más cercanas al río Magdalena. También empieza a satisfacer la creciente demanda desde el

altiplano tanto de la madera necesaria para su paulatino proceso de expansión urbanística, como de productos derivados de la caña, el fique, frutas y otros alimentos (Palacios, 1981). De esta manera, relictos o bosques primarios se fueron transformando en plantaciones de caña acompañados generalmente de arcaicos trapiches en los que se producen mieles para la fabricación de guarapo, a la vez que se generalizan algunos cultivos transitorios que van a tener como destino los mercados locales y regionales.

Por otro lado, entre 1840 y 1860 el cultivo del café que se da en Cundinamarca, Tolima y Cauca (Guhl, 2004), cuya expansión se produce simultáneamente a partir de este momento en el Sumapaz cafetero y en la provincia del Tequendama, va creando sobre el paisaje anolaimuno la aparición de grandes extensiones de café *arábiga* que van a uniformar los pliegues de la geografía regional. Pero también van a crear una serie de cambios de orden social: mayor densidad de población, aparición de nuevos actores locales, comerciantes, muleros o intermediarios, mayor integración económica o expansión de áreas cultivadas y dedicadas a barbecho o a pastizales, entre muchos otros (Palacios, 1981).

Aumenta así la presión sobre las tierras de vertiente y de los valles interandinos, las cuales se convertirían en el principal objetivo de campesinos, colonos y empresarios territoriales interesados en aprovechar las oportunidades ofrecidas por el cultivo y exportación del tabaco, la quina, el añil, el caucho, la tagua, y desde finales del siglo XIX, el café. Una población procedente de varias regiones del país que va a terminar de engrosar el número de arrendatarios, aparceros o pequeños propietarios, algunos de los cuales también se benefician económicamente del auge cafetero (Melo, 1987). Este dinamismo de la frontera agraria explicado durante buena parte del siglo XIX por las formas de inserción al comercio internacional, va a verse amplificado por la adjudicación de “tierras baldías”; por los incentivos a la colonización a partir de 1848 y 1873; por la apropiación indebida de tierras públicas y privadas y por el paulatino proceso de disolución de los resguardos indígenas después de la Constitución de Cúcuta (Legrand, 1988).

La expansión del café es protagonizada por familias bogotanas quienes poseen capital para aprovechar las condiciones externas, las cuales son económicamente favorables hasta 1930, excepto durante la guerra de los Mil Días y la primera crisis del café (1898-1905), cuando disminuye drásticamente el auge cafetero en Cundinamarca y los santanderes, los cuales generaban para este momento más del 80% de la producción del país (Escobar, 2015; Machado, 1994).

Las grandes propiedades cafeteras, mayores de 60000 cafetos, se caracterizan en general porque sus dueños no residen en las haciendas, sino que se apoyan en mayordomos o capataces que se desempeñan no solo como cadenas de transmisión de las ordenes que se emiten desde la capital, sino que hacen parte de una estrecha cadena clientelar a través de la cual se difunden los centralizados “favores” del Estado.

El arrendamiento de tipo precapitalista, la aparcería y el concierto agrario, predominaban como formas de producción y la tributación se daba en trabajo y en especie. La mayoría de trabajadores eran arrendatarios que trabajaban dos semanas del mes en las tierras del hacendado con remuneración, mientras que los trabajadores concertados laboraban gran parte de tiempo en las tierras del hacendado y recibían el pago en alimentos, que

eran insuficientes. También había pequeños asalariados, quienes sufrían enorme discriminación y que junto a aparceros y arrendatarios pagaban algunos tributos con trabajo personal subsidiario en la construcción y arreglo de caminos (Machado, 1994).

De esta forma, el poder de los grandes propietarios se mantiene a través de las relaciones de producción, así como mediante el control político que ejercen sobre la mano de obra barata y sobre explotada del campesino, promoviendo una condición de subordinación que los excluye de los procesos de decisión política.

Las haciendas La Floresta, Iló, La Greda, El Empalizado o Peñas Blancas, ubicadas en Quipile, así como Cayundá, Santa Ines, Máxima Tocarema ubicadas en Anolaima, coexistían con una constelación de pequeños propietarios, atados a la tierra no solo espacialmente sino sobre todo política, económica e ideológicamente a través de actitudes clientelares (patriarcales, de patronazgo o padrinazgo) (Martín, 2007).

Aquí la gente ha sido como aislada, como apolítica. Mi papá fue concejal de Anolaima y recuerdo que él decía que la gente que trabajaba en hacienda grande, si el dueño era liberal entonces los trabajadores votaban por el que el dueño les dijera. Lo mismo de ahora. Ahí el dueño tenía control sobre si los trabajadores votaban o no y los hacía votar por el que él quisiera.

Don Alejandro Moreno, campesino anolaimuno. Entrevista, diciembre de 2014.

Durante las primeras décadas del siglo XX, se da un proceso de modernización económica, el Estado canaliza entre 1922 y 1932 una gran cantidad de recursos para la construcción de carreteras y ferrocarriles que permiten que, en este mismo lapso, se duplique el número de kilómetros de ferrocarriles construidos. Esta política de fomento que va a tener continuidad hasta la crisis de 1929, se deriva casi exclusivamente de la importancia del café dentro de la producción nacional, que a comienzos de la década del veinte ya representaba el 18% del Producto Interno Bruto (Bejarano, 1979).

Es en este periodo que se inaugura la extensión de la línea occidental de los ferrocarriles de la Sabana de Bogotá que se va a encargar de unir a Facatativá con Girardot. Así, la construcción de las estaciones de La Florida, La Esperanza y El Ocaso va a traer a esta región un mayor dinamismo económico y mayor presión por la tierra.

Ahorita La Florida es un corregimiento muy tranquilo, pero entiendo que antes era muy movido por el tren. En ese tiempo se veía mucho movimiento de pasajeros y carga, traían café, comerciaban yuca, plátano, maíz, arracacha, haba, garbanzo, de todo. Ahora no, ahora han dejado de sembrar, solo se ve por ahí café y plátano y pasto para ganado.

Don Efraín Padilla. Campesino anolaimuno entrevista agosto de 2014.

La inversión cafetera no penetra el mundo rural para crear un nuevo tipo de relaciones sociales de producción. Dadas las condiciones geográficas y técnicas del cultivo, los avances en la productividad se alcanzan ante todo con una disminución en la inversión de capital representada en salarios y por tal razón la aparcería, el arrendamiento y otras formas de trabajo a destajo previamente existente encajan perfectamente dentro de la

producción cafetera. Así, el capital irrigaba el sistema de transportes o el comercio interregional de café, pero no transformó la base productiva (Bejarano, 1979). Sin cambios estructurales en las relaciones de producción, el horizonte de la resiliencia para los caficultores se hacía más lejano.

El declive de la hacienda está marcado, por un lado, por la crisis capitalista de 1929 que va a afectar los precios internacionales del café y las finanzas de la hacienda. Por otro lado, a la desvalorización de las tierras sembradas y la cesación en la que entran los pagos de la mayor parte de haciendas que habían crecido en los años anteriores a través del crédito hipotecario. Estas hipotecas irredimibles fueron el telón de fondo para que, en el contexto de importantes cambios en la legislación agraria después de 1926 (Ley 200 de 1936, p.e.) y la presión campesina organizada por acceso a tierra y mejores condiciones laborales, se dinamizara la parcelación de haciendas a finales de la década de los años treinta, especialmente en la región aledaña al municipio de Viotá (Palacios, 1981).

En los municipios de La Mesa, Anapoima, El Colegio y Viotá, Marco Palacios (1981) encuentra una fuerte relación entre el aumento del endeudamiento de las haciendas cafeteras, el incremento de los remates y embargos y la posterior parcelación de dichas haciendas. En algunos casos esta parcelación fue auspiciada por el Banco Agrícola Hipotecario, pero en otras fueron arreglos privados, como una forma de atenuar los conflictos con los campesinos. Así, hasta 1937 la Oficina General del Trabajo registra la parcelación de siete haciendas de toda la región del Tequendama en las que anteriormente se había presentado algún tipo de conflicto entre arrendatarios y propietarios. Dichas parcelaciones se hacían entre 6 y 7 fanegadas y en algunos casos llegaban a las 60 fanegadas.

Durante los años 30, la producción cafetera campesina, basada en el trabajo familiar y en la pequeña propiedad va a empezar a cobrar relevancia. En Quipile y la Mesa entre 1932 y 1941 el crecimiento de la pequeña propiedad cafetera fue mayor al 50 %⁷(Palacios,1981). La mayor participación del campesino en los ingresos provenientes de la producción cafetera va a chocar, sin embargo, con las insuficientes políticas agrarias dirigidas hacia éste (riego, crédito, semillas, generación de ingresos).

Sin embargo, a pesar del papel *pionero* de la gran hacienda en la expansión del café, su cultivo se ajustaba también al patrón de colonización de pequeñas unidades que se da en la región, porque en el tiempo en el que se daban los primeros retornos del capital invertido, que podían llegar a los cinco años de sembrados los cafetos, el campesino podía mantenerse con el trabajo familiar y los productos de auto consumo que se empiezan a generalizar en las parcelas junto al cultivo del café, el plátano, la yuca y el maíz (Guhl, 2006). Así, el colono no coloniza para fundar cafetales, sino que éstos vienen después del asentamiento (Bejarano, 1979). La expansión del cultivo del grano dentro de los pequeños propietarios se da en parte como una medida adaptativa, al encontrar en el

⁷ En Quipile las fincas de menos de 20000 cafetos, dentro de las que puede ubicarse la pequeña propiedad, pasaron de 363 a 703. En La Mesa pasa de 512 a 1098 en menos de una década (Palacios,1981).

café un cultivo propicio para las condiciones de la zona y con características que, como su resistencia para ser transportado, terminaban de consolidar las redes de comercio regional e internacional (Hoyos, 2007).

La falta de acceso a capital se configura cada vez más fuerte como un elemento que permanece hasta la actualidad y que explica en buena medida la baja resiliencia campesina. A pesar de la importancia de la producción parcelaria en Cundinamarca, existía una importante sustracción del ingreso cafetero de los campesinos por parte de comerciantes y prestamistas. Formas de financiación a través de las cuales el campesino recibía del comerciante un dinero adelantado por la cosecha, así como los precios y condiciones a que se veían sometidos los campesinos por parte de los comerciantes, comisionistas y grandes exportadores hacían que gran parte de la ganancia del cultivo se quedara en estos sectores complementarios a la agroexportación. Fueron estos sectores urbanos, junto con el de transporte, los que se apropiaron de las ganancias y contribuyeron a la expansión del mercado interno (Machado, 1994).

Adicionalmente, como consecuencia de la dependencia del monocultivo del café, el campesino, que antes alcanzaba cierto grado de autonomía alimentaria, empieza a ser sometido a la fluctuación de los precios internacionales del grano y a las condiciones desiguales en las que se produce el comercio nacional e internacional, afectando así su resiliencia. Algo similar ocurrió años atrás cuando se redujo el área sembrada y se reemplazó por pastos, a causa de la recesión económica estadounidense (1880-1888) (Guhl, 2004)

Políticas de desarrollo auspiciadas por el Estado y por intereses extranjeros fomentaron la marginación de una parte de la población, relegando la producción tradicional e impidiendo el desarrollo de algunas regiones y grupos poblacionales, a través del mantenimiento de relaciones de producción precapitalistas, sustentadas en la falta de acceso a la tierra. La capacidad del campesino de recuperarse de estas adversidades y más aún de transformar las estructuras existentes, está marcada fuertemente por estas condiciones.

2.4 Formas de resistencia campesina

Entre los años veinte y los cuarenta, la región del Tequendama fue escenario de diferentes luchas, dentro de las que se cuentan huelgas, levantamientos y quema de edificios gubernamentales en Viotá (Machado, 1994). Estas acciones, que inicialmente tuvieron un carácter reivindicativo alrededor de las condiciones laborales de los caficultores, posteriormente se tornan en luchas por la tierra, lo cual representa un salto cualitativo en los alcances de la lucha en el camino de la resiliencia campesina.

Varios factores propician la movilización campesina en esta región del país a partir de 1925: las malas condiciones de alojamiento, la insuficiente alimentación, el recargo en labores diferentes a las agrícolas, el despojo de las tierras sin reconocimiento de las mejoras, entre otras reivindicaciones, fueron exigidas por los campesinos de Quipile (Palacios, 1981). Al mismo tiempo, en Cundinamarca otras peticiones estuvieron más relacionadas con la transformación de las relaciones de producción, como consecuencia del avance en las fuerzas productivas *“sembrar café en sus estancias, el pago de*

arriendo en dinero y no en especie; la supresión del pago de las prestaciones personales; la libertad para vender sus productos; la fijación del avalúo para el arriendo cada tres años; y la disminución de las jornadas de trabajo” (Machado, 1994, pag. 188).

En 1928 alrededor de 10.000 trabajadores de Viotá fueron autorizados para sembrar café en sus parcelas, sin embargo, los hacendados, en contubernio con el alcalde y el juez, destruyeron los cultivos. Adicionalmente, incumplieron los acuerdos a los que se había llegado con los trabajadores de forma generalizada en todo el departamento (Machado, 1994).

Los propietarios agremiados en el Sindicato Central de Propietarios y Empresarios Agrícolas, con el apoyo no solo del Comité de Cafeteros de Cundinamarca, sino también del Comité Nacional, fomentaron la parcelación por vías legales como forma de resolver los conflictos bajo el argumento de defender el “interés general” y promovieron la persecución de los agitadores y azuzadores en el campo. Esta medida mantuvo la gran producción al lado de la pequeña, sin poner en riesgo los intereses de los grandes propietarios, y sin transformar sustancialmente la explotación de la mano de obra (Machado, 1994). Estos cambios graduales, lejos de configurar nuevas estructuras de poder y de aumentar la autodeterminación de los campesinos, jugó en contra de su resiliencia.

A mediados de la década de los años treinta Acción Liberal, Revista perteneciente a la izquierda del lopismo liberal, afirmaba que la Federación Local del Trabajo de Bogotá tenía cerca de 12 mil campesinos agremiados en Quipile, Viotá, Anolaima y La Mesa, de los cuales la Liga Campesina de Quipile constituía la mayor fortaleza por el reconocimiento de sus derechos laborales por parte de los dueños de las haciendas. La revista manifestaba: *“El despertar de la conciencia revolucionaria de las masas campesinas oprimidas por un régimen feudal es el síntoma más jugoso de la experiencia liberal”*. Frente a la oposición de los cafeteros a conceder el permiso de siembra de café, en 1933 la Liga Campesina del Tequendama afiliada al Comité Nacional del Partido Comunista, promovió que los arrendatarios cultivaran café de manera generalizada en sus parcelas (Memoria de las industrias, (1934) citado en Machado, 1994).

Al mismo tiempo se producían levantamientos, huelgas, toma de tierras, formación de sindicatos campesinos y asociaciones. En 1930, la Oficina General del Trabajo registró 58 conflictos la mayoría en Quipile, Anolaima y La Mesa. Los conflictos continuaron, y en 1936 se declararon en huelga los trabajadores de 25 haciendas de Quipile. La reivindicación de los arrendatarios de sembrar en sus propias fincas, los convertía en trabajadores independientes, al tiempo que hacía tambalear la mano de obra disponible para las labores de la hacienda. Para los hacendados esto implicó además competir con el arrendatario que podía producir café para el mercado a menores costos (Machado, 1994).

Otro factor importante de movilización y lucha se da alrededor de la desigualdad en la tenencia de la tierra. El Censo Agropecuario de 1960 indicaba que mientras el 89% del número de predios (menores de 10 Has.) comprenden solamente el 31% del área, el 11% de predios tienen el 69% del área de la provincia del Tequendama (ICA, 1972). Allí mismo el porcentaje de predios menores de 2 Ha. representa el 47% del total de predios y ocupan el 6% de la superficie, mientras que las haciendas mayores de 100 Has

representan el 0,88 del total de predios, pero ocupan el 30% del área total de la provincia.

Este grado extremo de pulverización de la propiedad a través de microfundios, el predominio de relaciones de explotación heredadas de la colonia y la permanencia de grandes extensiones de tierra condujeron a que el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (Incora), anunciara mecanismos para ejecutar la reforma agraria, que buscaban intervenir en la región a partir de 1964. Los proyectos denominados Cundinamarca 1, 2, y 5⁸, se enfocarían en la afectación del microfundio y de la gran propiedad a través de la adjudicación de tierras a arrendatarios y aparceros, la promoción de la organización campesina cooperativa, así como mayor presencia estatal a través del establecimiento de un programa de crédito supervisado, la construcción de infraestructura y la transferencia tecnológica.

Los resultados en la afectación de la propiedad y por tanto de las formas de explotación fueron limitados. De los 76.497 aparceros y arrendatarios que en todo el país ocupaban cerca de 545.608 Ha, el Incora dispuso en un principio una afectación de apenas 19.342 predios para ser comprados por los campesinos (Revista Nacional Agropecuaria. N° 799. Enero de 1974). Después este número descendió a 6.887 por la cantidad de aparceros desalojados por los propietarios, o por la falta de aptitud agrológica de los predios.

Los múltiples intentos de reforma agraria no lograron transformar en lo fundamental la estructura de la propiedad en el país, no se elevó el poder adquisitivo de las masas campesinas, ni se tecnificó la agricultura, de manera que a través de ella se acelerara el desarrollo industrial (Bejarano, 1979; Legrand, 1988) y menos aún se transformaron las relaciones de producción, indicando un estancamiento en el proceso de resiliencia de los caficultores. Las acciones se centraron en la parcelación de haciendas en conflicto, lo cual resultaba costoso para el campesino. En Anolaima, la transferencia de la propiedad fue apaciguada e incluso funcional a los propietarios interesados en mantener fija la mano de obra. Los pobladores recuerdan que se realizó a través de acuerdos con el hacendado:

Cuando toda esa violencia de liberales y conservadores yo estaba pequeño, de 3 o 4 años. Después con los años fue que escuché hablar de parcelación. A mí me contaron que esto se llama Corralejas porque estaban los corrales de la finca de un señor Ricardo Castañeda. Pero eso fue voluntario, no hubo protestas, fue hace como más de 50 años.

Don Efraín Padilla. Campesino anolaimuno entrevista noviembre de 2014.

Otras formas de resistencia campesina parecen proyectarse sobre la historia de la región. A diferencia de otros municipios como Viotá e incluso Quipile, la movilización campesina en Anolaima va a ver mermada su capacidad de transformar las estructuras

⁸ Estos proyectos tenían como área de influencia los municipios de Agua de Dios, Anapoima, Anolaima, Cachipay, El Colegio, Girardot, Guataquí, La Mesa, Quipile, Nariño, Rafael Reyes, San Antonio de Tena, Tocaima, Viotá, Zipacón, Tibacuy, Melgar, Suarez y Carmen de Apicala.

predominantes. Algunos autores encuentran que ante los múltiples atropellos que ocurren en el proceso de agroexportación y colonización, así como durante el proceso de irrupción de la hacienda cafetera, las formas de protesta se expresan sobre todo en el disimulo, las prácticas dilatorias para el trabajo obligado, e incluso el hurto o el sabotaje al interior de las haciendas de la región central del país (Dueñas, 1992; Deas, 1976).

La restringida movilización campesina que predomina en Anolaima se explica en parte por el entramado de relaciones de lealtad, paternalismo y subordinación construido a lo largo de varias generaciones, que limita las posibilidades de organización campesina bajo las formas modernas que existían en algunos de los municipios vecinos, con los que, adicionalmente, Anolaima no tenía comunicación vial, lo cual se mantiene en la actualidad.

De la misma forma el paternalismo católico a través del asistencialismo, ha servido, por un lado, a contener la rebelión y por otro ha ayudado a imponer las costumbres, disposiciones y leyes de quienes detentan los poderes locales, años atrás representados en el hacendado y actualmente en la larga cadena de burócratas que conforman el aparato administrativo y político (Mariategui, 1928).

2.5 La resiliencia actual como producto histórico

En los años 70 el peligro que suponía la incidencia de enfermedades como la roya (*Hemileia vastratrix*) en la economía colombiana, donde el café representaba el 70% de las exportaciones, obligó a Cenicafe (Centro Nacional de Investigación del Café) auspiciado por la Federación Nacional de Cafeteros, a proyectar un diseño de producción intensivo que daría lugar a una importante transformación del paisaje. A pesar de que las prácticas iniciales del cultivo de café, incluían manejo de sombrío con árboles de gran elevación con copas espesas y concentradas (Ospina, citado por Escobar, 2015), este tipo de sombra sería sustituido por arboles de menor porte, para evitar el crecimiento y dispersión del hongo. Dicha práctica que se desarrolló durante años, es actualmente rebatida por diferentes estudios que muestran las bondades del cultivo bajo sombra, tanto en el mejoramiento de la diversificación alimentaria, como en la regulación de plagas, del microclima y en la protección del conocimiento tradicional (Lin, 2007; Vandermeer *et al.*, 2008; Montagnini *et al.*, 2015 y Escobar, 2015).

Al inicio el café era de libre crecimiento, no podaban ni nada. Del [año] veinte era el arábigo el que se sembraba. Como era exigente en sombra por acá abundaba el guamo, los buches, los cámbulos, cedros, ceibas, también el balú, que servía para comer, el pomaroso, los yarumos, y hasta la guayaba servía de sombra, aunque la guayaba crecía más silvestre, crecía en los poteros (...). Con toda esa hoja de árbol que salía no había necesidad de echar abono. ¿En qué año sería eso?... por allá en el 63 o el 64 ya le echan triple 15 y la renta de eso va a ser muy tenaz.

Don Alejandro Moreno. Campesino anolaimuno entrevista noviembre de 2014.

Por su parte, la productividad se garantizaría con el aumento de la frecuencia de renovación de cafetales y el uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas de síntesis química. De esta forma, el uso tradicional de materia orgánica se fue disminuyendo

debido probablemente a la obtención de cosechas mayores, lo que aumentó la dependencia de los agricultores al tener que comprar paquetes tecnológicos. Contrario a esto algunos autores recientemente coinciden en señalar que algunas propiedades biológicas y fisicoquímicas del suelo presentan mejores resultados en sistemas orgánicos en comparación con convencionales y que la producción es similar en los dos sistemas (Farfán, 2010; Arcila *et al.*, 2007).

La intensificación del café aumentó la productividad por hectárea y fue más funcional a medianos y grandes propietarios quienes podían invertir capital en el proceso, mientras que los pequeños además de trabajar en sus predios se convirtieron en jornaleros de los primeros, aunque en sus fincas algunos conservaron prácticas tradicionales de producción (sombrió y fertilización orgánica). Sin embargo, de nuevo las exigencias de EEUU de liberalizar el comercio y el rompimiento del pacto cafetero en 1989 que había estado vigente desde 1962, van a causar un declive en la caficultura del país, disminuyendo el área sembrada y los precios para los productores (Guhl, 2009; Dinero, 2013). Esta fuerte integración del campesino al mercado, hace que factores de orden nacional e internacional tengan fuerte incidencia en la definición de su resiliencia.

En Anolaima, cultivos como el tomate o la habichuela van a reemplazar en alguna medida la producción cafetera, pero la demanda de agua e insumos de síntesis química de estos productos agrava los problemas medioambientales, como contaminación de aguas, aumento de plagas y pérdida de diversidad biológica, además de aumentar la dependencia de los productores.

¡Cuánto líquido se va en la habichuela!, el tomate está barato, toca 20 o 25 fumigadas son 300.000 (pesos) y toca fumigar dos veces, la gente dejó de sembrar por eso.

Don Pedro Muñoz. Campesino anolaimuno entrevista julio de 2014.

La disminución de la diversidad y el deterioro de las condiciones medioambientales, aumentan la vulnerabilidad de comunidades campesinas que dependen directamente de los ecosistemas. Los cambios en el uso del suelo están relacionados con procesos erosivos en una región con suelos susceptibles a remoción en masa (Córdoba y León, 2013) y con la migración de los jóvenes del campo: en 2005, por ejemplo, la variación poblacional fue de 14.757 en 1985 a 13.310 en 2005 (Secretaría Planeación de Cundinamarca, 2013). La mano de obra para las labores agrícolas es insuficiente y mal remunerada, en Anolaima los trabajadores reciben por un jornal de trabajo una remuneración entre 20 y 30 mil pesos, que incluye la alimentación.

En esa finca sería más productivo tener café que pasto, sin embargo, vea por ejemplo acá en esta casa hay una viejita y la hija, el esposo y ya hasta los hijos se fueron, tiene que tener algo que sea capaz de manejarse sin tanto obrero porque no hay quien pueda hacerlo...

Cuando quitamos los arbolitos y sembramos pastos lo que hacemos es que estos suelos fluyan con el agua ese es un problema terrible, con la ganadería exponemos nuestros suelos a la misma erosión por el paso del ganado.

Ceineth Murcia. Caficultor anolaimuno. Entrevista octubre 2014.

La diversificación de cultivos se constituyó en una forma de adaptación de los caficultores, una característica clave de su resiliencia, fuertemente relacionada con el mantenimiento del conocimiento tradicional. Hacia 1969, y auspiciados por el Incora, los campesinos se autoabastecían de un buen porcentaje de productos que hacían parte de su propia dieta, ocupando el siguiente porcentaje del área cultivable de Anolaima: café 65%, plátano 20%, caña 8%, frutales 6%, frijol 1%, maíz 2%, yuca 0,3%, banano 1%, hortalizas 1% (ICA, 1972). Quizá el título de “Capital frutera de Colombia” aparezca precisamente en este contexto en el que una misión israelí asesora técnicamente al país en este tema y en un momento en el que se impulsa la creación de importantes cooperativas en la región, que, como la Cooperativa del Tequendama, se va a encargar de comercializar una buena parte de la producción campesina, especialmente la de naranja, mandarina, lima, limón dulce, banano y mango.

Sin embargo, paradójicamente, en 2009 para la celebración del *Corpus cristi*, donde tradicionalmente se ofrendan frutas a San Isidro Labrador, el 50% de las frutas tuvo que ser importada de Bogotá⁹. Para este mismo año la redacción del *El Tiempo* comenta: “El invierno acabó con por lo menos el 40 por ciento de sus cultivos y la falta de planificación, según dice la Secretaría de Agricultura de Cundinamarca, hizo que entre el 2007 y el 2008 disminuyeran las hectáreas cosechadas de naranja, banano, mango, guayabas y moras, por sobreproducción y dinámicas del mercado (...) Fernando Ramírez, jefe de la Umata de este municipio, ubicado a 71 kilómetros al occidente de Bogotá, dice que el problema no es exclusivo de Anolaima sino de toda la Zona del Tequendama, donde el mercado invierno no dejó florecer los cultivos”¹⁰.

Esta disminución en la diversificación y el autoconsumo familiar también se evidencia en las cifras de Pirachicán (2015) quien encontró que el promedio del autoconsumo en Anolaima es de 27%. Esta cifra indica que el campesino anolaimuno tiene baja autonomía alimentaria y coincide con lo encontrado por Torres (2002) quien señala que la ingesta de la familia corresponde a un porcentaje entre 8 y 49% en otras regiones del país. Esta pérdida de diversidad también está relacionada con la intensificación de la producción cafetera. Al respecto de algunos pobladores recuerdan:

Antes muchas personas tenían sus huertas caseras, en algunas partes uno veía que sacaban zanahoria, tomate, se sacaba maíz en cantidad, frijol, arracacha, yuca, plátano verde, balú. Eso era muy común porque generalmente la gente iba al pueblo a hacer sus vueltas y a comprar solamente la sal, la carne, y arroz de pronto (...) Pero en ese tiempo la política de la federación era sembrar café, solo café, las ayudas eran para solo café. Por allá en el 68 me acuerdo, mi papá tenía la cualidad o el defecto de que sacaba créditos de la federación, pero el cogía la plata del crédito y la invertía solo una parte en renovación del café. Para tener que mostrar, él sembraba el café en la portada de la finca y llegaban los visitantes y les mostraba, pero la plata la invertía sobre todo en la naranja y en sacar el vino, que era lo que a él le gustaba. También le gustaban los cultivos, la comida.

⁹ El Tiempo, junio 19 de 2009.

¹⁰ El Tiempo, junio 18 de 2009.

Don Arturo Neira Gómez, antiguo poblador de Anolaima. Entrevista, enero de 2015.

Los caficultores han adoptado estrategias de adaptación frente a los choques del clima y del mercado, han amortiguado el impacto de las políticas internas y resisten manteniéndose en el campo, pero en detrimento de su calidad de vida. Es decir, autoexplotan su fuerza de trabajo, disminuyen la variedad de alimentos que consumen, no tienen opción de comprar más tierra o de implementar mejoras o infraestructura para el procesamiento del café, ni tecnologías adecuadas para recolectar el agua lluvia para prepararse para las épocas de sequía. En general se adaptan a vivir con menos en las épocas de crisis cafetera. En 2005 el porcentaje de la población que tiene las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en lo que se denomina el resto es de 31,2 para el municipio. Algunos multiplican sus actividades productivas, pero gran parte de ellos (70,2%) vive de remesas, arriendos o pensiones, ya que no es posible subsistir solo de la finca. Sin embargo, estas formas de amortiguar y adaptarse, no pueden equipararse con un aumento en su resiliencia, al contrario, la lucha por la transformación de estas condiciones es el aspecto fundamental que serviría a impulsarla.

Al poco acceso a la tierra (apenas el 13,7% de los encuestados poseen la Unidad Agrícola Familiar (UAF) designada para el municipio de Anolaima), se suma la falta de capital para trabajarla y la inestabilidad de los precios internos del café, factores históricos que limitan el desarrollo rural y dificultan la subsistencia del campesino anolaimuno.

Si los costos de producción por carga están entre 500 y 600 mil pesos y dan 700 mil por el incentivo a la caficultura quedan 100 mil cada 8 meses para pensar en comida, vestuario, vacaciones, salud, ahorro

Pedro Nel Murcia. Caficultor anolaimuno. Entrevista, mayo de 2014.

Algunas propuestas ponen el centro de la resiliencia en la transformación de las prácticas de cultivo, en el aumento de la diversificación de la finca y la fertilidad del suelo a través de un manejo orgánico. Algunos caficultores hacen uso de estas prácticas y han obtenido certificaciones orgánicas como Rainforest Alliance. Sin embargo, el esfuerzo y tiempo que se requieren para obtener la certificación en comparación con el valor adicional que se recibe, ha hecho que muchos campesinos desistan de este tipo de procesos.

El sobreprecio para cafés especiales está de 10.000 a 30.000 pesos por carga, eso no es nada (...) a veces se hace complejo el mercado y de pronto cometemos equivocaciones con los productores de que los metamos en un proyecto y no tengamos cómo respaldarlos comercialmente por eso no nos metemos de lleno con eso, los productores que se meten en el programa orgánico, pues de entrada bajan producción porque mientras se adecúan, la transición es dura.

Luis Francisco Useche Barbosa. Líder Departamental de Extensión Rural. Comité de cafeteros Cundinamarca, agosto de 2014.

Sin desconocer que un manejo ecológico de la finca, sirve a mitigar el cambio climático y que puede aportar a la diversificación de la dieta y los ingresos, es claro que la conversión de fincas hacia la producción orgánica, no transformará el conjunto de

relaciones y estructuras que limitan la resiliencia del campesino caficultor, como señala con claridad Pedro Nel Murcia:

(...) digamos que la producción existiera con orgánicos, eso mitigaría un poco más, no sé si promueva la diversidad, porque si usted está en la inmundia y le ofrecen 500.000 por un palo de cedro, pues tome y tumbel!, pero las relaciones de poder seguirían siendo lo mismo.

Pedro Nel Murcia. Caficultor anolaimuno. Entrevista, enero de 2014.

Por otro lado, actualmente se vislumbran algunos intentos de organización productiva y comunitaria en Anolaima relacionados con la producción (plátano, miel, guayaba y derivados), aunque, continúan siendo incipientes y requieren enfocarse hacia las enormes transformaciones en el ámbito económico y político. Varios procesos de asociatividad han fracasado y permanecen ideas, criterios, o costumbres serviles, expresadas en el mantenimiento de poderes locales, falta de capacidad organizativa o una mala comprensión de la misma (caudillismo, autoritarismo).

A nosotros nos ha hecho mucho daño esa plaga de los políticos tradicionales. Ellos han sembrado en nosotros la semilla del individualismo, porque a ellos les conviene mantenernos divididos. Por otro lado, nos han metido la mentalidad de que somos pobres y como somos pobres solo esperamos que nos ayuden, pero no nos ayudamos, y de ahí no salimos.

Don José Bautista. Campesino anolaimuno entrevista julio de 2014.

La otra que me he pillado es que exportar directamente da más margen de ganancia, para eso se requiere asociatividad y capital (...) pero la gente en Anolaima no se mueve en esos mundos, no hay acceso a eso, no hay la facilidad de venir a buscar una trilladora a Bogotá, menos pensar en exportar...

Pedro Nel Murcia. Caficultor anolaimuno. Entrevista, junio de 2014.

En este sentido la capacidad organizativa en torno a factores productivos, económicos o sociales, cobra especial relevancia en la construcción de la resiliencia de la comunidad. Esta capacidad está siendo impulsada por algunos caficultores, pero aún con dificultades asociados a la falta de apoyo estatal, de acceso a capital y al poco grado de experiencia asociativa derivada de las condiciones históricas de ésta comunidad.

2.6 Conclusiones

La resiliencia actual puede explicarse a parte a partir del análisis de algunos procesos históricos, como la falta de representación y participación del campesinado de la zona en asuntos de política importantes y por tanto el lugar de subordinación histórica que ha ocupado dentro de las relaciones de poder.

Por otro lado, factores como los incentivos al monocultivo de café, propiciaron la pérdida de diversidad biológica y cultural, en un contexto de inserción en el mercado internacional

de la economía cafetera. Adicionalmente, los problemas vinculados al poco acceso a tierra y capital y la poca innovación en términos de la organización campesina, dificultan el fortalecimiento de la resiliencia actual del campesino anolaimuno

Es un hecho que para superar las desigualdades históricas que se han señalado, para incidir en las políticas de desarrollo que han favorecido algunas regiones, grupos sociales o tipos de producción, las comunidades campesinas deben acceder a diferentes recursos (naturales, de conocimiento, de capital), intervenir en procesos políticos y definir a partir de sus propias necesidades las transformaciones que les permitan articular una buena gobernanza y así aumentar así su propia resiliencia (Bené *et al.*, 2012).

Tales innovaciones pueden darse a diferentes niveles, a través de cambios graduales y en pequeña escala, pero proyectando transformaciones radicales de las estructuras sociales, ecológicas y económicas insostenibles, a través de la reorganización y el aprendizaje hacia nuevos paradigmas, ideas, instituciones y regímenes políticos (Darnhofer, 2014; Pahl-Wostl, 2009; Martin-Breen y Anderies, 2011).

2.7 Referencias

- Arcila P., J.; Farfán V., F.; Moreno B., A.M.; Salazar G., L.F.; Hincapie G., E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé. 309 p
- Bejarano, J. (1979). "El Régimen agrario de la economía exportadora a la economía industrial". La Carreta. Bogotá. 370p.
- Bené, C., Godfrey, R., Newsham, A. & Davies, M. (2012). *Resilience: New Utopia or New Tyranny? Reflection about the Potentials and Limits of the Concept of Resilience in Relation to Vulnerability Reduction Programmes*. Brighton: Centre for Social Protection, Institute of Development Studies. IDS working paper 405
- Córdoba, C. A., Hortúa, S. E., & León, T. E. (2015). *Hidden dimensions of resilience to climate change: a necessary debate from Agroecology. Working paper*.
- Córdoba, C., León, T., (2013). Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática. *Agroecología* 8 (1), 21–32.
- Darnhofer, I. (2014). Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics*, 41(3), 461–484. <http://doi.org/10.1093/erae/ibu012>
- Deas, M. (1976). "Una hacienda cafetera en Cundinamarca: Santa Bárbara (1870-1912)". En: Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura. N. 8 Universidad Nacional de Colombia.
- Diez, C. (1982). Contribución al estudio del poblamiento Panche. Tesis Antropología. Universidad de los Andes. 134p.

- Dinero, S., (2013). Indigenous perspectives of climate change and its effects upon subsistence activities in the Arctic: the case of the Nets'ait Gwich'in. *GeoJournal* 78, 117–137.
- Dueñas, G. (1992). “Algunas hipótesis para el estudio de la resistencia campesina en la región central de Colombia, siglo XIX”. En: Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura. Nº 20.
- Escobar, G. (2015). El uso de árboles de sombrío en cafetales de Colombia: una historia sombría. *Etnoecológica*.11 (1) 9-30.
- Farfán, F. (2010). Café orgánico al sol y bajo sombrío, una posibilidad para la zona cafetera de Colombia. Programa de investigación científica. Centro Nacional de Investigaciones de Café “Pedro Uribe Mejía”. Cenicafé, Chinchiná, Caldas - Colombia. Avance técnico 399
- Fernández de Piedrahita, L. (1881). Historia General de las Conquistas del Nuevo Reino de Granada. Imprenta de Medardo Rivas. Volumen I.
- Gallini, S. (2004). Problemas de métodos en la Historia Ambiental de América Latina. Anuario IEHS.
- Guhl, A. (2004). Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997 *Cenicafé*, 55(1), 29-44.
- Guhl, A. (2006). Cambios ambientales en perspectiva histórica. *Ecología Histórica y Cultura Ambiental*, Universidad Tecnológica de Pereira, vol. 2
- Guhl, A. (2009). Café, bosques y certificación agrícola en Aratoca, Santander. *Revista de Estudios Sociales*. Universidad de los Andes, No. 32
- Gutiérrez, V. (1999). Miscegenación y cultura en la Colombia colonial, 1750-1810 (Tomos I y II). Universidad de los Andes. Bogotá. *IEHS* 19 (2004).
- Hoyos, G. (2007). El laboratorio del hábitat como estrategia para el mejoramiento de la sustentabilidad y la habitabilidad: la ciudad-region, del eje cafetero como punto de partida. Bogotá. Universidad nacional de Colombia, de artes.
- ICA. (1972). Instituto Colombiano Agropecuario. Proyecto de Desarrollo Rural de la Provincia del Tequendama. Documento.
- Legrand, C. (1988). Colonización y protesta campesina en Colombia, 1850-1950. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Lin, B. B. (2007). Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144(1-2), 85–94. <http://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.12.009>

Machado, A. (1994). El café: de la aparcería al capitalismo. Tercer mundo editores. Bogotá. 320p.

Mariátegui, J.C. (1928). 7 ensayos de interpretación de la realidad peruana. Biblioteca Amauta, Lima- Perú. 335p.

Martín, M. V. (2007). La semifeudalidad y el atraso de España: el ejemplo del sur. Editorial La Catarata. 350 p.

Martin-Breen, P. & Anderies, M. (2011). *Resilience: A literature review*. Brighton: Institute of Development Studies, The Resource Alliance, The Rockefeller Foundation.

Martínez, Á. (2005). Los inconquistables Panches del Magdalena. Lilian Pérez & Ángel Martínez Editores. 207p.

Melo, J. (1987). Las vicisitudes del modelo liberal (1850-1899). La población y el medio geográfico. En *Historia económica de Colombia*. Editado por Avella, M. et al. Siglo veintiuno editores de Colombia. Fedesarrollo. Colección credencial historia, biblioteca familiar, colombiana, bogota.

Montagnini, F. Somarriba, E. Murgueitio, E. Fassola, H. Eibl, B. (2015). Sistemas Agroforestales Funciones Productivas, socioeconómicas y Ambientales. 1º ed. – Cali, Colombia: CIPAV ; Turrialba, Costa Rica: CATIE. 454 p. Serie técnica. Informe técnico / CATIE; no. 402.

Mörner, M. (1970). La corona española y los foráneos en los pueblos de indios de América. Latinamerikanska-intitutet i Stockholm, Almqvist & Wiksel. 445p.

Murrá, J. (1981). "Límites y limitaciones de 'Archipiélago vertical'", en Maguaré, No.1, Vol.1. Junio, pp.93 – 98.

Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), 354–365. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001>

Palacios, M. (1981). La propiedad agraria en Cundinamarca, un esbozo sobre la sociedad de tierras templadas. México. D.F. El Colegio de México. 136p.

Pirachicán, E. (2015). *Autonomía alimentaria en sistemas agrícolas ecológicos y convencionales en Anolaima (Cundinamarca)*. Tesis de grado para optar al Título de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales.

Safford, F y Palacios, M. (2002). Colombia: país fragmentado, sociedad dividida. Editorial Norma, Bogotá. 743p.

Torres, L. E. (2002). Autoconsumo y reciprocidad entre los campesinos andinos: caso Fómeque. Cuadernos de Desarrollo Rural, 48, 79–98. Retrieved from <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/viewFile/1995/1277>

Vandermeer, J.; Perfecto, I.; Philpott, S. y Chappell, J. (2008). Reenfocando la conservación en el paisaje: la importancia de la matriz. Capítulo 4. En: Harvey, C y Sáenz, J. 2007. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamerica. Instituto Nacional de Biodiversidad (InBio), Costa Rica.

Walker, B., Holling, C., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. [online]. Retrieved from <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>

3. Percepciones y conocimientos campesinos y su papel en la resiliencia frente a la variabilidad climática. El caso de los pequeños caficultores de Anolaima (Colombia)

Presentación

El presente capítulo aborda uno de los puntos nucleares de la resiliencia, la combinación de diferentes tipos de conocimiento y la capacidad de transformar. Se analiza como las percepciones y conocimiento tradicional de los caficultores, sirven a aumentar o disminuir su resiliencia.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo analizar las percepciones de los pequeños caficultores de Anolaima (Cundinamarca, Colombia), sobre las causas y efectos del cambio climático, así como la construcción de indicadores y estrategias adaptativas. La investigación se basa en las percepciones y el conocimiento tradicional de las comunidades como factor decisivo en el aumento o disminución de su resiliencia. Se revisaron fuentes secundarias para la descripción de algunas variables socioeconómicas y ecosistémicas y se emplearon métodos cualitativos y cuantitativos para la recolección de información primaria, observación participante, encuestas (N= 266), recorridos guiados (N=15), entrevistas semiestructuradas (N= 96), cartografía social (N= 30) y 8 discusiones en grupo con alrededor de 30 participantes en cada una. Se identificó que la deforestación y la contaminación son las principales causas del cambio climático y que las sequías son el efecto más importante. Los indicadores biológicos y atmosféricos predominaron, así como las estrategias adaptativas de tipo agropecuario. Como fortalezas de esta población se identificó su interés por combinar su conocimiento con el científico y el manejo de la biodiversidad en las fincas, mientras que sus debilidades se relacionan con falta de relevo generacional y con un contexto político y social caracterizado por la inequidad, que no provee suficientes herramientas para garantizar la resiliencia de los agroecosistemas o de los caficultores en el caso analizado.

Palabras clave

Resiliencia, conocimiento tradicional, percepciones, cambio climático, Colombia.

Abstract

The objective of this work is analyzing the perceptions of peasant coffee producers from Anolaima (Cundinamarca province, Colombia) about causes and effects of climate change, as well as the construction of their own indicators and adaptive strategies. This investigation is based on communities' perceptions and traditional knowledge as decisive factors affecting the dynamics of resilience. Secondary sources were consulted to describe some socioeconomic and ecosystem variables. Qualitative and quantitative methods were applied to collect primary information from participant observation, surveys (N=266), guided tours (N=15), semi-structured interviews (N=96), social cartography (N=30) and eight group discussions with approximately 30 participants each. Deforestation and pollution were identified as the main causes of climate change, and droughts were recognized as the most significant effect. Biological and atmospheric indicators were predominant, as well as agricultural adaptive strategies. The main strength of this population is the interest for combining traditional and scientific knowledge with biodiversity management, whereas the main weaknesses are related to the lack of generational replacement and a political context characterized by inequity, which does not provide enough tools to guarantee the resilience of these peasant coffee producers.

Keywords

Resilience, traditional knowledge, perceptions, climate change, Colombia.

3.1 Introducción

El clima es un factor determinante para las dinámicas de las cosechas de los agricultores alrededor del mundo. Por esta razón, el conocimiento sobre sus ciclos y variabilidad es importante para la planeación y sostenibilidad de las actividades productivas, particularmente para el caso de las comunidades de pequeños productores quienes cuentan con recursos más limitados –en comparación con los grandes- para establecer mecanismos de adaptación a los cambios meteorológicos.

Desde la academia y las instituciones estatales especializadas se realiza la sistematización y el análisis de las variables relacionadas con la variabilidad climática, lo cual permite contar con información para predecir eventos meteorológicos y diseñar estrategias de adaptación. Sin embargo, existe otro tipo de conocimientos que no se consideran un insumo importante en las investigaciones del clima ya que no dan cuenta de parámetros estandarizados, sino que provienen de la observación práctica de las comunidades. El sustento de éstas poblaciones se basa en actividades productivas y que generalmente se relacionan sus percepciones y explicaciones de los ciclos y la variabilidad climática, a partir de los cuales construyen indicadores y estrategias que les permiten adaptarse a los cambios en el ambiente y aumentar su capacidad de resiliencia.

De esta forma las percepciones, conceptos, prácticas y valores que una comunidad comparte se constituyen en una forma particular de entender y actuar sobre la realidad en la que se desenvuelven (Capra, 1998). Debido a las potencialidades que estas percepciones y conocimientos comunitarios ofrecen para el robustecimiento de las investigaciones sobre la variabilidad climática, es necesario ahondar en la inclusión de

los saberes y las perspectivas culturales en la generación de políticas y programas acerca del clima en el contexto nacional e internacional (Ulloa, 2011). A este respecto es necesario anotar que la mayoría de estudios sobre la resiliencia y la vulnerabilidad no consideran las características particulares de las comunidades, sus relaciones con el clima y con los fenómenos meteorológicos, lo cual incluye sus percepciones y conocimientos tradicionales. Esto tiene como consecuencia que las iniciativas de adaptación y de aumento de su resiliencia no sean apropiadas y no tengan una mayor incidencia al no considerar las visiones particulares de los pobladores locales.

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2010) ha llamado la atención a este aspecto, al afirmar en 2010 que los conocimientos indígenas o tradicionales pueden resultar útiles para entender el potencial de ciertas estrategias de adaptación participativas y sostenibles. El IPCC ha enfatizado en que es necesario rescatar estos conocimientos de la literatura gris ya que sus aportes pueden ser muy relevantes en el análisis de la información proveniente de modelos científicos y otros datos. Esto puede resultar en diseños más adecuados de estrategias de adaptación y mitigación ante la variabilidad climática. A pesar de la importancia de los lineamientos propuestos por el IPCC, el conocimiento indígena y campesino se incluye de manera marginal en los análisis de las instituciones que se dedican al estudio del clima. Adicionalmente, se tiende a señalar a estas poblaciones como víctimas del cambio climático y se ignoran sus potenciales contribuciones a un mejor conocimiento del tema.

El presente artículo se enfoca en el caso particular de los pequeños caficultores¹¹ del municipio de Anolaima (Cundinamarca, Colombia), quienes se han adaptado a la variación del clima y continúan con sus actividades de tradición cafetera. Estas poblaciones hacen uso diariamente de un cúmulo de conocimientos adquiridos de su experiencia práctica (como bioindicadores, prácticas agrícolas, diversificación de actividades, entre otros) que no se tienen en cuenta en la mayoría de investigaciones, pero que han logrado mantener viva su actividad de subsistencia, al mismo tiempo que han garantizado su permanencia en la zona.

El objetivo de este artículo es analizar las percepciones de los pequeños caficultores de Anolaima, su conocimiento frente a las causas y efectos de la variabilidad climática y sus respuestas adaptativas, orientadas a fortalecer su resiliencia. Esto se logra a partir de un trabajo de campo, particularmente con entrevistas semiestructuradas, encuestas, talleres, cartografía social y recorridos por las fincas. Estas herramientas permiten coleccionar y sistematizar las percepciones y el conocimiento tradicional de la población estudiada.

En las primeras dos secciones se presenta información sobre el área de estudio y sobre la metodología usada. Posteriormente se elabora una discusión alrededor de la resiliencia, el conocimiento tradicional y las percepciones, puesto que estos conceptos constituyen el soporte teórico de esta investigación. La sección de los resultados incluye

¹¹ Las personas que participaron en este estudio, son campesinos de Anolaima, cuya principal actividad es la producción de café a pequeña escala.

el análisis de las percepciones sobre las causas y los efectos de la variabilidad climática, así como de la construcción de indicadores y de medidas de adaptación.

3.2 Área de estudio

Esta investigación se realizó en el municipio de Anolaima ubicado aproximadamente a 77 km al occidente de Bogotá (Colombia), en las veredas Chiniata, El Descanso y Santo Domingo (Figura 3-1). La zona de estudio tiene pendientes que poseen entre 75% y 100% de inclinación y suelos de tipo inceptisol cuya característica central es la susceptibilidad a la remoción en masa. Estos suelos también presentan altos contenidos de arcillas expansivas que generan agrietamiento del terreno en periodos secos (Córdoba & León, 2013). Las corrientes hidrográficas más importantes en el municipio son el río Bahomón, el río Curí y la quebrada La Gualauta (Alcaldía de Anolaima, 2012).

Figura 3-1. Ubicación general del área de estudio.



Fuente: adaptado de OpenStreetMap

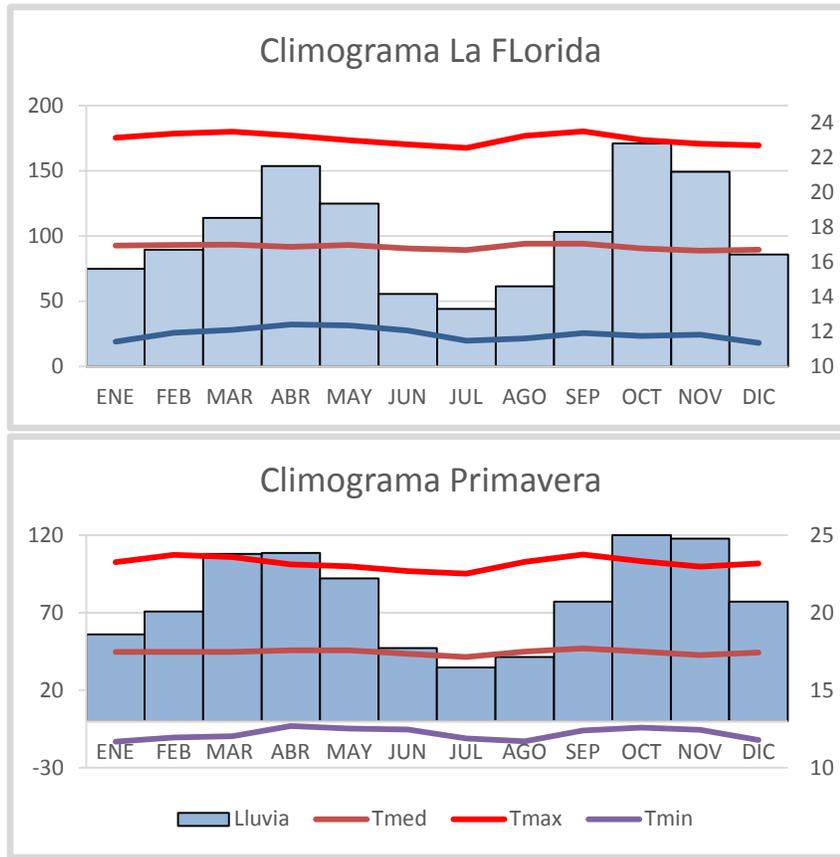
Las altas pendientes de los suelos en la región hacen que éstos tengan una vocación de uso para bosques protectores o productores-protectores. Sin embargo, la tierra se dedica principalmente a la producción agrícola y pecuaria. La producción agrícola que representa el 60,3% de las actividades económicas en el municipio. Se destacan los cultivos de café, hortalizas y frutales, mientras que cultivos transitorios como habichuela, tomate, arveja y berenjena representan el 19% del área total sembrada. El café es el cultivo de mayor extensión con 1.238 hectáreas sembradas y 1126 productores, lo cual equivale a 0,92 ha por caficultor. Aproximadamente el 65% del área está sembrada con árboles establecidos hace más de 10 años, por lo que su productividad (así como los ingresos de los caficultores) ha tendido a disminuir (Alcaldía de Anolaima, 2012).

Los cultivos de autoconsumo con relevancia económica son el café, los cítricos, la guayaba, el banano y el plátano. Los alimentos que presentan una disponibilidad permanente son algunas verduras como palmitos y guatila (*Scechium edule*), pollos, huevos y leche. Los tubérculos y los plátanos también se producen durante todo el año y son la principal fuente de carbohidratos para esta población. Sin embargo, entre agosto y febrero, debido a las condiciones climáticas, hay escasez de alimentos, que pueden afectar sus patrones de alimentación (Pirachicán, 2015). Otro factor adicional que se refleja en una baja disponibilidad de fuentes de nutrientes es la disminución de las huertas caseras debido a la baja disponibilidad de agua y a la falta de tiempo para su cuidado, puesto que los campesinos (y en particular, las mujeres) se dedican a apoyar los cultivos de importancia en épocas de cosecha y deben buscar fuentes adicionales de recursos económicos para adquirir los alimentos que escasean en diversas épocas del año.

La desigualdad en la distribución de tierras en Anolaima se refleja en la Unidad Agrícola Familiar (UAF). La UAF está definida como la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio¹². La UAF, por ende, corresponde con una unidad de medida económica traducida en las hectáreas necesarias para que una familia rural tenga los ingresos necesarios para llevar una vida digna y lograr la sostenibilidad de su actividad productiva. Para el municipio de Anolaima la UAF se ha calculado en 9 ha (MADR & INCODER, 2013), lo cual contrasta con el panorama de los pequeños caficultores, ya que el 86,3% de los encuestados poseen tierras por debajo de esa estimación.

En el municipio de Anolaima se ubican las estaciones ordinarias La Florida y Primavera del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Los climogramas obtenidos de los datos de estas estaciones indican que durante el año se evidencian dos períodos de lluvia en los meses marzo-abril-mayo y octubre–noviembre y las épocas secas corresponden a los meses de junio, julio y agosto (Figura 3-2). La precipitación anual promedio es de 1.232 milímetros al año y el promedio de temperatura es de 20°C. Se constató a través del trabajo de campo y de la revisión del Plan de Desarrollo 2012-2015 del municipio de Anolaima, que no hay planes gubernamentales para la discusión, transmisión y sistematización del conocimiento tradicional local para la predicción o evaluación del clima.

¹² De acuerdo con el artículo 38, Resolución 41 de 1996 (INCORA, 1996) y Ley 160 de 1996 (MADR e INCORA, 1996).

Figura 3-2. Climogramas del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Metodología

Se desarrolló una investigación participativa con caficultores de las veredas Chiniata, El Descanso y Santo Domingo entre 2012 y 2015, combinando métodos semiestructurados de recolección de datos cualitativos y cuantitativos.

Gran parte de las investigaciones sobre cambio climático y conocimientos tradicionales señalan que las metodologías mixtas (las que mezclan técnicas cuantitativas y cualitativas) son las que contribuyen a construir un panorama integral de las zonas de estudio. Forero *et al.* (2014) realizaron una revisión sobre las investigaciones de percepción del cambio climático en Latinoamérica y encontraron que los enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos son los que se usan de manera más frecuente y que las principales herramientas son la entrevista semiestructurada, la encuesta y la

observación en campo. Otras técnicas son los grupos focales (Orlove *et al.*, 2011), la participación en mingas¹³ (Pueyanán, 2009), el video y la literatura (Smith *et al.*, 2014).

De acuerdo con Darnhofer (2009), para llevar a la práctica una evaluación sobre la resiliencia de un sistema, como la finca de un pequeño productor, es necesario enfocarse en los factores que le permiten a esas fincas fortalecer sus habilidades de responder al cambio. Por esta razón se hizo uso de métodos de investigación que permitieran recoger, sistematizar y analizar la información otorgada de manera directa por las comunidades de caficultores, de manera que esas fortalezas o debilidades pudieran ser identificadas y analizadas.

Por otra parte, Cumming *et al.* (2008) plantean que la resiliencia depende de la habilidad de un sistema socioecológico de mantener su identidad, que se define por los componentes de dicho sistema, las relaciones entre ellos y su persistencia en el espacio y en el tiempo. Uno de los aspectos cruciales de la identidad es la memoria, la cual se materializa en las prácticas cotidianas, las tradiciones, las creencias y el conocimiento transmitido entre generaciones. En el caso de los caficultores de Anolaima, esta información se recogió a partir de entrevistas semiestructuradas individuales y colectivas con diferentes actores sociales, que alcanzaron a 96 personas, 8 discusiones en grupo con alrededor de 30 caficultores cada una, observación participante, cartografía social a 30 campesinos, se aplicaron 266 encuestas individuales y se realizaron 15 recorridos guiados. Estos métodos de investigación etnográfica se aplicaron de manera más profunda con 6 familias campesinas, que emplean prácticas ecológicas o convencionales en sus fincas.

Se obtuvo información demográfica que incluía edad, sexo, tiempo de permanencia en la región y número de personas dedicadas a las labores agrícolas. La información socioeconómica abarcó tamaño y tenencia de la tierra, tipo de organización comunitaria, política o productiva a la que pertenecen los caficultores; así como factores relacionados con sus fuentes de ingreso, deudas, calidad de servicios públicos, comunicaciones y vías y aspectos de la comercialización. En cuanto a aspectos ecosistémicos y productivos se preguntó por la dependencia de insumos externos, los ciclos productivos, el manejo de las arvenses y de la diversidad asociada a los cultivos, el autoconsumo, los usos de animales en las fincas, la productividad, plagas y enfermedades. En relación con el clima se indagó por la percepción de las causas y consecuencias de los cambios en el clima y el tiempo atmosférico; los problemas ambientales de la región; así como por los indicadores que emplean los agricultores para predecir el clima y la forma en que se ven afectadas sus actividades agropecuarias y los métodos adaptativos que usan y su papel en la resiliencia de la población.

¹³ Minga es un grupo de personas de una comunidad que se reúnen para trabajar en beneficio de una de ellas (la construcción de una casa o cosecha, por ejemplo) o llevar a cabo una iniciativa común.

3.4 Resiliencia, conocimiento tradicional y percepciones sobre el cambio climático

El presente estudio se soporta en la discusión teórica sobre la resiliencia de los sistemas socioecológicos ante el cambio climático y su relación con el conocimiento tradicional y las percepciones sobre esas alteraciones del clima.

3.4.1 Resiliencia

El concepto de resiliencia ha sido ampliamente abordado desde diversas disciplinas, con el objetivo de aplicarlo a varios problemas del conocimiento. Para el caso particular de este estudio, interesan los avances en su definición respecto a los sistemas socioecológicos y sus respuestas a la variabilidad climática. Frente a ese contexto de análisis es necesario resaltar el reto que representa la medición de la resiliencia de un sistema socioecológico (tanto en la teoría como en la práctica), particularmente un agroecosistema, debido a dos cuestiones principales: la complejidad no solo de dicho sistema, sino de encontrar una definición adecuada de la resiliencia que abarque la multiplicidad de elementos que componen este objeto de estudio y que no se limitan a sus partes elementales sino a un contexto social y cultural en donde existen estructuras jerárquicas de poder.

En discusiones sobre las definiciones de resiliencia y particularmente en estudios de adaptación de los agroecosistemas al cambio climático la siguiente pregunta debería ser formulada: ¿resiliencia ante qué, planeada por quién y para quién? (Friend & Moench, 2013). Con esta cuestión en mente es posible dar el paso hacia una posible definición de la resiliencia, propuesta por Córdoba – Vargas *et al.* (2015) con base en los aportes de diversos autores (Friend & Moench, 2013; Folke *et al.*, 2010; Davoudi, 2012; Pendall, Foster, & Cowell, 2009; Carpenter *et al.*, 2005; Berkes & Folke, 1998;).

La resiliencia es una propiedad emergente de los sistemas complejos (familia, región, país) producto de la interacción dialéctica de sus elementos a diferentes escalas, la cual les permite amortiguar, adaptarse y especialmente innovar y transformarse no solo frente a factores puntuales de tensión, sino también frente a los inevitables y continuos cambios biofísicos y sociales del entorno. La resiliencia no es un concepto neutral, sino que debe analizarse desde el punto de vista, los intereses y el lugar que ocupa en la sociedad el grupo que se pregunta por ella. Por tanto, no representa única ni principalmente un retorno de los sistemas a un estado “normal” sino que, por el contrario, implica necesariamente discontinuidades, fluctuaciones y desarrollos dinámicos del sistema.

Partiendo de esta definición, se plantean cuatro características que deben tener los agroecosistemas (u otro sistema socioecológico de mayor escala) para ser resilientes en un contexto de cambio climático: 1) análisis de la causalidad (desarrollo histórico de sus condiciones espaciales, biofísicas, políticas, económicas, sociales); 2) el cambio, la incertidumbre y la perspectiva de múltiples escalas (no existe un equilibrio o un punto de retorno, se deben tener en cuenta escalas locales, regionales y globales); 3) la diversidad

(no solo ecosistémica, sino respecto a voces, ideas y posibilidades); y 4) la combinación de diferentes tipos de conocimiento y la capacidad de transformar (Córdoba, 2015).

Aunque todas las características están dialécticamente relacionadas, la última de ellas (la combinación de diferentes tipos de conocimiento y la capacidad de transformar), es la que se aborda en este estudio a partir del caso de los agroecosistemas cafeteros de Anolaima. Las diversas maneras de conocer, pensar e intervenir en el territorio (las cuales se han construido históricamente y se han transmitido de generación en generación) constituyen un elemento crucial para la resiliencia de estos agroecosistemas, ya que les permiten implementar estrategias de adaptación ante el cambio climático.

Darnhofer (2009) plantea que la resiliencia abarca tres capacidades principales: la amortiguación, la adaptación y la transformación. En este sentido, los conocimientos tradicionales actúan como catalizadores no solo de los procesos de amortiguación y adaptación frente a condiciones cambiantes, sino que pueden incidir en la *transformación* de los agroecosistemas, que es el nivel en el que se dan las innovaciones y donde finalmente el sistema puede consolidar su capacidad de resiliencia.

3.4.2 Percepciones sobre el cambio climático

Percepciones y conocimiento tradicional se dan forma mutuamente, a través de procesos de aprendizaje en los cuales los seres humanos interpretan sus sensaciones para dar sentido a su entorno y actuar en consecuencia (Nguyen *et al.*, 2016). Las percepciones también son una manera en la que el conocimiento tradicional es manifestado por los grupos sociales y, por tanto, son una fuente de información respecto a la relación de dichos grupos con el ambiente a través del tiempo, lo cual incluye sus ideas y adaptaciones al cambio climático.

De acuerdo con Le Breton (2007) y Merleau-Ponty (2002), las percepciones son una dimensión que conecta al cuerpo (lo físico) con un sistema simbólico, por medio del cual se da significado a la información externa, percibida a través de los sentidos. Los individuos, por medio del lenguaje y de experiencias previas, otorgan significados a los elementos de su entorno y también traducen estímulos externos desconocidos a referentes simbólicos que resulten familiares (Le Breton, 2007). Este proceso de percibir no es solamente individual, también es colectivo, ya que los símbolos culturales son construidos y consensuados colectivamente a través del lenguaje (Ángel, 2000). Las percepciones son entonces procesos complejos y dinámicos que se vinculan a la experiencia y constituyen un puente entre los contextos vividos y el ambiente (Sánchez, 2011).

Por medio de las percepciones se da un ordenamiento, un significado y una clasificación del entorno y sus componentes. Del mismo modo, las acciones y las prácticas por medio de las cuales se interactúa con dicho entorno dependen grandemente de las percepciones: "percepción, pensamiento y lenguaje están estrechamente relacionados en la configuración de los sistemas clasificatorios y del conocimiento local, en la medida en que ordenan los fenómenos y los estímulos provenientes del exterior y la manera como

debe actuarse frente a ellos” (Tocancipá-Falla *et al.*, 2011, p. 397). Por ende, las percepciones de las comunidades sobre las causas y consecuencias de la variabilidad climática condicionan sus acciones y la construcción de estrategias adaptativas, de ahí su importancia para el aumento o disminución de su resiliencia.

Cabe resaltar que los factores políticos, económicos y sociales también afectan las percepciones de los agricultores frente a los riesgos climáticos y los factores de adaptación que consideran o no. La histórica desigualdad en el acceso a la tierra y capital, la falta de incentivos agrícolas, crédito, sistemas de riego, entre otros; la falta de oportunidades que ofrece el campo para los jóvenes, desincentivan las acciones de adaptación frente al cambio y la variabilidad climática (Gandure *et al.*, 2013; Nguyen *et al.*, 2016).

A este respecto, Murtinho *et al.* (2013) plantean que se debe hacer un contraste entre los datos técnicos y las percepciones de las personas sobre las causas de las alteraciones climáticas que afectan sus actividades, ya que esas ideas son las que condicionan las medidas que toman para lidiar con esas alteraciones. Estos autores indican que los cambios en las precipitaciones, por ejemplo, son particularmente difíciles de detectar, por tanto, es necesario complementar la información proveniente del conocimiento local (incluyendo las percepciones) con datos técnicos que permitan direccionar de manera adecuada las respuestas adaptativas de las comunidades. Así mismo, es importante considerar soluciones tanto en las técnicas de recolección de agua, como a nivel educativo de las comunidades y el desarrollo de políticas de adaptación (Gandure *et al.*, 2013).

Las investigaciones sobre cambio climático y adaptación que incluyen el conocimiento local y las percepciones como elementos clave de estudio han aumentado particularmente en la última década, tanto en el mundo como en Latinoamérica (Forero *et al.*, 2014). Se destacan los estudios de Dinero (2013) en Estados Unidos y Graybill (2013) en Rusia con comunidades árticas y subárticas (respectivamente); los de Koppel (2014) y Smith *et al.* (2014) con poblaciones tribales, nativos y rancharos en Estados Unidos; la de Sahu y Mishra (2013) con comunidades rurales en India; y la de Taylor *et al.* (2014) con población urbana en el Reino Unido.

Forero *et al.* (2014) realizaron una investigación a partir de estudios sobre percepciones frente al cambio climático en Latinoamérica y presentan una amplia muestra de investigaciones en Brasil, México, Bolivia, Chile, Guatemala, Ecuador, Perú y Costa Rica. Colombia también se incluyó en este estudio y se resalta la variedad de investigaciones realizadas en diversas regiones del país, como el Urabá chocoano (Correa *et al.*, 2012); el páramo de Sonsón (de los Ríos & Almeida, 2011); el Amazonas, Caquetá y Putumayo (Echeverri, 2009); Cauca (Ramos *et al.*, 2011); Puracé (Martín, 2010), Santander (Pinilla *et al.*, 2012); Nariño (Pueyanán, 2009; Tupaz & Guzmán, 2011); y Bogotá (Ulloa y Prieto, 2012). También se resalta el trabajo de Murtinho *et al.* (2013) referido a las percepciones sobre escasez de agua en laguna de Fúquene.

3.4.3 Conocimientos tradicionales

Las investigaciones sobre resiliencia y cambio climático han incluido, especialmente a partir del siglo XXI, la interacción que debe establecerse entre el nivel global, nacional y el local, ya que generalmente éste último ha tendido a excluirse del análisis sobre los procesos de adaptación al cambio climático (Ulloa & Prieto-Rozo, 2013). La participación y la voz de las comunidades constituye un elemento fundamental en el manejo de los recursos naturales y en el diseño de políticas de adaptación al cambio climático (Mayunga, 2007; Badahur *et al.*, 2010) debido a la relación y mayor dependencia de estas poblaciones con el entorno.

Berkes (1999) se refiere a ese conocimiento local sobre el territorio y el ambiente como el *Traditional Ecological Knowledge (TEK)*, concepto que define como el cuerpo acumulativo de conocimientos, prácticas y creencias que han evolucionado a partir de procesos adaptativos y son heredados de generación en generación por medio de la cultura. El TEK se construye a través de siglos de observación e interacción de los humanos y demás seres vivos con el ambiente, conectando elementos morales, cosmológicos, espirituales y valores que condicionan la manera práctica en la que las comunidades se relacionan con ese entorno. De acuerdo con Lazrus (2012), aunque el cambio climático representa un reto para las visiones de mundo que se transmiten por medio del TEK, son precisamente las respuestas a esas condiciones cambiantes las que pueden constituir un mejoramiento de las capacidades adaptativas de las comunidades. Por esta razón, incluir los conocimientos tradicionales dentro de la gestión de los riesgos ambientales podría complementar e incluso optimizar los procesos científicos y de gestión del riesgo tradicionales (Gaillard, 2007).

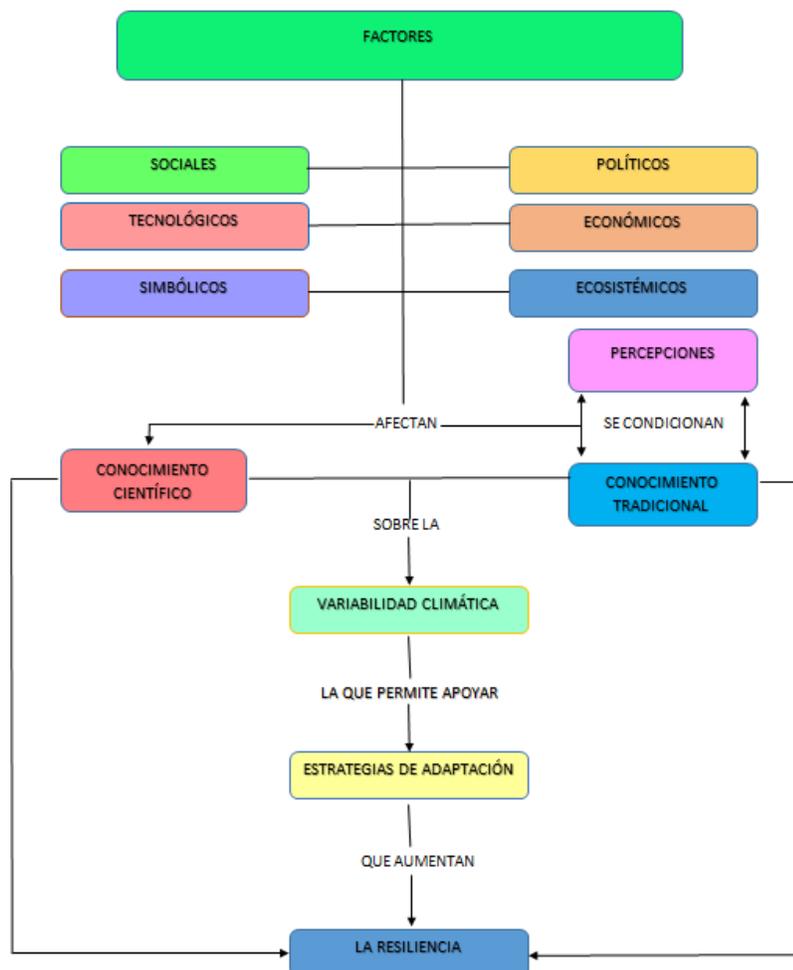
Es necesario anotar que los conocimientos tradicionales pueden realizar importantes aportes en la construcción de estrategias de adaptación al cambio climático; sin embargo, no pueden ni deben ser comparados con los conocimientos científicos, ya que son complementarios (Dinero, 2013). Lo particular del TEK (y que constituye una ventaja) es que incluye valores y juicios éticos y morales en el entendimiento de los cambios ambientales, pero esa información debe ser vista en perspectiva, ya que corresponde con una escala local y así como puede dar cuenta de los cambios en un punto específico, es posible que no explique alteraciones a una mayor escala. Es por esto que puede haber discrepancias al contrastar las percepciones locales del clima con información tomada por muestreo o con modelos climáticos, ya que éstos últimos tienen una resolución espacial más amplia y por tanto, pueden excluir el detalle de un lugar particular. Por esta razón también se sugiere disminuir la escala de estos modelos (*downscaling*) y complementarlos con modelos de pronóstico a escala local (Heyd, 2011).

Varios autores latinoamericanos y de diversos lugares del mundo coinciden en la importancia del diálogo entre diversas formas de conocimiento, particularmente el tradicional y el científico, ya que son complementarios en un contexto de cambio climático en donde deben tenerse en cuenta no solo una variedad de grupos sociales, sino también diversas escalas. La articulación de estas formas de conocimiento puede contribuir al diseño de modelos o medidas más adecuadas de adaptación al cambio climático, lo cual representa un beneficio local, regional y global (Forero *et al.*, 2014;

Lazrus, 2012; Heyd, 2011; Ulloa, 2011). Sin embargo, se requiere que este diálogo entre el conocimiento tradicional y el científico se lleve a cabo dentro de un contexto que propenda por la justicia y la equidad, ya que las negociaciones de saberes y significados tienen un elemento inherente: las cuestiones del poder que influyen en la definición de qué posiciones u opiniones son tenidas en cuenta en los procesos de toma de decisión (Ganderson, 2014).

La cada vez mayor inclusión de las percepciones y los conocimientos tradicionales frente a eventos climáticos, resulta de fundamental importancia, como elementos para el desarrollo de procesos de adaptación, que sean acogidos y mantenidos por las comunidades (Meredith *et al.*, 2016). Comprender las opciones, actitudes, creencias y conocimientos de los agricultores, vincularlos con el conocimiento científico, y con un entendimiento del entorno socio económico, permiten apoyar las estrategias de adaptación que resulten más adecuadas para el aumento de la resiliencia de las comunidades (Nguyen *et al.*, 2016) (**Figura 3-3**).

Figura 3-3. Esquema que explica las interacciones entre percepciones, conocimiento tradicional y conocimiento científico y su influencia sobre la resiliencia.



Fuente: Elaboración propia.

3.5 Resultados

El clima y el estado del tiempo son condicionantes importantes para la vida humana y la de todos los organismos. Engels (1884) señala que a pesar de que los humanos lograron una amplia independencia de los fenómenos naturales con la dominación del fuego, aspectos como la temperatura y la precipitación siguen influenciando la cotidianidad, sobre todo de las poblaciones rurales en las dinámicas de cosecha, siembra, fertilización, poda y transporte.

En el caso de los pequeños caficultores de Anolaima, los fenómenos meteorológicos hacen parte de las conversaciones cotidianas, ya que estos campesinos comparten frecuentemente sus percepciones sobre el estado del tiempo (es decir, la manifestación de cambios en la atmósfera en un lugar y tiempo determinados) y su afectación en las actividades diarias. Este tema es de particular importancia para esta población debido a que su sustento depende principalmente del cultivo del café, producto que se ve afectado por las alteraciones en la temperatura y las precipitaciones.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las entrevistas y talleres con los caficultores de Anolaima, en donde compartieron sus percepciones sobre las alteraciones en el tiempo meteorológico. La información se sistematizó y analizó de acuerdo a cuatro temas principales: causas y efectos del cambio y variabilidad climática, indicadores y medidas de adaptación.

3.5.1 Percepción de las causas de la variabilidad climática

El total de los campesinos que participaron en este estudio perciben que el clima ha presentado cambios significativos en los últimos tiempos y esta percepción es resultado tanto de su experiencia cotidiana como de la información que reciben a través de los medios de comunicación. En la exploración de este tema se les pidió a los participantes señalar las causas que atribuyen a los cambios en el clima. En la tabla 3-1 se presentan los resultados (una persona pudo haber mencionado una o varias causas).

Tabla 3-1. Causas de la variabilidad climática de acuerdo con las percepciones de los caficultores de Anolaima.

Causa	Porcentaje
Deforestación	76.1%
Contaminación	72.6%
Quemas	22.3%
Razones divinas	10.5%
Agricultura industrial	7.8%
No sabe	7.6%

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las causas se relacionan con actividades antrópicas: deforestación, quemas y contaminación. Los campesinos vinculan directamente estas acciones con el deterioro ambiental de la zona, lo cual es un indicador de su conocimiento empírico sobre los efectos de la actividad humana en el cambio climático, aun cuando solamente el 3% de los participantes ha recibido capacitación en este tema. Uno de los campesinos señala lo siguiente sobre las causas del cambio climático:

Eso ha sido creado por nosotros mismos, por la contaminación misma de la quema de los plásticos, la tala de árboles, las quemas (cuando la gente le mete candela a una montaña), todo ese humo nos afecta grandemente y pues obviamente los desechos y químicos tóxicos que se lanzan al medio (Luis Adriano apellido, campesino anolaimuno. Entrevista, 3 de enero de 2009).

Estas percepciones coinciden con los resultados obtenidos por el estudio realizado por Pinilla *et al.* (2012) en Santander (Colombia), en donde el 50% de los participantes señalaron la actividad humana como principal causa del cambio climático. Igualmente, los indígenas Nasa atribuyen la responsabilidad de las alteraciones del clima a la relación no sagrada del hombre blanco con la naturaleza (Ramos *et al.*, 2011). Sin embargo, también existen percepciones escépticas frente al papel antropogénico en los cambios ambientales. Tal es el caso de dos poblaciones sub-árticas en Kamchatka (Rusia), quienes no consideran al humano como una fuerza que puede alterar los ciclos naturales y opinan que hay otros factores más críticos que influyen en su cotidianidad (Graybill, 2013).

Volviendo a los caficultores de Anolaima, es interesante analizar las razones divinas como una de las causas del cambio climático. Aunque se trata de un porcentaje pequeño (10.5%), esto evidencia cómo el contexto cultural y simbólico condiciona la manera de percibir y de dar explicaciones a los fenómenos ambientales. En este caso, parte de la herencia colonial y la influencia de la religión católica en la región del Tequendama, podrían revelar la permanencia de algunos de estos rasgos en la manera de conocer y explicar el mundo, en este caso, los fenómenos climáticos. Tal percepción dificulta la toma de medidas frente a consideraciones de orden divino, ya que éstas son en general consideradas como inamovibles o inevitables, disminuyendo así la resiliencia de las comunidades.

Es necesario resaltar que solamente un 7.8% (un porcentaje menor respecto a las causas divinas) atribuye el cambio del clima a la agricultura convencional. De acuerdo con el IDEAM (2009), alrededor de un 53% de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en Colombia provienen de la agricultura, los usos de la tierra, los cambios en los usos del suelo y la silvicultura. El inventario realizado por el IDEAM de emisiones de GEI no diferencia entre la agricultura ecológica y convencional; sin embargo, esta última al ser intensiva y hacer uso de insumos derivados del petróleo, aporta más GEI a la atmósfera. Smith *et al.* (2007) señalan que, por el contrario, la agricultura ecológica puede reducir considerablemente las emisiones de CO₂ ya que sus métodos tienden a favorecer la fertilidad del suelo (por el empleo de rotaciones y abonos verdes) y esto constituye un ahorro energético, puesto que no se requiere de fertilizantes u otro tipo de *input* externo. Adicional a la fabricación de agroquímicos es necesario

especificar otras fuentes de emisiones indirectas relacionadas con la agricultura convencional, tales como la producción y uso de maquinaria agrícola, y la elaboración y transporte de alimentos e insumos.

En este sentido, si 92,2% de los caficultores no asocia la emisión de gases efecto invernadero con las prácticas de la agricultura convencional, es lógico que las medidas de mitigación y adaptación frente a la variabilidad climática no se den en torno a la transformación de estas prácticas. Adicional a esto, la falta de apoyo gubernamental en la promoción de la agricultura ecológica y la mayor productividad lograda con métodos convencionales, impide que se avance en la reconversión agroecológica de las fincas.

En cuanto a los cambios en el uso del suelo, algunos caficultores identifican la relación entre las alteraciones en el clima y la deforestación por el aumento de la ganadería, resultado de la baja rentabilidad que ofrece el cultivo de café. Lo anterior cobra mayor relevancia en una región donde los suelos son susceptibles a remoción en masa y la cobertura arbórea juega un papel importante (Córdoba & León, 2013). Al respecto un campesino señala:

Mire, esto va sonar raro, pero el problema ambiental más grande de esta zona es que no hay un cultivo rentable, eso nos lleva a probar con cualquier cosa tumbando lo que hay. Si tuviéramos un cultivo rentable (plátano, café, yuca, maíz u otro), nos dedicaríamos a esos lotes para producir y no nos meteríamos con el monte. Como el café no es rentable, lo que hacemos es tumbar otro pedacito (...) al país le llegó la idea de que la ganadería es el negociazo. Las zonas de bosque se han venido convirtiendo en potrero, cada vez hay menos árboles, entonces cuando venga el doctor general de los suelos, va a decir que estos suelos son muy susceptibles a la erosión, a la remoción en masa (Ceineth Murcia, caficultor anolaimuno. Entrevista, 12 de abril de 2012).

Adicional a lo anterior, el aumento de la ganadería también se ha favorecido por el hecho de requerir menos mano de obra que el cultivo del café u otros cultivos, por tanto, se incurre en menos costos. Sin embargo, es notorio que los campesinos caficultores son conscientes de que el café ofrece mejores posibilidades en términos ambientales que la ganadería:

Últimamente se han dedicado mucho a lo del ganado y poco a poco se han venido saliendo del café, es algo preocupante, porque el café tiene una gran ventaja: para tener café hay que tener árboles, por eso es que me gusta a mí el café (Don José Bautista, campesino anolaimuno. Entrevista, 6 de febrero de 2013).

Es claro que los campesinos tienen una acertada percepción sobre la relación entre cambios de uso del suelo y el cambio climático. Sin embargo, son pocas las medidas de adaptación o transformación que pueden adoptar, cuando a otros niveles se promueve políticas que benefician más la producción ganadera, e incentivan poco la agrícola. De la misma forma, la migración de los jóvenes del campo debido a falta de oportunidades en el trabajo agrícola, es un asunto sobre el que los caficultores tienen poca injerencia. Esto evidencia que no siempre las percepciones tradicionales están directamente relacionadas

con un aumento de la resiliencia, ya que muchos factores a diferentes niveles, interfieren en ella.

3.5.2 Percepciones sobre los efectos de la variabilidad climática

Para los caficultores de Anolaima, los cambios de clima están estrechamente relacionados con las fechas importantes para el desarrollo del cultivo. La periodicidad de las épocas de lluvia y sequía les permite planear las actividades propias de los momentos de siembra, cosecha, de aplicación del abono y labores de recolección de frutos brocados. También les permite prever la magnitud de la producción, como lo menciona un caficultor de la zona:

El café se estresa en el verano. En julio y agosto hay invierno fuerte y florece mucho, el estrés lleva a florecer. En abril, mayo y junio las madrugadas son frías, huele a café y las lluvias son normales. En octubre y noviembre se espera invierno, luego diciembre y enero, si es muy fuerte el verano, se pierde cosecha. Esta temporada corresponde a la floración de mitaca¹⁴. Este año hubo buen verano y buena agua; buena lluvia, casi no hay broca; en verano la broca se traga todo (Ceineth Murcia, caficultor anolaimuno. Entrevista, 3 de enero de 2009).

Los climogramas presentados en el contexto indican que hay dos épocas del año en donde aumentan las lluvias (entre marzo-mayo y octubre-noviembre) y un período en el que disminuyen a mitad de año. Los caficultores han actuado históricamente de acuerdo a estas fluctuaciones y conocen cómo éstas contribuyen al desarrollo del café, pero esa temporalidad ha presentado alteraciones, lo cual afecta las dinámicas del cultivo ya que no se tiene certeza sobre la disponibilidad de agua y el aumento de la temperatura, como lo indica el siguiente comentario:

“El clima cambió porque antes llovía en ciertos meses y esto ya no es así. Incluso, cuando en la televisión dicen que va a llover hasta cierta semana (decían que en marzo volvía a llover), eso no ocurre. Mire, eso ha cambiado mucho, antes se sabía en qué mes llovía y en qué mes habría verano, pero esto ya no es así” (Yaqueline Pulido. Campesina anolaimuna. Entrevista. 18 marzo 2014)

En la siguiente tabla se sistematizan las percepciones más comunes de esta población sobre los efectos de los eventos meteorológicos en el entorno y en sus actividades productivas.

¹⁴ La mitaca es una cosecha secundaria de café, de menor rendimiento en comparación con la cosecha regular.

Tabla 3-2. Efectos de los eventos climáticos o meteorológicos de acuerdo con los caficultores de Anolaima.

Evento climático o meteorológico	Efectos
Exceso de sol	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la calidad del grano de café, se pone amarillo • Gasto de tiempo y dinero en riego • Deterioro de las plantas (se queman y marchitan) y daño de cosechas por falta de agua • Desecación de quebradas • Disminución en la producción de las huertas caseras por falta de agua • Demora en la producción de caña • Escasez de pastos para la alimentación del ganado • Aumento de mosquitos debido al calor • Aumento de la cantidad de broca, necesidad de contratar jornales para controlarla • Pérdida de la época de abonado debido a la falta de humedad • Muerte de animales y aumento de enfermedades
Helada	<ul style="list-style-type: none"> • Quema de las plantas, aunque sin efectos en el suelo.
Exceso de lluvias	<ul style="list-style-type: none"> • Deslizamientos de tierra • Encharcamiento de cultivos • Daño de cosechas por exceso de agua • Aumento en el número de ratones • Daño de carreteras, no se pueden transitar • Aparición de hongos • Mejoría en la producción y reverdecimiento del follaje (efectos positivos)
Vientos fuertes	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de granos de café

Fuente: elaboración propia.

De manera generalizada, los caficultores de Anolaima coinciden en señalar que las alteraciones del clima han estado relacionadas con aumento de la temperatura (lo cual fue constatado por Córdoba, Rojas y Díaz, 2015)¹⁵. En consecuencia, los efectos del

¹⁵Córdoba, C., Pirachicán, E., Rojas, E., 2015. Microclimate analysis of temperature and vapor pressure deficit (VPD) in coffee farms with different levels of shade. Working paper.

cambio climático afectan mayormente la disponibilidad del recurso hídrico, lo cual tiene varias repercusiones para la vida de esta población.

En primer lugar, las sequías impiden que el pasto crezca, por tanto, se reduce la disponibilidad de alimento para el ganado, lo cual obliga a las familias a comprar concentrado (acarreado gastos adicionales) o a vender las reses, eliminando la fuente de obtención de leche. En segundo lugar, los agricultores reportan que la reducción de las lluvias no permite el establecimiento de huertas familiares de las cuales se pueden obtener productos de autoconsumo que fortalecen su seguridad alimentaria. Solamente un 28% de las familias que participaron en la investigación tienen huerta, debido en parte a la poca disponibilidad de agua y de mano de obra para su mantenimiento. En cuanto al café, tal como se muestra en la Tabla 3-2, el riego es una alternativa para no perder la cosecha, sin embargo, instalar un sistema de riego requiere capital y mano de obra con los cuales los pequeños caficultores muchas veces no cuentan. En tercer lugar, al presentarse lluvias excesivas en un momento particular, las carreteras y vías de acceso a las veredas se ven afectadas, perjudicando la conectividad de los caficultores con el municipio y el transporte de los productos de la finca para ser comercializados. Otro efecto señalado por los participantes en relación con las lluvias excesivas es el aumento de plagas, especialmente ratones.

Melke & Fetene (2014) señalan que durante las sequías la floración del cultivo de café disminuye, al igual que la producción de un grano de calidad y en cantidades que permitan tener ganancias. Los caficultores manifiestan que las fluctuaciones del clima han ocasionado una reducción en las cosechas de alrededor del 20%. Una reducción de la cosecha se traduce en pérdidas monetarias para los productores. Como se mencionó anteriormente, los caficultores conocen el funcionamiento del ciclo del café y su relación con las lluvias, pero al presentarse cambios imprevisibles en el tiempo atmosférico, como el aumento e intensidad de las sequías, aumenta el riesgo de aparición de broca en los cultivos, lo cual obliga a contratar mano de obra adicional para controlar su dispersión, aumentando los costos de producción.

Otra consecuencia reportada por los campesinos de Anolaima que tiene que ver con la salud es el aumento de las enfermedades respiratorias debido al polvo en tiempos de sequía, al igual que el crecimiento de poblaciones de moscos y zancudos. Adicionalmente, cuando se presenta exceso de lluvias, hay incremento de gripa y el ganado puede sufrir de enfermedades en sus cascos por el exceso de humedad y requerir antibióticos. Esto coincide con lo reportado por Lammel (1997), quien investigó los efectos sobre la salud y la enfermedad asociados a fenómenos climáticos.

Los eventos climáticos extremos afectan tanto la cosecha del café como de otros alimentos, lo cual tiene repercusiones en tanto en su actividad económica como en su seguridad alimentaria. Adicionalmente, el 33% de las fincas estudiadas carecen de acueducto, lo cual coincide con las cifras de la Alcaldía de Anolaima (2012), que indican que para el 2012 el 75% de las viviendas rurales no contaban con este servicio. En los lugares en donde sí hay cubrimiento de estos servicios, el agua no presenta condiciones óptimas ya que no hay sistema de purificación, de manera que la cobertura de agua potable para la zona rural es de solo 35%. El alcantarillado rural (incluyendo centros poblados) cubre apenas al 19% de la población (Alcaldía de Anolaima, 2012). En este sentido, la falta de agua y de condiciones materiales para obtenerla es un factor

importante que muestra la incapacidad de adaptarse positivamente ante los cambios del estado del tiempo, lo cual aumenta la vulnerabilidad de los campesinos con bajos recursos económicos (Córdoba & León, 2013), como lo ilustra el siguiente testimonio:

“Para afrontar la sequía estábamos considerando a futuro la cosecha o reserva de aguas. Es una buena solución pues uno puede tener un estanque para almacenar agua para quince días o un mes. El problema son los costos ya que abrir un hueco e impermeabilizarlo requiere de mano de obra, materiales y transporte, que es más caro si la zona es alejada y no hay carretera para llegar allí” (Don John Jiménez. Entrevista, abril 8 de 2012).

Lo anterior refuerza la idea de que más allá de los cambios en el clima, las poblaciones rurales se enfrentan con dificultades de tipo político y económico en sus contextos, cuyas condiciones aumentan su situación de vulnerabilidad, disminuyendo los recursos que pueden tener a su alcance para adaptarse a las fluctuaciones en el clima (Dounias, 2011). Córdoba (2015) plantea que, en el caso colombiano, la alta concentración de la tierra, la inequidad en el acceso al capital y a la asistencia técnica y las trabas a la asociatividad son factores que minan la resiliencia de los grupos campesinos ante los efectos del cambio climático. Esto es congruente con la idea de que la resiliencia ante este fenómeno debe ubicarse dentro de un contexto social en donde más allá de los efectos biofísicos, existen relaciones de poder, pobreza, e inequidad (Friend & Moench, 2013) y donde los riesgos generalmente se transfieren a los grupos más vulnerables (Bené *et al.*, 2012).

Lo anterior se evidencia en estudios sobre percepciones y cambio climático en otros lugares del mundo. Dinero (2013), en su investigación con comunidades indígenas en el Ártico, encontró que todos los habitantes (jóvenes, adultos y ancianos) manifiestan preocupación por los cambios en el clima, los cuales han impactado sus actividades de caza, pesca y recolección. Sin embargo, este autor señala que aunque el cambio climático ha afectado a estas poblaciones, sus mayores amenazas vienen de un contexto en donde los indígenas han sido discriminados históricamente, lo cual limita sus recursos y su agencia, caso similar al de la comunidades campesinas de la región del Tequendama, históricamente marginadas.

A nivel general, en los estudios realizados en Latinoamérica, las percepciones sobre los efectos del cambio climático son similares a las señaladas por los caficultores de Anolaima: alteraciones en las precipitaciones (disminución o excesos), vientos fuertes, aumento de las temperaturas (sequía extendida), reducción de la disponibilidad de agua, disminución de la humedad del suelo y aparición de plagas y enfermedades. Estos cambios han generado alteraciones en sus formas tradicionales de vida y han reforzado los desequilibrios sociales (Pueyanan *et al.*, 2011; Forero *et al.*, 2014).

En el caso de Anolaima, las alteraciones climáticas y otros factores de índole social y político, referidos a las políticas agrarias y a la falta de acceso a la tierra, han generado

pérdida de diversidad tanto en especies animales, como vegetales. Los caficultores mencionan que ya no cuentan con la diversidad de frutas para la celebración del Corpus Christi (tradicional en la zona)¹⁶, en este municipio que ha sido denominado “capital frutera de Colombia”. Adicionalmente, la plaza de mercado que antes se constituía en sitio de encuentro y reunión de la comunidad y en el lugar del cual se aprovisionaban de una gran variedad de productos, actualmente se encuentra reducida en espacio, duración y oferta. Esto se debe en parte a que actualmente algunos comerciantes acuden a las fincas a vender y comprar diferentes productos, lo cual hace que tengan mayor control sobre los precios y genera una condición en donde los campesinos no necesitan salir de sus fincas para intercambiar mercancías. Esto resulta en la pérdida del tejido social y de capacidad colectiva de acción, al reducirse el este espacio de interacción e intercambio de mercancías y saberes.

3.5.3 Indicadores para la predicción del clima

El cúmulo de conocimientos empíricos de las comunidades campesinas hace que interpreten diversos fenómenos materiales como signos que anuncian el acontecer de sucesos. Estos signos, cuando se refieren a eventos climáticos o del tiempo, constituyen indicadores que permiten a las comunidades hacer predicciones respecto al comportamiento del clima. De acuerdo con Dounias (2011) y Ulloa (2011) estos indicadores (también llamados bioindicadores o marcadores biotemporales) pueden ser de tipo biológico, atmosférico o astronómico y son señales de diversos tipos (sonoras, visuales, olfativas o táctiles) emitidas por el medio, las cuales alertan a las comunidades sobre posibles variaciones de las condiciones climáticas.

La percepción de estas señales determina la capacidad para anticipar un cambio de época y facilita la toma de decisiones, individuales y colectivas, principalmente para el cultivo de alimentos. Este sistema colectivo de predicción parte de una observación de patrones históricos y tiene un carácter dinámico, ya que nuevos bioindicadores pueden mostrarse útiles y son incorporados al cuerpo de conocimientos empíricos (Orlove *et al.*, 2011). Este dinamismo es importante pues los sistemas de predicción y los indicadores deben ajustarse a nuevas condiciones debido a los efectos del cambio climático (Dounias, 2011).

Los campesinos caficultores de Anolaima hicieron referencia a varios indicadores que les permiten predecir principalmente las dinámicas de la lluvia y la temperatura. Los indicadores son de diversos tipos, pero los más representativos son los biológicos (basados en el comportamiento de la fauna local) y atmosféricos (temperaturas y observación de la apariencia del cielo). En la Tabla 3-3 se sistematizan los indicadores mencionados por la comunidad.

¹⁶ Los medios nacionales han consignado este fenómeno de reducción de la producción de especies frutales en Anolaima. Ver la noticia “Fiesta de San Isidro en Anolaima será con fruta importada” (El Tiempo, 19 de junio de 2009. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3492062>)

Tabla 3-3. Indicadores meteorológicos contruidos por los caficultores de Anolaima.

Tipo de indicador	Indicador climático	Interpretación
Biológico (asociado a fauna)	Guacharacas en la mañana	Sinónimo de sequía
	Comportamiento alterado de “Helicópteros” o libélulas	Sinónimo de lluvia
	Hormigas o “pituchas” en grupos grandes haciendo rondas en el suelo	Se aproximan lluvias. La presencia de hormigas atrae a un pájaro llamado tambocha. Cuando sale todo el enjambre de hormigas significa que lloverá.
	Guacharacas cantando al caer la tarde	Lloverá en los próximos días
	Presencia del puyol (pájaro)	Cuando cruza, significa que el verano se aproxima
	Golondrinas	Anuncian lluvias
	Águilas cantando en las mañanas	Sinónimo de lluvia
	Arañas (“pollas”) saliendo de cuevas.	La tierra está caliente, por ende, vendrán lluvias
	Luciérnagas	Anuncian lluvias
	Arenillas (mosquitos)	Su presencia y alta actividad anuncian que el verano está por terminar
Atmosférico	Altas temperaturas durante el día	Lloverá en la noche
	Presencia de nubes a baja altitud	Vienen lluvias
	Nubes viniendo del oriente	Anuncian lluvias
	Arreboles	Las nubes rojas en la tarde por el occidente, donde reciben el espejo del río Magdalena, anuncian sequía
	Noche con bajas temperaturas	Al otro día hará fuerte calor
	Nubes quietas y amontonadas	Anuncian lluvia, pues no se están moviendo
	Astronómico	Luna con cerquillo
Cambio de fase lunar		Anuncia lluvias
Sensorial	Sensación de humedad en la piel	Anuncia lluvias
	Aire caliente y seco al respirar	Anuncia lluvias

Fuente: elaboración propia.

La mayor parte de la población usa a los insectos como bioindicadores, ya que un 50% reportó observar a las hormigas y un 31.5% hace seguimiento a otro tipo de insectos. Los pájaros son también un indicador importante, usado por el 50% de los campesinos incluidos en la investigación. Los fenómenos atmosféricos, como el viento y las nubes, fueron empleados en menor medida (15.7%). Del total de las personas encuestadas, el 28.9% indicó no usar bioindicadores, o se refirieron a ellos como agüeros en los cuales no creían.

Los indicadores señalados por los campesinos son útiles para predicciones a corto plazo, ya que se refieren a los acontecimientos climáticos que posiblemente tendrán lugar en los siguientes días. Sin embargo, para las actividades como la siembra, es necesario contar con predicciones de más largo plazo, de modo que pueda planificarse el cultivo no solo del café sino de los demás productos típicos de la región. En este sentido, los bioindicadores podrían servir a aumentar la resiliencia solo de manera temporal, pero no a plazos más amplios.

El comportamiento de algunos animales, particularmente aves e insectos, son indicadores valiosos para los campesinos de Anolaima. De acuerdo con Dounias (2011), los insectos son especialmente importantes ya que ellos reaccionan ante alteraciones sutiles del clima que son imperceptibles para los humanos. En el caso estudiado, las dinámicas de las hormigas y las guacharacas alertan sobre la presencia de lluvias en las siguientes horas o días, lo cual puede ser útil para la planificación de las actividades agrícolas.

Indicadores como la presencia de hormigas o de golondrinas, la precepción de días calurosos en el preludio de días de lluvia, el color del cielo y las nubes, entre otros, son indicadores que se repiten tanto en la comunidad de Anolaima como en otras, alrededor del mundo. Para los indígenas Nasa en el Cauca, la presencia de hormigas, lombrices y mariposas, así como el croar de los sapos, son signos que anuncian lluvias, y la llegada de la época seca es anticipada por truenos, arcoíris y por el color anaranjado del cielo al atardecer (Ramos *et al.*, 2011). En Nariño, los indígenas pastos predicen lluvias intensas y heladas a partir de la presencia de garzas negras y del comportamiento de otros animales terrestres y acuáticos. Los volcanes despejados, vientos fuertes, arcoíris y sol con nubes negras también indican eventos extremos relacionados con las precipitaciones (Pueyanán, 2011).

En México, los indígenas Nahuas se basan en las dinámicas de las golondrinas y las hormigas para predecir las lluvias; algo similar ocurre en Bolivia, en donde las épocas de sequía y de lluvias extremas pueden determinarse a partir del comportamiento de varios animales (Villela, 1997 y Yana, 1998, citados en Ulloa, 2011). Las comunidades isleñas de Luisiana en los Estados Unidos se fijan en la conducta y composición de algunas especies de peces, así como en el cambio en los ecosistemas marinos, para construir sus propias predicciones sobre eventos climáticos. En el distrito de Rakai en Uganda, los pobladores saben que las precipitaciones vendrán cuando hay noches calurosas, cambios en la dirección de los vientos, floraciones en los árboles de café, cambio de fases lunares y llegada de aves migratorias (Orlove *et al.*, 2011).

Los indicadores ambientales basados en conocimientos empíricos y tradicionales, son ampliamente usados, pero su precisión se ve afectada por el cambio climático. Por ejemplo, en Las Boquillas (costa Atlántica de Colombia), los pobladores coinciden en que cada vez se hace más difícil predecir los eventos meteorológicos debido a las dinámicas irregulares del clima, entonces a pesar de que están atentos a las señales que indican temporadas de sequía o lluvia, establecer un pronóstico se ha convertido en una tarea difícil (Mojica, 2013). Los pueblos Tsimane de la Amazonia boliviana también han enfrentado problemas con los indicadores ambientales para sus pronósticos. Previamente, el florecimiento del ambaibo (*Cecropia* sp.) coincidía con la llegada de los peces en el mes de julio, pero actualmente esta dinámica se ha alterado, al igual que la temporada de lluvias (Fernández *et al.*, 2014).

A pesar de lo anterior, las comunidades cuentan con un cúmulo de indicadores que orientan sus actividades y que pueden ser ajustados a las nuevas condiciones del clima. Los caficultores en Anolaima, en sus entrevistas individuales y grupales, manifestaron interés por identificar los factores asociados al clima, ampliar su comprensión del mismo y profundizar en nuevos conocimientos para agudizar sus predicciones sobre eventos climáticos y meteorológicos. Esta población también participó activamente en la toma de datos y se mostró interesada en saber cómo contrastar sus indicadores y creencias con la ocurrencia o no ocurrencia de los eventos climáticos¹⁷. Esto muestra un dinamismo en el proceso de conocimiento de las comunidades campesinas y un potencial aumento de su resiliencia al contrastar la información científica con la tradicional.

Orlove *et al.* (2011) señalan que las comunidades indígenas de Rakai en Uganda manifiestan interés por evaluar y usar predicciones de otro tipo (información de estaciones meteorológicas) y resaltan que tanto la información científica como los bioindicadores pueden otorgar algunas veces pronósticos acertados y pueden fallar en otras oportunidades. Los campesinos de Anolaima también querían conocer la información de estaciones del IDEAM y de las estaciones microclimáticas instaladas en sus cultivos para esta investigación, de modo que se pudieran contrastar sus indicadores con los datos. Sin embargo, establecer la validez de estos indicadores o su precisión es complicado ya que requiere hacer seguimiento por varios años y tener una alta frecuencia de registros. Adicionalmente estos indicadores de corto plazo en muchas ocasiones carecen de precisión, por ejemplo, la aparición de rondas de hormigas no especifica en cuántos días se presentará la lluvia o cuál será su intensidad.

La construcción de indicadores de tipo biológico, atmosférico o astronómico parte de conocimientos basados en la práctica cotidiana, y aunque previamente no se les otorgaba un valor particular, en la actualidad están siendo considerados cada vez más

¹⁷ Algunos campesinos de Anolaima y en general de Colombia, han usado históricamente la práctica de las denominadas “Cabañuelas” para predecir el clima al inicio de un año. Esta práctica consiste en tomar como referencia los doce primeros días de enero. El clima de cada uno de estos días indica cuál será la situación climatológica de cada mes (el día 1 corresponde a enero, el día 2 corresponde a febrero, y así sucesivamente). Los participantes de esta investigación se interesaron por conocer un soporte científico para esta práctica tradicional.

como instrumentos que pueden aportar tanto a la ciencia como a la gestión sostenible del ambiente (Dounias, 2011; Ulloa, 2011). Los conocimientos empíricos de los campesinos e indígenas sobre las predicciones de eventos meteorológicos y climáticos, pueden ayudar a afinar las predicciones científicas, y su potencial ha sido resaltado por varios estudios y autores alrededor del mundo (Dinero, 2013; Granderson, 2014; Kanani & Pastakia, 1999; Roncoli *et al.*, 2002; Roncoli, 2006; Ulloa, 2011).

3.5.4 Estrategias de adaptación y resiliencia

Las estrategias adaptativas no solamente responden a las condiciones del entorno de la finca, son también un modo de afrontar situaciones de vulnerabilidad, resultado de dinámicas culturales, políticas y económicas que han sido históricamente inequitativas. Koppel (2014) señala que precisamente los efectos del cambio climático son síntomas de otras patologías más generalizadas de poder y que los denominados “desastres naturales” resaltan las estructuras socioeconómicas desiguales, cuyas asimetrías se hacen aún más visibles en la medida que dichos desastres tienen lugar. De igual forma, Dinero (2013) propone que la pobreza, así como las políticas y mercados globales, pueden ser incluso los mayores desafíos de las poblaciones rurales, en comparación con los retos que deben asumir debido al cambio climático.

Esta investigación evidencia que la adaptación es entonces una práctica que se basa en las relaciones sociales, la producción y la cultura. Por esto, las estrategias adaptativas no se dan simplemente alrededor de la variabilidad climática, sino en torno a las actividades productivas, la economía y la política. Los precios de los productos agrícolas y su fluctuación, el reducido incentivo al desarrollo agrícola, la poca disponibilidad de tierras y las precarias vías de acceso son algunos de los factores que afectan la adaptabilidad de los campesinos de Anolaima, pero pueden ser similares para las poblaciones rurales en otros países del mundo. Sin duda son múltiples los factores que determinan la adaptabilidad y, por tanto, la resiliencia de las comunidades campesinas.

Los campesinos en Anolaima han adquirido gran variedad de conocimientos en torno a las medidas de adaptación para hacerle frente al cambio y a la variabilidad climática. Estas medidas adaptativas que aumentan la resiliencia de las comunidades campesinas se emplean para mejorar la resistencia ante las sequías, las temporadas de lluvia prolongada, las heladas y los vientos fuertes. La siguiente tabla resume las medidas adaptativas de los campesinos en Anolaima.

Forero *et al.* (2014) señalan que las estrategias adaptativas más frecuentes en comunidades rurales latinoamericanas frente al cambio climático son las agropecuarias, ya que se relacionan directamente con su seguridad alimentaria. La más usual es la recuperación del conocimiento ancestral sobre el manejo de los cultivos, seguida de agricultura de la conservación y sistemas agroforestales. También se emplean prácticas como abonos verdes, rotación de cultivos, labranza mínima, siembra directa, intercambio de semillas y alimentos de diferentes pisos altitudinales, y selección y custodia de especies nativas. Los agricultores también se adaptan a través de la práctica de diferentes actividades dentro y fuera de sus fincas.

Tabla 3-4. Estrategias de adaptación a la variabilidad climática de los caficultores de Anolaima

Evento climático o meteorológico	Estrategias de adaptación
Verano extendido	<ul style="list-style-type: none">• Siembra de árboles o plantas para sombra en mayor número por unidad de área• Siembra de árboles o plantas para aumentar la capa vegetal del suelo• Agrandar los reservorios de agua e implementar canecas u otros utensilios para recolección• Cubrimiento del suelo con capa vegetal para evitar la pérdida de agua• Siembra de cultivos que necesitan menor cantidad de agua• Instalación de barreras vivas• Abonado más frecuente con abono de síntesis química
Helada	<ul style="list-style-type: none">• Riego en la madrugada (antes de que aparezca el sol) cuando se ha producido la helada sobre el cultivo, para evitar su pérdida total.
Exceso de lluvias	<ul style="list-style-type: none">• Rediseño de camas para evitar la pérdida de los abonos• Instalación de sistemas de drenaje de las aguas lluvias• Elaboración de terrazas en la huerta• Elaboración de zanjas de infiltración• Uso de fungicidas a partir de plantas
Vientos fuertes	<ul style="list-style-type: none">• Siembra de árboles como cerca viva

Fuente: elaboración propia.

En el caso de Anolaima, se observa que hay congruencia con la tendencia latinoamericana descrita por Forero *et al.* (2014), ya que las estrategias más usadas son las agropecuarias y se relacionan con un conocimiento tradicional respecto al manejo de cultivos y de suelos que permite un mejor aprovechamiento y cuidado de los recursos naturales que los caficultores tienen a su disposición. Hay otros aspectos como la asociatividad comunitaria que también son de importancia en este caso.

La diversidad es una de las características principales de los sistemas socioecológicos más resilientes (Berkes, 2007). De manera general, los caficultores de Anolaima cuentan con una fortaleza en este sentido, ya que la mayoría de las fincas de esta zona emplean sistemas de cultivo bajo sombra con diversidad asociada al café, como una práctica tradicional que es ampliamente usada. Los agricultores denominados ecológicos¹⁸ cuentan con un mayor conocimiento de los usos de las especies en sus fincas y con mayor biodiversidad asociada al cultivo de café, lo cual les confiere ventaja frente a los productores convencionales respecto a las estrategias de adaptación. Mesa (2012) calculó índices de diversidad y riqueza de árboles, arbustos y arvenses para las fincas de este estudio, encontrando que en general los valores más altos se presentaron en los agroecosistemas con manejo ecológico.

Los caficultores, principalmente los ecológicos, reportan los múltiples los beneficios que obtienen del mantenimiento y promoción de la diversidad no solo de plantas y cultivos, sino de fauna asociada, e identifican las dinámicas que favorecen los equilibrios al interior de los agroecosistemas:

“Tenemos diversidad de árboles y de plantas para tener una comida balanceada y tener salud, también para dar alimento a los pájaros. El lumbil es un árbol que cumple una función muy especial, ya que florea después del café, y su néctar atrae a las abejas. También libera un fruto, una pepita amarilla, entonces los pájaros vienen a comer esa pepa y no le hacen daño al café. Yo soy feliz de que haya animales en el cultivo, también porque cuando hay plagas, al haber diversidad de animales y árboles, se da lo que llaman el control biológico, pues unos animales viven de otros” (Luis Adriano, campesino anolaimuno, 22 de agosto de 2012).

En el mismo sentido, un estudio realizado por Salcedo (2014) sobre diversidad de aves en fincas caficultoras ecológicas y convencionales de Anolaima, constata que hay mayor cantidad de especies en las primeras, en donde se obtuvo una riqueza total de 71 especies, en contraste con las convencionales, con 43 especies. El principal elemento que explica este resultado es la presencia del sombrío. Las aves resultan atraídas por la cobertura y la estructura compleja de las fincas ecológicas.

Tal como señala Capra (1998), las comunidades reconocen la interdependencia mutua entre los ciclos de la naturaleza y las sociedades. Por esta razón mantienen una biodiversidad que a través de las relaciones que teje, sirve a escala de finca a aumentar la resiliencia. Sin embargo, estas deben contrastarse con aspectos cómo la posibilidad

¹⁸ Para esta investigación se definió que los sistemas de producción ecológicos son los que emplean sistemas rústicos o policultivo tradicional según la clasificación de Moguel y Toledo (1999) y los que además no emplean insumos de síntesis química en la producción agrícola.

de mantener alta diversidad asociada a los cultivos para caficultores que, además de poseer pocas tierras, no cuentan con respaldo gubernamental o estatal para la promoción y establecimiento de diferentes formas de diversidad funcional.

A pesar de que no se menciona por muchos caficultores como una estrategia de adaptación, el cultivo de varios productos asociados al café, incide en el autoconsumo y aporta un ingreso adicional a las familias que comercializan una parte de esta producción. Cáceres (2002) reporta una relación directa entre diversificación y autoconsumo. Pirachicán (2015) encontró que en Anolaima la mayoría de los alimentos consumidos no provienen de las propias fincas, sino que son comprados y que su disponibilidad depende de las épocas de cosecha, de manera que durante varios meses del año no se puede acceder a ellos. Por otro lado, los ingresos provenientes de los cítricos, guayaba y banano son bajos, debido a la sobre oferta de estos productos en el municipio y al papel de los intermediarios, entre otros factores. La alta dependencia del cultivo de café, cuyo precio está determinado por la cotización diaria del dólar y por la fluctuación de los precios en la bolsa de Nueva York, disminuye la resiliencia de los caficultores.

En la tabla 3-4 se evidencia que algunas de las estrategias más frecuentes se relacionan con la siembra de varias especies de árboles y el manejo adecuado del suelo a través de cubiertas vegetales y fertilización. Los participantes de la investigación señalan que la floración depende de una buena fertilización orgánica o química, rica en fósforo, que la estimule. Ellos aprovechan las épocas de lluvia para realizar la fertilización, ya que los abonos se disuelven de forma más rápida y son aprovechados de una mejor forma por las plantas. Los caficultores que emplean prácticas ecológicas están familiarizados con el proceso de fijación del nitrógeno e indican que las leguminosas son las que más nitrógeno le aportan al suelo, por esto alternan sus cultivos de café con especies como el Guamo (*Inga edulis*, *Inga nobilis*, *Inga spectabilis*), el Balú (*Erythrina edulis*), el Muche (*Albizia carbonaria*) y el Cámbulo (*Erythrina poeppigiana*). El conocimiento de estas prácticas incide en las capacidades de amortiguación y adaptación de las comunidades frente a la variabilidad del clima, en la medida en que mejoran las condiciones del suelo.

Adicionalmente, para enfrentar los problemas de sequía en la región, los caficultores aportan materia orgánica al suelo, ya que esto ayuda a retener su humedad. Particularmente los agricultores ecológicos aprovechan la gran cantidad de material vegetal que aportan los árboles de sombrero y mantienen cubierto el suelo, empleando los residuos de cosecha en la elaboración de abonos como compostajes y lombricompostos. Para esta investigación se calcularon los porcentajes de materia orgánica y se evidenció que los valores para las fincas convencionales fueron menores frente a las ecológicas (8,78 vs 13,77¹⁹), debido probablemente al menor aporte que provee la vegetación acompañante y al empleo regular de fertilizantes de síntesis química. Estos datos confirman que el mayor conocimiento de los productores ecológicos

¹⁹ Con una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

en cuanto al mantenimiento de la fertilidad del suelo, juega a favor de su resiliencia, al favorecer condiciones para el desarrollo de los cultivos.

Por otro lado, el uso y ajuste de los indicadores climáticos constituye otra alternativa usada por las poblaciones campesinas para adaptarse a los efectos del cambio climático y pueden ser usados en el diseño de alertas climáticas tempranas participativas, tal como lo desarrolla Pérez (2013) en el Macizo colombiano. En este sentido es evidente que los caficultores conocen las dinámicas del clima asociadas con la calidad y productividad del café:

“En cuanto a la calidad de grano, hay unos estándares dados por la Federación Nacional de Cafeteros y por el mercado internacional. Cuando el cultivo recibe mucha sombra o si hay mucho verano, esto afecta la calidad. Si hay mucha sombra, lo que pasa es que uno de los dos cotiledones no se llena y queda vacío, entonces hay que encontrar el punto óptimo de sombrío que da una mayor productividad, porque si hay mucha sombra, la planta no hace fotosíntesis. Otros defectos son que la cáscara no se desprende, que se quema el café, o la broca. Pero un café grande es generalmente un indicador de muy buena calidad. El sabor, el aroma, todo depende de la fertilización natural, el sombrío, la forma en que se manejó el cultivo, todo eso constituye una calidad organoléptica” (Pedro Nel Murcia. caficultor. Entrevista, 12 septiembre 13 de 2013)

Los campesinos caficultores también identifican la forma como la temperatura y las precipitaciones inciden en la floración del cultivo: a mayor floración, mejor productividad, ya que este proceso es el que permite la polinización y la formación de grasas. Por tanto, el conocimiento del tiempo atmosférico es importante para anticipar la calidad de la cosecha.

“Los veranos bien marcados permiten que haya floraciones. No necesitamos un verano de 6 meses, lo que nos sirve es un verano bien fuerte de 20 días o un mes, que estrese la planta y que tan pronto haya floración, comience a llover para que empiece a desarrollarse. Así, la flor se da y se ven muchas abejas y ocurre la polinización. En ese momento se necesita agua, para que empiecen a crecer y los dos cotiledones se llenen. Entonces lo que necesitamos es tener picos marcados de verano que hagan florecer la planta y una distribución adecuada de lluvias”. (Ceineth Murcia, caficultor anolaimuno. Entrevista, enero 22 de 2013).

Los sistemas agroforestales de café también permiten controlar las variaciones microclimáticas, tales como los fuertes vientos y los aumentos de temperatura (Lin, 2009; Partelli *et al.*, 2014). En el caso de las fincas analizadas en este estudio, Córdoba, Pirachicán y León (2015), confirmaron que el microclima de cultivos de café, variedad Castilla, fluctuó menos en las fincas ecológicas frente a las convencionales. En el primer grupo de fincas, el área bajo sombrío tuvo un promedio de 57%, frente al 21% en las convencionales. En concordancia con lo anterior, las anomalías climáticas de temperatura para las convencionales estuvieron en promedio 1.73 grados por encima de las ecológicas, lo cual fortalece la idea de que a través de prácticas de manejo (como el mantenimiento del sombrío) es posible atenuar las fluctuaciones de la temperatura, lo

cual se constituye en una estrategia importante de adaptación para proteger la producción agrícola.

Otro elemento fundamental asociado a la agrobiodiversidad es la acción de preservación y mantenimiento de semillas (de Schutter, 2009; Vía Campesina, 2013) que permite dar continuidad a la producción de alimentos (para consumo o venta) y a la autonomía del mercado. La semilla como elemento fundacional de la agricultura hace parte primordial de la autonomía alimentaria porque desde su conservación, las familias y comunidades deciden qué cultivan. De otra parte, para la agricultura convencional la semilla es un insumo que debe ser adquirido periódicamente (Kraft, *et al.*, 2010).

Pirachicán (2015) identificó mayor diversidad de alimentos y de prácticas de conservación de semillas en las fincas ecológicas de Anolaima con respecto a las convencionales y reportó 27 semillas conservadas en las fincas estudiadas. Esta cuantificación es identificada como un factor importante de la soberanía alimentaria (Gliessman, 2002; Sarandón, 2014), pero más allá de eso, es claro que el significado cultural de conservar semillas es inconmensurable. Sin embargo, debido a las bajas cantidades preservadas, esta práctica no tiene una fuerte incidencia en la diversidad de la dieta del campesino anolaimuno, ni sobre el aumento de su resiliencia. La conservación e intercambio de semillas no es una práctica extendida en la zona. Cuando se da, las semillas son cultivadas por los campesinos e intercambiadas con los vecinos, o compradas en el mercado del pueblo (como el maíz). Algunas de estas semillas además son escogidas porque su producción es menos intensiva en el uso del agua, por lo que su implementación es más adecuada en la zona para hacer frente a las épocas de sequía.

“Tenemos especies como frijol Vicente de dos especies; el frijol pinchoncho; tengo dos especies de arracacha; haba criolla; tres especies de yuca; tengo caña, pensando que en el futuro pueda tener un trapiche, además la caña que obtenemos sirve de alimento para el caballo y el bagazo de la caña es muy buen abono” (Don José Bautista, campesino anolaimuno. Entrevista, 19 de septiembre de 2014).

Atendiendo a uno de los cuatro puntos nucleares de la resiliencia planteados por Córdoba – Vargas *et al.* (2016), es necesario considerar adicional a la diversidad de especies de fauna y flora, también la variedad de las actividades desarrolladas por los campesinos, puesto que esto les da la oportunidad de obtener ingresos desde varios frentes. En términos de resiliencia, este tipo de diversidad económica representa una fortaleza del sistema en el momento de lidiar con perturbaciones (Adger, 2000; Berkes, 2007). Forero (2002) plantea que en la región del Tequendama (en donde se ubica el municipio de Anolaima), históricamente los hogares rurales no se han dedicado de manera exclusiva a la agricultura, sino que han combinado las actividades relacionadas con sus parcelas con otras diferentes. En Anolaima lo más común es que los caficultores, además de las actividades propias de su finca, trabajen jornaleando en otros predios y realizando labores de albañilería. Algunas propuestas le apuestan a la elaboración de productos derivados de la guayaba o a la producción de otros cultivos como el plátano bajo un esquema asociativo. El 70.2% de los encuestados manifestaron que otra

alternativa de ingresos proviene de arriendos, pensiones, negocios alternos, trabajos en otras fincas y remesas. Esta variedad de estrategias les permite amortiguar los cambios ecosistémicos y culturales.

Precisamente la capacidad de asociación y auto-organización es un elemento adicional a los presentados en la Tabla 2-4 y constituye un factor decisivo en la adaptación de las comunidades de Anolaima al cambio climático y a su contexto, ya que les permite tomar acciones colectivas frente a las dificultades. En el caso analizado, existen dos experiencias exitosas de asociatividad y auto-organización. Una de ellas es la Asociación de Productores Agropecuarios de Anolaima (ASPA) que fue fundada en 2011 y actualmente cuenta con 60 asociados. El producto que comercializan es el plátano y una compañía garantiza la compra de su producción, lo cual se traduce en un ingreso fijo para los asociados. La segunda experiencia significativa fue una emisora comunitaria, enfocada a la creación colectiva de una radionovela ambiental. Este proyecto unió a las personas alrededor de la producción y la transmisión de la radionovela y tuvo un gran impacto puesto que la radio es uno de los medios de comunicación más usados de la región.

Muchas de estas estrategias no son solo de adaptación, sino que también han implicado pasos en la transformación, sobre todo del medio biofísico, lo que incide en el aumento de la resiliencia de los caficultores. Sin embargo, hay factores estructurales que aumentan su vulnerabilidad y tienen que ver con el contexto social y político de la región, para lo cual es necesario desarrollar la capacidad de organización, que incida en la transformación de dicho contexto.

En ese sentido hay factores que limitan la resiliencia de los caficultores de Anolaima. Las condiciones de vida del campo en cuanto a salud y educación son precarias, no solo en el caso estudiado, sino a nivel general en Colombia. La atención médica no se ofrece con la rapidez y cobertura requeridas por la población, ya que los centros de atención de primer nivel y los especialistas se encuentran en municipios aledaños como Facatativa y La Mesa. Frente a la educación, los campesinos manifiestan que la calidad ofrecida por las instituciones rurales no es alta, por tanto, hay jóvenes que migran hacia las ciudades y se gradúan en bachillerato con énfasis urbano y entonces dejan de pensar en el campo como una oportunidad para establecer su proyecto de vida. Por otra parte, el nivel educativo de los jóvenes que terminan su bachillerato en áreas rurales no es competitivo en las ciudades, por lo que terminan trabajando por salarios mínimos y realizando labores que no tienen que ver con la agricultura.

Los pequeños caficultores señalan que no ha habido un relevo generacional satisfactorio que garantice que los jóvenes deseen quedarse en el campo y desarrollar actividades agrícolas como su proyecto de vida. Además de la pérdida cultural que esto implica, otro agravante es la disminución de mano de obra disponible, particularmente para el cultivo del café, que requiere una cantidad considerable de trabajadores.

“La actividad cafetera es demandante de mano de obra y en el campo se están quedando los viejos. Lamentablemente no hubo un programa de renuevo generacional que permita hacer atractivo el campo, no solamente para el café sino para todas las actividades. Por ejemplo en alguna ocasión, en una finca que tenía 400 hectáreas, el café se cayó y se perdió casi todo porque no hubo quién lo

recogiera. Entonces, por más amor que uno le tenga al tema del café, es difícil porque uno termina perdiendo plata” (Don José Vargas, campesino anolaimuno. Entrevista, febrero 26 de 2015).

El promedio de edad de la población encuestada es de 52,8 años. Adicionalmente, hay una baja presencia de jóvenes en la comunidad, quienes tienden a migrar hacia zonas urbanas debido a la falta de oportunidades y la precariedad de la vida rural. Estos dos factores inciden negativamente en la transmisión de conocimientos especializados frente al manejo de las fincas. De este modo, los conocimientos tradicionales y ancestrales (necesarios para mantener vivas las estrategias de adaptación) corren el riesgo de perderse entre las generaciones más antiguas y las más jóvenes. Esto también fue observado por Sahu y Mishra (2013) en una investigación con una comunidad rural en Odisha (India), la cual reveló que la edad promedio en los hogares es 52 años, y que los jóvenes están migrando a las ciudades debido al bajo interés que tienen en la agricultura, puesto que no genera ingresos altos.

Lo anterior se relaciona con la pérdida de la cultura tradicional cafetera, que se viene debilitando en las últimas décadas. El arraigo a la tierra, así como los valores del trabajo en comunidad, son elementos que se han perdido con el tiempo.

“Se han perdido nuestras costumbres ancestrales, nuestros abuelos tenían la costumbre de no dejar dañar las fincas, de no dejar de reciclar agua. Pero ahora solo están los hijos de esas personas y los dueños reales se fueron para Bogotá, lo cual deja a las fincas sin la atención necesaria (...) además, la gente joven perdió la costumbre de los antepasados que era trabajar en grupo: si había que hacer un desagüe, por muy grande que fuera, se reunía la comunidad y lo hacían. ¡Ahora no! ahora hay un individualismo...” (Don Arturo Mendoza, campesino anolaimuno. Entrevista, julio 11 de 2013).

Una posibilidad en pro del aumento de la resiliencia, es la producción de café orgánico certificado, que podría venderse a mejor precio en el mercado. Algunos de los caficultores han estado certificados en anteriores oportunidades, pero manifiestan que el proceso requerido es largo y dispendioso; adicionalmente la transición de un cultivo tradicional a uno orgánico conlleva una reducción inicial de la producción, lo cual se ve representado en costos. Esta población señala que es necesario contar con mayor apoyo por parte del gobierno para poder llevar a cabo con éxito esa transición y poder garantizar que su producción sea comprada a un precio que les de ganancias para poder mantenerse en el modelo de producción orgánica.

Otra propuesta que ha surgido desde los pequeños caficultores para aumentar su resiliencia, es la de fomentar el agroturismo que dé a conocer las bondades de la caficultura en el país, su potencial conservador de la biodiversidad y de las tradiciones culturales y que, al contrario de los modelos predominantes de turismo, garantice que la producción agrícola se mantenga, integrando a consumidores con productores para fomentar el mantenimiento de la caficultura ecológica en el país.

3.6 Conclusiones

El análisis de las percepciones de los campesinos caficultores de Anolaima sobre las causas y efectos de la variabilidad climática, así como su construcción de indicadores y estrategias adaptativas, indica la importancia de los conocimientos tradicionales dentro de las investigaciones sobre cambio climático, y resalta el valioso rol de las comunidades dentro de su propia resiliencia ante las fluctuaciones del tiempo meteorológico.

Muchos de los conocimientos tradicionales aumentan la resiliencia de los caficultores, en especial la de aquellos que conocen los ciclos biogeoquímicos, los métodos de captura de agua o de retención de la misma en los suelos (a partir de prácticas como cubierta del suelo y fertilización orgánica). Así mismo, el empleo de cierto tipo de sombrío atenúa los extremos de temperatura y humedad para el cultivo de café, favoreciendo su adaptación a las cambiantes condiciones del clima. La diversificación biológica y de fuentes de ingresos, también favorece la resiliencia de las comunidades a mediano y largo plazo. Por el contrario, el uso de bioindicadores es una herramienta de adaptación a corto plazo.

Por otro lado, algunas percepciones no favorecen de forma directa la adopción de medidas de amortiguación, adaptación o transformación que hacen parte de la resiliencia de los caficultores. Tal es el caso de la poca relación que encuentran los campesinos entre las prácticas de la agricultura convencional y la emisión de gases efecto invernadero, lo cual disminuye la apropiación de estrategias que permitan transformar dichas prácticas. Esto unido a factores como la baja permanencia de los jóvenes en el campo, asociado a la pérdida de la cultura cafetera tradicional, la alta dependencia al cultivo de café y por tanto a la fluctuación de los precios, la baja capacidad organizativa, disminuyen la resiliencia de los caficultores de la zona.

El caso analizado evidencia la agencia de las comunidades frente a la adaptación al cambio climático y refuerza la idea de que ellas no deben ser solo objetos de estudio, sino investigadores activos de sus propias problemáticas, participando en la implementación de protocolos, recolección de datos, y en la apropiación y difusión de resultados. Tschakert (2007) plantea que las percepciones de los riesgos climáticos desde las propias comunidades dan cuenta de sus visiones acerca de sus necesidades y susceptibilidades, entonces ellas son las que pueden tener opiniones fundamentadas y tomar acciones.

Lo anterior demuestra que los grupos vulnerables no son víctimas pasivas, pues tienen habilidades para construir respuestas estratégicas ante los retos de su entorno y para aportar en el diseño de estrategias de adaptación, ya que ellas son quienes contribuyen a esas transformaciones desde lo local con sus conocimientos. Sus experiencias son útiles para diseñar estrategias a nivel regional, lo cual puede llegar a influir positivamente en las estructuras económicas y políticas dominantes, o al menos hacerlas más resilientes frente a ese contexto.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que estos conocimientos y estrategias de adaptación están insertos en el contexto del modelo de producción y de organización social y política del país (en este caso, de Colombia), los cuales se constituyen por relaciones de poder que condicionan la manera como esas acciones adaptativas se

establecen. De tal suerte que pueden existir otras medidas complementarias que, más allá de referirse al cambio climático, se relacionan con cambios necesarios dentro del modelo de producción agrícola: poseer la Unidad Agrícola Familiar (UAF) reglamentaria, contar con capital para laborar en la tierra, recibir incentivos para producción ecológica, entre otros. El diseño y la ejecución adecuada de estas medidas escapan al control de la población caficultora, especialmente en zonas en donde el campesinado no ha contado históricamente con una organización comunitaria fuerte. Este factor termina constituyéndose en el factor más clave a la hora de aumentar su resiliencia.

Dado el anterior panorama, hay dos tipos de aspectos que deben ser considerados para lograr una real adaptación de las comunidades: el estado local (a nivel de finca) y otro contextual (a nivel del modelo de producción), y los dos demandan de la participación directa –no como expectantes ni como receptores de información- de las comunidades. A nivel de finca es necesario incentivar su participación como investigadores en procesos desde la planeación, la toma de datos, el análisis de los mismos y la modificación de acciones. A nivel del modelo de producción se requiere que las poblaciones puedan influir organizadamente (y de manera independiente respecto a otros intereses) en la modificación de políticas y estructuras para garantizar su permanencia en el campo, bajo unas condiciones de vida digna y un modo de producción justo.

3.7 Referencias

Ángel, A. (2000). *La aventura de los símbolos. Una visión ambiental de la historia del pensamiento*. Bogotá: Ecofondo.

Adger, W. (2000) Social and Ecological Resilience: Are They Related? *Progress in Human Geography* 24 (3), 347–64.

Alcaldía de Anolaima (2012). *Plan de desarrollo 2012-2015*. Disponible en: <http://plandedesarrolloanolaima2012-2015.bligoo.com.co/>.

Badahur, A., Ibrahim, M. & Tanner, T. (2010). *The resilience renaissance? Unpacking of resilience for tackling climate change and disasters*. Strengthening Climate Resilience-Discussion Paper 1. Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex.

Bené, C., Godfrey, R., Newsham, A. & Davies, M. (2012). *Resilience: New Utopia or New Tyranny? Reflection about the Potentials and Limits of the Concept of Resilience in Relation to Vulnerability Reduction Programmes*. IDS working paper 405. Brighton: Centre for Social Protection, Institute of Development Studies.

Berkes, F. (1999). *Sacred ecology: Traditional ecological knowledge and resource management*. Philadelphia, PA: Taylor & Francis.

Berkes, F. (2007) Understanding Uncertainty and Reducing Vulnerability: Lessons from Resilience Thinking. *Natural Hazards* 41 (2), 283–295.

Berkes, F., Folke, C. (Eds.), (1998). Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Cáceres, D. (2002). Agricultura orgánica versus agricultura industrial. Su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. *Agroalimentaria* 16, 29 – 39.

Carpenter, S. R., Westley, F. & Turner, G. (2005) Surrogates for resilience of social-ecological systems. *Ecosystems* 8(8), 941–944.

Capra F. (1998). La trama de la vida. Editorial: Anagrama. Barcelona.

Córdoba-Vargas, C., & León, T. (2013). Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en. *Agroecología* 8 (1), 21–32.

Córdoba-Vargas, C., Hortúa, S., León, T., (2015). *Dimensions of resilience to climate change: a necessary debate from Agroecology* (in press).

Córdoba-Vargas, C.; Rojas, E. & Díaz, M. (2015). *Characterization of the climate variability in the framework of the coffee production of the municipality of Anolaima (Cundinamarca-Colombia)*. Working paper.

Córdoba-Vargas, C.; Pirachicán, E. & León, T. (2015). Análisis microclimático de temperatura y déficit de presión de vapor (DPV) en fincas cafeteras con diferente nivel de sombrero.

Correa, S.; Turbay, S. & Vélez, M. (2012). Conocimiento ecológico local sobre ecosistemas marinos en dos comunidades costeras: El Valle y Sapzurro. *Gestión y Ambiente* 15 (2), 17-32.

Cumming, G.; Barnes, G.; Perz, S.; Schmink, M. ; Sieving, K.; Southworth, J. ; Binford, M.; Holt, R.; Stocker C. & van Holt, T (2008). An exploratory framework for the empirical measurement of resilience. *Ecosystems* 8, 975– 987.

Danhofer, I. (2009). *Strategies of family farms to strengthen their resilience*. Artículo presentado en la 8th International Conference of the European Society for Ecological Economics, Junio de 2009, Ljubljana (Eslovenia). Disponible en: http://www.wiso.boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H73000/H73300/Ika/2009_Darnhofer_ESEE.pdf

Davoudi, S. (2012). Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? *Planning Theory & Practice* 13 (2), 299–307.

De los Ríos, J. & Almeida, J. (2011). Percepciones y formas de adaptación a riesgos socioambientales: análisis en contextos locales en la región del páramo de Sonsón, Antioquia, Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural* 7(65),107-124.

De Schutter, O. (2009). Seed policies and the right to food: Enhancing agrobiodiversity, encouraging innovation. *United Nations General Assembly, A/64/170*.

Dinero, S. (2013). Indigenous perspectives of climate change and its effects upon subsistence activities in the Arctic: the case of the Nets'ait Gwich'in. *GeoJournal* 78, 117–137.

Dounias, E. (2011). Escuchando a los insectos: acercamiento entomológico al cambio climático entre pueblos indígenas africanos en bosques húmedos tropicales. En: A. Ulloa (2011) (Ed.), *Perspectivas culturales del clima* (pp. 223-246). Bogotá: Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Echeverri, J. (2009). Pueblos indígenas y cambio climático: el caso de la Amazonía colombiana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38 (1),13-28.

Engels, F. (1884). *El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado*. México: Berbera Editores.

Fernández, Á.; Díaz, I.; Méndez, M.; Sánchez, I.; Pyhälä, A. & Reyes, V. (2014). Cambio climático y pueblos indígenas : estudio de caso entre los Tsimane', Amazonia boliviana. *Revista virtual Redesma, Cambio Climático* 7, 110–119.

Forero, J. (2002). *La economía campesina colombiana 1990 – 2001*. Cuadernos Tierra y Justicia, No. 2. Bogotá: ILSA.

Forero, E.; Hernández, Y. & Zafra, C. (2014). Percepción latinoamericana de cambio climático: metodologías, herramientas y estrategias de adaptación en comunidades locales. Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 17 (1), 73-85.

Friend, R. & Moench, M. (2013). What is the purpose of urban climate resilience? Implications for addressing poverty and vulnerability. *Urban Climate* 6, 98-113.

Gaillard, J. (2007). Resilience of traditional societies in facing natural hazards. *Disaster Prevention and Management* 16 (4), 522-544.

Gandure S, Walker S, Botha JJ. (2013). Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community. *Environ Dev* 5:39–53

Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible* (p. 359). Turrialba: CATIE.

Granderson, A. (2014). Making sense of climate change risks and responses at the community level: A cultural-political lens. *Climate Risk Management* 3, 55-64.

Graybill, J. (2013). Imagining resilience: situating perceptions and emotions about climate change on Kamchatka, Russia. *GeoJournal* 78, 817-832.

Heyd, T. (2011). Pensar la relación entre cultura y cambio climático. En: A. Ulloa (2011) (Ed.), *Perspectivas culturales del clima* (pp. 17-32). Bogotá: Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Instituto Colombiano de la Reforma Agraria – INCORA (1996). Resolución 041 de 1996 Colombia. Disponible en: http://www.incoder.gov.co/documentos/Desarrollo_Rural/Pedaf/Normatividad/RESOLUCI%C3%93N%20No%20041%20DE%201996.pdf.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM (2009). *Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero, años 2000 y 2004*. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. IDEAM, MAVDT y PNUD. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. Disponible en: <http://www.pnud.org.co/sitio.shtml?apc=aCa020011--&x=62593#.Vbedjfmqgko>.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2010). Thirty-second session of the IPCC Busan, 11-14 October 2010 IPCC-XXXII/Doc. 7 (3.IX.2010) Agenda Item: 5 english only

Kanani, P. y Pastakia, A. (1999). Everything is written in the sky! Participatory methodological assessment and prediction based on traditional beliefs and indicators in Saurashtra. *Eubios Journal of Asian and International Bioethics* 9, 170-176.

Koppel, J. (2014). A multiple knowledge approach for adaptation to environmental change: lessons learned from coastal Louisiana's tribal communities. *Journal of Political Ecology*, 61-82.

Kraft, K. H., De Jesús Luna-Ruíz, J. & Gepts, P. (2010). Different Seed Selection and Conservation Practices for Fresh Market and Dried Chile Farmers in Aguascalientes, Mexico. *Economic Botany*, 64, 318–328. doi:10.1007/s12231-010-9136-x

Lazrus, H. (2012). Sea Change: Island Communities and Climate Change. *Annual Review of Anthropology* 41, 285-301.

Lin, B. (2009). Coffee (*Café arabica* var. Bourbon) Fruit Growth and Development Under Varying Shade Levels in the Soconusco Region of Chiapas, Mexico. *Journal of Sustainable Agriculture*. Vol 33, issue 1.

Lammel, A. (1997). Los colores del viento y la voz del arco iris. Representaciones del Clima entre los Totonacas (México). *Antropología del Clima en el Mundo Hispanoamericano*.

Goloubinoff, M., Katz, E. y Annamaria, L. Editores. Quito Abya-Yala.

Le Breton, D. (2007). *El sabor del mundo. Una antropología de los sentidos*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Martín, P. (2010). El trueque del cambio climático. Programa de Cambio Climático y Energía. Bogotá: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD.

Mayunga, J. (2007) Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A Capital-Based Approach. Paper preparado para la academia de verano, Megacities as Hotspots of Risk: Social Vulnerability and Resilience Building. Munich, Alemania, 22–28 de julio de 2007. Disponible en: <https://www.ehs.unu.edu/file/get/3761>.

Melke, A. & Fetene, M. (2014). Eco-physiological basis of drought stress in coffee (*Coffea arabica*, L.) in Ethiopia. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 26(3-4), 225–239. doi:10.1007/s40626-014-0022-2

Meredith T. Niles, Nathaniel D. Mueller. (2016). Farmer perceptions of climate change: Associations with observed temperature and precipitation trends, irrigation, and climate beliefs. *Global Environmental Change*; 39: 133 DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.002

Merleau-Ponty, M. (2002). *Phenomenology of perception*. Nueva York: Routledge.

Mesa, S. (2012). *Comparación de la diversidad y usos de especies en agroecosistemas convencionales y ecológicos en los municipios de Guasca y Anolaima en Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR & Instituto Colombiano de la Reforma Agraria – INCORA (1996). Ley 160 de 1996. Colombia. Disponible en: http://www.incoder.gov.co/documentos/Ley160_2004.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR & Instituto Colombiano de Desarrollo Rural – INCODER (2013). Resolución 1132 de 2013. Colombia. Disponible en: http://www.incoder.gov.co/documentos/A%C3%91O_2013/CONVOCATORIAS/IAT/IAT_Directa/Junio_28/1132.pdf

Moguel, P. & Toledo, V. (1999) Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13, 11-2.

Mojica, J. (2013). *El conocimiento local en la gestión del riesgo de inundaciones: comunidades del municipio de Mompós, Bolívar*. Tesis para optar al título de Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Minas y Energía, Departamento de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín.

Murtinho, F; Taque, C.; de Bievre, B.; Eakin, H. & Lopez-Carr, D. (2013). Scarcity in the Andes: A Comparison of Local Perceptions and Observed Climate, Land Use and Socioeconomic Changes. *Human Ecology* 41, 667-681.

Nguyen, Thi Phucoc Lai, Seddaiu, Giovanna, Viridis, Salvatore Gonari Pasquale, Tidore, Camillo, Pasqui, Massimiliano and Roggero, Pier Paolo. 2016. Perceiving to learn or learning to perceive? Understanding farmers' perceptions and adaptation to climate uncertainties: *Agricultural Systems Agricultural Systems*. 143, 205-216

Orlove, B; Roncoli, C; Kabugo, M. & Majugu, A. (2011). Conocimiento climático indígena en el sur de Uganda: múltiples componentes de un sistema dinámico regional. En: A. Ulloa (2011) (Ed.), *Perspectivas culturales del clima* (pp. 183-222). Bogotá: Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Partelli, F; Vasconcellos, A; Duarte, H; Machado, J; Tavares, F. & Cochicho, J. (2014). Microclimate and development of 'Conilon' coffee intercropped. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 49(11), 872-881.

Pérez, J. (2013). Diseño de un sistema de alertas agroclimáticas tempranas participativas en la subcuenca Río Piedras del Macizo colombiano. Tesis para optar al título de Magíster en Ciencias Meteorología. Ecológica. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Geociencias. Bogotá. Colombia.

Pinilla, M.; Rueda, A.; Pinzón, C. & Sánchez, J. (2012). Percepciones sobre los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático entre campesinos del centro de Santander, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 16(31), 25-37.

Pirachicán, E. (2015). *Autonomía alimentaria en sistemas agrícolas ecológicos y convencionales en Anolaima (Cundinamarca)*. Tesis para optar al título de Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Economía. Bogotá.

Puenayán, Z. (2009). Percepción del cambio climático para los pastos del resguardo Panán, Nariño, Colombia. En: A. Pazmino, L. Donato, E. Escobar & P. Escobar (Eds), *Mujeres indígenas, territorialidad y biodiversidad en el contexto latinoamericano* (pp.275-315). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Ramos, C.; Tenorio, A. & Muñoz, F. (2011). Ciclos naturales, ciclos culturales: Percepción y conocimientos tradicionales de los Nasas frente al cambio climático en Toribio, Cauca, Colombia. En: A. Ulloa (2011) (Ed.), *Perspectivas culturales del clima* (pp. 247-274). Bogotá: Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Roncoli, C.; Ingram, K. & Kirshen, P. (2002). Reading the rains: local knowledge and rainfall forecasting among farmers of Burkina Faso. *Society and Natural Resources*, 15, 411-430.

Roncoli, C. (2006). Ethnographic and participatory approaches to research on farmers' responses to climate predictions. *Climate Research*, 33 (1), 81-99.

Sánchez, S. (2011). *Percepciones de los cambios ambientales en dos comunidades Zoques de Chiapas*. Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Biología. México D.F.

Sahu, N. & Mishra, D. (2013). Analysis of Perception and Adaptability Strategies of the Farmers to Climate Change in Odisha, India. *APCBEE Procedia* 5, 123 – 127.

Salcedo, M. (2014). *Usos de la avifauna sobre cafetales con manejo agroecológico y convencional y su relación con el paisaje. Anolaima-Cundinamarca*. Tesis para optar al título de Ecóloga. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá.

Sarandón, S. J. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (S. J. Sarandón & C. C. Flores, Eds.) (Universidad La Plata).

Smith, P.; Martino, D.; Cai, Z.; Gwary, D.; Janzen, H.; Kumar, P.; McCarl, B.; Ogle, S.; O'mara, F.; Rice, C.; Scholes, B.; Sirotenko, O.; Howden, M.; Mcallister, T.; Pan, G.; Romanenkov, V.; Schneider, U. & Towprayoon, S. (2007). Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 6-28.

Smith, W.; Liu, Z.; Safi, A. & Chief, K. (2014). Climate change perception, observation and policy support in rural Nevada: A comparative analysis of Native Americans, non-native ranchers and farmers and mainstream America. *Environmental Science & Policy* 42, 101-122.

Taylor, A.; Dessai, S. & Bruine, W. (2014). Public perception of climate risk and adaptation in the UK: A review of the literature. *Climate Risk Management* 4-5, 1-16.

Tocancipá-Falla, J.; Rosero, J. & Restrepo, C. (2011). Percepciones, representaciones religiosas y conocimiento local sobre el clima y sus cambios en el Pacífico caucano, Colombia. En: A. Ulloa (2011) (Ed.), *Perspectivas culturales del clima* (pp. 395-426). Bogotá: Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Tschakert P. 2007. Views from the vulnerable: understanding climatic and other stressors in the Sahel. *Global Environmental Change* 17, 381-96

Tupaz, D. & Guzmán, N. (2011). Tiempo y clima en la visión andina del pueblo de los pastos, Colombia y Ecuador. En: A. Ulloa (2011) (Ed.), *Perspectivas culturales del clima* (pp. 315-328). Bogotá: Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Ulloa, A. (Ed.) (2011). *Perspectivas culturales del clima*. Bogotá: Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Ulloa, A & Prieto, A. (2012). Pobladores urbanos y el clima. *Flora Capital* 12(1):10-12.

Vía Campesina. (2013). Our Seeds, Our Future. Yakarta. Retrieved from: <http://viacampesina.org/downloads/pdf/en/EN-notebook6.pdf>

4. Análisis histórico de la variabilidad de la precipitación en Anolaima (Cundinamarca), como herramienta para la adaptación local en cultivos de café (*coffea arabica* L.)

Presentación

Este capítulo explora la variabilidad de las series históricas de precipitación en Anolaima y las correlaciona con eventos macroclimáticos globales, aportando a la comprensión del clima local desde una perspectiva amplia. De esta forma, entender la base retrospectiva de esta compleja dinámica es el primer insumo para planear medidas de adaptación y proyectar el potencial de mejoramiento de la resiliencia de agroecosistemas cafeteros.

Resumen

Se estudiaron las series históricas mensuales de lluvias de dos estaciones ubicadas en Anolaima (Cundinamarca- Colombia), con el fin de identificar asociaciones entre eventos macroclimáticos como El fenómeno El Niño, Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés), la variabilidad local de las lluvias y sus implicaciones en el desarrollo del cultivo de café. Los patrones de comportamiento, las lluvias atípicas y extremas se analizaron mediante el cálculo de estadísticos de variabilidad y diagramas de caja anual y mensual, mientras la asociación entre las lluvias y fenómenos macroclimáticos se estudió mediante correlaciones entre las series de lluvias y 11 indicadores climáticos del Pacífico y La Amazonia como el índice Oceánico El Niño (ONI) y el dipolo del Amazonas. Los promedios históricos reflejaron el comportamiento bimodal de las lluvias y las correlaciones confirmaron que el ONI es el mejor índice para relacionar la variabilidad interanual de las lluvias en la región con el ENOS, por lo que se resalta su potencialidad para utilizarlo como predictor de las lluvias en la región y planificación de medidas preventivas y de adaptación frente a la ocurrencia de periodos de excesos o deficiencias de lluvias.

Palabras clave: variabilidad de las lluvias, ENOS, adaptación, Anolaima, café (*Coffea arabica* L.)

Abstract

Monthly rainfall historical series from two stations located in Anolaima (Cundinamarca Colombia) were studied in order to identify associations between macroclimatic events such as El Niño-Southern Oscillation (ENSO) and the Local variability rainfall and their implications on coffee cultivation development. Behavior patterns, atypical and extreme rainfall were analyzed by statistics measures of variability and by annual and monthly box-plots, whereas the association between rainfall and macroclimatic phenomena were studied through correlations between series of rainfall and 11 Pacific and Amazonian climate indicators such as the Oceanic Niño Index (ONI) and the Amazon dipole patterns. Historical averages reflected the bimodal rainfall patterns and the correlations confirmed that the ONI is the best index to relate the interannual variability of rainfall in the region to the ENSO, so emphasis is given to its potential use as a rainfall predictor and a preventive and adaptation measures planner against the occurrence of excess or deficient rainfall periods.

Keywords: rainfall variability, ENSO, Anolaima, adaptation, coffee (*Coffea arabica* L.)

4.1 Introducción

El ciclo anual de la precipitación en la región Andina se caracteriza por dos periodos secos y dos lluviosos (Guarín y Poveda, 2013), determinados por los pasos hacia el sur y norte de la Zona de Convergencia Intertropical ZCIT (Guzmán y Ruiz, 2014). El movimiento de la ZCIT y sus complejas interacciones con otros fenómenos generadores de variabilidad climática como la corriente en chorro del Choco, las ondas del Este, los coletazos de huracanes del océano Atlántico y circulaciones locales debidas a la orografía determinan la variabilidad de las lluvias en la región Andina de Colombia (IDEAM, 2011). Respecto a la variabilidad interanual de las lluvias en los Andes Colombianos, diferentes estudios han mostrado la clara relación entre los fenómenos El Niño y La Niña, y la ocurrencia de periodos secos y lluviosos en diferentes zonas de Colombia (Montealegre, 2009; IDEAM, 2011, IDEAM, 2013. Gutierrez et al 2013, IDEAM, 2014). Esta variabilidad de las lluvias en diferentes escalas temporales determina la disponibilidad de agua para los agroecosistemas cafeteros, con diversos efectos como los periodos críticos por exceso o deficiencia de agua en el suelo durante eventos La Niña o El Niño (Jaramillo, 2005). La cantidad y distribución de las lluvias durante el año son aspectos muy importantes, para el buen desarrollo del cafeto, ICAFE (2011) señala que lluvias entre 1000 y 3000 mm son las más apropiadas para el desarrollo del cultivo, dado que lluvias por debajo de este rango limitan el crecimiento y la cosecha, mientras lluvias por encima de los 3000 afectan la calidad del café, aumentan problemas sanitarios, lavado de los suelos y arrastre de nutrientes, deteriorando su calidad (Guharay *et al.*, 2000; Fischersworing y Robkamp, 2001). Sin embargo, no solo los volúmenes anuales deben ser analizados, ya que cambios en la distribución e intensidad de las lluvias afectan el crecimiento de las plantas y el proceso de floración (Donga y Jährmann, 2008) generando daños mecánicos en los cafetos. Por otro lado, ausencia de periodos secos durante la floración puede generar desarrollo anormal de las flores y la deficiencia de lluvias en otros periodos afecta el llenado de frutos, disminuyendo la producción (CENICAFE, 2007).

El municipio de Anolaima está localizado en la región Andina sobre la vertiente occidental de la cordillera oriental de Colombia, donde la topografía quebrada alberga diversos microclimas, con gradientes espaciales y temporales de los elementos climáticos, principalmente las lluvias, que determinan la productividad agrícola y características de los agroecosistemas. Los sistemas cafeteros de la zona, vulnerables a las inclemencias del clima (Córdoba y León, 2013), soportan las variaciones de las lluvias, por lo que es necesario estudiar su variabilidad local y su relación con el desarrollo de los cultivos, con el fin de utilizar estos conocimientos para la toma de decisiones de los productores y aumentar su resiliencia frente a fenómenos como el cambio y la variabilidad climática.

Se han realizado diversos estudios sobre la variabilidad de la precipitación en Colombia y su relación con fenómenos como ENOS. Sin embargo, la mayoría de ellos han sido realizados a escalas nacional o mayores (Montealegre, 2014; Guzmán y Ruiz, 2014; Guarín y Poveda, 2013, Martínez et al., 2011, Poveda et al., 2007 y 2002, IDEAM 2011 y 2014), y describen de manera general la influencia del ENOS sobre las condiciones climáticas, mediante el análisis series históricas de estaciones distribuidas en el territorio nacional. Otros estudios analizaron las principales señales de la variabilidad climática en la región Andina (Narváez y León, 2001, Ramírez y Jaramillo, 2009), e identificaron la influencia de fenómenos macroclimáticos como ENOS y ZCIT sobre las lluvias, así como particularidades regionales de su distribución a lo largo del año. Sin embargo, dada la complejidad de las condiciones geográficas que generan alta variabilidad de los patrones espaciales y temporales de las lluvias en la región Andina, son escasos los esfuerzos por estudiar la distribución de estos patrones de lluvias, a escalas espaciales más refinadas, que permitan entender esta variabilidad a escala municipal o veredal y utilizar esta información para analizar su relación con el desarrollo de un cultivo en particular.

Dada la inexistencia de este tipo de estudios para el municipio, este trabajo analizó la variabilidad de la precipitación registrada en dos estaciones climáticas ubicadas en el municipio de Anolaima. Esta variabilidad se analizó en relación con los fenómenos microclimáticos, principalmente del océano Pacífico, que en diferentes escalas temporales alteran las lluvias. Todo esto con el fin de adoptar estrategias de prevención y adaptación para incrementar la resiliencia de los caficultores, las cuales necesariamente deben ir acompañadas de formulaciones políticas en este mismo sentido.

4.2 Metodología

Se analizaron las series históricas mensuales de precipitación de 2 estaciones de la red climatológica del Instituto de Estudios Ambientales, Meteorología e Hidrología (IDEAM) ubicadas en municipio de Anolaima (Tabla 4-1). Se calcularon promedios anuales y mensuales de las lluvias para el periodo de referencia de 1981 - 2010. Posteriormente se calculó la desviación estándar y el coeficiente de variación con el propósito de analizar la variabilidad de los datos.

Se construyeron diagramas de caja de las series mensuales para describir el patrón anual de las lluvias e identificar meses con lluvias atípicas y valores extremos mediante círculos y asteriscos. Estos atípicos se analizaron en relación con la ocurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña, que como ha sido ampliamente reportado están relacionados con deficiencias y excesos de lluvias en diferentes regiones del país

(Montealegre 2014; Guzmán y Ruiz 2014; IDEAM 2011; Ramírez y Jaramillo 2009; Rojas 2011). Se utilizó la prueba estadística *t* de diferencias de medias para determinar si los volúmenes de los dos periodos de lluvias de primer y segundo semestre han sido estadísticamente diferentes.

Se calcularon y graficaron las series del índice de precipitación anual acumulada, equivalente a la diferencia porcentual entre el acumulado anual y el promedio histórico, para periodos de 2 y 5 años. Se construyó la matriz de correlación entre las series de precipitación y 11 indicadores de fenómenos macroclimáticos para cuantificar las asociaciones estadísticas entre las lluvias estos índices (Montealegre, 2014 y 2009). Los indicadores utilizados fueron los Índices de temperatura superficial del mar TSM en las diferentes regiones El Niño, el Índice Oceánico El Niño (ONI), el Índice Multivariado El Niño (MEI) y el Índice del dipolo del Amazonas (ARH). Estos índices son los indicadores internacionalmente aceptados y utilizados para categorizar la intensidad de estos fenómenos, monitorear y tratar de predecir su evolución y desarrollo. Las series de los índices fueron descargadas de la web de la agencia de administración de la atmosfera y el océano de los Estados Unidos (NOAA)²⁰.

Para identificar los meses del año en que existe mayor asociación entre las lluvias y la variabilidad climática del océano Pacífico se hicieron correlaciones para cada mes entre las 12 series de mensuales de lluvia y el índice ONI. Se aplicó la técnica de correlación cruzada, que consistió en establecer una relación lineal entre las series de la TSM región 3.4 y la precipitación de Anolaima. Se calcularon correlaciones de Pearson entre las series de manera sincrónica y con rezagos de hasta siete meses. Este método permitió identificar el intervalo mensual en que se presenta la mayor asociación entre las anomalías de TSM en la región 3.4 y las lluvias en las estaciones La Florida y Primavera. Estos análisis se realizaron con el ONI y la TSM región 3.4 debido a que mostraron las mayores correlaciones con las lluvias analizadas.

Dada la complejidad de la climatología tropical y de las interacciones que determinan la ocurrencia de fenómenos climáticos en las condiciones de Colombia, en diferentes estudios se consideran significantes correlaciones entre 0,2 y 0,4 (IDEAM, 2011). Sin embargo, para determinar si los coeficientes de correlación obtenidos son estadísticamente significativos se realizaron pruebas de significancia con un nivel alfa de 0.05. Se construyeron y compararon los periodogramas de las series de lluvias y del ONI, índice que mostró las mayores correlaciones, con el fin de identificar semejanzas en los ciclos de variabilidad de las series de lluvias de Anolaima y las series del ONI.

La información obtenida en los análisis anteriores se contrastó con la información reportada por los caficultores de la zona, obtenida mediante técnicas de investigación cualitativa como entrevistas semiestructuradas (N= 66) y observación participante.

²⁰ <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/>

Tabla 4-1. Estaciones climáticas analizadas, ubicación geográfica y porcentaje de datos faltantes en las series mensuales de precipitación.

Código	Estación	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (msnm)	Tipo de estación	Serie	Faltantes Lluvia (%)
2120567	La Florida	04.77 N	74,43 W	1915	CO	1980-2012	1
2120618	Primavera	04.80 N	74.44 W	1850	CO	1988-2012	5 (2007)

4.3 Resultados y discusión

Se observó una diferencia cercana a los 300 mm entre los promedios anuales de lluvias de las dos estaciones, pese a estar distanciadas solo 4 km, bajo condiciones similares de altitud, topografía y paisaje. Esta diferencia de lluvias determina características climáticas y de los agroecosistemas de las dos áreas donde se ubican las estaciones. En el área de la estación La Florida se cuenta con mayor disponibilidad de lluvias para actividades agropecuarias (aproximadamente del 30% más que en Primavera). El coeficiente de variación de los promedios anuales de lluvias es mayor en la estación Primavera, que mostró menor promedio de precipitación (Tabla 4-2). Esto indica mayor variabilidad interanual de las lluvias, que puede significar mayor amenaza agroclimática, principalmente en años en que se presenten deficiencias de lluvias. Esta diferencia en la variabilidad no se observó en los valores de la desviación estándar, que fueron más cercanos y proporcionales a la magnitud de las lluvias

Tabla 4-2. Promedios multianuales y estadísticos de variabilidad (desviación estándar y coeficiente de variación) de los acumulados anuales de lluvias.

Código	Estación	Altitud (m.s.n.m.)	Promedio anual 1981 - 2010 (mm)	Desviación Estándar (mm)	Coeficiente de variación
2120618	Primavera	1850	914	186,4	0,2
2120567	La Florida	1915	1212	195,6	0,16

4.3.1 Variación intra – anual de las lluvias

Los promedios anuales de lluvias están cerca del límite inferior de 1000 mm referenciado por ICAFE (2011), por lo que los problemas más frecuentes para la producción de café en la zona pueden estar relacionados con deficiencias hídricas que causen estrés hídrico, afectando la fisiología de las plantas y el desarrollo del cultivo.

Se observó un patrón bimodal de las lluvias a lo largo del año en ambas estaciones. El periodo más seco del año corresponde al trimestre de junio a agosto. Esto concuerda con lo reportado por Jaramillo et al., (2011) para algunas estaciones de la región Andina central de Colombia, pero difiere con otras zonas de la región Andina y de la mayor parte del territorio nacional, donde el periodo más seco es el trimestre diciembre a febrero (IDEAM, 2014).

“Pues ya, ya nos damos cuenta, las sequias las épocas marcadas de sol, los rayos ultravioleta, cada vez más fuertes, eso hace escases de comida, enfermedades de la piel y pues obviamente eso es impredecible, antes por ejemplo esto eran ciclos marcados de lluvia, entonces había, febrero, marzo, abril por ahí hasta mayo y a veces principio de junio, era invierno, pues digamos, no que lloviera todos los días, todas las noches, pero si eran épocas de tardes de lluvia, ahorita por lo menos, ahorita si más o menos para esta época, lo que queda de junio hasta agosto por ahí sí entra el verano, entonces difícil.”

Luis Adriano, campesino de Anolaima, entrevista junio de 2013.

Durante este periodo junio-agosto, también se presentaron mayor cantidad de meses con lluvias atípicas, principalmente en el mes de agosto (Figura 4-1). Los promedios de lluvias fueron menores en julio que en agosto, sin embargo, en agosto se han presentado los menores valores mensuales, incluso con meses sin lluvias como en 2001 en La Florida, o con apenas 1,2 mm en Primavera durante 1997. Esta característica de mayor variabilidad se corrobora con los altos valores del coeficiente de variación de este mes (Tablas 4-3 y 4-4).

Julio y agosto resultaron ser los meses más secos en la zona, principalmente en la estación Primavera, donde el promedio de septiembre (77,1mm), considerablemente menor que en La Florida (103,2mm), sugiere que el periodo seco de mitad de año en esta área se extiende hasta este mes. Esto coincide con Jaramillo et al., (2011), quienes categorizaron el periodo seco de mitad de año más largo e intenso que el de inicio de año mediante el análisis de series climáticas de los municipios vecinos La Mesa y Cachipay. En estos meses al final de la temporada seca, posiblemente se manifiesten deficiencias de agua en el suelo que generen riesgo para los sistemas productivos de secano, con mayor intensidad en aquellos años en que la primera temporada presente lluvias deficitarias, o se retrase la entrada de las lluvias de segundo semestre.

Los agricultores consultados ratifican la bimodalidad de las lluvias de Anolaima. De acuerdo con ellos los periodos secos se presentan entre diciembre y febrero, y a mitad de año entre junio a agosto, tal como se verifica en los climogramas (Anexo 4-1). Debe considerarse que los periodos secos son fases importantes para el cultivo de café, dado que los déficits hídricos del suelo favorecen la floración de los cafetos y concentran la época de cosecha (Arcila y Jaramillo, 2003).

“No es buena tanta lluvia, el café necesita calentura. El invierno viene en el día, llueve de día y por la noche el frío de la noche, luego amanece y vuelve y llueve y anochece y otra vez frío. Entonces la planta está entumida de frío, se pone amarilla y se le cae la hoja.”

Don José Vagas, campesino de Anolaima, entrevista, 26 de marzo de 2014

Reportan también los problemas de las temperaturas elevadas:

“También por causa del contratiempo (la sequía) que dio duro en diciembre y enero se pierde la calidad”.

Don José Bautista, campesino de Anolaima, entrevista febrero 4 de 2013

Las lluvias de primer semestre se presentan en promedio entre marzo y mayo, mientras las de segundo semestre entre septiembre y noviembre; el trimestre diciembre a febrero es un periodo de transición entre los periodos de lluvias (Figura 4-1). El promedio mensual más alto se encontró en octubre (Tablas 4-3 y 4-4) en ambas estaciones, aunque los mayores valores mensuales se presentaron en abril y noviembre.

Los caficultores explican la relación entre periodos de precipitación y el cultivo de café, con el contexto económico en que se desenvuelven:

“las lluvias de comienzo y final de año las aprovechamos para abonar los cafetos. Esa agua es bendita porque diluye el abono en la tierra y además le da fuerza al cafeto para llenar el fruto y aguantar el manoteo de la recolección”.

Yaqueline Pulido campesina de Anolaima, entrevista, julio de 2015.

“La lluvia pues lo afecta a uno en el momento de la recolección, porque pues obviamente, si no se recolecta se caen, entonces la mano de obra ha sido más escasa, más costosa, y pues obviamente las cosechas son buenas, pero entonces, como el café se viene todo al tiempo por todos lados, pues digamos si yo tengo acá, el vecino tiene, todos tienen, todos tenemos, si, por la misma época, imagínese usted una sobre producción con poca mano de obra y lloviendo pues se pone costosa la mano de obra.”

Alfonso Murcia, campesino de Anolaima, entrevista 13 de abril de 2014

“Por decir algo, que podemos hacer en las épocas de lluvia, aprovechar mejor, pues hacer buenas fertilizaciones pues en épocas, por ejemplo, para que la planta tenga más resistencia, en esa época pues usualmente se disuelven más fácil los abonos, los aprovechan mucho más las plantas, pues para una buena producción”

Jonh Rodriguez, campesino de Anolaima, entrevista, octubre 24 de 2013

Figura 4-1. Diagramas de caja y bigotes de las lluvias mensuales en la estación Primavera (1988-2012).

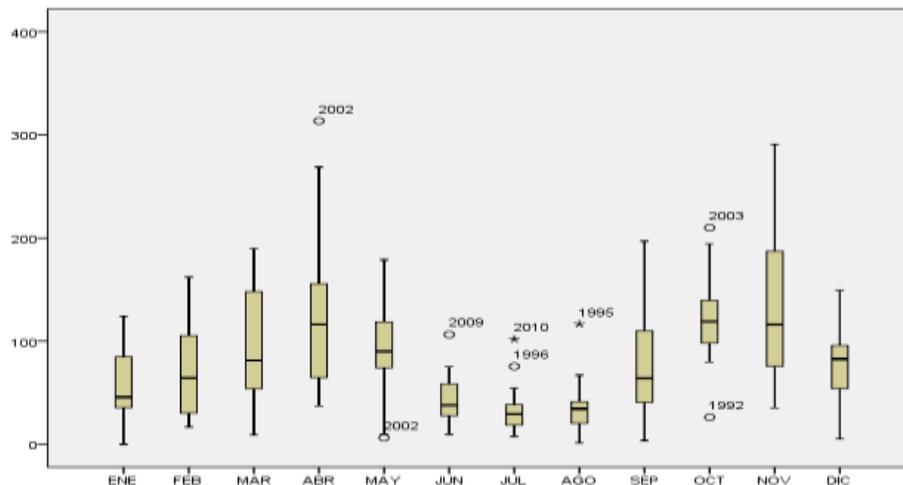


Tabla 4-3. Promedios (\bar{X}) y estadísticos de variabilidad (desviación estándar DE y coeficiente de variación CV) de los acumulados mensuales de lluvias en la estación Primavera.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Lluvias (mm)	56,0	70,8	107,9	108,6	92,2	47,1	34,7	41,5	77,1	120,1	117,8	77,1
DE (mm)	43,8	44,3	57,1	75,3	46,4	39,3	25,1	33,9	53,5	43,1	51,9	43,8
CV	0,8	0,6	0,5	0,7	0,5	0,8	0,7	0,8	0,7	0,4	0,4	0,6

Los dos periodos lluviosos del año no mostraron diferencias significativas en la estación Primavera. Sin embargo, en La Florida el periodo de septiembre a noviembre mostró ser más lluvioso que el periodo de marzo a mayo con nivel de significancia alfa de 0,05. Se observó que los valores mensuales históricos más bajos se presentaron en el primer semestre en ambas estaciones.

Figura 4-2. Diagramas de caja y bigotes de las lluvias mensuales en la estación La Florida.

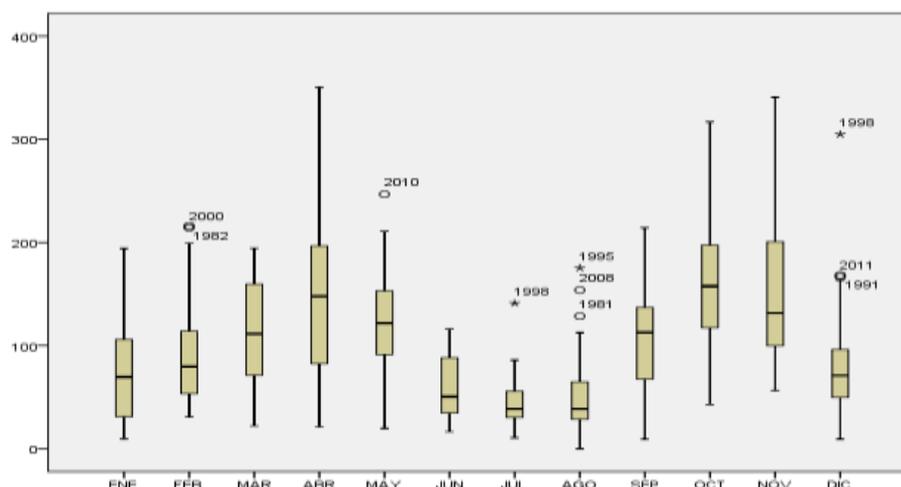


Tabla 4-4. Promedios (\bar{X}) y estadísticos de variabilidad (desviación estándar DE y coeficiente de variación CV) de los acumulados mensuales de lluvias en la estación La Florida.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
\bar{X} (mm)	75,0	89,7	113,9	153,6	124,8	55,6	44,2	61,5	103,2	171,1	149,3	86,0
DE (mm)	52,4	53,7	48,7	81,3	54,3	29,4	28,2	65,2	50,6	68,2	57,9	60,1
CV	0,7	0,6	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	1,1	0,5	0,4	0,4	0,7

Los valores extremos se presentaron principalmente en los meses secos de principio y final de año (Figuras 4-1 y 4-2). Sin embargo, la mayor extensión de las barras (bigotes) en abril, octubre y noviembre muestran la alta variabilidad interanual de los valores mensuales de precipitación en los periodos de lluvias. Los meses con lluvias atípicamente altas se presentaron entre abril y octubre en Primavera, mientras en La Florida, además de estos meses, también en febrero y diciembre.

4.3.2 Variación inter – anual de las lluvias

Estación primavera

El año más lluvioso fue 2011 con lluvias superiores al promedio en un 71%. En años bajo eventos La Niña durante algún momento del año como 2010, 2008 y 1999, se presentaron anomalías superiores al 20%. Los años más secos fueron 1992, 1997, 2004 y 2005 con deficiencias de lluvias del orden del 30%, en todos los casos bajo la ocurrencia de eventos El Niño.

“En este momento estoy solo en la finca, por eso la finca no está bien como debería estar, porque no tiene los recursos para administrarla mejor. Pero también es efecto del clima, yo soy víctima del cambio climático, porque el cambio climático y entre diga usted el 2004 y el 2005 vino y acabó con la cosecha de café, acabo con los cafetales tradicionales. En parte sirvió porque nos obligó a renovar, pero nos dejó sin presupuesto. Y de ahí a esperar a que crezca un cafetal, dos años casi tres años sin recibir ingresos. Pero vean como engañan al país desde el gobierno, que están apoyando al agricultor, con préstamos con no sé que...”

Don José Bautista, campesino de Anolaima, entrevista febrero 11 de 2014

A escala mensual, se resaltan los valores atípicamente altos de julio de 1996 y 2010, abril de 2002, junio de 2009 y octubre de 2003. Con excepción de julio de 2010, ninguno de estos meses atípicos de altas precipitaciones coincidió con un evento La Niña. Los meses atípicamente secos se presentaron, en mayo de 2002, cuando El Niño apenas iniciaba y en octubre de 1992 bajo condiciones neutras en el océano Pacífico cuando el Niño ya había terminado.

Estación La Florida

Los años más lluviosos de la serie fueron 2011 y 1999 con excesos de 52% y 32% respectivamente. Los años más secos fueron 1992, 1997 y 2001 con deficiencias de entre el 32% y 38%. Los años más secos y lluviosos también coincidieron con la ocurrencia de eventos El Niño y La Niña respectivamente. En esta estación no se registraron meses con precipitaciones atípicamente bajas, mientras los meses atípicamente lluviosos se presentaron tanto en eventos La Niña, El Niño o bajo condiciones neutras.

Lluvias atípicamente altas se presentaron en julio y diciembre de 1998, bajo un evento La Niña que se prolongó hasta el año 2000. En agosto de los años 1981, 1995 y 2008 se

presentaron lluvias atípicas durante condiciones neutras. Diciembre mostró lluvias atípicamente altas en los años 1991, 1998 y 2011, el primer caso bajo El Niño y los dos restantes bajo La Niña. Del mismo modo se registraron precipitaciones atípicamente altas en febrero de 1982 (condiciones neutras) y del 2000 (La Niña), mientras que el último evento de lluvias extremas de la serie se presentó en mayo de 2010 durante El Niño.

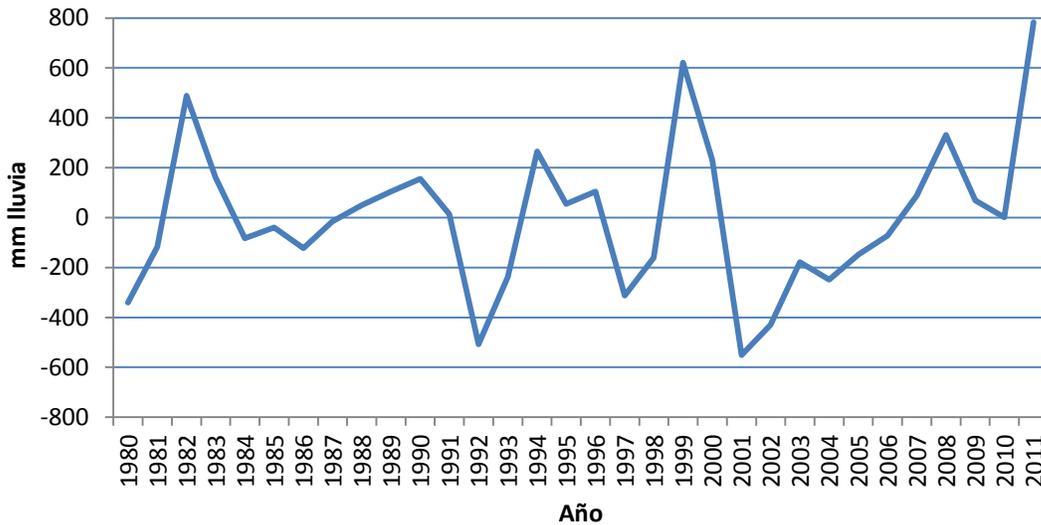
Se observó que los meses con lluvias extremas no se registraron necesariamente durante El Niño o La Niña, mientras que los años con lluvias extremas sí coincidieron con estos eventos. Esto indica que eventos extremos de lluvia a escala mensual no obedecen directamente a condiciones climatológicas asociadas con El Niño o La Niña, pero que estos fenómenos si coinciden con los años más secos y lluviosos del periodo analizado.

Las anomalías más intensas registradas en la zona, asociadas con La Niña de 2011 y 1999 generaron a lluvias anuales menores a los 2000 mm en ambas estaciones. Estos volúmenes anuales están dentro de los rangos óptimos encontrados en literatura (ICAFE 2011, Guharay et al., 2000; Fischersworing y Robkamp 2001) por lo que no se esperan mayores alteraciones en la producción del café. Sin embargo, los 63% de los caficultores reportó disminución de la productividad durante estos años

“La floración no se dio pareja, algunas veces llovía y otras no, uno no sabía que esperar, cuando estaba empezando a arreciar y uno creía que ya, resulta que paraba de llover sin más, todo mundo se quejo...”

Doña Blanca de Murcia campesina de Anolaima, entrevista mayo de 2013.

Figura 4-3. Serie temporal de anomalías de lluvias anuales acumuladas cada 2 años en la estación La Florida.



Los eventos La Niña más intensos se presentaron en los periodos 1988-1989, 1999-2000, 2007-2008 y 2010-2011. En cada uno de esos eventos se observaron anomalías positivas de lluvias (Figura 4-3). Los eventos El Niño más intensos ocurrieron en los periodos 1982-1983, 1986-1987, 1991-1992, 1997-1998, 2002-2003, 2004-2005 y 2009-2010, con excepción del primero se observaron anomalías negativas de lluvias en las

estaciones analizadas. Esto muestra que, si bien El Niño y La Niña explican la mayor parte de anomalías de lluvias a escala interanual en la zona, se han presentado anomalías que no pueden atribuirse directamente a estos fenómenos.

En la memoria colectiva de los caficultores de Anolaima permanece el recuerdo del evento la Niña 2010-2011. En primer lugar, porque la alta nubosidad y excesos de lluvia dispersaron la floración de los cafetos y disminuyeron la productividad del cultivo, en un momento en que el precio del café ofrecía un buen margen de rentabilidad. En segundo lugar, porque dada la alta humedad del suelo se presentaron remociones en masa que causaron estragos en viviendas, vías y cultivos de la región, tal como ha sido reportado por CEPAL (2011), en situaciones similares.

“La tierra se ha ido hacia abajo, mire la entrada dónde va, esa entrada era allá arriba donde yo le digo, se ha movido como 5 metros... son miles y miles de toneladas que cada época invierno se lleva hacia la parte baja”

Don José Bautista, campesino de Anolaima, entrevista, diciembre de 2014

Análisis de correlación

Las mayores correlaciones se encontraron en la estación Primavera, lo que indica una mayor asociación entre el comportamiento de las lluvias en esa estación y los fenómenos de variabilidad climática descritos por los indicadores utilizados y sugiere que en La Florida, las lluvias obedecen en menor medida a fenómenos macroclimáticos y en mayor medida a la circulación atmosférica local.

Tabla 4-5. Matriz de correlación de las series mensuales de lluvias en las estaciones La Florida y Primavera e índices océano-atmosféricos.

Variabes	NINO1+2	ANOM1+2	NINO3	ANOM3	NINO4	ANOM4	NINO3,4	ANOM3,4	ONI	MEI	ARH
PPT-La Florida	-0,02	-0,12	-0,06	-0,15	-0,13	-0,13	-0,12	-0,14	-0,16	-0,07	0,09
PPT - Primavera	0,01	-0,17	-0,07	-0,22	-0,23	-0,22	-0,18	-0,23	-0,25	-0,15	0,16

En negrita las correlaciones significativas con un nivel de significancia alfa=0,05.

Se encontraron correlaciones negativas significativas entre las lluvias de Anolaima y las anomalías de TSM, indicadoras de variabilidad del océano Pacífico, mientras las correlaciones con las series de la TSM el Niño 1+2 y 3 no fueron significativas. Las correlaciones con el ARH fueron positivas y de menor intensidad (Tabla 4-5).

Las mayores correlaciones con los índices de anomalías de TSM la región central del Pacífico (El Niño 3 y 3.4) indican que el aumento/disminución de las lluvias responde en buena medida al enfriamiento/calentamiento del océano Pacífico en estas regiones, en mayor medida en la estación Primavera, dado que las correlaciones fueron ligeramente mayores.

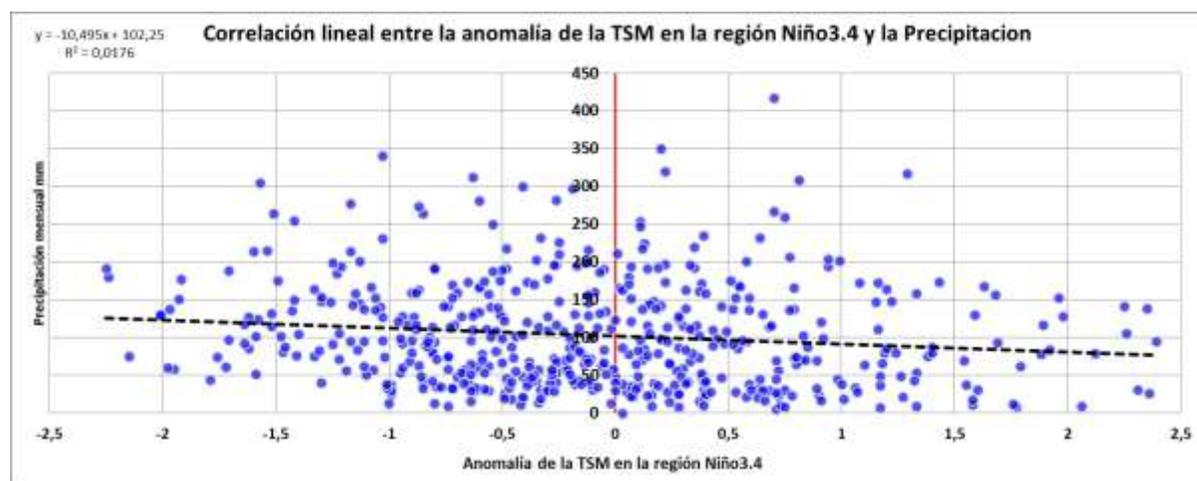
El índice ONI mostró las mayores correlaciones con las lluvias de Anolaima, lo que concuerda con varios autores que encuentran al ONI como el mejor índice para relacionar fenómenos ENOS con las lluvias de la región Andina colombiana (Montealegre, 2014; Montealegre, 2009; Poveda, 2002; Guarín y Poveda, 2013; IDEAM, 2011). Dado que el ONI equivale al promedio trimestral de anomalías de TSM en la

región 3.4, las mayores correlaciones podrían interpretarse como el efecto acumulado sobre las lluvias en la región en periodos de varios meses y más clara relación entre los años secos y lluviosos bajo El Niño y La Niña, que en meses individuales. Por esta razón las predicciones climáticas que se realicen sobre la base la evolución del ONI, son de utilidad en la adopción de mecanismos de prevención en el municipio de Anolaima.

El índice MEI mostró correlaciones menores que los indicadores oceánicos, mientras, el ARH mostró débiles correlaciones positivas. Esto indica que valores positivos de ARH (mayor humedad en la amazonia brasilera que en la colombiana, lo cual favorece el flujo de nubosidad hacia Colombia) se relacionan de manera significativa, aunque con bajos niveles de asociación, con altos registros mensuales de lluvias en la estación Primavera.

La relación inversa entre las precipitaciones y las anomalías de la TSM indica que valores positivos de TSM (El Niño) se relacionan con menores lluvias, mientras que valores negativos de TSM (La Niña) se relacionan con meses lluviosos. No obstante, en ambas estaciones se han registrado lluvias superiores a 300 mm tanto en condiciones de calentamiento, como de enfriamiento del océano Pacífico (Figura 4-4).

Figura 4-4. Diagrama de dispersión de la precipitación mensual en la estación La Florida en función de la anomalía de la TSM del océano Pacífico en región El Niño 3.4.



Las correlaciones entre las anomalías de la TSM de la región 3.4 y las lluvias en Anolaima aumentaron ligeramente al aplicar rezagos de 1 y 2 meses en Primavera y La Florida respectivamente. Este resultado corresponde con lo reportado por Gutiérrez et al, (2013), quienes encontraron picos de correlación entre 1 y 3 meses, entre las lluvias en el occidente de Colombia y los índices oceánicos del Pacífico. Este rezago puede interpretarse como un tiempo de respuesta que transcurre entre una alteración de la TSM del Pacífico y la máxima señal de alteración de las lluvias en una región particular, lo que indicaría, por ejemplo, que si el máximo valor del ONI se presenta en un mes diciembre la mayor relación con valores altos de lluvia en Anolaima se presentaría entre enero y marzo.

Tabla 4-6. Coeficientes de correlación parcial entre las series mensuales de lluvias en las estaciones La Florida y Primavera y El índice ONI.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
La Florida	-0,08	-0,39	-0,30	0,04	-0,03	-0,38	-0,41	-0,38	-0,27	0,15	-0,27	-0,35
Primavera	-0,37	-0,31	-0,58	0,02	-0,12	-0,13	-0,65	-0,53	-0,49	0,06	-0,23	-0,45

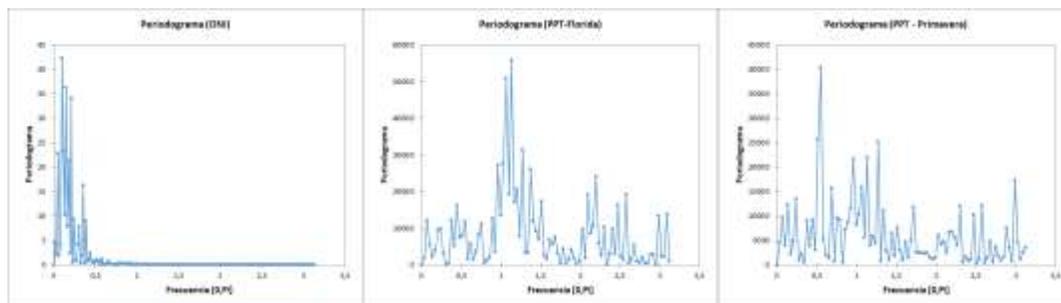
En negrita se resaltan las correlaciones significativas con un nivel de significancia alfa=0,05.

Las correlaciones por series mensuales alcanzaron mayores valores que las correlaciones de las series históricas completas, corroborando que la asociación entre ENOS y el ciclo anual de las lluvias es diferencial a lo largo del año y depende de la evolución de cada fenómeno (Montealegre, 2014; IDEAM 2011; Diaz et al., 2000). Esto muestra particularidades de la variabilidad climática en Anolaima, mientras que, en áreas de la cordillera oriental, la Sabana de Bogotá y el Altiplano Cundiboyacense, y en general la región Andina, las mayores correlaciones entre lluvia y el ONI corresponden al trimestre diciembre a febrero (IDEAM, 2013; Rojas, 2011; Corpoica, 2011), en Anolaima las mayores correlaciones se presentaron en los meses de mitad de año, particularmente entre julio y septiembre (Tabla 4-6). Esta característica puede ser atribuida a que dentro de una misma cordillera cada vertiente es influenciada de forma diferente por masas de aire como los Alisios, las corrientes húmedas ascendentes del valle del Magdalena o fenómenos de mesoescala en el océano Pacífico como ENOS (Narváez y León, 2001).

Las correlaciones fueron significativas en 7 y 8 de los 12 meses del año en La Florida y Primavera respectivamente, con índices de hasta -0,65 en julio (Tabla 4-6). Las menores correlaciones (cercasas a 0) se dieron en mayo y octubre, lo que coincide con Ramírez y Jaramillo (2009), quienes reportaron las menores correlaciones entre las precipitaciones de la región Andina y el índice ONI en los meses lluviosos. Esta falta de correlación podría asociarse al desplazamiento hacia el sur de la ZCIT y al incremento de la corriente en Chorro del Chocó aspectos que incrementan la nubosidad y las lluvias con lo que se disminuye la señal de El Niño (Poveda, 2004).

Los peridogramas de las series de lluvias mostraron que Primavera presenta mayor señal de variabilidad en ciclos de frecuencias menores, principalmente de 0,5, cercanos al ciclo anual con periodo de 12 meses. La Florida mostró la principal señal de variabilidad en ciclos de frecuencia cercana a 1,1, correspondiente con ciclos estacionales de seis meses (Figura 4-5). Primavera mostró variabilidad en frecuencias más cercanas al ONI que La Florida, confirmando lo observado en los coeficientes de correlación.

Figura 4-5. Periodogramas de las series del índice ONI y las series de lluvias en Anolaima.



4.4 Conclusiones

Entre otras características de la variabilidad climática local del municipio de Anolaima, se encontró que el periodo más seco del año corresponde al trimestre de junio a agosto, a diferencia de otras zonas de la región Andina y la mayor parte de Colombia, donde el trimestre más seco es de noviembre a enero. Se establecieron los indicadores de estos fenómenos que resultan más útiles para explicar la variabilidad de las lluvias, como insumo para la planificación de actividades agrícolas e implementación de medidas de adaptación.

Los análisis estadísticos permitieron identificar diferencias tanto en los promedios como en la variabilidad de las lluvias de las dos estaciones de Anolaima pese a su cercanía y características geográficas comunes. Estas diferencias pueden explicar particularidades de los agroecosistemas que deben ser analizadas con más detalle integrando parámetros agrícolas y o ecosistémicos en relación con la climatología local.

Las diferencias detectadas sugieren que, para comprender las manifestaciones de la variabilidad climática, en escalas espaciales reducidas deben considerarse aspectos topográficos, de vegetación o paisajísticos, dadas las complejas interacciones entre masas de aire impulsadas por los alisios, las corrientes húmedas ascendentes del valle del Magdalena o los fenómenos de convección y formación de nubes que determinan las ocurrencias de lluvias en la región.

Estos aspectos locales deben ser estudiados más a fondo para comprender la variabilidad de las lluvias y su impacto en el cultivo del café y desarrollar herramientas que apoyen la toma de decisiones en relación con la variabilidad climática, dado que estos impactos ya han sido reconocidos por los productores.

Los eventos extremos de lluvia, analizados a escala mensual no estuvieron asociados en todos los casos con El Niño o La Niña, sin embargo, debido a la importancia de estos eventos sobre la productividad del café, es necesario estudiar con mayor profundidad su ocurrencia, principalmente en escalas de tiempo más finas (diaria u horaria), e incluir estos estudios en la planificación de medidas de manejo y prevención.

Dado que la ocurrencia de años secos y lluviosos en Anolaima resultó claramente asociada con fenómenos El Niño y La Niña y la correlación entre el ONI y las series de lluvias permitió explicar parte de su variabilidad interanual, en mayor medida en la estación Primavera, los elementos aportados en este estudio constituyen un insumo para la planificación de medidas adaptativas frente a la ocurrencia de excesos o deficiencias de lluvias, mediante el seguimiento y análisis de las predicciones del ONI publicadas periódicamente por el IDEAM y los centros internacionales de predicción climática.

4.5 Referencias

Arcila P, Jaramillo, A. (2003). Relación entre la humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. Avances Técnicos Cenicafe. No. 311, 8 pag.

Cenicafé. (2007). Sistemas de producción de café. Ciclo de vida del Cafeto en Colombia. (En línea). Chinchiná, CO. Consultado el 28 dic. 2010. Disponible en: http://www.cenicafe.org/modules.php?name=Sistemas_Produccion&lite=1

CEPAL. (12 de 12 de 2011). Evaluación - valoración de los daños (y pérdidas) ocasionados por la ola invernal (La Niña) 2010-2011. Bogotá, Colombia.

Córdoba-Vargas, C. León, T. (2013). Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca - Colombia). Revista de Investigación en Agroecología. Vol 8 Num. 1. Murcia. España

CORPOICA (2011). Zonificación del impacto de la oscilación ENOS sobre las condiciones climáticas del Altiplano Cundiboyacense como base para orientar la generación y transferencia de tecnología agropecuaria y reducir la vulnerabilidad climática. Informe de Proyecto de Investigación

Diaz H., Hoerling P., and Eischeid J., (2000). ENSO variability, teleconnections and climate change.

Donga, M; Jährmann, K. (2008). Final: How to identify adaptation strategies for smallholder farmers in coffee and tea sector. AdapCC, Adaptation for Smallholders to Climate Change. A joint project of Cafédirect and GTZ. (En línea) Consultado 8 Dic. 2010. Disponible en: http://www.adapcc.org/download/Climate-Change_Adaptation_Strategies.pdf

Fischersworing, B.; Robkamp, R. (2001). Guía para la Caficultura Ecológica. GTZ Alemania. 3 ed. Popayán, CO. 153 p.

Guarín, G., & Poveda, G. (2013). Variabilidad espacial y temporal del almacenamiento de agua en el suelo en Colombia. Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales, 37(142), 89–113. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082013000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, C. (2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Manual técnico N° 44. Managua, NI. 272 p.

Gutiérrez, S. E., Carvajal, Y., Ávila, A. J. (2013). Estudio de la Influencia del Fenómeno El Niño - Oscilación del Sur en la Oferta Hídrica de la Cuenca Hidrográfica del Río Dagua. Entre Ciencia e Ingeniería, ISSN 1909-8367 Año 7 No. 13 - Primer Semestre de 2013, página 26 - 33

Guzmán, D. y Ruiz, F. (2014). Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual a través del análisis de componentes principales (acp), informe técnico. Nombre comercial: contrato/registro: 091-2014, . En: Colombia, 2013, 10 meses.

ICAFFE Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE). (2011). Guía Técnica para el Cultivo del Café 1a ed. Heredia Costa Rica. 2011: ICAFFE-CICAF 72 p. ISBN 978-9977-55-041-4

IDEAM. (2011). Variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada al ciclo El Niño, La Niña – Oscilación del sur (ENSO). Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático. Subdirección de Meteorología – IDEAM.

IDEAM. (2013). Variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada al ciclo El Niño, La Niña – Oscilación del sur (ENSO). Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático. Subdirección de Meteorología IDEAM.

IDEAM. (2014). Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la Precipitación media mensual, a través Análisis de Componentes Principales (ACP). Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. (2014). Subdirección de Meteorología Bogotá, D.C., agosto.

Jaramillo, A., Ramírez, V. y Arcila, J. Patrones de distribución de la lluvia en la zona cafetera. Avances Técnicos CENICAFE. (2011). Agosto. <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0410.pdf>

Montealegre, J. (2009). Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala.

Montealegre, J. (2014). Actualización del componente Meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia, como insumo para el Atlas Climatológico.

Narváez, G., León, G. (2001). Caracterización y zonificación climática de la región andina. Meteorología Colombiana 4: 121-126. ISSN 0124-6984. Bogotá, D.C. – Colombia.

Poveda, G., Vélez, J., Mesa, O., Hoyos, C., Mejía, F., Barco, O., Correa, P. (2002). Influencia de fenómenos macroclimáticos sobre el ciclo anual de la hidrología colombiana: cuantificación lineal, no lineal y percentiles probabilísticos. Meteorología Colombiana.

Poveda, G., Vélez, J., Mesa, O., Hoyos, C., Mejía, F., Barco, O., Correa, P. (2002). Influencia de fenómenos macroclimáticos sobre el ciclo anual de la hidrología colombiana: cuantificación lineal, no lineal y percentiles probabilísticos. *Meteorología Colombiana*.

Poveda, G. (2004). *La hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna*.

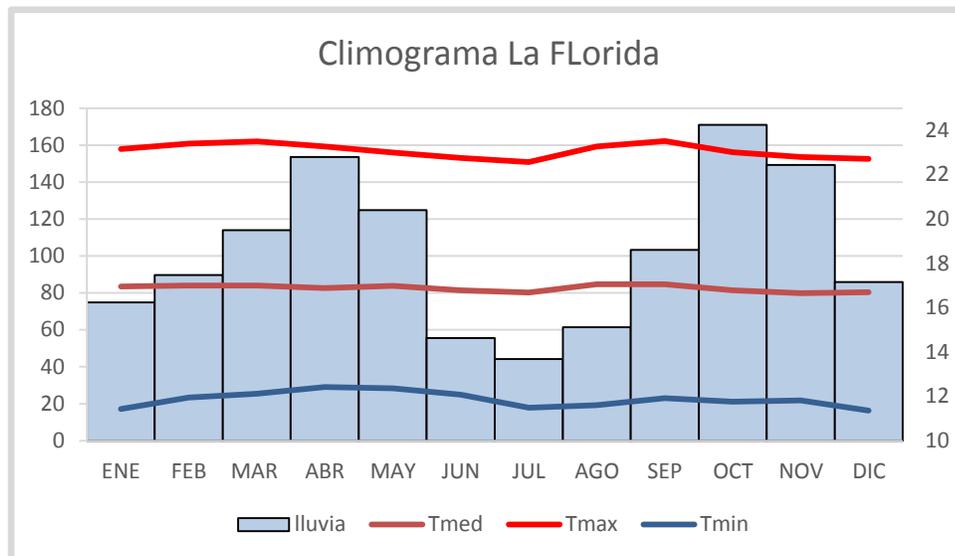
Poveda, G., Velez, J., Mesa, O., Cuartas, A., Barco, J., Mantilla, R., Mejia, J., Hoyos, C., Ramirez, J., Ceballos, L., Zuluaga, M., Arias, P., Botero, B., Montoya, M., Giraldo, J. and Quevedo, D. (2007). Linking long-term water balances and statistical scaling to estimate river flows along the drainage network of Colombia. *Journal of Hydrologic Engineering* 12:4-13

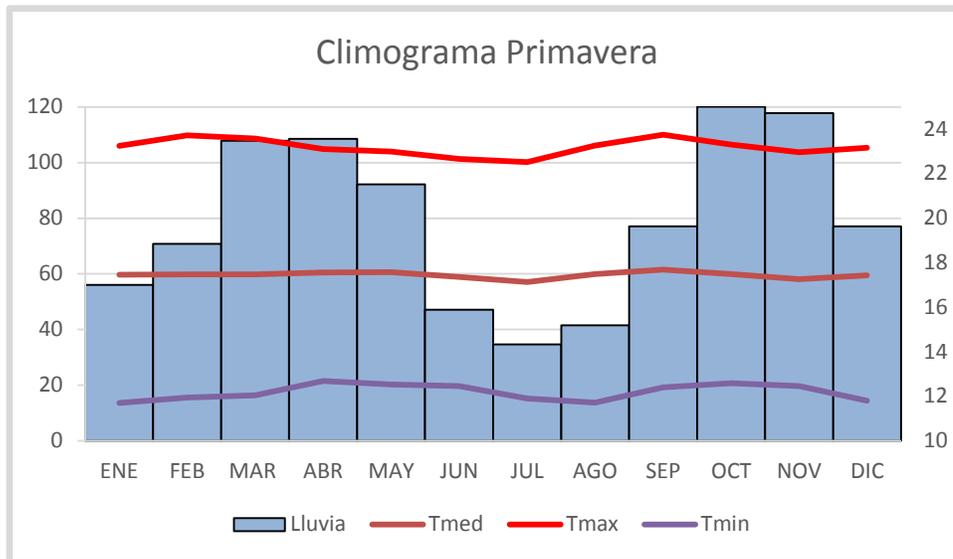
Ramírez B., Jaramillo R. (2009). Relación entre el índice oceánico El Niño y La Lluvia en la región Andina Central de Colombia. *Cenicafé*. 60(2):161-172.

Rojas E. (2011). Evaluación del rendimiento del cultivo de la papa bajo escenarios de variabilidad climática interanual y cambio climático en el suroeste de la sabana de Bogotá. Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia.

4.6 Anexo

Climogramas zona de estudio.





5. Análisis microclimático en fincas con diferente nivel de sombrío, componente de la resiliencia de agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca-Colombia)

Presentación

Dado que algunas prácticas culturales, como el manejo de sistemas agroforestales, son componentes importantes de la resiliencia adquirida por los caficultores, este capítulo analiza el efecto de estos sistemas, sobre variables microclimáticas como la temperatura y el déficit de presión de vapor y su correlación con aspectos de producción de café, para sugerir estrategias de adaptación local a la variabilidad climática en la región.

Resumen

Este trabajo tuvo el objetivo de analizar el comportamiento de variables microclimáticas como Temperatura (T), Amplitud Térmica (AT) y Déficit de Presión de Vapor (DPV) bajo distintos niveles de sombrío, como componentes de la resiliencia de agroecosistemas cafeteros. En 6 fincas cafeteras pareadas, se instalaron termohigrómetros a la altura de los árboles de café que registraron datos de temperatura y humedad relativa cada hora entre noviembre de 2012 y febrero de 2015. La información se procesó agrupando fincas por niveles de sombrío: alto sombrío (AS) y bajo sombrío (BS). Se realizaron análisis comparativos por sistemas (AS vs BS) y por pares con cercanía geográfica y diferentes niveles de sombrío (Santa Lucía vs El Turista, Los Ocobos vs La Cajita y El Pantano vs El Mirador) y por último se generó una correlación entre variables microclimáticas e indicadores productivos y ecosistémicos del café. La T y AT media mostraron todos los meses ser más altas en sistemas BS, valores de T fueron hasta 1,1 °C mayores y la AT reveló ser 29,4% más alta en BS. Respecto al DPV en momentos críticos del día (10 a 14 horas) se presentaron valores promedio 1,52 veces mayores en las fincas BS, encontrándose mayores valores limitantes para el proceso fotosintético. La resiliencia adquirida a través de la adopción de prácticas culturales como la agroforestería, evidencian mejores condiciones para el cultivo en términos de microclima, porcentaje de infestación por broca y productividad por planta de café. Estos tres factores mostraron diferencias estadísticamente significativas frente a sistemas de BS, lo cual potencia la resiliencia de las fincas cafeteras con AS.

Palabras clave: microclima, café, sombrío, agroecosistemas, resiliencia.

Abstract

This study aimed to measure micro-climatic variables such as temperature (T), Thermal Amplitude (TA) and vapor pressure deficit (VPD) in 6 coffee farms paired with different shade levels as coffee agroecosystems resilience components. Thermo hygrometers, which recorded temperature and relative humidity data every hour between November 2012 and February 2015, were installed on each farm at coffee trees' height. The information was processed by grouping farms by shade levels: high shade (HS) and low shade (LS). Comparative analysis by systems (HS vs LS) were performed and also comparisons of farm pairs with geographical proximity and different shade levels (Santa Lucía vs El Turista, Los Ocobos vs La Cajita y El Pantano vs El Mirador). Finally, a correlation between microclimatic variables and productive and coffee ecosystemic indicators was done. T and TA averages showed to be higher in LS systems all the months, T values were up to 1.1 ° C higher and the TA revealed to be 29.4% higher in LS. Regarding the VPD at critical times of the day (10 to 14 hours), average values were 1.52 times higher in LS farms, finding there higher limiting values for the photosynthetic process. Resilience acquired through the adoption of cultural practices such as agroforestry, exhibit better conditions for the crop in terms of microclimate, infestation percentage by coffee berry borer and coffee plant productivity. These three factors showed statistically significant differences versus the LS systems, which enhances the resilience of the coffee farms with HS.

Keywords: microclimate, coffee, shade, agroecosystems, resilience

5.1 Introducción

Tradicionalmente el café (*Coffea arabica* L.) ha sido de gran importancia tanto para la economía, como para la identidad cultural colombiana. De su producción dependen más de 500.000 familias que cultivan pequeños predios y representa el 26% de las exportaciones agropecuarias y agroindustriales del país (Forero, 2012). En el municipio de Anolaima (Cundinamarca- Colombia) el 60% de la actividad económica corresponde a la producción agrícola, dentro de la cual el cultivo de café es el de mayor extensión abarcando 1.238 hectáreas sembradas y 1.126 productores (Alcaldía Municipal de Anolaima Cundinamarca, 2012).

La resiliencia de las fincas disminuye si la producción se ve afectada por fluctuaciones de las variables climáticas, puesto que la calidad de las almendras disminuye por los periodos prolongados de sequía y la variación en las lluvias puede alterar la floración (Läderach *et al.*, 2010). Varios autores coinciden en que aumentos en la temperatura, pueden disminuir la cantidad de área cultivada en países como México, Brasil, Uganda y Colombia (Assad *et al.*, 2004; Gay *et al.*, 2006; A. Jaramillo, 2005).

De esta forma para proteger la producción y aumentar la resiliencia se ha propuesto la adopción de prácticas agroforestales con el fin de promover cambios en las condiciones microclimáticas del cultivo, sin afectar su productividad (Partelli *et al.*, 2014). La presencia de sombrero reduce la transpiración de las plantas y la evaporación del suelo, favoreciendo el mantenimiento de agua en el sistema (Lin, 2010). Las tasas de infestación por broca (*Hypothenemus hampei*) pueden reducirse al disminuir la temperatura al interior de los cultivos (J. Jaramillo *et al.*, 2009, 2011). La preservación del

hábitat proporciona sitios de refugio, cría e hibernación para predadores nativos de plagas del café (Karp *et al.*, 2013; Mendenhall *et al.*, 2011) y promueve en general la diversidad de especies (Perfecto y Vandermeer, 2015). El estrés fisiológico causado por las fluctuaciones de la temperatura se disminuye, así como el uso de fertilizantes nitrogenados (Siles *et al.*, 2009). Adicionalmente la promoción de cultivos intercalados facilita la certificación (Guhl, 2009).

Sin embargo, algunos autores sugieren impactos negativos del exceso de sombrío, para el suroeste de Brasil, porcentajes de sombra superiores al 20%, reducen la producción (DaMatta, 2004). En Colombia y en México reportan que niveles de sombrío superiores el 50% limitan el crecimiento y desarrollo del grano (Farfán y Jaramillo, 2009; Soto-Pinto *et al.*, 2002).

Lin (2011) resalta el papel de la vegetación asociada al cultivo como una estrategia para amortiguar los efectos de la variación climática y los fenómenos extremos. Sin embargo, en el país, los estudios son escasos y limitados a algunas regiones (Farfán y Jaramillo, 2009) y no se encuentran reportes que analicen el comportamiento de factores micro climáticos bajo diferentes niveles de sombrío. Para las condiciones particulares de Cundinamarca, no existen investigaciones de este tipo, que aporten al conocimiento de los sistemas agroforestales, con el fin de sugerir estrategias de adaptación local de los productores cafeteros a la variabilidad climática.

5.2 Metodología

El trabajo se realizó en los Andes colombianos, en el flanco occidental de la cordillera oriental (municipio de Anolaima - Cundinamarca), localizado en la provincia del Tequendama a 71 kilómetros al occidente de Bogotá, D.C. El municipio se encuentra a 1.650 m.s.n.m. en clima templado, con precipitaciones promedio anual de 1.232 mm, temperatura entre 18 y 22°C y humedad relativa del 75% al 85%. Las pendientes están entre 75 y 100% y los suelos se caracterizan por su alta susceptibilidad a movimientos en masa (Córdoba-Vargas y León, 2013).

Se evaluaron 6 fincas cafeteras con diferente porcentaje de sombra, las cuales fueron agrupadas por pares de acuerdo a la cercanía geográfica, similitud en condiciones climáticas como irradiancia, precipitación, incidencia de vientos, así como otras características del paisaje, pendientes y suelos (tabla 5-1). En las fincas se instalaron 4 termohigrómetros Extech TH10 USB Datalogger y 2 estaciones meteorológicas digitales Davis Vantage Vue a la altura de los árboles de café, que registraron datos de humedad relativa y temperatura del aire cada hora entre noviembre de 2012 y febrero de 2015.

Previo a la instalación en las fincas los equipos fueron calibrados con la estación meteorológica de Corpoica Tibaitatá en Mosquera (Cundinamarca), empleando métodos de estadística descriptiva con las diferencias algebraicas de temperatura y humedad, determinando así un intervalo de confianza.

Para el análisis de las variables micro climáticas se emplearon los siguientes indicadores usando datos mensuales y horarios:

- Temperatura media (T): promedio mensual de temperaturas a partir de registros horarios.
- Amplitud térmica (AT): diferencia entre la máxima y mínima temperatura registrada diariamente.
- Anomalías térmicas: para poder comparar la existencia de diferencias entre fincas y dado el gradiente altitudinal entre ellas (hasta de 340 m) se realizó una corrección por medio del cálculo de anomalías²¹ respecto a una media térmica. Para lo cual se construyó un modelo de regresión lineal de cálculo medio de temperatura de acuerdo a la altitud, teniendo en cuenta datos de 10 estaciones climatológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) distribuidas en el departamento de Cundinamarca y estimando una ecuación lineal con un $r=0,79$ que relaciona la temperatura media y la altitud de la siguiente forma:

$$\text{Temperatura media} = (0,0056) * \text{Altitud} + 27,607$$

Es decir, por cada 100 metros de ascensión altitudinal, la temperatura disminuye 0,56 °C, así se estimaron las temperaturas al nivel altitudinal de cada finca. Luego se calcularon las anomalías de temperatura de cada datalogger respecto a la temperatura estimada a la altura de cada finca, definidas de esta forma:

$$Anm = X - \bar{X}$$

Anm: anomalía en grados Celsius

X: valor de la temperatura en la estación automática.

\bar{X} : valor de la temperatura estimada a partir de la altitud.

- Déficit de Presión de Vapor: el DPV es la diferencia entre la presión de saturación de vapor y la presión real de vapor durante un determinado periodo de tiempo (Allen *et al.*, 2006), es un marcador preciso del potencial real de evaporación del aire y se utiliza como indicador limitante de la fotosíntesis. Se calculó a partir de la siguiente fórmula descrita por los mismos autores:

$$DPV = \left[0,6108 * \exp\left(\frac{17,27 * T}{T + 237,3}\right) \right] * \left[1 - \left(\frac{HR}{100}\right) \right]$$

Donde:

T: Temperatura en °C

HR: Humedad relativa en %

La altitud se calculó con curvas de nivel a partir de modelo digital de elevación (DEM SRTM 10 metros Colombia) actualizado a 2013 (IGAC, 2011).

El porcentaje de sombra se obtuvo tomando 30 fotografías del dosel en cada finca, después de lo cual se sobrepuso una cuadrícula de 10 X 10 hasta completar 100 cuadrantes, a los que se les asignó un porcentaje de sombra. Finalmente se calculó el porcentaje de sombra por fotografía y el promedio por finca (Farfan, 2015).

²¹ Diferencia entre el clima promedio en un período de varias décadas o más y el clima durante un mes o temporada en particular (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2015)

Para realizar la correlación de indicadores microclimáticos con otra información de los agroecosistemas, que permite hacer una aproximación de la resiliencia a nivel del cultivo, se recopilaron datos de tesis de pregrado y maestría realizadas por diferentes investigadores en las mismas fincas, en el marco del trabajo del Grupo de Agroecología del Programa de Estudios Ambientales Agrarios del Instituto de Estudios Ambientales-IDEA, Universidad Nacional de Colombia, a saber: caracterización florística y diversidad vegetal (Mesa, 2012); incidencia de broca y productividad en cafetales (Neira, 2016); Estructura Agroecológica Principal (EAP)²² (Córdoba-Vargas y León, 2013).

Análisis estadístico

Los datos se promediaron mensual y horariamente, se utilizó la prueba HDS Tukey realizando comparaciones entre sistemas de manejo y fincas. Además, se hizo una correlación lineal de Pearson con distintas variables agroecosistémicas y microclimáticas. Se utilizaron los software MS Excel 2010® y Statgraphic Centurion XVI.

Tabla 5-1. Algunas características de las fincas estudiadas

Sistema	Finca	Pares	Coordenadas	Altitud	%Sombra
	Santa Lucia (SL)	a	4°47'49,690"N, 74°28'48,319"W	1380	71
Alto Sombrío	Los Ocobos (LO)	b	4°49'25,249"N, 74°28'49,112"W	1720	57
	El Pantano (EP)	c	4°49'9,126"N, 74°29'50,118"W	1640	40
	El Turista (ET)	a	4°48'37,850"N, 74°28'36,174"W	1630	17
Bajo Sombrío	La Cajita (LC)	b	4°49'20,427"N, 74°29'10,869"W	1690	24
	El Mirador (EM)	c	4°49'2,614"N, 74°29'56,434"W	1620	22

²² "...la configuración o arreglo espacial interno del agroecosistema mayor (la finca) y la conectividad entre sus distintos sectores, parches y corredores de vegetación o sistemas productivos (agroecosistemas menores), que permite el movimiento y el intercambio de distintas especies animales y vegetales, les ofrece refugio, hábitat y alimento, provee regulaciones microclimáticas e incide en la producción, conservación de recursos naturales y en otros aspectos ecosistémicos y culturales." (León, 2014)

5.3 Resultados y discusión

5.3.1 Comparación por sistemas

La primera parte de los resultados muestra los análisis comparativos de las variables microclimáticas de las fincas agrupadas en dos categorías: alto y bajo porcentaje de sombrío.

Temperatura y Amplitud Térmica

Todos los meses las fincas con bajo sombrío presentaron mayor temperatura media (T) y amplitud térmica (AT) que los sistemas con alto sombrío (figura 5-1) y sus medias mostraron diferencias estadísticas significativas entre sistemas ($p < 0.01$) (figura 5-2 A y B).

Los datos revelan que en los sistemas BS la temperatura es en promedio $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ más alta que en los sistemas AS, mostrando cómo durante 7 meses continuos (agosto a febrero) la diferencia es mayor a $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, meses que coinciden con la época más caliente, menor lluviosidad y alta escasez de alimentos y cosechas en la región (Córdoba *et al.*, 2016; Pirachicán, 2015).

Diversos estudios han encontrado diferencias en la temperatura del aire en cultivos de café en condiciones contrastantes de exposición solar. Por ejemplo Pezzopane *et al.* (2010) en Espiritu Santo (Brasil) mostraron que el sombrío producido por *nogueira macadâmia* disminuía en promedio $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ frente al cultivo a plena exposición solar, explicado principalmente por el movimiento y la orientación del aire y el efecto corta vientos de los árboles.

En Brasil compararon la temperatura del aire en sistemas de producción de café en monocultivo y arborizado (*Cocus nucifera* y *Hevea brasiliensis*) mostrando diferencias hasta de $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ en temperatura promedio y de $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en temperatura máxima, con AT siempre menor en los sistemas arborizados (Valentini *et al.*, 2010).

La diferencia entre sistemas para AT muestra que en promedio BS presentó valores $29,4\%$ más altos que para AS, destacándose los meses de diciembre noviembre, enero y febrero con diferencias mayores a $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y cifras hasta $54,2\%$ mayores en BS. El mes que presenta menor diferencia es julio con $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que concuerda con lo reportado en Veracruz, México donde la AT fue 80% más alta cuando se eliminaban árboles de sombra (Barradas y Fanjul, 1986).

Los sistemas AS presentan una AT promedio de $8,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y nunca superan los $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. También, muestran que se presentan las cifras promedio más altas en los meses de julio, septiembre, octubre y agosto ($> 8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), el valor promedio mensual más bajo se presentó en el mes de febrero ($6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Respecto a los sistemas BS los valores de AT promedio más altos se evidencian en los meses de enero, octubre, septiembre y abril. Además, en todos los meses exceptuando mayo ($9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) los valores son mayores a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Estos resultados son consistentes de acuerdo al nivel de sombrío y el manejo forestal de los sistemas AS que permiten tener valores de temperaturas menos extremas en los momentos del año de mayor sequía.

Figura 5-1. Promedio mensual de Temperatura (T) y Amplitud Térmica (AT) en sistemas cafeteros con alto (AS) y bajo (BS) sombrío

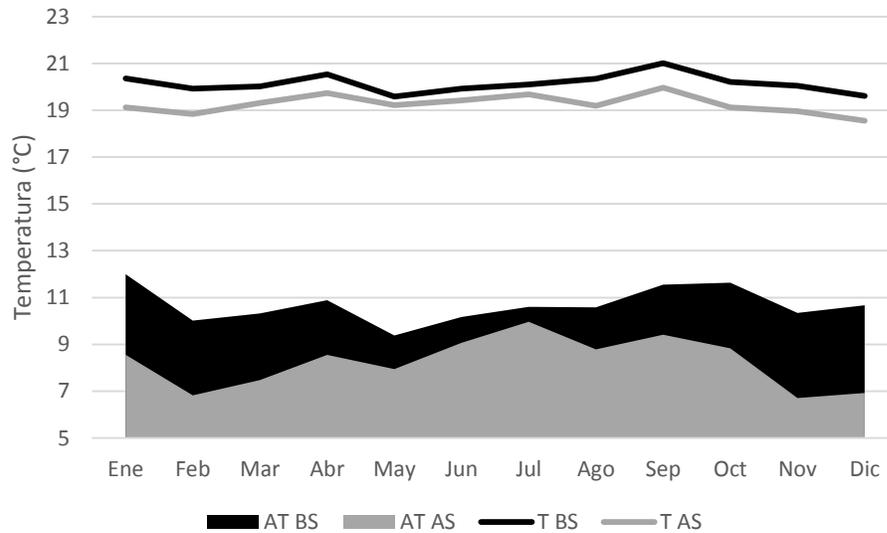
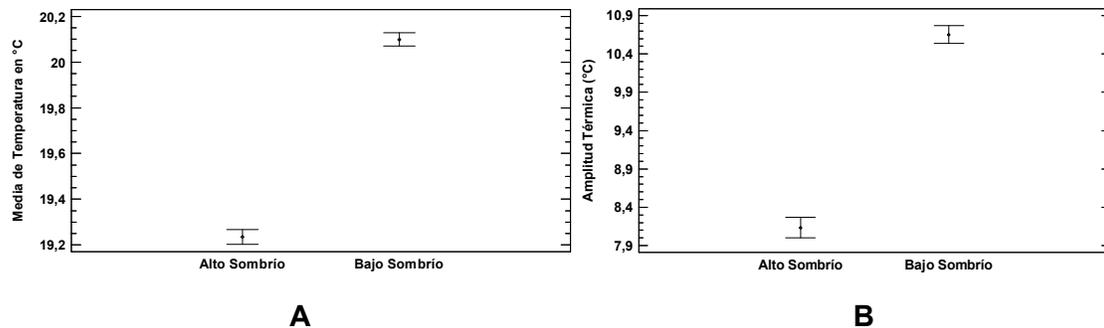


Figura 5-2. Comparación de medias (Tukey 99%) para Temperatura (A) y Amplitud Térmica (B)



Anomalías térmicas

Las anomalías térmicas por altitud permiten comparar con mayor certeza la diferencia de temperatura entre fincas y sistemas. En la figura 5-3 se puede apreciar que el promedio para todos los meses fue superior en las fincas BS (entre 1.2 y 2.7 °C) que para las AS (entre 0,2 y 1,6), presentando diferencias mayores a 1 °C de junio a septiembre y de diciembre a febrero, alcanzando cifras de hasta 1,55 °C. Se presentan diferencias de 1,1 °C promedio entre sistemas, lo que evidencia como los valores de temperatura de BS son 150% más altos que en AS. Las medias muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0,01$) (Figura 5-4).

Figura 5-3. Promedio mensual de Anomalías (°C) en sistemas cafeteros con alto (AS) y bajo (BS) sombrío

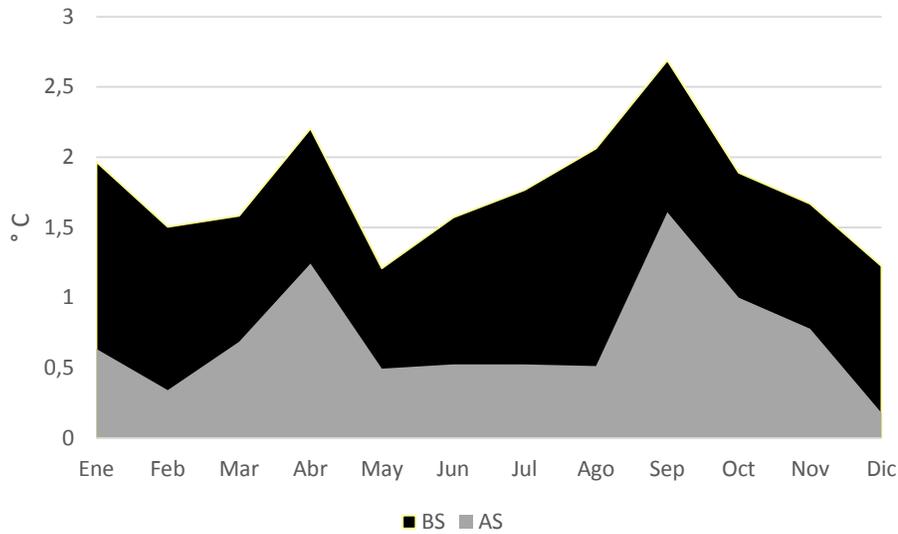
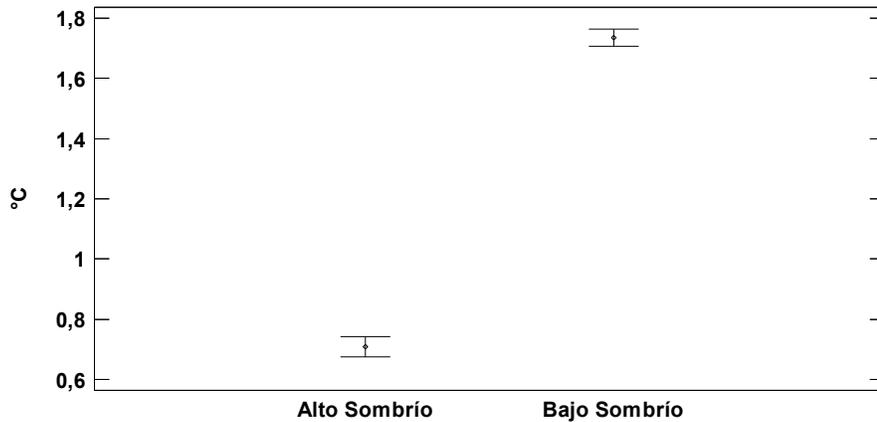


Figura 5-4. Comparación de medias (Tukey 99%) para Anomalías Térmicas (°C)



Déficit de Presión de Vapor (DPV)

En la figura 5-5 se muestra la variación mensual del DPV_{diurno} y DPV_{10_14} , donde se evidencia cómo en todos los meses los sistemas AS presentan valores promedio menores que en los sistemas BS y cuyas medias exhiben diferencias significativas entre sistemas (figura 5-6) ($p < 0.01$).

En el DPV_{diurno} se puede observar cómo los sistemas BS alcanzan valores promedio mayores a 1 kPa para los meses de agosto y septiembre, luego de un ascenso paulatino desde su valor más bajo que se presentó en el mes de mayo (0,49 kPa). En contraste los sistemas AS presentan su valor más bajo en los meses de febrero y diciembre y coinciden en que su valor máximo (0.82 kPa) se presenta en septiembre. En promedio el DPV_{diurno} es 52% más alto en los sistemas BS, diferencia que alcanza valores superiores al 100% durante los meses de diciembre y febrero.

Se realizó el análisis de DPV_{10_14} dado que en esta franja horaria el estrés hídrico en las plantas es mayor (menor humedad y mayor temperatura) y por consiguiente representa el momento más crítico para el proceso fotosintético en la planta. Varios estudios reportan que en las plantas de café los valores de DPV que empiezan a limitar su tasa

fotosintética están en el rango de 1 a 1,5 kPa (DaMatta y Ramalho, 2006; DaMatta, 2004; Hernández, Cock *et al.*, 1989).

De esta manera se observa en la figura 5-5 cómo en los sistemas BS los meses de enero, julio, agosto, septiembre y octubre presentan valores promedio mayores de 1 kPa y el valor más bajo se presenta en el mes de mayo. En contraste en los sistemas AS solo en los meses de septiembre y julio se supera este valor. El mes con valor más bajo es febrero, lo que coincide con lo encontrado por (López, 2004) en una investigación que estudió el intercambio gaseoso de cafetales en Colombia a distintas altitudes y horarios, demostrando relaciones inversas entre el DPV y la Radiación Fotosintéticamente Activa. Su trabajo encontró que valores bajos de DPV favorecieron una mayor apertura estomática y en consecuencia un aumento en la asimilación neta de CO₂, siendo las 9 horas el mejor momento del día para la fotosíntesis. Además, encontró en una altitud similar a este estudio (1400 m.s.n.m), valores de DPV de 1,45, 1,99 y 2,04 kPa a las 9:00, 13:00 y 15:00, los cuales están por encima de los óptimos para el funcionamiento de la planta.

En promedio el DPV es 52% más alto en BS que en AS, lo que se explica dada la distribución de los datos que superan 1 y 1,5 kPa (tabla 5-2). Los valores mayores o iguales a 1,5 kPa representan 27,1% en BS y 40,5% AS del total de valores por encima de 1 kPa.

Tabla 5-2. Porcentaje de valores de DPV_{10_14} por encima de puntos críticos

Sombrío	N	%>1 kPa	%>1,5 kPa
Bajo	7584	45,0%	18,3%
Alto	5731	19,8%	5,4%

N: número total de datos diurnos; %DPV>1: porcentaje de datos de DPV mayor a 1 kPa; %DPV>1,5: porcentaje de datos de DPV mayor a 1,5 kPa

Figura 5-5. Promedio mensual de DPV (kPa) Diurno y de 10 a 14 en sistemas cafeteros con alto (AS) y bajo (BS) sombrío

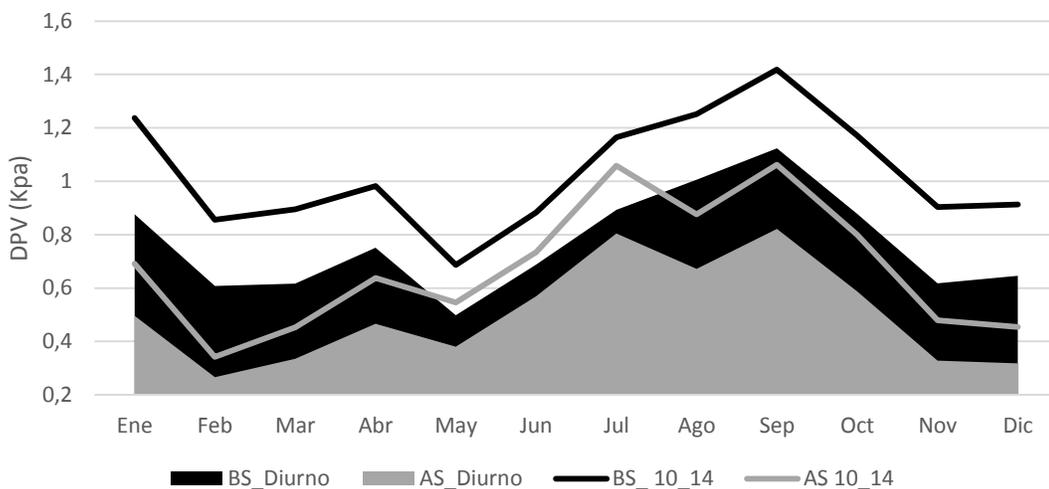
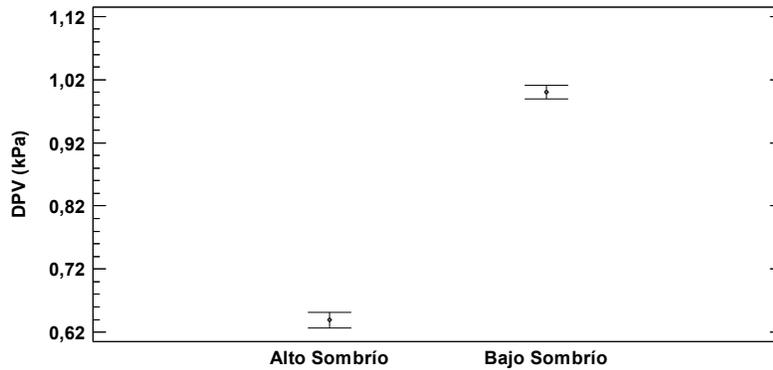


Figura 5-6. Comparación de medias (Tukey 99%) para DPV (kPa)



5.3.2 Comparación por pares

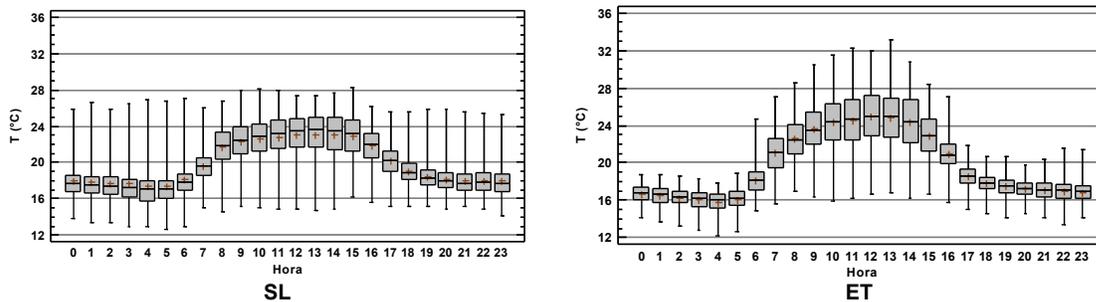
La segunda parte de los resultados compara las variables microclimáticas (temperatura y DPV) de los cafetales analizados por pares al interior de las fincas y emplea valores horarios.

Temperatura del aire

De los tres pares de fincas, el par “a” fue el que presentó menor diferencia en cuanto a la temperatura promedio del aire (0,2 °C). El par “c” representa el par de fincas que comparte condiciones muy similares de altitud y cercanía geográfica y se diferencian en promedio 0.4 °C. En el otro extremo están las fincas del par “b” con una diferencia cercana a dos grados de temperatura promedio (1,7 °C).

A continuación, se presentan las gráficas y el análisis de la información para el par de fincas “a”.

Figura 5-7. Gráficos de caja y bigotes horarios para temperatura del aire (°C) en las fincas Santa Lucía (SL) con alto sombrío y El Turista (ET) con bajo sombrío.



Cabe resaltar que, a pesar de estar a 300 metros de diferencia altitudinal, la finca SL (ubicada a menor altitud), presenta apenas 0,2 °C por encima que la finca El Turista (ET). Esto es contrario a lo esperado, ya que, según el gradiente adiabático húmedo, una diferencia altitudinal de aproximadamente 300 metros, supondría que la finca de menor

altitud tendría promedios entre 2 y 3 grados centígrados más que su par. Esto se explica por el alto porcentaje de sombra en la finca SL (71% vs 17%). (Ruiz *et al.*, 2012) .

Este es el único caso en que el promedio de temperatura de la finca con mayor porcentaje de sombrío fue mayor (19,8°C vs 19,6°C), lo cual tiene que ver con que los datos de temperatura nocturna también son más altos en esta finca, elevando el valor promedio total. Coincidente con esto, se cree que la sombra tiene un mayor efecto amortiguador sobre las bajas temperaturas (Caramori *et al.*, citado en Pezzopane *et al.*, 2011).

Adicionalmente, en la figura 5-7 que muestra las cajas y bigotes horarios de temperatura del aire en el par de fincas “a”, se evidencia que entre las 10 a.m. y las 2 p.m., los promedios de temperatura en la finca ET (BS), están alrededor de los 24 °C, mientras que en la finca SL (AS) nunca sobrepasan este valor, manteniéndose en general dos grados por debajo (diferencia del 7%).

Las temperaturas promedio totales registradas en este par de fincas son contrastantes: 23,0 °C (SL) versus 24,9 °C (ET), casi dos grados de diferencia. Los datos para la finca de menor sombrío son 25, 4% más variables que para la finca SL. De igual manera se comporta el rango intercuartílico el cual es 12,3% más amplio para la finca ET. Existe una diferencia significativa ($p < 0,01$) entre los promedios de temperatura de este par de fincas. Estos datos muestran el efecto del sombrío sobre la regulación de la temperatura diurna, disminuyendo los promedios y valores extremos, aún con diferencias altitudinales.

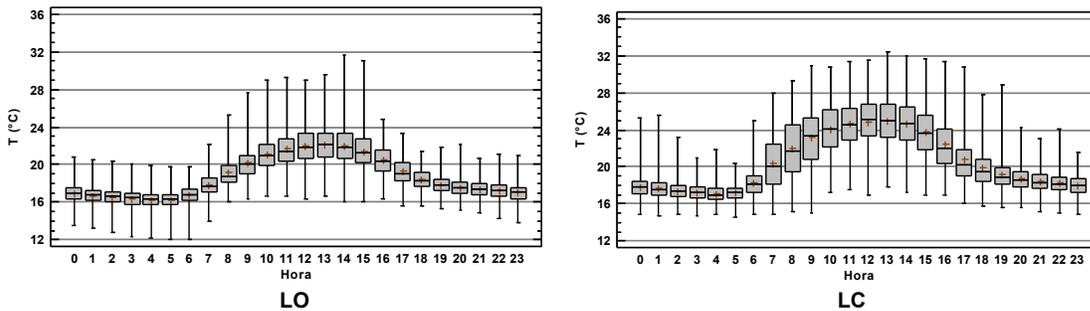
Del mismo modo los datos extremos para cada finca muestran diferencias importantes. Por ejemplo, ET (BS) alcanzó valores hasta de 33,1 °C a la 1 p.m. y por encima de 30 °C, entre las 9 y las 14. Por el contrario, SL (AS) nunca sobrepasó los 30 °C (valor extremo 28,2 °C). Autores como Porter y Semenov (2005), indican que temperaturas por encima de los 30 °C afectan la productividad de los cultivos al generar esterilidad del polen y disminuir el cuajado de frutos. Además, se inhibe la iniciación floral y se induce el desarrollo anormal de las flores del café (Mes, 1957, citado por Ramírez *et al.*, 2010) Según DaMatta (2004) a los 24 °C se empieza a disminuir la fotosíntesis neta del café. En ET el 16,6% de los datos superó este umbral y en SL este porcentaje fue de 13,0%.

Al analizar los promedios de temperatura nocturna se observa que en general la finca ET presenta valores 1,24 °C por debajo de SL. Entre 2 y 4 a.m., la diferencia es de 1,5 a 1,6 °C, lo cual concuerda con lo encontrado por Caramori *et al.* (1996), quienes reportan temperaturas mínimas entre 2 y 4 °C más bajas en sistemas con bajo sombrío. Autores como Van Ojen *et al.*, (2010) reportan que en México cultivos de café muestran un aumento de la temperatura mínima promedio del orden de 1.5 °C, bajo sombrío con la especie *Inga Jinicuil*.

Se podría afirmar que en SL el mayor nivel de sombrío evita el enfriamiento nocturno del aire, permitiendo que la temperatura tome valores más altos. En ET el 48,4% de los datos se mantuvo debajo de los 18°C, temperatura a la cual se reduce el crecimiento de los frutos (Camargo, 1985) y el 31,1% de los datos estuvo por debajo de 17°C, temperatura a la que se inhibe la floración (Ramírez *et al.*, 2010), mientras que en SL estos porcentajes fueron considerablemente menores (34,8% y 18,3% respectivamente).

Continuando con el análisis del segundo par de fincas, en la tabla 5-1 se puede observar que el par “b” presenta una diferencia en el porcentaje de sombrío de 33 puntos y condiciones altitudinales parecidas. La figura 5-8 evidencia una curva más marcada de aumento de temperatura promedio en la finca con menor porcentaje de sombrío (LC). De esta forma los promedios de temperatura mostraron que la finca de mayor sombrío (LO), presentó valores 1,76 °C menores que la finca LC (BS) (18,6 °C vs 20,4 °C). En este caso también se encuentra una diferencia significativa ($p < 0.01$) entre los promedios de temperatura. Contrasta con estudios en sistemas cafeteros en México donde la disminución de la temperatura máxima fue de hasta 5.4 °C (Van Ojen *et al.*, 2010).

Figura 5-8. Gráficos de caja y bigotes horarios para temperatura del aire (°C) en las fincas Los Ocobos (LO) con alto sombrío y La Cajita (LC) con bajo sombrío



Es importante analizar el porcentaje de variabilidad de los datos en cada caso, en relación con el grado de estrés sobre el cultivo y el trabajo humano. En este sentido la figura 5-8 evidencia que los datos de la finca con menor porcentaje de sombra fueron 9,2% más variables que su par. El rango intercuartilico también muestra que los datos de LC (BS) presentan 51, 4% más variación en los datos que LO (AS).

Los datos extremos de temperatura en LO (AS) se dieron entre las 10 y las 15 horas (entre 28,9 y 31,6 °C), mientras que para LC (BS) estuvieron desde 30,7 hasta 32,4 °C entre las 9 y las 17. Esto significa para la última finca que además de soportar valores más altos de temperatura, lo hizo por lapsos de tiempo más prolongados. La mayor cantidad de estrés al que están expuestas las plantas de LC por efecto del calor, podría estar vinculado con una disminución del periodo de maduración de los granos de café, lo cual disminuye su calidad (Muschler, 2001; Vaast *et al.*, 2006, citados por Bosselmann *et al.*, 2009).

Partiendo de lo reportado por Porter y Semenov (2005), la finca que mostró condiciones negativas para el desarrollo floral y de frutos fue LC (BS) al presentar mayor porcentaje de datos por encima de 30°C (0,5% vs 0,018%). Del mismo modo el 19,5% de los registros de LC fue superior a 24 °C, mientras que en LO (AS) fue apenas de 3,4%, favoreciendo la actividad fotosintética en esta última finca (DaMatta, 2004).

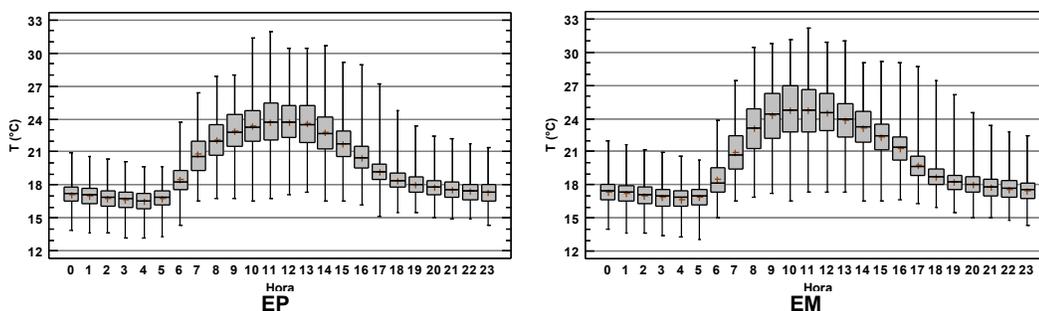
La disminución de temperatura mostrada en la finca con mayor nivel de sombrío, podría tener efectos sobre la infestación de plagas como la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y el minador de la hoja (*Leucoptera coffella*), cuya proliferación se favorece en condiciones más cálidas (Bustillo, 2006; CORPOICA, 2011).

Así mismo, en LO (AS) el 50,8% de los datos estuvo por debajo de 18 °C, frente a 32,0% en LC, lo cual impide el crecimiento óptimo de los frutos. Sin embargo, LO alcanzó

valores de temperatura más bajos que LC (12 °C vs 14 °C). Muchos factores como la cobertura vegetal, la circulación de los vientos, la pendiente y el grado de humedad del suelo, que no fueron evaluados en esta investigación podrían explicar este comportamiento. Estos resultados son contrarios a lo reportado por Carr (2001) en Kenia y por Caramori *et al.* (2002) en el sur de Brasil, en donde el efecto del sombreado evitó reducciones en las temperaturas mínimas.

Finalmente, las fincas que componen el par “c”, se encuentran en casi el mismo rango altitudinal, son las de mayor cercanía (200 metros) y las que presentan menor diferencia en los porcentajes de sombrío (tabla 5-1).

Figura 5-9. Gráficos de caja y bigotes horarios para temperatura del aire (°C) en las fincas El Pantano (EP) con alto sombrío y El Mirador (EM) con bajo sombrío



En la figura 5-9 se observa que la finca de menor sombrío EM presentó valores más altos en los promedios de temperatura (20,0 vs 19,6), con apenas 0,4 °C de diferencia. Sin embargo, los análisis estadísticos muestran diferencias significativas en este par de fincas ($p < 0.01$). Las mayores diferencias entre las dos fincas en cuanto a las temperaturas máximas se dieron entre las 8 y las 9 horas (2,5 °C y 2,8 °C respectivamente) y las 18 y 19 (2,6 y 2,7 °C respectivamente), siendo mayores los valores en EM (BS) que en EP (AS).

De acuerdo con Pezzopane *et al.*, (2011), la presencia de sombra modifica el microclima dando lugar a temperaturas más bajas. Los autores desarrollaron un experimento en un área sombreada con *Cocus nucifera L.* de terreno plano en una región tropical y concluyen que ni el rendimiento, ni las calidades del grano se vieron afectados con intercepciones de luz de 40 a 50 %.

Los datos para la finca de menor sombrío (EM) son 2,1 % más variables que para la finca EP (AS). De igual manera se comporta el rango intercuartílico el cual es 10,9% más amplio para la finca EM, evidenciando que los datos de EP son más consistentes al presentar menor variabilidad que en EM. No se encontraron mayores diferencias en la ocurrencia de valores atípicos, ni en las temperaturas extremas. Los valores extremos se dieron entre las 10 y 11 a.m en ambas fincas. EP registró datos de 31,3 °C y 31 °C y en EM de 31,1 °C y 32,2 °C. En EP solo el 10,8% de los datos superaron los 24°C, mientras en EM este porcentaje fue del 15,8%. Respecto al porcentaje de datos que superaron los 30 °C EP presentó 0,083 frente a 0,24% de EM.

En cuanto a los promedios de temperatura nocturna, no se encontraron diferencias importantes (17,2°C en EP frente a 17,4°C en EM), aunque la finca con menor sombrero presentó mayor variabilidad (2,9% más que la finca EP en los registros). Los datos por debajo de 17 y de 18 °C para EP son de 41,0 y 20,9% y para EM de 36,8 y 17,8% respectivamente.

Déficit de Presión de Vapor (DPV)

La tabla 5-3 resume los valores de DPV en los tres pares de fincas, mostrando los valores diarios y especificando los datos para el periodo entre las 10 y las 14 horas. De manera general se observa que los valores máximos, las medias y los porcentajes de DPV por encima de 1 y de 1.5 son mayores en las tres fincas que presentan menor porcentaje de sombrero.

Al comparar los valores medios en los tres pares de fincas, se evidencia que para todos los casos existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). El menor valor lo reportó la finca LO, con 57% de sombrero (0.37), seguida de las dos fincas con manejo agroforestal, SL (0.56) y EP (0.58).

El valor máximo del déficit de presión de vapor lo presentó la finca EM (2,95), seguida de las otras con menor manejo del sombrero (2.89 LC y 2.87 ET). Al comparar los pares de fincas se observa que el par LO-LC presenta la mayor diferencia (8 puntos), seguida del par SL-ET con 7 puntos. Al contrario, el par de fincas con menor diferencia de sombrero EP-EM solo se diferenció en un punto. Estos datos tienen relación con la mayor desviación estándar que se evidencia en el grupo de fincas con menos sombra, cuyos valores de DPV fluctúan más que en las fincas con mayor sombrero (desde 8 hasta 21 puntos). Esto cobra especial relevancia en municipios como Anolaima con frecuentes problemas de sequía, ya que empeora las necesidades de agua para la producción cafetera (Pezzopane *et al.*, 2010). Lo anterior evidencia que las prácticas adquiridas y mantenidas por los agricultores con niveles más altos de sombrero, aportan en la construcción de la resiliencia de los agroecosistemas.

La tabla 5-3 también resume los valores por encima de 1 y de 1.5 kilopascales en todos los pares de fincas, puntos de corte que se explicaron anteriormente. En este sentido las fincas con menor sombrero presentaron siempre porcentajes más altos que sus pares, siendo la diferencia más amplia entre las fincas LO-LC con (≥ 1 : 28,8% y $\geq 1,5$: 11,5%). La finca LO en comparación con las otras 5, es la que menor déficit de presión de vapor reporta, lo que podría estar relacionado con que el arreglo de la vegetación en este caso, es el que contribuye de mejor manera a la optimización del manejo del agua para el cultivo de café (Pezzopane *et al.*, 2010)

Valores entre las 10 y las 14 horas mantuvieron la misma tendencia descrita anteriormente: las tres fincas con menor porcentaje de sombra, mantuvieron déficits de presión de vapor alrededor de uno (tabla 5-3).

En síntesis, los altos déficits de presión de vapor en las fincas EM, LC y ET, pueden ser limitantes para la fotosíntesis, es decir presentar una reducción de las tasas de fotosíntesis por unidad de agua transpirada (Pezzopane *et al.*, 2010). Estos resultados están relacionados con los valores más altos de temperatura que presentaron estas fincas, discutidos en el acápite anterior y con menores niveles de resiliencia al soportar en menor magnitud el disturbio ocasionado por el clima.

Tabla 5-3. Resumen de valores de déficit de presión de vapor diurnos y de 10_14 horas

Pareado Finca	a		b		c	
	SL	ET	LO	LC	EP	EM
Diurno						
N	3063	3079	5707	5729	6633	6614
Media	0,56	0,73	0,37	0,82	0,58	0,69
DE	0,42	0,53	0,37	0,58	0,41	0,49
Máx	2,14	2,87	2,48	3,2	2,89	2,95
Mín	0,05	0,02	0	0	0,02	0,01
Valores >= 1	543	812	412	2060	1003	1595
% valores>=1	17,7	26,4	7,2	36,0	15,1	24,1
Valores >= 1,5	91	299	115	775	223	478
% valores>=1,5	3,0	9,7	2,0	13,5	3,4	7,2
10_14 horas						
N	1275	1282	2383	2389	2757	2759
Media	0,73	1,00	0,51	1,06	0,77	0,91
DE	0,44	0,55	0,42	0,57	0,43	0,49

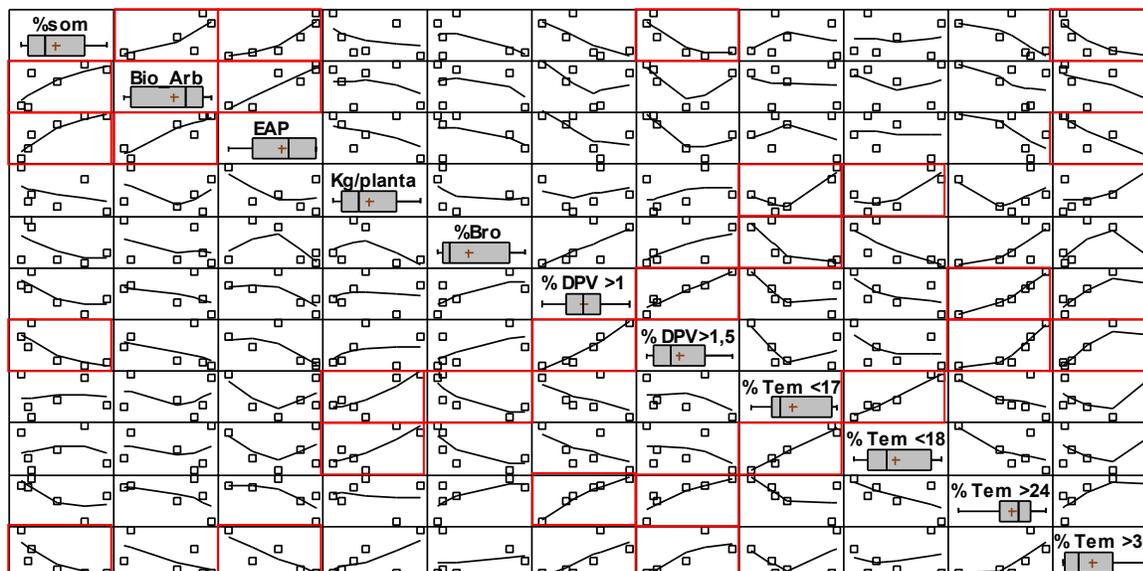
5.3.3 Correlación de información microclimática y algunas variables de los agroecosistemas cafeteros

Por último se correlacionaron variables de importancia en para la resiliencia de los agroecosistemas, con información recopilada por distintas investigaciones en las mismas fincas (figura 5-10) (Córdoba y León, 2013; Mesa, 2012; Neira, 2016). De esta manera se encontraron correlaciones de Pearson estadísticamente significativas ($p < 0.1$) con un nivel de confianza del 90% para algunas variables ambientales y de producción con indicadores microclimáticos (tabla5-4).

Así el porcentaje de sombrío esta correlacionado inversamente con la cantidad de valores extremos de temperatura ($>30^{\circ}\text{C}$): -0,7918; y DPV ($>1,5$ kPa): -0,7853 y con una correlación directa con la medición de la biodiversidad de árboles: 0,7654; y EAP: 0,8935, lo que concuerda con lo encontrado en este y otros estudios que exponen, por una parte, cómo la temperatura y DPV entre sistemas con diferentes niveles de sombrío siempre son más altas en BS y cómo los arboles de sombrío mejoran la biodiversidad en los agroecosistemas (Jha et al., 2014; López-Gómez *et al.*, 2008; Perfecto y Vandermeer,

2015). Sin embargo, la biodiversidad de árboles no se correlaciono con ningún indicador específico de microclima.

Figura 5-10. Matriz de dispersión de algunas variables en agroecosistemas cafeteros.



%som: porcentaje de sombrío; Bio_Arb: biodiversidad de árboles; EAP: Estructura Agroecológica Principal; Kg/planta: Kg de café pergamino seco producido por planta; %Bro: porcentaje de broca; %DPV>1: porcentaje de datos de DPV mayor a 1 kPa; %DPV>1,5: porcentaje de datos de DPV mayor a 1,5 kPa; % Tem <17: porcentaje de datos de temperatura menor a 17°C; % Tem 18: porcentaje de datos de temperatura menor a 18°C; % Tem >24: porcentaje de datos de temperatura mayor a 24°C; % Tem >30: porcentaje de datos de temperatura mayor a 30°C. Relaciones con significancia estadística señalados en rectángulos de líneas rojas.

Tabla 5-4. Valores de indicadores ambientales y de producción en fincas estudiadas

	Bio_Arb	EAP	Producción	% Broca
SL	3,723	100	0,10	2,18
EP	3,31	90	0,11	0,69
LO	3,864	100	0,25	0,15
ET	2,668	45	0,55	0,72
EM	2,599	60	0,14	9,71
LC	3,58	76	0,24	8,0

Bio_Arb: Índice de Shannon de árboles y arbustos EAP: Estructura Agroecológica Principal; Producción: kg de café pergamino seco/planta; % Broca: porcentaje de infestación de broca.

La EAP se correlacionó inversamente con los valores de temperatura >30°C: -0,8718 y dado que esta variable es el resultado de la interacción de criterios de orden principalmente ecosistémicos, las fincas que muestran buena conexión, extensión y

diversidad de cercas vivas desarrollando una buena estructura pueden tener mejor resistencia a la perturbación climática (Córdoba-Vargas y León, 2013) y a los valores extremos de temperatura (Lin, 2007).

También se evidenció cómo los agroecosistemas con mayor porcentaje de datos por debajo de 17°C se relacionan directamente con mayor productividad por planta: 0,7916; e inversamente con mayores porcentajes de broca: -0,7321. Es decir, sistemas que regulen mejor el microclima pueden obtener mayores beneficios económicos del cultivo de café y, por tanto, las prácticas agroforestales relacionadas con estos agroecosistemas les confieren resiliencias más altas.

5.4 Conclusiones

Los resultados muestran que los factores microclimáticos son consistentemente diferentes entre los sistemas evaluados, siendo AS el que presenta condiciones más favorables para el desarrollo del café.

El nivel de sombrío demostró estar fuertemente correlacionado con el control de valores críticos de microclima para la producción de café y con la biodiversidad en los sistemas, por lo que se puede afirmar que la sombra aumenta la resistencia a sequía y fenómenos meteorológicos extremos, favorece la integridad de los recursos naturales al tiempo que potencia la resiliencia.

Este trabajo evidenció, cómo una finca con porcentaje de sombrío de 57% (LO) mostró menores fluctuaciones en indicadores microclimáticos (T, AT y DPV), alta biodiversidad, baja infestación de broca y valores medios de productividad, aportando así a la resiliencia del agroecosistema.

Otros factores como las características del suelo, balances hídricos, especies de árboles que se utilizan para brindar sombrío, la dirección y velocidad del viento, pueden mejorar la explicación del comportamiento microclimático en cultivos de café con alta o baja sombra.

5.5 Referencias

- Alcaldía Municipal de Anolaima Cundinamarca. Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas del Municipio de Anolaima Cundinamarca. "Porque Gobernar es Servir" (2012).
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Rome: FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm>
- Assad, E. D., Pinto, H. S., Zullo Junior, J., & Ávila, A. M. H. (2004). Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(11), 1057–1064. <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100001>
- Barradas, V. L., & Fanjul, L. (1986). Microclimatic characterization of shaded and open-grown coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in Mexico. *Agricultural and Forest Meteorology*, 38(1-3), 101–112. [http://doi.org/10.1016/0168-1923\(86\)90052-3](http://doi.org/10.1016/0168-1923(86)90052-3)

- Bosselmann, A. S., Dons, K., Oberthur, T., Olsen, C. S., Ræbild, A., & Usma, H. (2009). The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(1-3), 253–260. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2008.09.004>
- Bustillo, A. E. (2006). A review of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), in Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 101–116. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882006000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Camargo, A. P. (1985). O clima e a cafeticultura no Brasil. *Inf. Agropec*, 11, 13–26.
- Caramori, L. P. C., Caramori, P. H., & Manetti Filho, J. (2002). Effect of leaf Water potential on cold tolerance of *Coffea arabica* L. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(4), 439–443. <http://doi.org/10.1590/S1516-89132002000600006>
- Caramori, P. H., Androcioli Filho, A., & Leal, a. C. (1996). Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth for frost protection in southern Brazil. *Agroforestry Systems*, 33(3), 205–214. <http://doi.org/10.1007/BF00055423>
- Carr, M. K. V. (2001). The water relations and irrigation requirements of coffee. *Experimental Agriculture*, 37(01), 1–36. Retrieved from http://journals.cambridge.org/abstract_S0014479701001090
- Córdoba-Vargas, C., & León, T. E. (2013). Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca - Colombia). *Revista de Investigación En Agroecología*, 8(1), 21–32.
- Córdoba-Vargas, C., Rojas, E., & Díaz, M. (2016). *Variabilidad de la precipitación en una región cafetera de los Andes colombianos*.
- CORPOICA. (2011). Investigación sobre los efectos del cambio climático en la distribución altitudinal de insectos plaga del café y sus enemigos naturales en la zona cafetera de Colombia. Retrieved from http://www.agronet.gov.co/Documents/documentos_documento_cambio/doc6.pdf
- DaMatta, F. M. (2004). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, 86(2-3), 99–114. <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.001>
- DaMatta, F. M., & Ramalho, J. D. C. (2006). Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 55–81. <http://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100006>
- Farfan, F. (2015). Instrumentos para estimar el porcentaje de sombra en el cafetal. *Boletín Técnico*. Manizales: CENICAFE.
- Farfán, F., & Jaramillo, A. (2009). Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región.
- Forero, J. (2012). Estrategias adaptativas de la caficultura colombiana. In M. Samper & E. Topik (Eds.), *Crisis y transformaciones del mundo del café: dinámicas locales y estrategias nacionales en un periodo de adversidad e incertidumbre* (1st ed., pp. 37–84). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Gay, C., Estrada, F., Conde, C., Eakin, H., & Villers, L. (2006). Potential Impacts of Climate Change on Agriculture: A Case of Study of Coffee Production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*, 79(3), 259–288. <http://doi.org/10.1007/s10584-006-9066-x>
- Guhl, A. (2009). Café, bosques y certificación agrícola en Aratoca, Santander. *Revista de Estudios Sociales*, (32), 114.
- Hernández, A. del P., Cock, J. H., & EL-Sharkawy, M. (1989). The responses of leaf gas exchange and stomatal conductance to air humidity in shade-grown coffee, tea and cacao plants as compared with sunflower. *Rev. Bras. Fisiol. Veg*, 1(2), 155–161.

- Retrieved from <http://www.cnpdia.embrapa.br/rbfv/pdfs/v1n2p155.pdf>
- IGAC. (2011). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca*. Bogotá: IGAC.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2015). Glosario. Catálogo de términos utilizados en el tema de cambio climático. Retrieved from <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/glosario>
- Jaramillo, A. (2005). Redistribution of solar radiation and rainfall with coffee plantations (*Coffea arabica* L.). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 29(112), 371–382. Retrieved from http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_29/112/112_371_382.pdf
- Jaramillo, J., Chabi-Olaye, A., Kamonjo, C., Jaramillo, A., Vega, F. E., Poehling, H.-M., & Borgemeister, C. (2009). Thermal tolerance of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*: predictions of climate change impact on a tropical insect pest. *PloS One*, 4(8), e6487. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0006487>
- Jaramillo, J., Muchugu, E., Vega, F. E., Davis, A., Borgemeister, C., & Chabi-Olaye, A. (2011). Some like it hot: the influence and implications of climate change on coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and coffee production in East Africa. *PloS One*, 6(9), e24528. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0024528>
- Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Mendez, V. E., Laderach, P., & Rice, R. A. (2014). Shade Coffee: Update on a Disappearing Refuge for Biodiversity. *BioScience*, 64(5), 416–428. Retrieved from <http://10.1093/biosci/biu038>
- Karp, D. S., Mendenhall, C. D., Sandí, R. F., Chaumont, N., Ehrlich, P. R., Hadly, E. A., & Daily, G. C. (2013). Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecology Letters*. <http://doi.org/10.1111/ele.12173>
- Läderach, P., Hagggar, J., Lau, C., Eitzinger, A., Ovalle, O., Baca, M., ... Lundy, M. (2010). Mesoamerican coffee: building a climate change adaptation strategy. *CIAT Policy Brief*, (2), 4.
- León, T. E. (2014). *La perspectiva ambiental de la agroecología: la ciencia de los agroecosistemas*. Bogotá.
- Lin, B. B. (2007). Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144(1-2), 85–94. <http://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.12.009>
- Lin, B. B. (2010). The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(4), 510–518. <http://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.11.010>
- Lin, B. B. (2011). Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. *BioScience*, 61(3), 183–193. <http://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- López, J. C. (2004). Comportamiento del intercambio gaseoso de *Coffea arabica* L en tres altitudes de la zona cafetera central colombiana. *Cenicafé*, 55(3), 202–212. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/124>
- López-Gómez, A. M., Williams-Linera, G., & Manson, R. H. (2008). Tree species diversity and vegetation structure in shade coffee farms in Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 124(3-4), 160–172. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2007.09.008>
- Mendenhall, C. D., Sekercioglu, C. H., Brenes, F. O., Ehrlich, P. R., & Daily, G. C. (2011). Predictive model for sustaining biodiversity in tropical countryside. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(39), 16313–16316. <http://doi.org/10.1073/pnas.1111687108>

- Mesa, S. (2012). *Comparación de la diversidad y usos de especies en agroecosistemas convencionales y ecológicos en los municipios de Guasca y Anolaima en Cundinamarca*. Universidad Nacional de Colombia.
- Neira, A. R. (2016). *Comparación de prácticas agrícolas y asociaciones con la temperatura, humedad y la infestación por poblaciones de broca *Hypotenemus hampei* (Ferrari), en cafetales de Anolaima, Cundinamarca, Colombia*. Universidad de Buenos Aires.
- Oijen, M., Dauzat, J., Harmand, J.-M., Lawson, G., & Vaast, P. (2010). Coffee agroforestry systems in Central America: I. A review of quantitative information on physiological and ecological processes. *Agroforestry Systems*, 80(3), 341–359. <http://doi.org/10.1007/s10457-010-9294-y>
- Partelli, F. L., Araújo, A. V., Vieira, H. D., Dias, J. R. M., Menezes, L. F. T. de, & Ramalho, J. C. (2014). Microclimate and development of “Conilon” coffee intercropped with rubber trees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(11), 872–881. <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001100006>
- Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2015). *Coffee Agroecology: A new approach to understanding agricultural biodiversity, ecosystem services and sustainable development*. Routledge.
- Pezzopane, J. R. M., Marsetti, M. M. S., Ferrari, W. R., & Pezzopane, J. E. M. (2011). Alterações microclimáticas em cultivo de café conilon arborizado com coqueiro-anão-verde. *Revista Ciência Agronômica*, 42(4), 865–871. <http://doi.org/10.1590/S1806-66902011000400007>
- Pezzopane, J. R. M., Marsetti, M. M. S., Souza, J. M. de, & Pezzopane, J. E. M. (2010). Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com noqueira macadâmia. *Ciência Rural*, 40(6), 1257–1263. <http://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000098>
- Pezzopane, J. R. M., Souza, P. S. de, Rolim, G. D. S., & Gallo, P. B. (2011). Microclimate in coffee plantation grown under grevillea trees shading. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33(2), 201–206. <http://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.7065>
- Pirachicán, E. (2015). *Autonomía alimentaria en sistemas agrícolas ecológicos y convencionales en Anolaima (Cundinamarca)*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/49830/1/80880283.2015.pdf>
- Porter, J. R., & Semenov, M. A. (2005). Crop responses to climatic variation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 360(1463), 2021–2035. <http://doi.org/10.1098/rstb.2005.1752>
- Ramírez, V. H., Arcila, J., Jaramillo, A., Rendón, J. R., Cuesta, G., Menza, H. D., ... Torres, J. C. (2010). Floración del café en Colombia y su relación con la disponibilidad hídrica térmica y de brillo solar. *Cenicafe*, 61(2), 132–158.
- Ruiz, F., Guzmán, D., Dorado, J., & Arango, C. (2012). Cambio climático más probable para Colombia a lo largo del siglo XXI respecto al clima presente. Nota Técnica . IDEAM.
- Siles, P., Harmand, J.-M., & Vaast, P. (2009). Effects of Inga densiflora on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 78(3), 269–286. <http://doi.org/10.1007/s10457-009-9241-y>
- Soto-Pinto, L., Perfecto, I., & Caballero-Nieto, J. (2002). Shade over coffee: its effects on berry borer, leaf rust and spontaneous herbs in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 55(1), 37–45. <http://doi.org/10.1023/A:1020266709570>
- Valentini, L. S. de P., Camargo, M. B. P. de, Rolim, G. de S., Souza, P. S., & Gallo, P. B. (2010). Temperatura do ar em sistemas de produção de café arábica em

monocultivo e arborizados com seringueira e coqueiro-anão na região de Mococa, SP. *Bragantia*, 69(4), 1005–1010. <http://doi.org/10.1590/S0006-87052010000400028>

6. Propuesta metodológica de análisis de la resiliencia en pequeños caficultores en Anolaima, Cundinamarca (Colombia)

El problema ambiental está, por lo general, mal planteado en la arena del debate teórico y de la acción práctica. No es un problema que atañe solamente a los ecosistemas naturales o que se pueda solucionar simplemente con medidas tecnológicas. Requiere la formación de una nueva sociedad.

Augusto Ángel Maya, 1995. La Fragilidad Ambiental de la Cultura.

Presentación

El presente capítulo plantea una propuesta metodológica para medir la resiliencia de agroecosistemas cafeteros. Para ello, se basa en los cuatro puntos nucleares de la resiliencia planteados en el primer artículo y reúne la información de los 5 artículos previos. Propone finalmente una aplicación para MS Access® que permite hacer seguimiento de la evolución de la resiliencia de manera sencilla.

Resumen

Se plantea una propuesta metodológica a partir de una conceptualización de resiliencia, que enfatiza en la capacidad de transformación e innovación, en vez del retorno a un estado normal -como suele concebirse-, para evaluar y comparar los niveles de resiliencia de seis fincas cafeteras campesinas en Anolaima, Cundinamarca (Colombia), a partir de cuatro elementos nucleares: causalidad; equilibrio dinámico; diversidad biológica y cultural, y capacidad de transformar.

La resiliencia de los 6 agroecosistemas se valoró a través de la toma *in situ* de datos y la recolección de información cualitativa sobre los agricultores, sus familias y sistemas productivos. Esta metodología vincula 46 criterios de diferente naturaleza, biofísicos, rasgos sociales y culturales, prácticas de manejo de cultivos y agua, diversidad biológica y agrícola, salud, y aspectos técnicos, organizativos y políticos fueron empleados para evaluar las limitaciones y potencialidades de cada agroecosistema para prepararse, afrontar y transformarse a sí mismo y a su contexto socioecológico frente a situaciones de estrés y crisis, en particular aquellas asociadas con fenómenos de variabilidad climática. La propuesta metodológica es dinámica y debe ajustarse a las condiciones particulares de cada zona, ya que las ponderaciones serán variables según el sitio.

Los puntajes de cada variable fueron ponderados por un coeficiente de importancia generado con participación de profesionales y agricultores locales, con lo cual se obtuvo una calificación total de la resiliencia de cada agroecosistema en una escala entre 0 y 500. Los mayores coeficientes los obtuvieron las variables alimentos producidos; grado de pertenencia al territorio; capacidad de cosecha de agua; formación política; precio de venta del café; pertenencia a organizaciones y/o cooperativas; ingresos extra; grado de decisión política; acceso a agua potable, y propiedad de la tierra.

Los resultados muestran que las fincas presentaron niveles medios a bajos de resiliencia; aquellas con mayores capacidades de transformación exhiben, en general, los puntajes más altos (entre 334 y 209) respecto a aquellas con menores capacidades de organización, empoderamiento y acción, que puntuaron 172 en promedio. En ese sentido, por encima de aspectos como las prácticas ecológicas o los niveles de diversidad en los predios, variables asociadas a la capacidad de transformar tuvieron el mayor peso, como en el caso de la cantidad de alimentos producidos (7,74%), el nivel de formación política (4,18%), el sentido de pertenencia al territorio (6,28%) o la capacidad de cosechar agua (4,33%), que junto a la propiedad de la tierra (3,26%) y la cosecha de agua (4,33%), confieren a los agricultores y sus fincas posibilidades para enfrentar, actuar y transformar sus realidades, jugando a favor de una mayor resiliencia.

Entre tanto, las condiciones geomorfológicas, el difícil acceso a agua para riego y consumo, la baja capacidad de decisión e incidencia política, así como la precariedad en la capacidad de ahorro de las familias y los precios de venta del café, son los aspectos que más fuertemente limitan la resiliencia de las fincas evaluadas.

Palabras clave: agroecología; cambio climático; variabilidad climática; transformabilidad; adaptación; sistemas complejos; café; agricultura campesina.

Abstract

A methodological proposal to evaluate and compare the resilience levels of six coffee peasant farms in Anolaima, Cundinamarca (Colombia) is set according to a resilience conceptualization that emphasizes on the transformation and innovation capacity, rather than to the return to a normal state - as usually portrayed. Four core elements were used: causality; dynamic equilibrium; biological and cultural diversity, and transformation ability.

The resilience of the 6 agro-ecosystems was assessed through on-site data gathering and qualitative data collection about the farmers, their families and their productive systems. This methodology links 46 criteria of different kinds, biophysical, social, cultural, crop and water management practices, biological and agricultural diversity, health, technical, organizational and political variables were used to assess the limitations and potential of each agroecosystem to prepare, meet and transform itself and its socio-ecological context in stress and crisis situations, particularly those associated with climate variability phenomena. The methodological proposal is dynamic and must be adjusted to the particular conditions of each zone, since the weighted averages will vary according to location.

The scores of each variable were weighted by an importance factor created with the participation of scholars and local farmers, thus obtaining a total resilience score of each agroecosystem on a scale from 0 to 500. The highest coefficients were obtain by the

following variables: produced food; degree of belonging to the territory; water harvesting capacity; political education; coffee sale price; organizations and/or cooperatives membership; extra income; degree of political decision; access to potable water, and land ownership.

The results indicate that farms showed medium to low resilience levels; those with higher transformation capabilities exhibit generally the highest scores (between 334 and 209) compared to those with lower organizational, empowerment and action skills, which scored 172 on average. In this regard, variables associated with the ability of transformation had a greater weight over issues such as ecological practices or soil diversity level. Consequently the amount of food produced (7.74%), the level of political education (4.18%), the sense of belonging to the territory (6.28%) or the ability to harvest water (4.33%), together with the land ownership (3,26%) and water harvesting (4,33%), give farmers and their farms more possibilities to face, act and transform their realities, acting in favor of a greater resilience.

Meanwhile, geomorphological conditions, difficult irrigation and consumption water access, low decisiveness and political incidence, as well as household savings precariousness and coffee sale prices, are the aspects that more strongly limit the resilience of the evaluated farms.

Keywords: agro-ecology; methodology; climate variability; transformability; adaptation; complex systems; coffee; peasant agriculture.

6.1 Introducción

La pequeña agricultura campesina, que según las estimaciones más conservadoras provee más del 53% de la comida en el mundo (Graeub *et al.*, 2015), sustenta la vida de millones de familias que sobreviven en condiciones de profunda inequidad, la cual podría verse agravada como consecuencia de los impactos de la variabilidad y el cambio climático, especialmente en los países del sur global.

Dicha inequidad es resultado de múltiples factores, entre los que pueden mencionarse la vulneración del derecho a la tierra como consecuencia de dinámicas de acaparamiento y despojo sistemáticas, un precario acceso a recursos como el crédito o las tecnologías agrícolas, y la marginalización histórica de las comunidades rurales en cuanto a la construcción de las políticas de desarrollo rural y la gestión del territorio.

Los impactos de fenómenos como la variabilidad climática no son en absoluto independientes de las condiciones económicas y políticas de las personas o las comunidades, sino que por el contrario, están fuertemente determinados por ellas (Ribot, 2010). Solo un enfoque integral, tanto en conceptualización como en metodologías, que incorpore aspectos humanos y biofísicos, permitirá comprender a profundidad los retos y posibilidades de la agricultura campesina para hacer frente a la variabilidad climática.

Para analizar y explicar las diferentes respuestas de las comunidades rurales frente a la variabilidad y el cambio climático, ha venido cobrando especial relevancia el concepto de resiliencia, bajo definiciones e interpretaciones muy variadas, y en algunos casos, difusas (Friend & Moench, 2013).

El discurso predominante sobre la resiliencia, empleado ampliamente por gobiernos, agencias de cooperación y organismos multilaterales, tiende a concebir la resiliencia desde un punto de vista neutralista, es decir, uno en el que la resiliencia pareciera escapar a las relaciones de poder, ética y justicia, y cuando éstas se toman en consideración, por lo general juegan un rol subsidiario, inclinando la balanza hacia una interpretación de los sistemas socioecológicos que tiende a minimizar o desconocer la capacidad de decisión, conciencia y transformación de los individuos, comunidades y sociedades.

Por otro lado, algunos estudios (Altierti y Nicholls, 2013; Nicholls, 2013; Henao, 2013) emplean metodologías centradas en la medición de prácticas agroecológicas y el uso de técnicas tradicionales en relación con el aumento de la fertilidad del suelo, la biodiversidad y el uso del agua. Esto a pesar de ser importante resulta incompleto al dejar de lado factores de otra naturaleza. Algunas de estas metodologías solo abarcan la escala de finca y no consideran las interacciones de ciclos anidados planteados en el primer capítulo de esta investigación. La mayoría de sus indicadores se refieren a aspectos como la pendiente y compactación del suelo, la estructura del paisaje, la materia orgánica, la rotación de cultivos, el empleo de abonos verdes, etc. Y aunque mencionan tangencialmente otros factores sociales y económicos no los incluyen en sus mediciones, restándoles así importancia.

El trabajo de Peredo *et al.* (2016) incluye algunos indicadores de tipo social y económico, sin embargo, en estos casos se emplean categorías de tipo cualitativo en aspectos que podrían cuantificarse para garantizar su confiabilidad. Por otro lado, aunque algunos autores como Guzman *et al.*, (2007), han señalado la necesidad de una mayor inclusión del conocimiento tradicional en el proceso de análisis, en este caso, la valoración de los criterios fue dada únicamente por los agricultores y no se contrastó con el conocimiento científico. Los análisis de sistemas agrarios tampoco dan cuenta de su evolución, describiendo únicamente un momento dado en el tiempo (Norgaard, 1987; Guzmán *et al.*, 2000).

Tal como plantean Lopez-Ridaura y Otros (2005), refiriéndose a las metodologías para medir sostenibilidad, en general se continúa dando más peso a los indicadores ecológicos que a los sociales, ya que estos últimos son cualitativos y difíciles de medir. Además, subrayan la necesidad de obtener información consistente al integrar varios tipos de indicadores. Otras dificultades están relacionadas con la falta de ponderación de los indicadores y la combinación de diferentes unidades de medida.

No obstante, en años recientes se viene configurando una corriente alternativa a la definición hegemónica. Dicha corriente pone de manifiesto que las valoraciones de resiliencia, cualquiera sea el contexto, se hayan fuertemente mediadas por los intereses de los grupos o clases que se preguntan por ella (Friend & Moench, 2013; Pelling & Manuel-Navarette, 2011). Así mismo, en contraste con la idea de resiliencia como un “retorno a la normalidad”, ésta corriente la concibe en términos de la capacidad de cambio, adaptación y transformación de los sistemas socioecológicos (Friend & Moench, 2013; Folke *et al.*, 2010; Davoudi, 2012; Pendall, Foster, & Cowell, 2009; Carpenter *et al.*, 2005; Berkes & Folke, 1998).

Córdoba- Vargas *et al.* (2015) retoman lo planteado por estos autores para proponer la siguiente definición de resiliencia, la cual orienta este trabajo y que puede ser utilizada para caracterizar diferentes sistemas adaptativos complejos como los agroecosistemas:

La resiliencia es una propiedad emergente de los sistemas complejos (familia, región, país) producto de la interacción dialéctica de sus elementos a diferentes escalas, la cual les permite amortiguar, adaptarse y especialmente innovar y transformarse no solo frente a factores puntuales de tensión, sino también frente a los inevitables y continuos cambios biofísicos y sociales del entorno. La resiliencia no es un concepto neutral, sino que debe analizarse desde el punto de vista, los intereses y el lugar que ocupa en la sociedad el grupo que se pregunta por ella. Por tanto, no representa única ni principalmente un retorno de los sistemas a un estado “normal” sino que, por el contrario, implica necesariamente discontinuidades, fluctuaciones y desarrollos dinámicos del sistema.

Esta concepción de resiliencia, da forma a la propuesta metodológica bajo la cual, el acento está puesto en un aspecto hasta el momento considerado secundario: la capacidad de transformación. En ese sentido, la resiliencia no conduce única ni principalmente al restablecimiento de las condiciones previas a la ocurrencia de un disturbio, sino que por el contrario, por lo general el resultado son cambios cualitativos en la estructura de los sistemas, que en el caso de comunidades o naciones, significaría transformación de los valores sociales, las estructuras burocráticas, las instituciones o los regímenes políticos (Darnhofer, 2014; Pahl-Wostl, 2009).

Así, mientras que la concepción convencional de resiliencia concede gran importancia a la adaptabilidad, es decir, a la capacidad de las comunidades para lidiar con choques y perturbaciones (en este caso las variaciones en el clima), en esta conceptualización una alta resiliencia implica necesariamente que los sistemas tengan la capacidad de transformar(se), esto es, de reinventarse a sí mismos cuando las estructuras ecológicas, económicas o sociales lo hacen insostenible (Walker *et al.*, 2004). Por tanto, en esta metodología la capacidad de transformación es ponderada de manera más alta que otros aspectos

En este artículo se analizará la resiliencia de los caficultores en el municipio de Anolaima (Cundinamarca, Colombia) a partir de la aplicación de una propuesta metodológica que contiene cuatro elementos nucleares de la resiliencia planteados por Córdoba- Vargas *et al.*, (2015). El primero de ellos, la causalidad, explora cómo las condiciones socioeconómicas, políticas e históricas han incidido en la situación actual de las familias cafeteras de la zona, en relación con el tipo de relaciones sociales y de poder en la zona, el acceso a los recursos naturales y productivos, bienes y medios de subsistencia.

El segundo cuestiona la posibilidad de un equilibrio estático en sistemas complejos, y propone en su lugar uno dinámico, que implica cambio constante, dinámicas impredecibles y retroalimentaciones a diferentes escalas (familia, región, país), mediadas por las relaciones entre y dentro de las clases sociales. El tercero de los elementos nucleares hace referencia a la diversidad, tanto biológica como cultural -en su definición amplia-, entrando en juego la memoria colectiva, las ideas y las posibilidades de comprender, resistir, adaptarse, y muy especialmente innovar a través de la transformación frente a los cambios y perturbaciones.

El último desarrolla la capacidad de transformar como elemento fundamental de la resiliencia. En vez del retorno a las condiciones previas, que es como generalmente se concibe la resiliencia, se plantea que los conocimientos, valores sociales, redes de apoyo e instituciones son factores que posibilitan la creación y la innovación, pudiendo dar lugar a nuevos estados y realidades sociales, que implica a su vez el fortalecimiento de la autonomía, el acceso y la participación de las comunidades locales a los recursos, los espacios de toma de decisiones y las instancias de poder.

La resiliencia será valorada cuantitativamente a través de un conjunto de indicadores biofísicos, agronómicos, socioeconómicos, políticos e institucionales. Esta valoración de tipo multicriterio resulta de utilidad al ser una herramienta de soporte en la toma de decisiones a nivel de la finca, la comunidad o la gestión del territorio (Parris & Kates, 2003).

Finalmente, como parte de los productos de ésta investigación, se diseñó una aplicación digital de fácil uso, que permite el ingreso de la información de las diferentes variables y el ajuste de los valores de ponderación, con el objetivo de proporcionar una herramienta para la evaluación de la resiliencia en futuros trabajos, con participación de expertos y comunidades, en la cual se podrán ajustar las variables de acuerdo al contexto y será de utilidad para analizar su evolución en el tiempo.

6.2 Metodología

La investigación se desarrolló en la zona rural del municipio de Anolaima (Cundinamarca - Colombia), localizado a 71 km al occidente de Bogotá, entre los años 2011 y 2015, en 6 fincas cafeteras ubicadas entre los 1.600 y 1.700 msnm.

La herramienta metodológica para la medición de la resiliencia se planteó a partir de la conceptualización propuesta por Córdoba – Vargas *et al* (2015), después de lo cual se escogieron indicadores de diferente tipo con la participación de expertos y de la comunidad de caficultores. De esta forma la resiliencia de los agroecosistemas se valoró mediante 46 criterios (5 de tipo biofísico, 9 de aspectos sociales, 8 de prácticas de manejo de cultivos y agua, 4 de diversidad biológica y agrícola, 6 de salud, 7 de aspectos técnicos, 7 de aspectos organizativos y políticos), evaluados mediante una metodología participativa, que combinó la toma *in situ* de datos biofísicos, ecológicos y bioclimáticos en las fincas de estudio con información cualitativa sobre los agricultores, sus familias y sistemas productivos. Cada variable se calificó en una escala de 0 a 5, en donde 0 representa menores posibilidades de resiliencia y 5 la máxima. Los valores fueron ponderados empleando criterios aportados por los campesinos y el grupo investigador y se determinaron valores de referencia para cada indicador.

Esta metodología se basa en la propuesta de “semáforo” que recogen Altieri & Nicholls (2013), a la cual se le han hecho modificaciones significativas, partiendo del trabajo desarrollado en los últimos años por la Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES). Dicha metodología consiste en la observación de varias características que configuran una mayor o menor vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos, tanto a nivel de la finca como del paisaje. Su calificación se hace en tres niveles de riesgo (rojo/alto,

amarillo/medio, verde/bajo), y cada indicador es discutido con agricultores para establecer conjuntamente los criterios de valoración final.

En la presente investigación, el grupo realizó estancias de campo con los agricultores de 4 días dos veces por mes durante 4 años, permitiendo tejer fuertes lazos de confianza con las familias campesinas. En el marco de dichas estancias, se desarrollaron entrevistas semiestructuradas (**N= 96**), y encuestas (**N= 266**), así como ejercicios de observación participante y cartografía social (**N= 30**) con los agricultores. El estudio a profundidad de seis fincas, se complementó con entrevistas y reuniones con habitantes de la zona rural del municipio (N=8) para tener una mejor comprensión del contexto en el que se encuentran inmersos los agroecosistemas.

Las entrevistas semiestructuradas se efectuaron de forma individual y grupal y estuvieron enfocadas tanto en aspectos ecosistémicos, como tecnológicos, políticos, económicos e ideológicos. Así mismo, la observación participante posibilitó la integración cultural con los campesinos, viviendo en sus casas, frecuentando los cultivos, participando de algunas labores agrícolas como la cosecha y el beneficio del café, así como de los espacios de comercio local, todo lo cual permitió conocer mejor los valores, costumbres, actitudes y representaciones de la comunidad.

Por medio de la combinación de estas metodologías, fue posible caracterizar los sistemas agrícolas, tanto a nivel de cultivo (e.g. distribución espacial, área, variedades) como de las prácticas utilizadas (e.g. manejo de suelos, formas fertilización), así como diferentes factores ecológicos (e.g. origen y calidad de agua, tipo de sombrero), y rasgos de orden cultural²³ (sociales, económicos y políticos) de los agricultores (e.g. composición familiar, edades, ingresos estimados, redes de apoyo) de los agricultores .

Los datos bioclimáticos de las variables humedad relativa y temperatura fueron recolectados mediante la instalación de 4 termo higrómetros Extech TH10 USB Datalogger y 2 estaciones meteorológicas digitales Davis Vantage Vue en cada finca, entre noviembre de 2012 y febrero de 2015. Para tal fin, se capacitó a los agricultores en el manejo de los dispositivos de medición y se estableció conjuntamente con ellos un procedimiento para la toma de los datos en sus respectivos predios.

Otros de los componentes fueron levantados como parte de tesis de pregrado y maestría realizadas por diferentes investigadores, en el marco del trabajo del Grupo de Agroecología del Programa de Estudios Ambientales Agrarios del Instituto de Estudios

²³ Siguiendo a León (2013), en este artículo se usa el concepto de cultura como un macro concepto unificador que engloba todas las actuaciones de los seres humanos en su relaciones con el entorno ecosistémico. La cultura es, en tal sentido, un sistema adaptativo, diferente al del resto de seres vivos, que incluye las construcciones teóricas de tipo simbólico, las aproximaciones teóricas y las formas de pensar y de entender el mundo (que van desde los mitos hasta la ciencia, pasando por el derecho, la filosofía, el análisis histórico, las creencias religiosas, las representaciones ideológicas o las expresiones del arte), los diferentes tipos de organización socioeconómica, militar y política, y las amplias y diferenciadas plataformas tecnológicas que se constituyen en los sistemas e instrumentos del ser humano para transformar el medio ecosistémico.

Ambientales-IDEA, Universidad Nacional de Colombia, a saber: caracterización florística y diversidad vegetal (Mesa, 2012); estimación del sombrero e incidencia de broca en cafetales (Neira, 2016); caracterización fisicoquímica de suelos, comunidades y actividad microbiológica (Caballero & Mejía, 2015; Fernández & Perdomo, 2015); autonomía alimentaria y autoconsumo de los hogares (Pirachicán, 2015); Estructura Agroecológica Principal empleando diversos índices de paisaje (Martínez, 2014); viabilidad de la economía campesina (Ardila, 2015).

La caracterización de la vegetación en las fincas se hizo a través del muestreo de los bordes y bosques en cada finca, estableciendo transectos lineales de 50 metros de longitud, con una franja de 2 metros a lado y lado, contabilizando únicamente aquella vegetación con una altura mayor a 1.20m, siguiendo la metodología de Gentry (1995), en tanto que para la cuantificación de la diversidad de vegetación herbácea se emplearon cuadrantes de 1m²; se hizo colecta libre de material botánico para su posterior procesamiento e identificación en el herbario de la Universidad Nacional de Colombia (COL). Con base en esta información se analizó la diversidad de las fincas mediante diferentes índices de diversidad (Mesa, 2012).

Así mismo, se estimó el porcentaje de sombrero en las fincas adaptando la metodología de Montes (2010), mediante la toma de fotografías del dosel (30 por finca); a cada fotografía se sobrepone una cuadrícula de 10 X 10 (para un total de 100 cuadrantes), cuantificando así el porcentaje de cuadros con y sin sombra. A partir de estos valores se obtiene un porcentaje total de sombrero por fotografía y por finca.

Se hicieron levantamientos del perfil del suelo mediante barreno, clasificación de coloración con la escala Munsell, estimación textural organoléptica, medición de pH en terreno y prueba de reacción al NaF para determinar influencia de cenizas volcánicas (Córdoba & León, 2013). Esta información se complementó con análisis fisicoquímicos de los suelos de todas las fincas para las siguientes variables: pH; carbono orgánico oxidable; nitrógeno total; bases intercambiables (Ca, K, Mg, Na); capacidad de intercambio catiónico efectiva; acidez intercambiable; fósforo disponible; microelementos (Cu, Fe, Mn, Zn, Boro) y textura (Fernández & Perdomo, 2015).

Se analizaron las comunidades microbiológicas del suelo y su actividad. Para tal fin, se llevaron a cabo dos muestreos, uno en época seca y otro en época lluviosa (abril y junio respectivamente). La toma de muestras se realizó en suelos rizosféricos, estableciendo cuadrantes de 10 x 10 m, tomando en zig-zag 5 puntos y 5 submuestras por cada punto; en cada uno se retiraron los primeros 2 cm del suelo, se extrajo la porción de suelo y se mezclaron las submuestras hasta obtener una muestra homogénea por finca. Se evaluó la actividad enzimática asociada al ciclo del Nitrógeno (enzimas ureasa y proteasa), Fósforo (enzima fosfatasa alcalina y ácida) y Carbono (enzima p-glucosidasa). Complementariamente se analizó la abundancia y diversidad de tres grupos funcionales de microorganismos: fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y celulíticos (Caballero & Mejía, 2015; Fernández & Perdomo, 2015).

Información bioclimática, geográfica, estadística e histórica adicional fue obtenida a partir de la consulta de fuentes secundarias como las bases de datos climáticas del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), estudios de suelos del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), e investigaciones relativas a la historia del

poblamiento, desarrollo agrícola y movimientos campesinos en la región del Tequendama.

Finalmente, con el objetivo de hacer una aproximación cuantitativa a la resiliencia de los agroecosistemas, la cual involucrara características biofísicas y sociales de las fincas y la zona de estudio. A partir de un trabajo previo en el que se usaron un total de 62 variables para analizar la resiliencia de sistemas productivos campesinos (Córdoba- Vargas & León, 2013), se construyó una matriz de calificación compuesta por 46 variables agrupadas en 6 componentes (Anexo 6.6.1), que fueron puntuadas de 0 a 5, siendo 0 el nivel más bajo de resiliencia de la variable y 5 el estado más alto.

La calificación de cada variable fue ponderada por un coeficiente de importancia, obtenido aplicando el método Delphi, el cual tiene como objetivo lograr una convergencia de opiniones entre diferentes sujetos para formular, por ejemplo, juicios sobre un tema que abarca una amplia gama de disciplinas (Hsu & Sandford, 2007). Una variante que ha recibido amplio uso es el de clasificación, empleado para alcanzar un consenso acerca de la importancia relativa de problemas o variables (Okoli & Pawlowski, 2004).

A partir del criterio de 7 profesionales y expertos de diversos campos, incluyendo agroecología, biología, geografía, suelos, ciencias económicas y sociales, junto con varios agricultores locales, se generó un coeficiente de importancia con el fin de ponderar las variables de tal manera que la calificación de cada una reflejara de manera más precisa su peso dentro de la resiliencia total de los agroecosistemas. Esto se hizo pidiendo a expertos y agricultores que calificaran el nivel de importancia de cada variable en la resiliencia de las fincas; posteriormente se promediaron las calificaciones de los dos grupos, y los resultados se socializaron y discutieron hasta alcanzar un consenso final.

Con base en estos valores ponderados, se hizo un análisis de los datos mediante la adaptación de la metodología de análisis y modelamiento de redes, un enfoque que busca capturar las propiedades globales de los sistemas complejos a través de gráficas de redes en las que los nodos representan unidades dinámicas y los enlaces las interacciones entre ellos (Boccaletti *et al.*, 2006).

Para tal fin, se determinó el grado de relación entre todas las variables del modelo, se construyó una matriz de correlación para los datos utilizando como estadístico el coeficiente de correlación de Pearson, en el programa MS Excel®. Estos valores se ingresaron en una matriz de adyacencia que permitió generar un set de gráficas (diagramas de redes) empleando el software Ucinet y Netdraw (Figura 6-1 y Anexos del 6.6.3 al 6.6.7), las cuales explicitan los diversos grados de relación estadística existente entre las 46 variables del modelo.

6.3 Resultados y discusión

A continuación, se discutirán los resultados de la evaluación de la resiliencia bajo la metodología propuesta, de los seis agroecosistemas estudiados, incluyendo elementos sobre biodiversidad vegetal y edáfica, algunos rasgos sociales de las familias y el territorio de Anolaima, las condiciones de vida de los hogares, las prácticas agrícolas y culturales empleadas en las fincas y algunos elementos acerca de las relaciones económicas y políticas de los agricultores.

6.3.1 Causalidad, condiciones y contexto

Dentro de las características biofísicas que se evaluaron se tuvieron en cuenta un total de 5 variables referentes a las condiciones climáticas, geográficas y edáficas de las fincas estudiadas. Estas cinco variables se calificaron a partir de la agregación de otras características más específicas valoradas en campo, que para efectos de síntesis no son incluidas en detalle en éste artículo.

Tabla 6-1. Calificación de los criterios Biofísicos en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca					
		SL	EP	LO	ET	EM	LC
1.1 BIOFÍSICO	1 Ríos, quebradas y cuerpos de agua (cantidad y tamaño)	0	0	1	2	0	2
	2 Clima	2.73	4.1	5	1.36	1.36	0
	3 Relieve	0	0	0	0	0	0
	4 Suelos (fertilidad %M.O.)	3.05	3.24	4.37	1.44	1.76	1.15
	5 Cercanía a bosques y fuentes de agua	2.94	2.81	3.63	2	1.5	1.5

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

La primera variable evaluada corresponde a la cantidad, tamaño y distancia de las fuentes de agua respecto de las fincas, la cual fue calificada empleando algunos de los índices de paisaje propuestos por Subirós *et al.* (2006), como una aproximación a la disponibilidad de agua en los sistemas productivos. La disponibilidad fue nula en tres de las fincas, y en las tres restantes en las que hay presencia cercana de alguna fuente de agua, su tamaño y/o distancia a las fincas hace que la disponibilidad sea baja (1 a 2), ya que hay algunas fuentes que proporcionan agua para algunas necesidades del hogar, más no todo el tiempo.

En los últimos años, en Anolaima, la mayor parte del año las quebradas, ríos y pozos se secan, con lo cual las fincas quedan a expensas de los acueductos comunales que traen agua de las zonas altas de los municipios, lo cual implica a su vez realizar el riego de los cultivos con agua del acueducto, que por disposición del municipio es para uso doméstico exclusivamente.

Puesto que el cultivo del café se realiza en ausencia de riego, la dependencia de fuentes de agua en los predios para tal fin es relativamente baja. Es mucho más importante el nivel de precipitaciones, debido a que la floración del café requiere deficiencias hídricas, si bien en caso de ser muy prolongadas impiden la apertura floral, limitan el crecimiento vegetativo y el llenado de los frutos. De otro lado, excesos hídricos disminuyen la inducción floral y la formación de estructuras reproductivas, favorecen enfermedades, el lavado de nutrientes y pérdidas por erosión (Ramírez *et al.*, 2010).

Sin embargo, el acceso a fuentes de agua tiene un peso mayor en el sostenimiento de cultivos complementarios al café como el plátano, muy común en la zona, así como aquellos destinados al autoconsumo. En el caso de la finca LO, por ejemplo, la existencia de fuentes de agua dentro del predio ha permitido tener riego para sustentar la huerta casera, lo cual les permite ser la finca con mayor número de especies para autoconsumo (62 especies frente a un promedio de 16 en las restantes).

Otra de las variables físicas evaluadas corresponde al relieve (pendiente, condiciones geomorfológicas) de los predios, debido a que éste determina otros aspectos como el nivel de susceptibilidad a fenómenos de erosión, la remoción en masa, e incluso el microclima. Todas las fincas presentan pendientes muy pronunciadas (entre el 75 -100% y mayores), en el marco de un relieve caracterizado por laderas montañosas, que convergen con la presencia de estratos de pizarras y lutitas a profundidades de 50-60 cm generando una alta a muy alta susceptibilidad a movimientos en masa y reptación de suelos (Córdoba- Vargas & León, 2013), lo cual se evidenció en el área de estudio en diferentes locaciones.

A pesar del alto grado de cobertura vegetal en muchas de las fincas y la práctica de café alternado con conservación de árboles y bosque, que reducen considerablemente la incidencia de fenómenos de erosión, en las seis fincas el relieve fue calificado con el menor puntaje posible (0) debido el alto riesgo y ocurrencia recurrente de fenómenos de reptación y remoción en masa.

El clima fue calificado en función de la temperatura registrada mediante los instrumentos de medición instalados en cada finca por espacio de 2 años, que permitieron cuantificar en tiempo real las fluctuaciones bajo diferentes condiciones de sombrero. Con base en estos datos, y teniendo en cuenta que la producción del café (*Coffea arabica*) pierde calidad por encima de los 23° C (DaMatta, 2004), la calificación se hizo tomando en cuenta el porcentaje de registros que superaron dicha temperatura.

La calificación de los suelos se obtuvo a partir de la agregación de variables relativas a la profundidad del suelo, la textura y fertilidad en función del contenido de materia orgánica cuantificado en los análisis fisicoquímicos. En las 6 fincas de estudio se hallaron suelos moderadamente profundos a profundos, caracterizados por una textura predominantemente arcillosa, que gracias a la pendiente no presentan problemas de drenaje. Estos suelos presentan un comportamiento de expansión-contracción típica de suelos vérticos, con agrietamientos evidentes en las temporadas secas, y contienen fragmentos de gravilla fina a diversas profundidades (Córdoba- Vargas & León, 2013).

La fertilidad por su parte, presentó un comportamiento marcadamente diferenciado entre dos subgrupos de fincas con alta y baja fertilidad, ubicándose entre 3 a 4.3 (fincas SL, EP y LO) y 1.4 a 1.8 (fincas ET, EM y LC). Esto puede estar relacionado con la implementación de prácticas ecológicas tales como las coberturas de suelo, el manejo diferenciado de arvenses, la fertilización orgánica y el mantenimiento de diversidad vegetal como sombrero del café.

6.3.2 Rasgos Sociales

En esta sección se incluyen un total de 15 variables asociadas a las características socioeconómicas de las familias, su nivel de vida y grado de acceso a diversos derechos y servicios fundamentales, que inciden directa o indirectamente en las capacidades de las familias y los sistemas productivos para afrontar, prepararse y reaccionar frente a situaciones adversas o de estrés.

Tabla 6-2. Calificación de los rasgos sociales en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca					
		SL	EP	LO	ET	EM	LC
1.2 RASGOS SOCIALES	1 Tamaño de la tierra	2.8	0.6	2.1	3.3	1.7	3.9
	2 Propiedad tierra	5	5	5	2	5	5
	3 Tiempo permanencia	5	5	5	1	5	5
	4 Edad familia	1	5	3	3	1	3
	5 Número de hijos trabajando campo	0	5	3	1	0	0
	6 Estado de carreteras	2	2	2	3	2	2
	7 Calidad y acceso a comunicaciones (periódico, teléfono internet, radio, tv)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	8 Calidad vivienda	2	1	4	3.5	3.5	4
	9 Servicios públicos	2.5	1.3	3.8	3.8	3.8	3.8

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

Se evaluó el tamaño y el tipo de propiedad de la tierra en las 6 fincas, dos aspectos que determinan fuertemente la disponibilidad de capital de los hogares, el acceso a financiación y crédito, y que también se relacionan con la disponibilidad de recursos naturales como las fuentes de agua y las áreas de conservación.

De acuerdo con el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incode, 2013), la Unidad Agrícola Familiar (UAF)²⁴ para el municipio de Anolaima es de 9 ha, lo cual significa que la mitad de los agricultores poseen tierra insuficiente para garantizar su sostenimiento a partir de actividades agropecuarias, siendo especialmente baja en la finca El Pantano, cuya extensión es de apenas 1 ha. De esta manera, se pueden considerar todas las fincas como minifundistas e incluso microfundistas.

Las demás fincas superan por muy poco el límite inferior de la UAF (SL 5,1 ha; LO 3.8 ha; ET 6 ha; LC 7 ha; EM 3 ha), restringiendo de manera importante la capacidad de producción y la acumulación de capital por parte de las familias, una condición que es generalizada ya que el 64% de los caficultores son minifundistas con menos de 0,5 ha y el 31% posee un promedio de 2,2 ha sembradas en café (Fedecafé, 2012 citado por Perdomo & Mendieta, 2007). Esta situación juega en contra de la resiliencia de los caficultores; al respecto, autores como Murillo (2010) destacan que el insumo de mayor importancia para las unidades pequeñas es, precisamente, la tierra o el área productiva.

Respecto a la propiedad de la tierra, cinco de las seis familias son dueñas de los predios, y sólo una se encuentra bajo la figura de arrendamiento (El Turista). Esto incide directamente en que la familia campesina tenga una muy baja pertenencia hacia la finca y el territorio, al verse obligados a aplicar las prácticas demandadas por los patrones; además, su situación económica es mucho más inestable por hallarse sujetos a la renovación de un contrato.

²⁴ LA UAF es la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal, cuya extensión permite, con su proyecto productivo y tecnología adecuada, generar como mínimo dos salarios mínimos legales mensuales vigentes. Además, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un capital que contribuya a la formación de su patrimonio.

La precariedad en los ingresos y el capital familiar, que se ampliará más adelante, tienen como una de sus causas centrales el limitado acceso a la tierra, característico del contexto de la producción campesina y cafetera en América Latina. Como consecuencia, las familias deben recurrir con frecuencia a una serie de estrategias para protegerse del mercado y poder subsistir, entre las que se cuentan la implementación de cultivos de subsistencia; intensificación de la autoexplotación de la fuerza laboral familiar para suplir los costos de maquinaria; reducción de los insumos externos; trabajo a tiempo parcial fuera de la finca para complementar ingresos; y migración y trabajo fuera de la región o el país para enviar remesas (Fischer & Victor, 2012; Forero, 2012).

Otra de las variables evaluadas fue el tiempo de permanencia en los predios. Tiempos más prolongados significan para el campesino un mejor conocimiento biofísico de la zona (e.g. clima de la región, zonificación de los suelos y limitaciones en el predio), así como mayores posibilidades de inserción en el tejido social local y conocimiento de las dinámicas comunitarias.

En general, la permanencia fue alta, puesto que en cuatro de las fincas se superan los 10 años, y dentro de éstas, dos familias han vivido desde la infancia en el predio (Santa Lucía y El Mirador). Estos altos tiempos de permanencia parecen estar relacionados con la edad de los miembros del hogar: las fincas SL, LO, EM y LC se destacan por ser, en todos los casos, hogares sin hijos en los que el promedio de edad oscila entre los 46 y los 73 años. Esto contrasta con las fincas EP y ET, donde el tiempo de permanencia fue más bajo (5 años) y la edad promedio de las familias de 18 y 31 años respectivamente, dada la presencia de hijos jóvenes en ambos casos.

Se trata pues de hogares compuestos por adultos de edad avanzada, dedicados en buena medida o exclusivamente a las actividades agrícolas, de ingresos limitados y un fuerte arraigo por su tierra. Varios autores han encontrado que edades avanzadas del jefe de la familia impactan negativamente la producción, en tanto que un mayor número de años de educación la elevan, presumiblemente por la mayor capacidad de estos agricultores para adoptar innovaciones tecnológicas en los cultivos (Murillo, 2010).

Esta es precisamente una de las particularidades de la economía campesina, en la que las decisiones con frecuencia no se toman netamente desde el punto de vista de la rentabilidad de la producción, y en su lugar, prima una racionalidad de tipo material (e.g. apego al territorio, no saber desempeñar otro oficio) que media para que el agricultor no abandone su actividad, incluso en situaciones en las que la rentabilidad se ve reducida a cero (Narváz & Vargas, 2007). No obstante, algunas de las familias entrevistadas manifestaron tener disposición a implementar innovaciones técnicas, para quienes el principal limitante es la escasez de capital.

Respecto a la calidad de las viviendas, ésta se evaluó con base en criterios como el número de habitaciones por número de integrantes del hogar (habitaciones, baño y cocina separados), calidad del piso, paredes y techo, siguiendo lo indicado por la OPS (2009). El acceso a vías, medios de comunicación y servicios públicos también fue tenido en cuenta en la medida en que éstos inciden directamente en la capacidad y costos de comercialización de los productos, el acceso a mercados, el nivel de información, la capacidad de respuesta frente a diversos eventos y la calidad de vida de las familias.

De los servicios disponibles en la zona todas las fincas tienen acceso a energía eléctrica y 5 de las 6 fincas acceden al acueducto veredal que es organizado y financiado por la

misma comunidad, aunque éste no realiza ningún tratamiento (Tabla 6-3). La mayoría de las familias hierva el agua como medida de potabilización, y en todas salvo una (finca LP) se cuenta con pozo séptico para el manejo de excretas. La preparación de alimentos se realiza empleando leña obtenida en las fincas y/o gas propano (Pirachicán, 2015).

La mayoría de las fincas tiene acceso directo únicamente a caminos de vías terciarias construidas sin mayores especificaciones técnicas, que en muchas ocasiones generan riesgos de deslizamientos debido a sus pendientes escarpadas y muy inclinadas, prácticamente intransitables en épocas de lluvias, todo lo cual implica mayores esfuerzos de los agricultores para casi cualquier tipo de intercambio y, en últimas, mayor vulnerabilidad en relación con perturbaciones ambientales (Córdoba- Vargas & León, 2013).

La ausencia de adecuadas vías de acceso, por ejemplo, repercute especialmente en los niños, las personas mayores, con alguna discapacidad y/o movilidad reducida (Velaga, 2012), en tanto que una buena infraestructura vial en las áreas rurales está relacionada con reducciones significativas de los gastos de transporte del hogar y menores costos de los insumos, y puede contribuir también a elevar los índices de producción de los hogares, la capacidad de consumo, el acceso a servicios de salud y el nivel de escolaridad de los hijos, entre otros (Bakht, Koolwal, & Shahidur, 2006).

La comercialización, en particular, se ve afectada debido a que la dificultad en el acceso eleva los costos de transporte, que sumado a los bajos precios de intermediación, no hacen rentable la venta en el mercado de una parte importante de los productos agrícolas producidos en la finca (diferentes a café).

En todos los casos el nivel de conectividad es bajo ya que la telefonía móvil es muy deficiente y no existe conexión a servicios de internet, factores que generan una condición de relativo aislamiento de las familias y encarecen los costos finales de venta de los productos agrícolas, llegando en algunos casos a hacer inviable su comercialización como lo manifiestan los agricultores.

Tabla 6-3. Calificación de los criterios de salud en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca					
		SL	EP	LO	ET	EM	LC
1.3 SALUD	1 Agua potable	1	1	1	1	1	1
	2 Frecuencia consumo frutas y verduras	0.9	1.1	4	1.1	1	1
	3 Frecuencia consumo alimentos proteicos (queso, huevos, leguminosas, carnes)	2.3	2.5	5	3.1	2.7	4.0
	4 Enfermedades presentes en familia	2	5	2	5	2.5	4
	5 Actividad física	3	5	3	3	3	3
	6 Calidad servicio de salud	1	1	3	1	1	2

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

La incidencia de enfermedades reportada por las familias muestra una fuerte coincidencia con la edad promedio, siendo media y alta en las fincas Santa Lucía, Los Ocobos, La Cajita y El Mirador, compuestas en su mayoría por adultos mayores (> 60 años), y baja o nula en aquellos hogares compuestos por adultos menores a 50 años, jóvenes y niños. Entre tanto, cinco de las seis familias coincidieron en calificar como baja la calidad de los servicios a los cuales tienen acceso, y sólo una los calificó como de

calidad media; todas manifestaron realizar poca actividad física, la cual está asociada principalmente a las labores propias de la actividad agrícola en sus fincas.

La calidad de los servicios de salud a los que tienen acceso las familias fueron bajos a muy bajos en su mayoría, lo cual coincide con la información disponible sobre acceso y calidad de los servicios de salud, ya que Anolaima es el quinto municipio del Departamento, de un total de 115, con mayores necesidades de salud insatisfechas, un índice construido a partir de indicadores sociales, demográficos, etiológicos e institucionales (Secretaría de Salud de Cundinamarca, 2013).

Respecto a los aspectos alimenticios, se presentan diferencias importantes en el consumo de alimentos proteicos entre las fincas, siendo especialmente alto (4 a 5) en el caso de las fincas LO y LC, debido a una disponibilidad alta de pollos, gallinas y huevos, así como el cultivo de leguminosas como el frijol (*Phaseolus vulgaris*), el haba (*Vicia faba*) y el balú (*Erythrina edulis*), mientras que en las demás fincas se ubicó en niveles de 2 a 3, como consecuencia de una menor producción animal que reduce la disponibilidad proteica (Pirachicán, 2015). En contraste, el consumo de frutas y verduras presentó un comportamiento uniformemente bajo en la mayoría de las fincas, siendo adecuado solo en el caso de LO. Esto da cuenta, de un lado, de los malos hábitos alimentarios de muchas familias campesinas, donde a pesar de haber disponibilidad de varios o todos los grupos de alimentos, no hay adecuadas prácticas alimentarias. No obstante, otros aspectos como la edad avanzada de los miembros del hogar (finca EM) inciden negativamente al limitar la capacidad de proveer y preparar alimentos (Pirachicán, 2015).

6.3.3 Prácticas de manejo y agrobiodiversidad

A través de las visitas, entrevistas y observación participante, se caracterizaron las prácticas de manejo en cada una de las fincas, en relación con varios aspectos relevantes para la producción y la conservación de la diversidad en los predios.

Una primera diferencia importante radica en que la mitad de las fincas de estudio se encuentran bajo prácticas de manejo de tipo ecológico (fincas SL, EP y LO). En ellas, los agricultores no hacen uso de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas químicos de síntesis industrial. Entre tanto, en las fincas La Cajita y El Mirador se aplican con un nivel medio de intensidad, y en la finca ET en niveles altos, especialmente para el control de broca (*Hypothenemus hampei*), de sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) y negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

Tabla 6-4. Calificación de las prácticas en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca					
		SL	EP	LO	ET	EM	LC
2.1 PRÁCTICAS	1 Conservación semillas	3.6	3.6	5.0	0.5	1.0	1.0
	2 Sombra	0.0	2.9	0.0	0.4	1.8	2.4
	3 Cosecha de agua (cantidad que guarda)	1.0	0.0	2.5	3.0	0	2.5
	4 Uso fertilizantes	5.0	5.0	5.0	1.0	2.0	2.0
	5 Manejo arvenses	5.0	4.0	5.0	0	0	2.0
	6 Uso de herbicidas y plaguicidas	5.0	5.0	5.0	1.0	2.0	2.5
	7 Riego	1	0	2	2	0	2
	8 Dependencia compra insumos	2.0	2.0	1.1	0.3	0.3	0.3

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

En general, en las fincas (tanto aquellas agroecológicas (SL, EP, LO) como convencionales (ET, LC, EM), estas últimas en diferente grado) los agricultores hacen uso de la materia orgánica proporcionada por la hojarasca de los árboles de sombrero, la cual se descompone en el suelo y lo cubre, ayudando a la retención de la humedad y generando condiciones favorables para el establecimiento de microorganismos. En las fincas ecológicas, hay mantenimiento selectivo de arvenses tanto en los cafetales como en las huertas caseras, donde sólo se eliminan aquellas cuya propagación es más agresiva, mientras que las demás se dejan cubriendo el suelo. En la finca El Turista, por su parte, se reporta la aplicación ocasional de glifosato u otros herbicidas para el control de hierbas.

La baja utilización de insumos externos reviste ventajas para los agricultores. Debido a que los sistemas de agricultura intensiva convencional exigen por lo general la compra de paquetes de fumigación y fertilización, se tiende a crear una dependencia del mercado de insumos. Los pequeños agricultores, con recursos económicos muy limitados, se ven doblemente enfrentados a factores de estrés climáticos y sociales: durante períodos de extremos climáticos que, por ejemplo, incrementen la incidencia de una plaga o enfermedad, la demanda por insumos se eleva al tiempo que la disponibilidad de efectivo de los pequeños productores se ve limitada, lo cual, aunado al hecho de no disponer de capacitación y asistencia técnica para una aplicación eficiente de los agroquímicos, conduce a un círculo vicioso para los agricultores (McDowell & Hess, 2012).

Bajo el manejo ecológico, algunos de los servicios ecosistémicos que proveen las fincas representan un ahorro monetario concreto para el agricultor, al reducir la adquisición de insumos. Por ejemplo, Ardila (2015) estimó para el caso de la finca Santa Lucía un ahorro anual de \$ 3.360.000 y \$ 365.000 en fertilizantes y alimentación del ganado respectivamente, como resultado de que no se aplica ningún fertilizante adquirido externamente, y las pasturas para el ganado se complementan con diversas frutas y forrajes obtenidos en la misma finca.

Por otra parte, en relación con el manejo del agua en las fincas, solo en una de ellas se dispone de infraestructura para riego de cultivo de plátano, debido a los costos relativamente altos de este tipo de sistemas y al hecho de que el café, principal cultivo en las fincas, es fundamentalmente dependiente de la alternancia de lluvias y sequía. No obstante, en varias de ellas existen una o más prácticas de cosecha de agua lluvia, dentro de las cuales se encuentran la disposición de tanques de agua de diferentes tamaños, que en la mayoría de los casos apenas supe las necesidades del hogar en épocas de sequía. La finca ET es la que tiene mayor capacidad de cosecha de agua, gracias a la construcción de reservorios excavados; en LO hay una combinación de reservorios y tanques; y en las fincas EP y EM no se dispone de ninguna infraestructura instalada para tal fin.

El agua cosechada se destina fundamentalmente a abastecer las necesidades de consumo y preparación de alimentos de la familia, por cortos períodos de tiempo (fincas SL, LO y LC), donde se recoge en pocas cantidades. En ninguna de las fincas es suficiente para emplearla en el riego de los cultivos principales, y si bien los agricultores tienen la idea de implementar pozos de recolección de un tamaño mayor, no cuentan con capital para ello, ni tampoco existe una organización comunitaria capaz de gestionar proyectos colectivos para acceder a los recursos necesarios.

En la región se evidencia en los últimos años un aumento de cultivos como tomate y habichuela, que requieren mayor cantidad de agua, probablemente en un intento de búsqueda de otros mercados con mejores retribuciones económicas. Esto ha incrementado la presión sobre las fuentes hídricas, ya afectadas por la variabilidad en el clima, además de un mayor uso de fertilizantes de síntesis química.

Tabla 6-5. Calificación de los criterios de diversidad biológica en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca					
		SL	EP	LO	ET	EM	LC
2.2 BIOLOGICA	1 Microorganismos (suelo)	2.5	3.7	3.3	2.5	2.4	1.1
	2 Árboles y Arbustos	4.3	4.1	4.4	3.6	3.6	4.2
	3 Arvenses	3.8	3.8	3.8	3.3	2.6	3.6
	4 Alimentos producidos (vegetal y animal)	1.8	3.3	5.0	2.4	0.6	12.0

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

El componente de diversidad se evaluó a partir de cuatro variables que tienen en cuenta los organismos “sobre” y “dentro” del suelo, con acento en el componente vegetal. Como se aprecia en la Tabla 6-5, la diversidad de árboles y arbustos fue media a alta en todas las fincas (3.6 a 4.4), mientras que la diversidad de arvenses se ubicó en un rango medio. En las fincas en las que se hace un manejo agroecológico (Tabla 6-5), el crecimiento de las hierbas o plantas arvenses se permite de manera controlada durante determinadas etapas de los cultivos.

Las arvenses cumplen funciones importantes en la conservación de suelos asociados a la retención de la humedad, fijación de nutrientes como el nitrógeno, prevención de la erosión y amortiguación de temperatura superficial del suelo (Kassam *et al.*, 2009), contribuyendo a mitigar algunos de los impactos de eventos climáticos extremos. Un comportamiento similar mostraron las fincas en relación a la implementación de otras prácticas de conservación de suelos ya mencionadas.

Por otra parte, se encontraron niveles medios de diversidad microbiológica en los suelos, salvo en el caso de la finca LC. Esto puede estar asociado parcialmente a la aplicación frecuente de plaguicidas, así como a la baja aportación de M.O. y enmiendas minerales al suelo; asimismo, en el caso de las fincas LO y EP, la diversidad media a alta de microorganismos encontrada podría tener relación con las prácticas de conservación de suelos anotadas, así como con la conservación de la diversidad vegetal, que potencialmente proporciona hábitat y condiciones en la rizósfera para los microorganismos.

La diversidad de cultivos y plantas acompañantes en las fincas permite también a las familias ser más autosuficientes en materia de nutrición, al posibilitar un aumento en la variedad de alimentos en la dieta -entre y dentro de los grupos de alimentos-, especialmente en los hogares de bajos ingresos entre quienes la asequibilidad y disponibilidad han sido identificados como principales obstáculos para una buena nutrición, particularmente en materia de consumo de frutas y hortalizas (FAO, FIDA & PMA, 2014; Wenhold *et al.*, 2007).

En las fincas estudiadas, por ejemplo, se encontró que un porcentaje importante de los alimentos consumidos en la finca (entre el 15 y el 46%) provienen de las huertas caseras destinadas al autoconsumo, destacándose las fincas LO y EP, ésta última con cerca de 62 especies diferentes que son aprovechadas por la familia (Pirachicán, 2015).

Esto se halla ligado a la seguridad alimentaria de los hogares, y más aún, a la autonomía alimentaria, un concepto emergente que refiere al derecho de las personas y los grupos humanos a garantizar y desarrollar su propio proceso alimentario de acuerdo a sus tradiciones, costumbres y necesidades, desde la producción y reproducción de las semillas, hasta la comercialización y la transformación, en armonía con los demás grupos humanos y su ambiente (Gómez Martínez, 2010; Millan, 2007; Perret & Zúñiga Vega, 2011; Pirachicán, 2015).

No obstante, es importante mencionar que durante el ejercicio de ponderación de las variables, el componente de biodiversidad fue calificado como un factor de baja relevancia para la resiliencia tanto por el grupo de expertos como por los agricultores, en la medida en que los factores más relevantes para la generación de resiliencia resultaron ser los de tipo social o cultural, como se discutirá más adelante.

6.3.4 Capacidad de transformación e innovación

Las variables agrupadas en esta sección abarcan aspectos que de una u otra manera confieren a las familias, fincas y comunidades la posibilidad y capacidad de afrontar y generar soluciones, ajustes o cambios en sus formas de vida y contextos socioecológicos. Dichos cambios, que pueden ser de muy diverso tipo y escala, no están asociados únicamente a la influencia o impacto de los factores climáticos sobre los agroecosistemas.

En ese sentido, se valoraron en este trabajo diferentes aspectos de orden cultural que se considera pueden determinar mayores o menores niveles de transformabilidad, elemento clave de la resiliencia frente a eventos climáticos adversos.

Un primer aspecto tiene que ver con las capacidades económicas de los agroecosistemas, lo cual se analizó a partir de cinco variables: ingresos extra, capacidad de ahorro, instalaciones para procesamiento del café, productividad, y precio de venta del café. En la literatura sobre estudios rurales, y más recientemente también en relación con la vulnerabilidad y la resiliencia, ha sido ampliamente discutida la relevancia de la diversificación de las estrategias de subsistencia para los habitantes del campo.

Tabla 6-6. Calificación de los criterios técnicos en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca					
		SL	EP	LO	ET	EM	LC
3.2 TÉCNICO	1 Ingresos extra	3.0	2.5	2.3	1.2	1.5	2.2
	2 Capacidad de ahorro	0	0	2.5	0	1	2.0
	3 Capacitación Cambio Climático	5	5	5	0	0	4
	4 Conocimientos agroecológicos	5	5	5	0	0	2.5
	5 Instalaciones procesamiento de café u otros	0	2.5	0	3	0	2.5
	6 Productividad del café	1.21	1.5	3.55	4.43	1.94	2.38
	7 Precio de venta del café	0	0	5	0	0	0

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

Dadas las condiciones precarias que caracterizan la supervivencia rural en muchos países de bajos ingresos, la diversificación tiende a ser la norma, además de tener atributos positivos para la seguridad del sustento de los hogares, que superan las connotaciones negativas que ésta puede poseer, y resaltan que la existencia de diversos medios de subsistencia permite reducir la vulnerabilidad al hacer menos dependiente a la familia de una sola fuente de ingresos (Ellis, 2008). Esta tendencia viene aparejada con un fuerte aumento de la movilidad y la multiplicación de las actividades por fuera de la agricultura en las áreas rurales de los países del tercer mundo (Rigg, 2006).

El comportamiento de la variable ingresos fue heterogéneo en los seis agroecosistemas, si bien en todas se reportaron ingresos provenientes de algún tipo de actividad diferente a la agropecuaria, que en tres de ellos fue calificado como medio (fincas SL, EP, LO y LC). Las estrategias de diversificación en las fincas son variadas: en LO se fabrican artesanías, se alquila la finca para visitas con universidades y proyectos alternos de educación, y más recientemente, se está implementando apicultura. En otros casos, predomina el trabajo externo (jornaleo, empleo en oficios no agrícolas) y otros ingresos como remesas, pensión por vejez y arriendo de inmuebles (finca LC y LO).

No obstante, es importante establecer una distinción entre la diversificación impulsada por objetivos de acumulación (e.g. acceso a nuevos o mayores mercados), la diversificación forzosa causada por la pérdida, estancamiento o declive de las actividades agrícolas principales, y aquella emprendida con el fin de gestionar el riesgo y el afrontamiento de choques o factores de estrés (Reardon *et al.*, 2007).

En el caso de las fincas estudiadas, la diversificación de ingresos es alta y está motivada fundamentalmente por el hecho de que no es posible subsistir exclusivamente de la producción agropecuaria. Al respecto, Ardila (2015) encontró en algunos de estos agroecosistemas que el ingreso mensual de los hogares puede llegar a ser inferior al salario mínimo legal (finca SL), y la remuneración diaria del trabajo recibida por la familia estar por debajo del precio de mercado (finca SL), aunque en algunos casos ambos indicadores superaron en una o hasta dos veces el salario mínimo (fincas ET y LC).

Entre tanto, la capacidad de ahorro fue calificada como baja a media en tres de las fincas, y fue cero en las tres restantes, evidenciando una escasa disponibilidad de efectivo y muy baja capacidad de endeudamiento de los hogares, lo cual podría estar reflejando bajos niveles de productividad de los agroecosistemas y coincidir con lo anotado más arriba, en términos de que el ingreso proveniente de las actividades agrícolas se base de manera importante en una sobreexplotación de la mano de obra familiar.

El precio de venta del café, por su parte, fue calificado como bajo por la totalidad de los agricultores, salvo en una de las fincas (LO), quienes comercializan directamente una parte de la producción en forma de café tostado y/o molido, con lo cual se incrementa su valor agregado y asimismo el margen de ganancia obtenido.

Los agricultores rescatan el papel jugado por la Federación Nacional de Cafeteros, especialmente en términos de la asistencia técnica brindada, pero señalan con insistencia que por lo general les resulta más conveniente vender el café a intermediarios que pagan un precio más alto. Las dificultades vinculadas con las precarias vías y los sobrecostos que esto conlleva, juegan también un papel importante en la dificultad de acceso a mercados y al bajo precio de venta del café. Esta situación se extiende por

ejemplo a otros productos como el plátano: en algunas de las fincas se estableció una alianza estratégica con una gran empresa de productos alimenticios, que compra la producción a un precio muy inferior al de mercado a cambio de garantizar una demanda sostenida.

El nivel tecnológico, evaluado a través de la existencia de instalaciones para el procesamiento del café (clasificación, despulpado, desmuscilaginación, lavado, secado, manejo de residuos) fue relativamente bajo, teniendo en cuenta que sólo la mitad de las fincas ha incorporado algún tipo de tecnología de procesamiento. Esto significa, además de una menor productividad, mayores costos (e.g. pago externo por despulpado). La mayoría dispone de instalaciones artesanales de secado (pequeños invernaderos construidos por los campesinos). En ninguna de las fincas se dispone de tecnologías de uso eficiente del agua para las fases de desmuscilaginación y lavado del grano.

Complementariamente a lo anterior, se indagó sobre el conocimiento de los agricultores respecto a fenómenos climáticos y prácticas agroecológicas. Aquí se presentan diferencias marcadas entre las fincas bajo manejo agroecológico y convencional. Sólo uno de los agricultores de éste último grupo (finca LC) tiene conocimientos relacionados con fenómenos climáticos y cómo hacerles frente, acusando un claro vacío institucional en materia de capacitación y extensión agrícola, además de la baja presencia de Universidades u ONGs. Ligado a lo anterior, los agricultores manifiestan que es escaso el trabajo realizado por la Federación Nacional de Cafeteros, e igualmente débiles los incentivos para los caficultores que han realizado o están interesados en convertir su producción a manejos orgánicos y ecológicos.

En contraste, los agricultores de las tres fincas ecológicas (SL, EP, LO) mostraron tener una elevada comprensión sobre los fenómenos climáticos, su mitigación y cómo adaptarse a ellos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), lo cual presumiblemente está relacionado con la formación que tienen los agricultores de estas fincas en temáticas asociadas a agricultura ecológica, café con sombrero y conservación de la diversidad, entre otros.

Cabe destacar que, como pudo verificarse mediante las entrevistas y la observación participante, varios de los agricultores (fincas LO, EP) poseen un importante acervo de conocimiento tradicional relativo al clima de la región y algunos bioindicadores climáticos, así como en relación a los requerimientos del café. Por otra parte, los propios agricultores manifestaron que la presente investigación constituyó en sí misma un proceso de formación que ha incidido en el fortalecimiento de sus niveles de resiliencia (resiliencia adquirida), al generar espacios de debate, acceso a información precisa (análisis de suelos, mediciones climáticas), así como por los lazos que se tejieron en el curso de la investigación entre académicos y miembros de la comunidad.

Tabla 6-7. Calificación de criterios organizativos en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	SL	EP	LO	ET	EM	LC
3.1 ORGANIZATIVO	1 Grado pertenencia al territorio (ventajas de vida en el campo)	5	5	5	1	5	3.5
	2 Formación política	4	4	3.5	1	1	2.5
	3 Vínculo con Universidades u organizaciones	2	2.5	2	2	2	2
	4 Redes apoyo	2	3	2.5	2	2	2.5
	5 Pertenencia a organizaciones cooperativas	1.5	3.5	2	1.5	1	2
	6 Grado de decisión política	1	2	1	0.5	0.5	1
	7 Grado decisión política de las mujeres	0	1	1.5	0	0	1.5

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

Un segundo conjunto de variables evaluó las capacidades de gestión social e institucional de los agricultores. Se analizó la existencia y fortaleza de redes de apoyo de cada familia, su pertenencia a organizaciones o cooperativas, así como el vínculo con Universidades, centros de investigación u organizaciones no gubernamentales.

Se encontró que en todos los casos las familias cuentan con redes de apoyo en la comunidad local, que la totalidad de los agricultores calificó como media, lo cual refleja un bajo nivel de organización y cohesión comunitaria, que se explica en parte por tratarse de un municipio con una incipiente historia organizativa alrededor de la luchas campesinas y agrarias. Esto se ve reforzado por una baja vinculación a organizaciones o cooperativas campesinas, que en la región han sido escasas (Córdoba- Vargas, Vivas, & León, 2016).

Finalmente, se valoró dentro de este componente el grado de formación política y la capacidad de decisión e incidencia de las familias y de las mujeres en la toma de decisiones políticas a nivel del hogar, local y gremial. La formación, entendida aquí como el interés de sus miembros hacia asuntos políticos que afectan el entorno local y mundial, así como su comprensión de las relaciones de poder en la sociedad, fue baja a media.

Esta variable fue un poco más alta en aquellos agroecosistemas bajo estrategias de manejo agroecológico (fincas SL, EP, LO), presumiblemente debido a que, en ausencia de políticas sectoriales de fomento a este tipo de producción, suelen hacer la transición aquellos agricultores con algún grado de formación o consciencia ligada a principios ambientalistas, de sustentabilidad y/o conservación de recursos naturales.

El grado de incidencia política general así como de las mujeres, fue calificado como bajo en todas las fincas, lo cual se evidenció en la escasa participación de las mujeres en acciones tendientes a mejorar o revertir situaciones de inequidad, así como en la frecuencia e importancia relativa de las mujeres en roles de dirección y/o toma de decisiones dentro de organizaciones comunitarias, sociales, grupos de mujeres, cooperativas, etc.

6.3.5 Correlación entre variables

Mediante la aplicación del coeficiente de correlación de Pearson, se analizó el grado de correlación estadístico entre las 46 variables calificadas, cuyo resultado gráfico se presenta en la Figura 6-1. Cada una de las variables está representada por un nodo de la gráfica; la determinación para la existencia de una relación entre las variables fue que el valor absoluto del coeficiente R fuese superior a 0.75; si existe una relación (positiva o negativa) con una o más de las restantes 45, ésta es contabilizada y graficada.

El software empleado agrupa las variables que presentan mayor correlación entre sí, a manera de clústeres, y el tamaño de los nodos varía proporcionalmente con el número de relaciones halladas para cada variable, con lo que a mayor tamaño, más correlaciones.

Es importante anotar que la matriz de adyacencia²⁵ que se emplea para generar la gráfica no permite ingresar valores negativos, por lo tanto, algunas de las correlaciones representadas son positivas y otras negativas.

La forma del nodo representa el aspecto al que pertenece la variable (Círculo: Condición – contexto; Cuadrado: Diversidad; Triángulo: Capacidad de transformar), en tanto que el color representa el criterio al que pertenece la variable (Tabla 6-8).

Figura 6-1. Red de relaciones entre las 46 variables calificadas

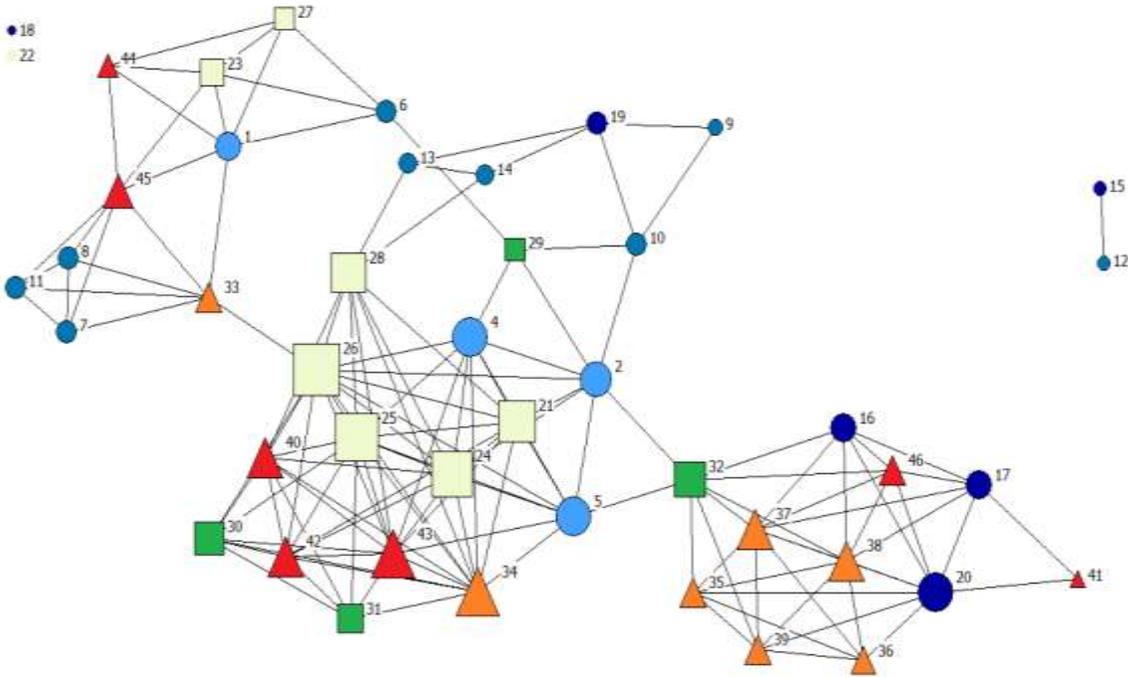


Tabla 6-8. Colores y símbolos asociados a cada uno de los 7 criterios y 4 aspectos

COLOR	CRITERIO	ASPECTO	SÍMBOLO
Light Blue	Biofísico	Condición - Contexto	○
Dark Blue	Rasgos sociales		
Dark Blue	Salud		
Light Blue	Prácticas	Diversidad	□
Green	Biológica		
Orange	Organizativo	Capacidad de transformar	△
Red	Técnico		

²⁵ La matriz de adyacencia es una herramienta que permite analizar las relaciones que se presentan entre un conjunto de elementos. Tiene como característica principal que posee el mismo número de filas y de columnas, razón por la cual se denomina cuadrada, y que en ambas sentidos se encuentran todos los elementos de análisis (Boccaletti *et al.*, 2006), para este caso las variables del modelo. Dicha matriz se diligencia con cero cuando no hay relación entre los elementos y con uno en el caso contrario. Se utiliza el valor absoluto debido a que la matriz de adyacencia se debe diligenciar con 1 y 0 únicamente, por lo que no es posible incluir valores negativos.

Como primera medida, en la Figura 6-1 se aprecia que existe una correlación marcada entre variables pertenecientes a un mismo criterio: parte importante de los aspectos relativos a las prácticas de manejo muestran una fuerte correlación entre sí, por lo cual aparecen agrupadas en el área central del gráfico (conservación semillas (21), uso de fertilizantes (24), manejo de arvenses (25), uso de herbicidas y plaguicidas (26), dependencia de compra de insumos (28)).

Igual sucede con variables asociadas de orden cultural (ingresos extra (40), capacitación en cambio climático (42), conocimientos agroecológicos (43), y formación política (34)), que se encuentran representadas en el clúster central del gráfico, así como en el lado derecho (vínculo con universidades u organizaciones (35), redes apoyo (36), pertenencia a organizaciones y/o cooperativas (37), grado de decisión política (38), grado decisión política de las mujeres (39)).

Por su parte, las variables pertenecientes a criterios de contexto (biofísico, rasgos sociales y salud) se presentan relativamente dispersas a lo largo y ancho del gráfico; sólo las variables clima (2), suelos (4) y cercanía a bosques y fuentes de agua (5) presentaron correlaciones fuertes con otras variables, ubicándose en el sector central.

La representación gráfica de las correlaciones halladas apoya una de las concepciones fundamentales transversales al documento, en el sentido de que al interior de los agroecosistemas, la resiliencia sólo puede ser entendida a través de la interacción compleja entre múltiples variables de diversa índole. De igual manera, habla de la influencia, bien sea positiva o negativa, que pueden tener aspectos que a primera vista podrían considerarse aislados.

En segundo lugar, destaca la importancia de las variables pertenecientes al aspecto capacidad de transformar, que en el clúster central presentan un alto número de correlaciones entre sí y con variables relativas a las prácticas. Asimismo, es de notar que la variable alimentos producidos (32) se constituye en una especie de 'puente' o elemento articulador entre las variables organizativas, las condiciones biofísicas y las prácticas de manejo implementadas en las fincas.

6.3.6 Resiliencia total de los Agroecosistemas

La evaluación de la resiliencia de cada agroecosistema culmina con la ponderación de la calificación obtenida en cada una de las variables, mediante la multiplicación por el coeficiente de importancia (Anexo 6.6.2) asignado luego de utilizar el método Delphi conjuntamente con el grupo de expertos y agricultores.

Los mayores coeficientes de importancia los obtuvieron las variables: alimentos producidos; grado de pertenencia al territorio; capacidad de cosecha de agua; formación política; precio de venta del café; pertenencia a organizaciones y/o cooperativas; ingresos extra; grado de decisión política; acceso a agua potable, y propiedad tierra.

Como resultado, para cada agroecosistema se obtuvo una puntuación total, donde 0 representaría el mínimo nivel de resiliencia posible, y 500 las condiciones de resiliencia ideales en un agroecosistema; los puntajes totales para las 6 fincas se presentan en la Tabla 6-9.

Tabla 6-9. Valoración total ponderada de la resiliencia de cada agroecosistema

Fincas	SL	EP	LO	ET	EM	LC
Puntaje total	209.6	234.0	334.6	158.2	143.1	216.7

La puntuación total ubica a la mayoría de las fincas en un rango de resiliencia medio a bajo; aquellas donde las capacidades de transformar están mejor desarrolladas, exhiben en general, los puntajes más altos (entre 334 y 209) respecto a las fincas restantes, que puntuaron 172 en promedio y obtuvieron una proporción inferior a la mitad, respecto a la finca Los Ocobos que tuvo la mayor calificación total de resiliencia (334.6).

Las condiciones geomorfológicas de alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa, y el difícil acceso a agua para riego y consumo, fueron las variables biofísicas que más negativamente inciden en la resiliencia de las fincas. Asimismo, la baja capacidad de decisión (incidencia) política, junto a la precariedad en la capacidad de ahorro de las familias y los bajos precios de venta del café, son algunos de los aspectos de orden sociocultural que de manera más importante incidieron en la calificación de la resiliencia de las fincas en esta zona. Éstas últimas incidieron de manera similar sobre las fincas, de manera relativamente independientemente del tipo de prácticas de manejo empleadas (ecológica o convencional).

De otro lado, la posibilidad de contar con tierra propia, un nivel de formación política medio y un sentido de pertenencia al territorio altos, confieren a los agricultores y sus fincas posibilidades de acción y transformación de sus realidades, jugando a favor de una mayor resiliencia.

Como lo plantean Altieri & Nicholls (2013), las estrategias agroecológicas que aumentan la resiliencia ecológica de los sistemas agrícolas son esenciales pero no suficientes para alcanzar la sostenibilidad, y en tal sentido, lo que los autores denominan como resiliencia social y las estrategias de organización social, son un componente clave de resiliencia.

No obstante, los citados autores, entre otros, tienden a poner demasiado énfasis en las adaptaciones y cambios de índole agroecosistémicas, como pueden ser la diversificación de las especies cultivadas o la conservación de suelo: “El desafío es identificar aquellas [pre-condiciones sociales y agroecológicas] que sirven para intensificar [las capacidades de responder] de manera que la vulnerabilidad pueda ser reducida, aumentando la capacidad de reacción de las comunidades para desplegar mecanismos agroecológicos que permitan a los agricultores resistir y recuperarse de los eventos climáticos” (Altieri & Nicholls, 2013 p. 19).

Más aún, por lo general este enfoque tiende a reducir el papel de las transformaciones sociales a que las comunidades apliquen las mencionadas estrategias agroecológicas, en un mismo círculo donde no hay un cuestionamiento de fondo a las relaciones de poder ni las dinámicas económicas que subyacen a muchas de las limitantes de la resiliencia (Córdoba- Vargas & León, 2013; León, Córdoba- Vargas, & Pradilla, 2014; León, 2013).

En ese orden de ideas, la ponderación realizada arrojó que las variables de orden cultural tienen un mayor peso que las ecosistémicas, sin que esto niegue por supuesto la constante retroalimentación entre unas y otras. Esto se traduce en que, por ejemplo, para un agricultor contar con una sólida organización comunitaria puede significar la posibilidad de exigir y agenciar el cumplimiento de sus derechos o gestionar recursos. En

tanto que las medidas técnicas relativas al manejo de los cultivos, si bien son importantes, se hallan mediadas fuertemente por las limitaciones de tipo social, económico y político que impiden la toma de decisiones colectivas y las mejoras significativas en la calidad de vida de las familias.

6.4 Conclusiones

La metodología empleada permitió hacer una aproximación integral y sistémica a la valoración de la resiliencia en agroecosistemas campesinos, al incorporar variables cuantitativas y cualitativas tanto del orden ecosistémico y agronómico, como de tipo cultural en su sentido más amplio. Su aplicación de forma participativa, mediante el trabajo en grupos transdisciplinarios, en los cuales converge el saber académico especializado con los conocimientos de los propios agricultores, posibilita un análisis amplio, pero al mismo tiempo profundo, de las variables que inciden en una mayor o menor resiliencia en los sistemas productivos estudiados.

Para el caso de la zona de estudio, la ausencia de procesos sólidos de empoderamiento, los bajos ingresos y ahorros de las familias, aunados al precio desfavorable de venta del principal producto agrícola de las fincas (el café), además de las complejas condiciones geomorfológicas locales y el acceso deficiente al recurso hídrico, constituyen las principales limitantes de la resiliencia de los agroecosistemas analizados.

Sin embargo, contrario a las concepciones prevalentes sobre el concepto de resiliencia, que la conciben fundamentalmente como la capacidad de los sistemas de retornar a las condiciones previas al shock, el estudio de las fincas campesinas en este trabajo pone de manifiesto el papel central de las variables culturales de la resiliencia, en especial, aquellas que le confieren a los agricultores, familias y comunidades, la capacidad de innovar y generar transformaciones de su contexto socioecológico.

6.5 Referencias

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y Resiliencia al Cambio Climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7–20.
- Ardila, C. (2015). *Resilience and Peasant Economy. A study case form Anolaima, Colombia*. Working Paper. Master's programme in Agroecology SLU-Alnarp.
- Bakht, Z., Koolwal, B. G., & Shahidur, R. (2006). The Poverty Impact Of Rural Roads : Evidence From Bangladesh: Policy Research Working Papers. *Policy Research Working Papers*. World Bank. Retrieved from <http://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/1813-9450-3875>
- Berkes, F., & Folke, C. (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. (F. Berkes & C. Folke, Eds.). Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M., & Hwang, D. U. (2006). Complex networks: Structure and dynamics. *Physics Reports*, 424(4-5), 175–308. <http://doi.org/10.1016/j.physrep.2005.10.009>

- Caballero, J., & Mejía, K. (2015). *Actividades enzimáticas en suelos de agroecosistemas cafeteros (ecológicos y convencionales) en Anolaima, Cundinamarca*. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad Libre.
- Carpenter, S. R., Westley, F., & Turner, G. (2005). Surrogates for Resilience of Social–Ecological Systems. *Ecosystems*, 8(8), 941–944.
- Córdoba-Vargas, C. A., Hortúa, S. E., & León, T. E. (2015). *Dimensions of resilience to climate change: a necessary debate from Agroecology. Working paper*.
- Córdoba-Vargas, C. A., & León, T. E. (2013). Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca - Colombia). *Agroecología*, 8(1), 21–32.
- Córdoba-Vargas, C. A., Vivas, J., & León, T. E. (2016). *Resiliencia, caficultura y poder: elementos para una reconstrucción histórica de la región del Tequendama (Colombia)*.
- DaMatta, F. M. (2004). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, 86(2-3), 99–114. <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.001>
- Darnhofer, I. (2014). Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics*, 41(3), 461–484. <http://doi.org/10.1093/erae/jbu012>
- Davoudi, S., Shaw, K., Haider, L. J., Quinlan, A. E., Peterson, G. D., Wilkinson, C., ... Davoudi, S. (2012). Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? “Reframing” Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Planni. *Planning Theory & Practice*, 13(2), 299–333. <http://doi.org/10.1080/14649357.2012.677124>
- Ellis, F. (2008). The Determinants of Rural Livelihood Diversification in Developing Countries. *Journal of Agricultural Economics*, 51(2), 289–302. <http://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2000.tb01229.x>
- FAO, FIDA, & PMA. (2014). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo*. Roma. <http://doi.org/9789251073179>
- Fernández, A., & Perdomo, L. P. (2015). *Grupos funcionales de microorganismos (fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y celulolíticos) en suelos de agroecosistemas cafeteros (ecológicos y convencionales) en Anolaima, Cundinamarca*. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad Libre.
- Fischer, E. F., & Victor, B. (2012). El café de alta calidad y los minifundistas cafeteros de Guatemala. *Ensayos Sobre Economía Cafetera*, 25(28), 15–41.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockstrom, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20–28.

- Forero, J. (2012). Estrategias adaptativas de la caficultura colombiana. En M. Samper & S. Topik (Eds.), *Crisis y transformaciones del mundo del café. Dinámicas locales y estrategias nacionales en un periodo de adversidad e incertidumbre* (1a ed., pp. 37–83). Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Friend, R., & Moench, M. (2013). What is the purpose of urban climate resilience? Implications for addressing poverty and vulnerability. *Urban Climate*, 6, 98–113. <http://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.09.002>
- Gentry, A. H. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. En S. P. Churchill (Ed.), *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. (pp. 103 – 126). New York: The New York Botanical Garden.
- Gómez Martínez, E. (2010). Del derecho a la alimentación a la autonomía alimentaria. Retrieved from [http://www.tuobra.unam.mx/obrasPDF/1159:\)2636:](http://www.tuobra.unam.mx/obrasPDF/1159:)2636:)
- Graeb, B. E., Chappell, M. J., Wittman, H., Ledermann, S., Kerr, R. B., & Gemmill-Herren, B. (2015). The State of Family Farms in the World. *World Development*, xx. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012>
- Guzmán, G.I., González de Molina, M., y Sevilla, E. (coord.) (2000). Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa. Madrid
- Guzmán, G.I., Alonso, M. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. En: *Ecosistemas*, Vol 16(1). Retrieved from www.revistaecosistemas.net
- Heno, S.A. (2013). propuesta metodológica de la medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. *Agroecología* 8 (1). 85-91pp.
- Hsu, C., & Sandford, B. (2007). The Delphi technique: making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. Retrieved from <http://pareonline.net/pdf/v12n10.pdf>
- Incoder. (2013). Resolución 1132 de 2013. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER. Retrieved from ww.incoder.gov.co/documentos/
- Kassam, A., Friedrich, T., Shaxson, F., & Pretty, J. (2009). The spread of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake¹. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(4), 292–320. <http://doi.org/10.3763/ijas.2009.0477>
- León, T. E. (2013). La dimensión ambiental del cambio climático en la agricultura. En C. I. Nicholls, L. A. Ríos, & M. Á. Altieri (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 180–192). Medellín, Colombia: Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) Proyecto de: la Sociedad Científica Latinoame.

- León, T. E., Córdoba, C. A., & Pradilla, G. (2014). Las dimensiones política y tecnológica de la resiliencia a la variabilidad climática: un enfoque ambiental. *Revista Semillas*, (57/58), 30–24.
- Lopez- Ridaura, Van Keulen, H; Van Ittersum, M; Leffellarr, P.A. (2005). Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems. *Environment, Development and Sustainability* 7:51–69.
- Martínez, A. M. (2014). *Adopción y permanencia de la agricultura ecológica: razones y motivaciones de los agricultores ecológicos de Guasca y Anolaima*. Tesis de grado para optar al título de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales - IDEA. Universidad Nacional de Colombia.
- McDowell, J. Z., & Hess, J. J. (2012). Accessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate. *Global Environmental Change*, 22(2), 342–352. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.002>
- Mesa, S. C. (2012). Comparación de la diversidad y usos de especies en agroecosistemas convencionales y ecológicos en los municipios de Guasca y Anolaima. Bogotá D.C.: Tesis de grado. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
- Millan, J. (2007). Seguridad, Soberanía y Autonomía Alimentaria en Colombia. Retrieved from http://www.aipe.org.bo/sac/public/mostrar_plugin.php?symbolic_name=LST_ARTICULOS&id_plugin=14&referer=LNK_TO_PLUGIN&id_articulo=8&obfuscate=main_list
- Montes Rodríguez, J. M. (2010). *Efecto de borde en ensamblajes de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) en fragmentos de bosque en el Nordeste Antioqueño, Colombia*. Tesis de grado para optar al título de Magister en . Universidad Nacional de Colombia.
- Murillo, M. (2010). La Caficultura Colombiana en el Siglo XXI: Una Revisión de la Literatura Reciente. *Gestión & Región*, (9), 127–152.
- Narváez, D., & Vargas, B. (2007). Racionalidad Campesina y Estrategias Sociales de los Caficultores Caldenses. *Revista de Antropología Y Sociología*, (9).
- Neira, A. R. (2016). *Comparación de prácticas agrícolas y asociaciones con la temperatura, humedad y la infestación por poblaciones de broca Hypotenemus hampei (Ferrari), en cafetales de Anolaima, Cundinamarca, Colombia*. Tesis de grado para optar al título de Magister en Ciencias Ambientales. Universidad de Buenos Aires.
- Nicholls, C. (2013). Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. En C. I. Nicholls, L. A. Ríos, & M. Á. Altieri (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 180–192). Medellín, Colombia: Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) Proyecto de: la Sociedad Científica Latinoame.

- Norgaard, R.B. (1987). The epistemological basis of agroecology. En (Altieri, M.A., coord.) Agroecology. Westview Press (Boulder)-IT Publications. London
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15–29. <http://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- OPS. (2009). *Hacia una Vivienda Saludable*. Lima. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/texcom/cd045364/vivsal.pdf>
- Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), 354–365. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001>
- Parris, T. M., & Kates, R. W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 559–586.
- Pelling, M., & Manuel-Navarette, D. (2011). From resilience to transformation: The adaptive cycle in two Mexican urban centers. *Ecology and Society*, 16(2), 11. [online]. Retrieved from <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art11/>
- Pendall, R., Foster, K. A., & Cowell, M. (2010). Resilience and regions: building understanding of the metaphor. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 71–84. <http://doi.org/10.1093/cjres/rsp028>
- Perdomo, J. A., & Mendieta, J. C. (2007). Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos. *Desarrollo Y Sociedad*, (60), 03–45. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35842007000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Peredo, P.S.; Vela, C.M y Jiménez, G. A. (2016). Determinación de los niveles de resiliencia/vulnerabilidad en iniciativas de agroecología urbana en el suroeste andaluz. *Idesia* [online]. vol.34, n.2. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000200002&lng=es&nrm=iso.
- Perret, C., & Zúñiga Vega, Z. (2011). ¿Seguridad, Soberanía o Autonomía Alimentaria? Retrieved from <http://cyrilperret.wordpress.com/2011/12/02/seguridad-soberania-o-autonomia-alimentaria/>
- Pirachicán, E. (2015). *Autonomía alimentaria en sistemas agrícolas ecológicos y convencionales en Anolaima (Cundinamarca)*. Tesis de grado para optar al Título de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales.
- Ramírez, V. H., Jaramillo, A., & Arcila, J. (2010). Rangos adecuados de lluvia para el cultivo del café en Colombia. Manizales, Colombia: Cenicafé. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/364/1/avt0395.pdf>
- Reardon, T., Berdegue, J., Barrett, C. B., & Stamoulis, K. (2007). Household Income

- Diversification into Rural Nonfarm Activities. En T. Reardon, J. Berdegúe, & C. B. Barrett (Eds.), *Transforming the Rural Nonfarm Economy: Opportunities and Threats in the Developing World* (Vol. 16, pp. 115–140). Baltimore: Intl Food Policy Res Inst. Johns Hopkins University Press. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=5QNHAAQBAJ&pgis=1>
- Ribot, J. (2010). Vulnerability does not fall from the sky: Towards multi-scale, pro-poor climate policy. En R. Mearns & A. Norton (Eds.), *Social dimensions of climate change: equity and vulnerability in a warming world* (pp. 47–74). Washington, D.C.: The World Bank. <http://doi.org/10.1088/1755-1307/6/34/342040>
- Rigg, J. (2006). Land, farming, livelihoods, and poverty: Rethinking the links in the Rural South. *World Development*, 34(1), 180–202. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.07.015>
- Secretaría de Salud de Cundinamarca. (2013). *Análisis de la situación en Salud con el modelo de los Determinantes Sociales en Salud. Departamento de Cundinamarca 2013*. Retrieved from <http://www.cundinamarca.gov.co/>
- Subirós, J. V. i, Linde, D. V., Pascual, A. L. i, & Palom, A. R. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, (48), 151–166. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/view/72657>
- Velaga, N. R., Beecroft, M., Nelson, J. D., Corsar, D., & Edwards, P. (2012). Transport poverty meets the digital divide: accessibility and connectivity in rural communities. *Journal of Transport Geography*, 21, 102–112. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.005>
- Walker, B., Holling, C., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. [online]. Retrieved from <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>
- Wenhold, F., Faber, M., Averbek, W. van, Oelofse, A., & Jaarsveld, P. van. (2007). Linking smallholder agriculture and water to household food security and nutrition. *WaterSA*, 33(3), 327–336. Retrieved from http://www.wrc.org.za/publications_watersa.htm

6.6 Anexos

6.6.1 Criterios de calificación de 0 a 5 para cada indicador de la resiliencia.

Indicador		1
Tipo		R
Pregunta	Qué cantidad de ríos, quebradas y fuentes de agua tiene su finca	Calificación
Respuestas	no tiene	0
	muy baja	1
	baja	2
	media	3
	alta	4
	muy alta	5

Indicador		1
Tipo		R
Pregunta	En promedio cual es el tamaño (caudal) de los ríos, quebradas y fuentes de agua que tiene su finca	Calificación
Respuestas	no hay caudal	0
	muy pequeño	1
	pequeño	2
	mediano	3
	grande	4
	muy grande	5

Indicador		2
Tipo		N
Pregunta	Número de días al año que la temperatura máxima fue igual o superior a 30 °C	D4
Rango	0 - 17 %	$SI((D4/365) \geq 0.17, 0, (5 - ((D4/365) * (5/0.17))))$

Indicador		3
Tipo		R
Pregunta	En promedio cual es el porcentaje de pendientes de su finca?	Calificación
Respuestas	75	0
	50-63	1
	37-50	2
	25-37	3
	12-25	4
	12	5

Indicador		4
Tipo		N
Pregunta	% Carbono en suelo	D10
Rango	>0	$SI(D10 \geq 9.99, 5, SI(D10 \leq 3.09, 0, ((D10 - 3.09) * 5/6.9)))$

Indicador		5	
Tipo		R	
Pregunta	Considera que la cantidad de agua cercana a su finca (1km a la redonda) es	Alta	5
		Media	3
		Baja	1
	El estado de conservación de bosques nativos cerca a su finca (1Km a la redonda) es	Alta	5
		Media	3
		Baja	1
Cual es el grado de conexión de esos bosques	Bien conectados	5	
	moderadamente conectados	3	
	No conectados	1	

Indicador		6
Tipo		N
Pregunta	Hectareas de su finca	D29
Rango	0 - 100%	$SI((D29/9) \geq 1.5, (((D29/9) * 5)))$

Indicador		7
Tipo		R
Pregunta	Cómo es la propiedad de la tierra?	Calificación
Respuestas	sin tierra	0
		1
	arrendador	2
	poseedor (sin titulo)	3
		4
	Propietario (con titulo)	5

Indicador		8
Tipo		R
Pregunta	Hace cuantos años vive en el municipio?	Calificación
Respuestas	menos de uno	0
	1 a 5	1
	5 a 10	2
	10 a 15	3
	15 a 20	4
	mas de 20	5

Indicador		9
Tipo		R
Pregunta	Las labores del campo predominantemente son reaizadas por	Calificación
Respuestas	Adultos mayores	0
	Adutos y adultos mayores en igual proporción	1
	Adultos y adultos jóvenes en igual proporción	2
	Adultos jóvenes	3
	Adultos jóvenes y adolescentes	4
		5

Indicador		10
Tipo		N
Pregunta	Total numero de hijos mayores de 15 años	D35
Pregunta	Total número de hijos mayores de 15 que trabajan en el campo	D36
Rango	>0	D36/D35*5

Indicador		11
Tipo		R
Pregunta	Como caifica el estado de las carreteras para acceder a su finca	Calificación
Respuestas	muy malo	0
	malo	1
		2
	regular	3
	bueno	4
	muy bueno	5

Indicador		12
Tipo		R
Pregunta	De las siguientes a cuantas tiene acceso regular: periodico, telefono internet, radio, tv	Calificación
Respuestas	ninguna	0
		1
		1
		2
		3
		4
	todas	5

Indicador		12
Tipo		R
Pregunta	Cual es la calidad de las comunicaciones?	Calificación
Respuestas	pesima	0
	mala	1
		2
	regular	3
	alta	4
Respuestas	muy alta	5

Indicador		13
Tipo		R
Pregunta	Como califica la calidad de la vivienda	Calificación
Respuestas	no tiene vivienda	0
	baja	1
		2
	media	3
		4
Respuestas	alta	5

Para calcular la calidad de su vivienda, tenga en cuenta el estado de las paredes, pisos, si las habitaciones están separadas, así como

Indicador		14
Tipo		R
Pregunta	Con cuantos servicios públicos domiciliarios cuenta (acueducto	Calificación
Respuestas	ninguno	0
		1
		2
	2	3
		4
Respuestas	todos	5

Indicador		15
Tipo		R
Pregunta	Tiene agua potable?	Calificación
Respuestas	no	0
		1
		2
		3
		4
Respuestas	si	5

Indicador		16
Tipo		N
Pregunta	Numero de frutas y verduras consumidas diariamente por cada miembro de la familia	D42
Rango	0 - 5	$SI((D42) \geq 5, 5, (D42))$

Indicador		17
Tipo		N
Pregunta	Numero de alimentos protéicos consumidos diariamente por cada miembro de la familia (Huevos, granos y carnes)	D48
Rango	0 - 8	$48) \leq 4, ((D48) * 1.25), SI(D48 > 4, ((5 - ((D48 - 4) * 1.25))))$

Indicador		18
Tipo		R
Pregunta	Con que frecuencia se presentan enfermedades en la familia?	Calificación
Respuestas	alta	0
		1
	media	2
		3
		4
	baja	5

Indicador		19
Tipo		R
Pregunta	Con qué regularidad hace actividad física?	Calificación
Respuestas	ninguna	0
	poca	1
		2
	media	3
		4
	alta	5

Indicador		20
Tipo		R
Pregunta	Cómo califica la calidad de su servicio de salud?	Calificación
Respuestas	pésima	0
	mala	1
		2
	media	3
	buena	4
	muy buena	5

Indicador		21
Tipo		N
Pregunta	Numero de variedad de semillas que conserva	D54
Rango	> 0	$SI(D54 \leq 10, D54 * 0.5, SI(D54 > 10, 5))$

Indicador		22
Tipo		N
Pregunta	% sombra cafetal	D60
Rango	0 - 100%	$SI(D60 > 50, 0, (SI(Y(D60 \geq 0, D60 \leq 15), 0, SI(Y(D60 \geq 15, D60 \leq 32.85), ((D60 - 15.7) * (5/17.15))), SI(Y(D60 > 32.85, D60 \leq 50), (5 - (D60 - 32.85) * (5/17.15))))))$

Indicador		23
Tipo		R
Pregunta	Que cantidad de agua guarda a través de la cosecha de agua?	Calificación
Respuestas	ninguna (no posee cosecha de agua)	0
	poca	1
		2
	media	3
		4
	alta	5

Indicador		24
Tipo		R
Pregunta	Con que frecuencia emplea fertilizantes de síntesis química?	Calificación
Respuestas	alta	0
	media	1
		2
	baja	3
		4
	ninguna	5

Indicador		25
Tipo		R
Pregunta	Con que frecuencia emplea herbicidas?	Calificación
Respuestas	alta	0
	media	1
		2
	baja	3
		4
	ninguna	5

Indicador		26
Tipo		R
Pregunta	Con que frecuencia emplea plaguicidas?	Calificación
Respuestas	alta	0
	media	1
		2
	baja	3
		4
	ninguna	5

Indicador		27
Tipo		R
Pregunta	Que porcentaje de sus cultivos tienen riego?	Calificación
Respuestas	ninguno	0
	1 a 35%	1
		2
	35 a 65%	3
		4
	mas de 65%	5

Indicador		28
Tipo		N
Pregunta	Cuantos insumos utiliza en toda la producción	D66
	Cuantos de esos insumos produce usted mismo	D67
Rango	> 0	$(D67/D66)*5$

Indicador		30
Tipo		N
Pregunta	Indique el numero de especies de Árboles y Arbustos en su fin	D73
Rango	0-5	$Y(D73>2,D73<=72),((D73-2)*(5/70)),SI(Y(D73>72),5))$

Indicador		31
Tipo		N
Pregunta	Indique el numero de especies de Arvenses en su finca	D79
Rango	0-5	$Y(D79 > 4, D79 \leq 32), ((D79 - 4) * (5/28)), SI(Y(D79 > 32), 5))$

Indicador		32
Tipo		N
Pregunta	Numero de especies animales y vegetales que produce en su finca y utiliza en su alimentación	D85
Rango	> 0	$85 \leq 25), ((D85 - 7.9282) * (5/17.3436)), SI(Y(D85 > 25), 5))$

Indicador		33
Tipo		R
Pregunta	Cual es su grado de compromiso, conexión e implicación con la	Calificación
Respuestas	ninguno	0
		1
	bajo	2
	medio	3
		4
	alto	5

Indicador		34
Tipo		R
Pregunta	Cúal es el grado de formación política de los miembros de la fa	Calificación
Respuestas	nulo	0
		1
	bajo	2
	medio	3
		4
	alto	5

Indicador		35
Tipo		R
Pregunta	Con cuantas organizaciones o universidades tiene vínculos?	Calificación
Respuestas	con ninguna	0
		1
	con una	2
		3
	con dos	4
	con mas de dos	5

Indicador		36
Tipo		R
Pregunta	Cuantas redes de apoyo tiene?	Calificación
Respuestas	ninguna	0
		1
	pocas	2
		3
		4
	muchas	5

Tenga en cuenta si se siente incluido, identificado, integrado con sus vecinos, u otras personas de la comunidad. La cantidad de lazos de parentezco, laborales, germinal o de otro tipo.

Indicador		37
Tipo		R
Pregunta	A cuantas organizaciones o cooperativas pertenece?	Calificación
Respuestas	ninguna	0
		1
	una	2
	dos	3
	mas de dos	4
		5

Indicador		38
Tipo		R
Pregunta	Cuál es el grado de desición política de los miembros de la fam	Calificación
Respuestas	nulo	0
		1
	bajo	2
	medio	3
		4
	alto	5

Indicador		39
Tipo		R
Pregunta	Cual es el grado de decisión política de las mujeres?	Calificación
Respuestas	nulo	0
		1
	bajo	2
	medio	3
		4
	alto	5

Indicador		40
Tipo		N
Pregunta	Total venta de otros productos agricolas el año anterior	D91
	Total gastos para la producción y comercialización de productos distintos al café	D92
	Total ingresos externos de la finca (jornales, remesas, venta de artesanias, pensiones, etc)	D93
	Rango	>0
		$5 - (((D93 / ((D106 + D91 + D93) - (D107 + D92))) * 5))$

Indicador		41
Tipo		R
Pregunta	Cómo califica su capacidad de ahorro?	Calificación
Respuestas	nula	0
		1
	baja	2
	media	3
		4
	alta	5

Indicador		42
Tipo		R
Pregunta	Ha recibido capacitación en cambio climático	Calificación
Respuestas	nunca	0
		1
	ocasionalmente	2
		3
		4
	varias veces	5

Indicador		43
Tipo		R
Pregunta	Ha recibido capacitación o posee conocimientos agroecológicos	Calificación
Respuestas	no	0
		1
		2
	algunas (algunos)	3
		4
	varias (varios)	5

Indicador		44
Tipo		R
Pregunta	Cómo califica las instalaciones para el procesamiento de café	Calificación
Respuestas	no posee	0
	muy malas	1
	malas	2
	regulares	3
	buenas	4
	muy buenas	5

Indicador		45
Tipo		N
Pregunta	Productividad del café, medida en Kg de pergamino seco por p	D99
Rango	> 0	$SI(D99 \leq 0.567, D99 * (5/0.567), 5)$

Indicador		46
Tipo		N
Pregunta	Salario mínimo mensual vigente año anterior	D105
	Total venta del café el año anterior	D106
	Gastos en la producción y comercialización de café el año anterior (jornales pagados, jornales de la familia, insumos y transporte antes de la venta)	D107
Rango	> 0	$SI(((D106 - D107)/12) \geq (D105 * 2), 5, (SI(Y(((D106 - D107)/12) \geq D105, ((D106 - D107)/12) < (D105 * 2)), ((D106 - D107)/12) - D105) * (5/D105), 0))$

6.6.2 Listado de las 46 variables calificadas y coeficiente de importancia para su ponderación

Aspecto	Criterio	Indicador	Coef. de importancia
1. CONDICION -CONTEXTO	1.1 BIOFISICO	1 Ríos, quebradas y cuerpos de agua (cantidad y tamaño)	2,85
		2 Clima	2,19
		3 Relieve	1,34
		4 Suelos (fertilidad)	2,73
		5 Cercanía a bosques y fuentes de agua	2,28
	1.2 RASGOS SOCIALES	6 Tamaño de la tierra	2,42
		7 Propiedad tierra	3,26
		8 Tiempo permanencia	0,48
		9 Edad familia	1,11
		10 Numero hijos trabajando campo	0,61
		11 Estado de carreteras	0,64
		12 Calidad y acceso a comunicaciones (periódico, teléfono internet, radio, tv)	0,33
		13 Calidad vivienda	0,59
	1.3 SALUD	14 Servicios públicos	0,44
		15 Agua potable	3,53
		16 Frecuencia consumo frutas y verduras	2,03
		17 Frecuencia consumo alimentos proteicos (queso, huevos, leguminosas, carnes)	1,89
		18 Enfermedades presentes en familia	1,12
		19 Actividad física	0,87
		20 Calidad servicio de salud	2,53
2. DIVERSIDAD	2.1 PRACTICAS	21 Conservación semillas	1,50
		22 Sombra	1,83
		23 Cosecha de agua (cantidad que guarda)	4,33
		24 Uso fertilizantes	1,00
		25 Manejo arvenses	1,42
		26 Uso de herbicidas y plaguicidas	0,74
		27 Riego	2,17
		28 Dependencia compra insumos	1,45
	2.2 BIOLOGICA	29 Microorganismos (suelo)	1,03
		30 Árboles y Arbustos	2,34
		31 Arvenses	1,70
		32 Alimentos producidos (vegetal y animal)	7,74
3. CAPACIDAD DE TRANSFORMAR	3.1 ORGANIZATIVO	33 Grado pertenencia al territorio (ventajas de vida en el campo)	6,28
		34 Formación política	4,18
		35 Vínculo con Universidades u organizaciones	1,54
		36 Redes apoyo	2,27
		37 Pertenencia a organizaciones y/o cooperativas	3,84
		38 Grado de decisión política	3,82
		39 Grado decisión política de las mujeres	2,66
	3.2 TÉCNICO	40 Ingresos extra	3,83
		41 Capacidad de ahorro	2,39
		42 Capacitación Cambio Climático	0,63
		43 Conocimientos agroecológicos	0,73
		44 Instalaciones procesamiento de café u otros	1,30
		45 Productividad del café	2,12
		46 Precio de venta del café	3,91
:TOTAL			100,00

6.6.5 Matriz de correlación completa

1	0,0	-0,5	-0,5	-0,3	0,8	-0,6	-0,6	0,2	-0,2	0,6	0,0	0,7	0,6	0,0	0,1	0,6	0,4	-0,4	0,4	-0,5	-0,1	0,9	-0,6	-0,4	-0,6	0,9	-0,7	-0,5	0,0	0,1	0,2	-0,8	-0,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	-0,4	0,3	-0,2	-0,4	0,9	0,8	0,1	
2	-0,5	0,0	1,0	0,9	-0,7	0,3	0,3	0,3	0,8	-0,3	0,0	-0,4	-0,5	0,0	0,7	0,2	-0,3	0,4	0,3	0,9	-0,3	-0,2	0,8	0,7	0,8	-0,2	0,7	0,9	0,5	0,5	0,8	0,5	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,0	0,6	0,7	-0,2	-0,3	0,7	
4	-0,5	1,0	0,0	1,0	-0,5	0,4	0,4	0,2	0,6	-0,4	0,0	-0,3	-0,4	0,0	0,7	0,3	-0,5	0,3	0,5	1,0	-0,4	-0,2	0,9	0,8	0,9	-0,1	0,7	0,8	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,2	0,7	0,8	-0,2	-0,4	0,7	
5	-0,3	0,9	1,0	0,0	-0,4	0,2	0,2	0,2	0,6	-0,2	0,0	-0,3	-0,4	0,0	0,7	0,3	-0,4	0,2	0,4	0,9	-0,5	0,0	0,9	0,9	0,8	0,1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,4	0,8	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,1	0,7	0,8	-0,1	-0,2	0,7	
6	0,8	-0,7	-0,5	-0,4	0,0	-0,4	-0,3	-0,7	0,4	0,0	0,6	0,6	0,0	-0,1	0,3	0,0	-0,7	0,2	-0,5	-0,3	0,8	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,5	0,8	-0,5	-0,8	0,1	0,1	-0,2	-0,6	-0,2	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,2	-0,2	-0,3	0,7	0,5	-0,1
7	-0,6	0,3	0,4	0,2	-0,4	0,0	1,0	-0,1	0,1	-1,0	0,0	-0,2	-0,3	0,0	0,2	0,1	-0,5	0,2	0,3	0,5	0,3	-0,5	0,6	0,6	0,7	-0,4	0,4	0,1	0,6	0,2	0,0	0,9	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,6	0,6	-0,6	-0,9	0,2	
8	-0,6	0,3	0,4	0,2	-0,4	1,0	0,0	-0,1	0,1	-1,0	0,0	-0,2	-0,3	0,0	0,2	0,1	-0,5	0,2	0,3	0,5	0,3	-0,5	0,6	0,6	0,7	-0,4	0,4	0,1	0,6	0,2	0,0	0,9	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,6	0,6	-0,6	-0,9	0,2	
9	0,2	0,3	0,2	0,2	-0,3	-0,1	-0,1	0,0	0,8	0,1	0,0	-0,3	-0,5	0,0	0,2	0,2	0,7	0,8	0,2	0,2	0,5	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,4	0,2	0,5	0,6	-0,1	0,2	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
10	-0,2	0,8	0,6	0,6	-0,7	0,1	0,1	0,8	0,0	-0,1	0,0	-0,5	-0,6	0,0	0,4	0,1	0,4	0,8	0,2	0,6	0,3	-0,2	0,6	0,5	0,5	-0,2	0,5	0,8	0,2	0,4	0,7	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,2	-0,1	0,4	0,5	-0,1	-0,1	0,4	
11	0,6	-0,3	-0,4	-0,2	0,4	-1,0	-1,0	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	-0,2	-0,1	0,5	-0,2	-0,3	-0,5	-0,3	0,5	-0,6	-0,6	-0,7	0,4	-0,4	-0,1	-0,6	-0,2	0,0	-0,9	-0,6	-0,4	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,7	-0,4	-0,6	-0,6	0,6	0,9	-0,2	
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,7	-0,4	-0,3	-0,3	0,6	-0,2	-0,2	-0,3	-0,5	0,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,4	0,7	-0,3	-0,8	0,6	-0,4	-0,3	0,7	-0,6	-0,4	-0,5	0,7	-0,8	-0,6	-0,1	-0,4	0,0	-0,4	-0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	-0,5	0,7	-0,4	-0,5	0,7	0,5	0,4	
14	0,6	-0,5	-0,4	-0,4	0,6	-0,3	-0,3	-0,5	-0,6	0,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3	0,6	-0,3	-0,9	0,4	-0,4	-0,4	0,6	-0,6	-0,5	-0,6	0,6	-0,9	-0,6	-0,2	-0,5	-0,1	-0,4	-0,5	-0,1	0,0	-0,1	-0,6	0,6	-0,5	-0,6	0,6	0,5	0,3			
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,1	0,7	0,7	0,7	-0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	-0,2	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,8	-0,4	-0,2	0,9	0,6	-0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,0	0,4	0,5	0,3	0,8	0,2	0,4	0,7	0,6	0,9	0,8	0,7	0,1	0,7	0,3	0,4	0,4	0,1	1,0	
17	0,6	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	-0,1	0,0	0,7	0,6	0,0	0,8	0,0	-0,2	-0,4	1,0	0,3	-0,2	0,7	0,0	0,2	0,1	0,7	-0,4	-0,1	0,4	0,2	0,7	-0,1	0,2	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	-0,1	0,9	0,2	0,1	0,7	0,3	0,8	
18	0,4	-0,3	-0,5	-0,4	0,0	-0,5	-0,5	0,7	0,4	0,5	0,0	-0,3	-0,3	0,0	-0,4	-0,2	0,0	0,5	-0,4	-0,5	0,5	0,1	-0,4	-0,4	-0,4	0,0	-0,1	0,0	-0,4	0,1	0,0	-0,6	-0,4	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	0,0	-0,4	-0,4	-0,2	-0,3	0,3	0,5	-0,5	
19	-0,4	0,4	0,3	0,2	-0,7	0,2	0,2	0,8	0,8	-0,2	0,0	-0,8	-0,9	0,0	-0,2	-0,4	0,5	0,0	-0,3	0,3	0,6	-0,5	0,4	0,3	0,4	-0,6	0,6	0,6	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	-0,4	0,4	0,4	-0,4	-0,4	-0,2
20	0,4	0,3	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	-0,3	0,0	0,6	0,4	0,0	0,9	1,0	-0,4	-0,3	0,0	0,5	-0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,6	-0,1	0,0	0,6	0,3	0,7	0,2	0,4	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,2	0,9	0,4	0,4	0,6	0,1	0,9	
21	-0,5	0,9	1,0	0,9	-0,5	0,5	0,5	0,2	0,6	-0,5	0,0	-0,4	-0,4	0,0	0,6	0,3	-0,5	0,3	0,5	0,0	-0,3	-0,2	1,0	0,9	0,9	-0,1	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,2	0,8	0,9	-0,2	-0,5	0,7
22	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	-0,3	0,0	-0,3	-0,4	0,0	-0,4	-0,2	0,5	0,6	-0,3	-0,3	0,0	-0,5	-0,1	-0,2	-0,1	-0,5	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,3	0,2	-0,2	0,2	0,3	-0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	
23	0,9	-0,2	-0,2	0,0	0,8	-0,5	-0,5	0,1	-0,2	0,5	0,0	0,7	0,6	0,0	0,4	0,7	0,1	-0,5	0,5	-0,2	-0,5	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	1,0	-0,5	-0,4	0,2	0,3	0,4	-0,7	-0,1	0,2	0,0	0,3	0,3	0,2	-0,3	0,4	-0,1	-0,2	1,0	0,8	0,4	
24	-0,6	0,8	0,9	0,9	-0,5	0,6	0,6	0,2	0,6	-0,6	0,0	-0,6	-0,6	0,0	0,4	0,0	-0,4	0,4	0,3	1,0	-0,1	-0,4	0,0	0,9	1,0	-0,3	0,9	0,6	0,7	0,7	0,5	0,7	0,9	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,9	0,0	0,9	0,9	-0,5	-0,7	0,4	
25	-0,4	0,7	0,8	0,9	-0,3	0,6	0,6	0,2	0,5	-0,6	0,0	-0,4	-0,5	0,0	0,5	0,2	-0,4	0,3	0,4	0,9	-0,2	-0,1	0,9	0,0	1,0	0,0	0,8	0,4	0,9	0,8	0,6	0,6	1,0	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,9	0,1	0,9	1,0	-0,2	-0,5	0,5	
26	-0,6	0,8	0,9	0,8	-0,5	0,7	0,7	0,2	0,5	-0,7	0,0	-0,5	-0,6	0,0	0,4	0,1	-0,4	0,4	0,3	0,9	-0,1	-0,3	1,0	1,0	0,0	-0,2	0,9	0,6	0,8	0,7	0,5	0,8	1,0	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,9	0,1	0,9	1,0	-0,4	-0,7	0,4	
27	0,9	-0,2	-0,1	0,1	0,8	-0,4	-0,4	0,0	-0,2	0,4	0,0	0,7	0,6	0,0	0,4	0,7	0,0	-0,6	0,6	-0,1	-0,5	1,0	-0,3	0,0	-0,2	0,0	-0,4	-0,4	0,3	0,3	0,4	-0,6	0,0	0,3	0,1	0,4	0,3	0,3	-0,1	0,5	0,1	0,0	0,9	0,7	0,4	
28	-0,7	0,7	0,7	0,7	-0,5	0,4	0,4	0,2	0,5	-0,4	0,0	-0,8	-0,9	0,0	0,0	-0,4	-0,1	0,6	-0,1	0,8	-0,1	-0,5	0,9	0,8	0,9	-0,4	0,0	0,6	0,6	0,7	0,3	0,6	0,8	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,8	-0,4	0,7	0,9	0,0	-0,6	-0,6	0,1
29	-0,5	0,9	0,8	0,7	-0,8	0,1	0,1	0,4	0,8	-0,1	0,0	-0,6	-0,6	0,0	0,4	-0,1	0,0	0,6	0,0	0,7	-0,1	-0,4	0,6	0,4	0,6	-0,4	0,6	0,0	0,1	0,2	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	-0,3	0,3	0,5	-0,3	-0,2	0,4	
30	0,0	0,5	0,6	0,7	0,1	0,6	0,6	0,2	0,2	-0,6	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,5	0,4	-0,4	0,0	0,6	0,7	-0,2	0,2	0,7	0,9	0,8	0,3	0,6	0,1	0,0	0,8	0,6	0,5	0,9	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,9	0,4	0,9	0,9	0,1	-0,4	0,5	
31	0,1	0,5	0,5	0,7	0,1	0,2	0,2	0,5	0,4	-0,2	0,0	-0,4	-0,5	0,0	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,7	-0,1	0,3	0,7	0,7	0,8	0,7	0,3	0,7	0,2	0,8	0,0	0,6	0,1	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,0	0,9	0,9	0,1	-0,1	0,3
32	0,2	0,8	0,7	0,8	-0,2	0,0	0,0	0,6	0,7	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,8	0,7	0,0	0,3	0,7	0,7	-0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,6	0,6	0,6	0,0	0,1	0,6	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	0,3	0,4	0,6	0,6	0,4	0,2	0,8	
33	-0,8	0,5	0,6	0,4	-0,6	0,9	0,9	-0,1	0,3	-0,9	0,0	-0,4	-0,4	0,0	0,2	-0,1	-0,6	0,3	0,2	0,7	0,2	-0,7	0,7	0,6	0,8	-0,6	0,6	0,4	0,5	0,1	0,1	0,0	0,6	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,7	0,2	0,6	0,6	-0,7	-0,9	0,3	
34	-0,3	0,7	0,8	0,8	-0,2	0,6	0,6	0,2	0,4	-0,6	0,0	-0,4	-0,5	0,0	0,4	0,2	-0,4	0,3	0,4	0,9	-0,2	-0,1	0,9	1,0	1,0	0,0	0,8	0,4	0,9																	

6.6.6 Matriz de correlación con valores absolutos

	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	0.0	0.5	0.5	0.3	0.8	0.6	0.6	0.2	0.2	0.6	0.0	0.7	0.6	0.0	0.1	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.1	0.9	0.6	0.4	0.6	0.9	0.7	0.5	0.0	0.1	0.2	0.8	0.3	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.4	0.9	0.8	0.1	0.1
2	0.5	0.0	1.0	0.9	0.7	0.3	0.3	0.3	0.8	0.3	0.0	0.4	0.5	0.0	0.7	0.2	0.3	0.4	0.3	0.9	0.3	0.2	0.8	0.7	0.8	0.2	0.7	0.9	0.5	0.5	0.8	0.5	0.7	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.0	0.6	0.7	0.2	0.3	0.7	
4	0.5	1.0	0.0	1.0	0.5	0.4	0.4	0.2	0.6	0.4	0.0	0.3	0.4	0.0	0.7	0.3	0.5	0.3	0.5	1.0	0.4	0.2	0.9	0.8	0.9	0.1	0.7	0.8	0.6	0.5	0.7	0.6	0.8	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.2	0.7	0.8	0.2	0.4	0.7	
5	0.3	0.9	1.0	0.0	0.4	0.2	0.2	0.2	0.6	0.2	0.0	0.3	0.4	0.0	0.7	0.3	0.4	0.2	0.4	0.9	0.5	0.0	0.9	0.9	0.8	0.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.4	0.8	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.1	0.7	0.8	0.1	0.2	0.7
6	0.8	0.7	0.5	0.4	0.0	0.4	0.4	0.3	0.7	0.4	0.0	0.6	0.6	0.0	0.1	0.3	0.0	0.7	0.2	0.5	0.3	0.8	0.5	0.3	0.5	0.8	0.5	0.8	0.1	0.1	0.2	0.6	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	0.5	0.1	
7	0.6	0.3	0.4	0.2	0.4	0.0	1.0	0.1	0.1	1.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.2	0.1	0.5	0.2	0.3	0.5	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.1	0.6	0.2	0.0	0.9	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.4	0.6	0.6	0.6	0.9	0.2	
8	0.6	0.3	0.4	0.2	0.4	1.0	0.0	0.1	0.1	1.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.2	0.1	0.5	0.2	0.3	0.5	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.1	0.6	0.2	0.0	0.9	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.4	0.6	0.6	0.6	0.9	0.2	
9	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.0	0.8	0.1	0.0	0.3	0.5	0.0	0.2	0.2	0.7	0.8	0.2	0.2	0.5	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.4	0.2	0.5	0.6	0.1	0.2	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.0	0.0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
10	0.2	0.8	0.6	0.6	0.7	0.1	0.1	0.8	0.0	0.1	0.0	0.5	0.6	0.0	0.4	0.1	0.4	0.8	0.2	0.6	0.3	0.2	0.6	0.5	0.5	0.2	0.5	0.8	0.2	0.4	0.7	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2	0.1	0.4	0.5	0.1	0.1	0.4	
11	0.6	0.3	0.4	0.2	0.4	1.0	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.2	0.1	0.5	0.2	0.3	0.5	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.1	0.6	0.2	0.0	0.9	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.4	0.6	0.6	0.6	0.9	0.2	
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.7	0.4	0.3	0.3	0.6	0.2	0.2	0.3	0.5	0.2	0.0	0.0	1.0	0.0	0.4	0.7	0.3	0.8	0.6	0.4	0.3	0.7	0.6	0.4	0.5	0.7	0.8	0.6	0.1	0.4	0.0	0.4	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.5	0.7	0.4	0.5	0.7	0.5	0.4	
14	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	0.3	0.3	0.5	0.6	0.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.3	0.9	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.9	0.6	0.2	0.5	0.1	0.4	0.5	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.1	0.7	0.7	0.7	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.8	0.4	0.2	0.9	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.0	0.4	0.5	0.3	0.8	0.2	0.4	0.7	0.6	0.9	0.8	0.7	0.1	0.7	0.3	0.4	0.4	0.1	1.0	
17	0.6	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.7	0.6	0.0	0.8	0.0	0.2	0.4	1.0	0.3	0.2	0.7	0.0	0.2	0.1	0.7	0.4	0.1	0.4	0.2	0.7	0.1	0.2	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.1	0.9	0.2	0.1	0.7	0.3	0.8	
18	0.4	0.3	0.5	0.4	0.0	0.5	0.5	0.7	0.4	0.5	0.0	0.3	0.3	0.0	0.4	0.2	0.0	0.5	0.4	0.5	0.2	0.1	0.4	0.4	0.4	0.0	0.4	0.1	0.0	0.4	0.1	0.0	0.6	0.4	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.4	0.4	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5
19	0.4	0.4	0.3	0.2	0.7	0.2	0.2	0.8	0.8	0.2	0.0	0.8	0.9	0.0	0.2	0.4	0.5	0.0	0.3	0.3	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	
20	0.4	0.3	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.0	0.6	0.4	0.0	0.9	1.0	0.4	0.3	0.0	0.5	0.3	0.5	0.3	0.4	0.3	0.6	0.1	0.0	0.6	0.3	0.7	0.2	0.4	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.2	0.9	0.4	0.4	0.6	0.1	0.9	
21	0.5	0.9	1.0	0.9	0.5	0.5	0.5	0.2	0.6	0.5	0.0	0.4	0.4	0.0	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.0	0.3	0.2	1.0	0.9	0.9	0.1	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.2	0.8	0.9	0.2	0.5	0.7		
22	0.1	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.0	0.3	0.4	0.0	0.4	0.2	0.5	0.6	0.3	0.3	0.0	0.5	0.1	0.2	0.1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	
23	0.9	0.2	0.2	0.0	0.8	0.5	0.5	0.1	0.2	0.5	0.0	0.7	0.6	0.0	0.4	0.7	0.1	0.5	0.5	0.2	0.5	0.0	0.4	0.1	0.3	1.0	0.5	0.4	0.2	0.3	0.4	0.7	0.1	0.2	0.0	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	1.0	0.8	0.4	
24	0.6	0.8	0.9	0.9	0.5	0.6	0.6	0.2	0.6	0.6	0.0	0.6	0.6	0.0	0.4	0.0	0.4	0.4	0.3	1.0	0.1	0.4	0.0	0.9	1.0	0.3	0.9	0.6	0.7	0.7	0.5	0.7	0.9	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.9	0.0	0.9	0.9	0.5	0.7	0.4	
25	0.4	0.7	0.8	0.9	0.3	0.6	0.6	0.2	0.5	0.6	0.0	0.4	0.5	0.0	0.5	0.2	0.4	0.3	0.4	0.9	0.2	0.1	0.9	0.0	1.0	0.0	0.8	0.4	0.9	0.8	0.6	0.6	1.0	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.9	0.1	0.9	1.0	0.2	0.5	0.5	
26	0.6	0.8	0.9	0.8	0.5	0.7	0.7	0.2	0.5	0.7	0.0	0.5	0.6	0.0	0.4	0.1	0.4	0.4	0.3	0.9	0.1	0.3	1.0	1.0	0.0	0.2	0.9	0.6	0.8	0.7	0.5	0.8	1.0	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.9	0.1	0.9	1.0	0.4	0.7	0.4	
27	0.9	0.2	0.1	0.1	0.8	0.4	0.4	0.0	0.2	0.4	0.0	0.7	0.6	0.0	0.4	0.7	0.0	0.6	0.6	0.1	0.5	1.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.0	0.3	0.1	0.4	0.3	0.3	0.1	0.5	0.1	0.0	0.9	0.7	0.4	
28	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.4	0.4	0.2	0.5	0.4	0.0	0.8	0.9	0.0	0.0	0.4	0.1	0.6	0.1	0.8	0.1	0.5	0.9	0.8	0.9	0.4	0.0	0.6	0.6	0.7	0.3	0.6	0.8	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.8	0.4	0.7	0.9	0.6	0.6	0.1	
29	0.5	0.9	0.8	0.7	0.8	0.1	0.1	0.4	0.8	0.1	0.0	0.6	0.6	0.0	0.4	0.1	0.0	0.6	0.0	0.7	0.1	0.4	0.6	0.4	0.6	0.0	0.1	0.2	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4			
30	0.0	0.5	0.6	0.7	0.1	0.6	0.6	0.2	0.2	0.6	0.0	0.1	0.2	0.0	0.5	0.4	0.4	0.0	0.6	0.7	0.2	0.2	0.7	0.9	0.8	0.3	0.6	0.1	0.0	0.8	0.6	0.5	0.9	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.9	0.4	0.9	0.9	0.1	0.4	0.5	
31	0.1	0.5	0.5	0.7	0.1	0.2	0.2	0.5	0.4	0.2	0.0	0.4	0.5	0.0	0.3	0.2	0.1	0.3	0.3	0.7	0.1	0.3	0.7	0.1	0.3	0.7	0.3	0.7	0.2	0.8	0.0	0.6	0.1	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.0	0.9	0.9	0.1	0.1	0.3
32	0.2	0.8	0.7	0.8	0.2	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	0.7	0.0	0.3	0.7	0.7	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.6	0.6	0.6	0.0	0.1	0.6	0.8	0.7	0.9	0.9	0.8	0.3	0.4	0.6	0.6	0.4	0.2	0.8	
33	0.8	0.5	0.6	0.4	0.6	0.9	0.9	0.1	0.3	0.9	0.0	0.4	0.4	0.0	0.2	0.1	0.6	0.3	0.2	0.7	0.2	0.7	0.7	0.6	0.8	0.6	0.6	0.																		

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

1. El análisis de la resiliencia de los sistemas complejos, tiene enormes potencialidades entre tanto se aborde desde un punto de vista integral, que considere tanto los aspectos ecosistémicos como culturales. Cuando las dimensiones económica, política e ideológica se incluyen en este análisis, es posible reconocer que las comunidades rurales no solo deben enfrentarse a los problemas ocasionados por la variabilidad en el clima, sino, sobre todo, a los causados por los modelos económicos y políticos predominantes. En este contexto la capacidad de las comunidades de reorganizar las formas en que se relacionan con el entorno, de reinventar las estructuras y de transformar los paradigmas, adquiere un papel preponderante en la resiliencia.
2. La conceptualización propuesta de la resiliencia permite que sea abordada en futuras investigaciones a través de cuatro aspectos claves que están dialécticamente relacionados: 1) análisis de la causalidad (desarrollo histórico de sus condiciones espaciales, biofísicas, políticas, económicas, sociales); 2) el cambio, la incertidumbre y la perspectiva de múltiples escalas; 3) la diversidad (no solo ecosistémica, sino respecto a voces, ideas y posibilidades); y 4) la combinación de diferentes tipos de conocimiento y la capacidad de transformar.
3. Adicionalmente, se elaboró una herramienta metodológica que permite comprender la resiliencia integrando factores de diferente naturaleza, facilitar su calificación de manera relativamente sencilla y monitorear su evolución.
4. Para lograr una aproximación integral a la resiliencia se incluyeron factores que normalmente han sido ignorados en este tipo de investigaciones, especialmente las percepciones y el conocimiento tradicional de las comunidades rurales. Esto evidenció que los campesinos caficultores emplean de manera más frecuente el uso de indicadores de tipo atmosférico y biológico para predecir los cambios en variables climáticas. Así mismo, cuentan con estrategias adaptativas tales como la preservación de la biodiversidad en las fincas y la combinación de diferente tipo de conocimiento (científico y tradicional).
5. Las dinámicas históricas que se desarrollaron en la región del Tequendama, permiten identificar rasgos de la actual resiliencia del campesino de Anolaima. Algunas continuidades como la pérdida de diversidad biológica, la dependencia a las políticas internacionales en torno a la caficultura, el poco acceso a tierra y capital y principalmente, la limitada capacidad de organización y participación en procesos de decisión política, son factores que disminuyen la resiliencia de los

campesinos caficultores de la zona. Se identificaron algunas prácticas de manejo de los cultivos que permiten amortiguar las fluctuaciones del clima, tales como el mantenimiento de niveles de sombrero, que favorecen la productividad del café, al tiempo que sirven para conservar la biodiversidad de las fincas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la temperatura, amplitud térmica y déficit de presión de vapor, siendo menores los valores en las fincas con mayor cantidad de sombrero, lo cual facilita las condiciones para el desarrollo del café.

6. La comparación de la resiliencia de diferentes caficultores, permitió integrar variables cualitativas y cuantitativas, con ayuda de expertos y de campesinos en la elaboración de una propuesta metodológica para analizar la resiliencia total de las fincas. El resultado mostró que los aspectos de orden cultural fueron los que más limitaron la resiliencia de los caficultores (empoderamiento de la comunidad, bajos ingresos o ahorros y precios desfavorables del café).

7.2 Recomendaciones

Abordar las discusiones sobre la resiliencia involucrando una visión ambiental, que reconozca los puntos clave que requieren ser transformados, para alcanzar una mayor resiliencia de las comunidades rurales.

Aplicar la herramienta planteada en diferentes condiciones, que permita integrar diversos aspectos y ponderarlos de acuerdo a las condiciones y dinámicas concretas de cada sitio de estudio.

Profundizar en el análisis del comportamiento de las variables microclimáticas, con un número mayor de fincas y de contextos, para generar estrategias de adaptación de los cultivos a la variabilidad climática

Incluir en futuras investigaciones los conocimientos tradicionales y combinarlos con los académicos, para tomar acciones en torno a la construcción de la resiliencia de las comunidades involucradas