



D o s i e r

Estudio de la vulnerabilidad socioecológica entre productores cafeteros de la cuenca del río Chinchiná (departamento de Caldas, Colombia)

DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.boan.v37n64a1>

Erika Cristina Acevedo Mejía

Dra. en Ciencias Sociales. erika.acevedo@udea.edu.co

Alexandra Urán Carmona

Dra. en Ciencias Sociales. alexandra.uran@udea.edu.co

Resumen. Este artículo analiza la vulnerabilidad socioecológica frente a los cambios en la variabilidad climática (cvc) y los eventos climáticos extremos (ECE) en la zona cafetera de la cuenca del río Chinchiná (CRCH), como una clave para revisar el modelo de la agricultura extractivista en Colombia. Se estudiaron cualitativamente variables sociales y ecológicas a la luz de la ecuación de El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que establece que la vulnerabilidad puede determinarse en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa (2007). Esta ecuación fue aplicada a nueve fincas cafeteras para identificar medidas conducentes a su estabilización luego de las alteraciones climáticas. Como resultado se obtuvo que las medidas adaptativas más efectivas son aquellas que incorporan prácticas como la diversificación de cultivos asociados al café, la implementación de sistemas de riego y la inclusión de prácticas culturales asociadas al cultivo.

Palabras clave: cambio climático, vulnerabilidad socioecológica, producción cafetera, cuenca del río Chinchiná (Colombia).



Study of socio-ecological vulnerability among coffee producers in the Chinchiná river basin (Caldas, Colombia)

Abstract. This article analyzes socio-ecological vulnerability to climate variability and change (CVC) and extreme weather events (EWEs) in the coffee growing area of the Chinchiná River Basin (CHRB), as a key to review the extractive agriculture model in Colombia. Social and ecological variables were studied qualitatively in the light of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) equation, which states that vulnerability can be determined based on exposure, sensitivity, and adaptive capacity (2007). This equation was applied to nine coffee farms to identify measures leading to their stabilization after climatic alterations. As a result, the most effective adaptive measures are those that incorporate practices such as diversification of crops associated with coffee, the implementation of irrigation systems, and the inclusion of cultural practices related to cultivation.

Keywords: climate change, socio-ecological vulnerability, coffee production, Chinchiná river basin (Colombia).

Étude sur la vulnérabilité socio-écologique des producteurs de café dans le bassin de la rivière Chinchiná (département de Caldas - Colombie).

Résumé. Dans cet article on analyse la vulnérabilité socio-écologique, dans le contexte des changements de la variabilité climatique et des événements météorologiques extrêmes dans la zone caféière du bassin de la rivière Chinchiná, en tant que critère pour la révision du modèle d'agriculture extractiviste en Colombie. Les variables sociales et écologiques ont été étudiées qualitativement à la lumière de l'équation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), lequel établit que la vulnérabilité peut être déterminée en termes d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation (2007). Cette équation a été utilisée dans neuf exploitations de café afin d'identifier les mesures propices à leur stabilisation après des perturbations climatiques. Il en ressort que les mesures d'adaptation les plus efficaces sont celles qui intègrent des pratiques telles que la diversification des cultures associées au café, la mise en place de systèmes d'irrigation et l'intégration de pratiques culturelles associées à la culture.

Mots-clés : changement climatique, vulnérabilité socio-écologique, production de café, bassin de la rivière Chinchiná (Colombie).

Estudo da vulnerabilidade socioecológica entre produtores cafeeiros da bacia do rio Chinchiná (Departamento de Caldas, Colômbia).

Resumo: Este artigo analisa a vulnerabilidade socioecológica diante as mudanças na variação climática (CVC) e os eventos climáticos extremos (ECE) na zona cafeeira da bacia do rio Chinchiná (CRCH), como uma chave para conferir o modelo de agricultura extrativista na Colômbia. Estudaram-se qualitativamente variáveis sociais e ecológicas à luz da equação de El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que establece que a vulnerabilidade pode se determinar em função da exposição, a sensibilidade e a capacidade adaptativa (2007). Esta equação foi aplicada a nove sítios cafeeiros para identificar medidas propícias a sua estabilização depois das alterações climáticas. Como resultado se obteve que as medidas adaptativas mais efetivas são aquelas que incorporam práticas como a diversificação de cultivos associados ao café, a implementação de sistemas de irrigação e a inclusão de práticas associadas ao cultivo.

Palavras Chave: mudança climática, vulnerabilidade socioecológica, produção cafeeira, bacia do rio Chinchiná (Colômbia).

Introducción

La cuenca del río Chinchiná (CRCH) fue abordada como un sistema (Von Bertalanffy, 1976) para conocer los principales factores biogeofísicos que generan *la exposición* y las dinámicas sociales que inciden en la *sensibilidad*, y para entender los aspectos que configuran la *capacidad adaptativa* en los sistemas productivos de café y frente a los cambios en la variabilidad climática (CVC). Lo anterior, se expresa en la ecuación 1 (IPCC, 2007).

Ecuación 1.

$$\text{Vulnerabilidad} = [(\text{Exposición} + \text{Sensibilidad}) - \text{Capacidad Adaptativa}]$$

Asimismo, al entender que “los cambios en las pautas de precipitación y la desaparición de los glaciares afectarían seriamente la disponibilidad de agua para el consumo humano, para la agricultura y para la generación de energía” (IPCC, 2007: 52) se enfatizó en la complejidad que involucra el estudio del cambio climático (cc) y de los cvc, señalando la necesidad de crear estrategias para reducir la vulnerabilidad. En consecuencia, se destacó el requerimiento de comprender la adaptación desde la perspectiva del desarrollo de capacidades tanto a nivel institucional como secular.

Marco de referencia teórica

El estudio de la vulnerabilidad requiere del abordaje contextualizado de las causas que la originan, y en la evaluación de las dimensiones biogeofísicas, económicas, culturales y políticas preexistentes en los sistemas socioecológicos se hallan las claves para identificar los determinantes de la capacidad adaptativa, la cual se contrapone a la vulnerabilidad socioecológica del sistema de producción de café en esta zona colombiana.

La *capacidad adaptativa* es la habilidad de los sistemas para ajustarse a las condiciones del entorno y aumentar su rango de tolerancia ante aquellos factores que lo afectan (Díaz y Hurlbert, 2012). Se refiere a las características que dan flexibilidad a un sistema para desarrollar estrategias de gestión de riesgos, evitando el aumento de su vulnerabilidad y proveyéndole suficiente grado de libertad para afrontar contingencias futuras (Eakin y Lemos 2006). Es así como “los factores determinantes de la sensibilidad coinciden en gran medida con aquellos que limitan la capacidad de adaptación” (Mussetta *et al.*, 2017: 126).

Las medidas adaptativas, entendidas como la capacidad de prever la reacción de un sistema ante la ocurrencia de un evento extremo y de hacer que esta tenga el potencial de superarlo, no son contempladas aún dentro de la legislación colombiana ni en la de la cuenca. Esto genera tensiones entre la mercantilización del fenómeno y aquellas corrientes ecológicas que apuntan a transformaciones sociales y a cambios

más radicales en los modelos de producción y de consumo (Martínez Alier, 2006; Rodríguez Becerra y García Portilla, 2013).

La teoría general de sistemas (TGS) argumenta que “los fenómenos sociales deben ser considerados en términos de sistemas” (Von Bertalanffy, 1976: 6), y que, para ello, se requiere de su comprensión, no como la suma de las partes (como proponía la perspectiva mecanicista), sino mediante la identificación de las interacciones entre sistemas que configuran estructuras (Von Bertalanffy, 1976). Los sistemas socioecológicos representan la conjunción entre sistemas sociales y ecológicos, entendiéndose como entidades íntimamente entrelazadas (Depietri, Welle y Renaud, 2013) que estructuran formas de autoorganización en respuesta a perturbaciones. La evidencia del aumento de los impactos negativos del CC y de los CVC en las poblaciones humanas demanda el abordaje de la problemática, partiendo de sistemas complejos en aras de entender los patrones necesarios para incrementar su capacidad adaptativa (Schianetz y Kavanagh, 2008). En este sentido, los sistemas económicos se identifican con un conjunto de pautas que determinan la asignación de recursos y las relaciones e interdependencias entre agentes o unidades económicas (Carrasco, 1996; Lo Vuolo, 2021).

Este artículo se acoge a la perspectiva del *cambio adaptativo* como propiedad y fundamento de los sistemas socioecológicos sustentables (Salas Zapata, Ríos Osorio y Álvarez del Castillo, 2012), los cuales requieren de la combinación de experiencia y de conocimiento para convertir las crisis en oportunidades de renovación (Kobayashi, 2020). Los sistemas socioecológicos constituyen entramados de relaciones que se mantienen gracias a un constante intercambio de materia, de energía y de información con su medio, dando lugar a modificaciones en el funcionamiento y/o la estructura del sistema social debido a cambios en el entorno ecológico o viceversa, y llegando a modificar su propia estructura. Gracias a esto, “los sistemas pueden mantenerse en orden aún en un entorno tendiente al desorden” (Urquiza Gómez y Cadenas, 2015: 17). Si se considera que existe una amplia variedad de sistemas socioecológicos, “es lógico suponer que las características que determinan su capacidad adaptativa ante una perturbación también son variables” (Salas Zapata, Ríos Osorio y del Castillo, 2012: 76).

Se considera, además, que la noción misma de *recurso* debe ser problematizada, con el objetivo de aspirar a la generación de transformaciones en las ideas y las prácticas que solventen las problemáticas socioambientales actuales. Los recursos se definen desde la biología como aquellos elementos que abastecen los procesos de circulación. Los *recursos naturales* serían entonces aquellos componentes de la naturaleza que resultan de interés para un grupo social determinado, siendo objeto de modificación y de transformación para su uso en procesos predominantemente económicos (Morales Jasso, 2016).

De acuerdo con Ribot (2017), el análisis de la vulnerabilidad busca identificar las causas fundantes de las crisis para hallar soluciones transformadoras, mientras

que el abordaje del riesgo, asociado al cambio climático, se enfoca en entender la causalidad de las amenazas, sin atribuir peso alguno a variables sociales como la falta de capacidad. El enfoque de la vulnerabilidad socioecológica, que aquí se acoge, pretende “identificar la habilidad —medios y poder— de la gente vulnerable para influenciar en la economía política que da forma a sus bienes y resguardos sociales” (13).

De esta manera, las relaciones funcionales y la interdependencia de las magnitudes o elementos económicos configuran las bases para el principio de la interdependencia de los sistemas, y son, básicamente, procesos históricos que incluyen valores de sistemas anteriores, que simultáneamente dan origen a nuevas formas que se incorporan en su funcionamiento. Además, la interdependencia de los sistemas no se expresa solamente en el tiempo, sino también en el espacio: “si los sistemas no pueden desaparecer y eliminarse, no se les puede concebir existiendo simplemente, sino con vínculos orgánicos entre sí” (Luhmann, 1998: 141). La tendencia a estudiar los sistemas como entidades, más que como conglomerados de partes, busca entender las interacciones para examinarlas y abordar segmentos de la naturaleza cada vez mayores (Toledo, 2009).

Este artículo tiene por objeto identificar los principales factores que inciden en la vulnerabilidad y frente a los CVC en sistemas productivos cafeteros de la CRCH. Para ello, se partió del informe realizado por el IPCC (2007), buscando hacer operativos los conceptos de *vulnerabilidad*, *exposición*, *sensibilidad* y *adaptación* a través de la construcción de indicadores *in situ* y desde la perspectiva de las ciencias sociales.

Metodología

Se abordó la CRCH como un sistema del que hacen parte nueve fincas cafeteras, las cuales permitieron el pilotaje y la exploración de los factores causantes de la vulnerabilidad, y cuyo estudio permitió identificar las medidas conducentes a la estabilización de estos sistemas productivos, luego de experimentar afectaciones relacionadas con las alteraciones climáticas. Se evaluaron en cada una de las fincas tres eventos hidrometeorológicos asociados con El Niño Oscilación del Sur (ENOS)¹

1 El Niño y La Niña constituyen las fases extremas del evento océano-atmosférico conocido como El Niño Oscilación del Sur (ENOS o ENSO, estas últimas son sus siglas en inglés) (Poveda y Mesa, 1996), y son los eventos hidrometeorológicos durante los cuales se presentan los datos con anomalías más relevantes en el área de estudio (Ocampo, 2012). La fase fría del ENOS, La Niña, corresponde a un aumento significativo de las precipitaciones y al riesgo de inundación en los Andes colombianos, mientras que la fase cálida, El Niño, exacerba la intensidad de las sequías (Poveda *et al.*, 2001; Poveda, Álvarez y Rueda, 2011), incrementa la temperatura del aire, del brillo solar y disminuye las precipitaciones (Poveda, 2004).

en los que se alteraron los niveles normales de precipitación en la CRCH, a saber, El Niño 2009-2010, La Niña 2010-2011 y El Niño 2015-2016.

Para la selección de los interlocutores se utilizó una técnica de muestreo no probabilístico conocida como efecto bola de nieve, en la que a partir de un primer contacto se referenció a otros (Morone, 2013). Se llevó a cabo el análisis de las muestras mediante el *software* NVivo, dirigido a la investigación con métodos cualitativos, y se utilizó la herramienta TagCrowd, que posibilita la creación de nubes de palabras. Si bien esta investigación consideró criterios cualitativos para la selección de la muestra, en la determinación de los factores biogeofísicos se emplearon técnicas cuantitativas. Los métodos y técnicas usados en la investigación se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Métodos y técnicas usadas en la identificación de los factores de exposición biogeofísicos, de sensibilidad y de la capacidad adaptativa

Factores de exposición biogeofísicos	Factores de sensibilidad socioecológica	Factores de capacidad adaptativa
<p>Método 1: cualitativo. Técnicas: observación, diario de campo y entrevistas.</p> <p>Método 2: cuantitativo. Técnicas: georreferenciación y medición satelital con radares (EVI); Precipitación media anual 2009 y 2010 (base de datos para precipitación CHIRPS V2.0, 2009-2010); Índice Oceánico de El Niño (ONI, 2000-2016); índices de vegetación MODIS (producto MOD13Q1), y Datos pluviométricos en la ventana de observación entre los años 1980 y 2015 (Ideam, s.f.).</p>	<p>Método: cualitativo. Técnicas: observación, diario de campo y entrevistas.</p>	<p>Método: cualitativo. Técnicas: observación, diario de campo, entrevistas y revisión sistemática de literatura (Urrútia y Bonfill, 2010; Machado Vargas y Ríos Osorio, 2016).</p>
Análisis de los factores de exposición biogeofísicos	Análisis de los factores de sensibilidad socioecológica	Análisis de los datos de los factores de la capacidad adaptativa
<p>Se realizaron mapas a partir de la información recaudada, posibilitando la observación de los distintos eventos mediante la combinación de variables.</p>	<p><i>Software</i> NVivo y TagCrowd.</p>	<p>Enfoque <i>top down</i> y <i>bottom up</i> (Van Aalst <i>et al.</i>, 2008; Espíndola y Valderrama, 2016) y diagramas de regulación dinámica (Von Bertalanffy, 1976; Salas Zapata, Ríos Osorio y Álvarez del Castillo, 2012).</p>

Fuente: elaboración propia.

Se estableció que los estudios sobre la vulnerabilidad requieren de la identificación de los agentes afectados, de los impactos del evento climático experimentado en un sistema determinado y de la vinculación de la forma en que los agentes afectados y el evento interactúan (Conde Álvarez y Saldaña Zorrilla, 2007).

De esto se derivó la necesidad de profundizar en escalas cada vez más locales, de manera que pudiese presentarse una perspectiva micro del problema, operando no solamente en el ámbito del cambio climático mundial, es decir la perspectiva macro, sino también en eventos estadísticamente significativos a nivel continental, marítimo y regional.

Esta conceptualización de la vulnerabilidad socioecológica se enfoca en el estudio de los grupos sociales expuestos a peligros naturales (Collins, Ersing y Polen, 2017), cuyo impacto puede exacerbarse por el acceso desigual a los recursos, la inseguridad alimentaria, las tendencias de la globalización económica, el extractivismo, los conflictos socioambientales y la incidencia de enfermedades. Se considera que la adaptación puede reducir la vulnerabilidad en todas sus dimensiones, especialmente cuando se enmarca en iniciativas sectoriales más amplias, pues “la capacidad adaptativa está íntimamente relacionada con el desarrollo social y económico, aunque se halla desigualmente distribuida entre las sociedades” (IPCC, 2007: 14).

En esta mirada compleja los factores climáticos no son entendidos como los causantes primarios de la vulnerabilidad, sino como elementos multiplicadores de vulnerabilidades previas (Mussetta *et al.*, 2017). Esto se debe a que los procesos que subyacen a la vulnerabilidad socioecológica son dinámicos y se manifiestan de manera diferencial en distintas escalas y sectores, que se configuran escenarios complejos, y, en consecuencia, “los sistemas que se basan en la agregación de indicadores estáticos resultan insuficientes para la evaluación de la vulnerabilidad” (Eriksen y Kelly; citados en Mussetta *et al.*, 2017: 122).

Contexto

En América Latina la primera legislación específica para reglamentar las emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático antropogénico, fue la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) que se celebró en Río de Janeiro en 1992 (Naciones Unidas, 1992). Allí se propuso la estabilización de las concentraciones de estos gases en la atmósfera, a un nivel en el cual las actividades humanas resultaran inocuas para el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adaptaran naturalmente al CC, asegurando la producción de alimentos y permitiendo que el desarrollo económico continuara (PNUMA y Parlatino, 2015).

En Colombia la adopción de las políticas para hacer frente al CC, a los CVC y a los eventos climáticos extremos aún se está construyendo conceptualmente, tratando de adaptar las instituciones preexistentes al manejo de esta problemática o creando nuevas instituciones que permitan su gestión. El país presentó en los años 2001, 2010 y 2015 las Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático que realizan los países miembros de la CMNUCC, y que constituyen el mecanismo para mostrar los avances

en la implementación de los acuerdos de la convención (acciones de mitigación, de educación, de adaptación, etc.) (Ideam *et al.*, 2015).

El objetivo de la Política Nacional de Cambio Climático en el país reproduce las medidas mundiales para gestionarlo, considerando que debe ser un tema central en “las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera” (MADS, 2016: 15). El CC en Colombia se ha acoplado a las dinámicas clientelistas marcadas por la presencia de transacciones asimétricas, en las que hay quienes controlan y distribuyen el acceso a recursos, bienes y servicios a cambio de lealtad y apoyo político. Se trata, a su vez, de una relación paradójica, puesto que implica reciprocidad y voluntarismo, pero también involucra explotación y dominación (Arriagada, 2013). La CRCH está ubicada en el departamento de Caldas, en el noroeste de Colombia, y constituye un caso de estudio excepcional debido a las interacciones climáticas y sociales que ocurren alrededor de la producción de café, instaurando un escenario expuesto a CVC (Mussetta *et al.*, 2017).

En la CRCH se presentan todos los pisos térmicos, favoreciendo la biodiversidad en términos de flora y fauna, de ecosistemas y de unidades geomorfológicas. Existe un piso térmico frío, un piso térmico templado y un piso térmico cálido. El piso térmico frío, ubicado en la parte alta de la cuenca, cuenta con temperaturas que van desde los 17 °C hasta temperaturas por debajo de cero en el Nevado del Ruiz (Ocampo, 2012). En las zonas altas es común la deforestación para la crianza extensiva de ganado vacuno y el establecimiento de cultivos intensivos de papa. Estas actividades, en conjunto, ocupan el 70% del área ubicada por encima de los 3.600 msnm, que “por su ubicación altitudinal y por sus características geológicas y climáticas deberían estar cubiertas exclusivamente por vegetación protectora” (Corporación Caldas y Conservación Internacional, 2007: 82).

El piso térmico templado, localizado en la cuenca media, cuenta con temperaturas que oscilan entre 18 y 22 °C (Ocampo, 2012). Allí, la producción cafetera en monocultivos intensivos constituye el principal renglón económico. La franja altitudinal adecuada para el café va desde los 1.000 hasta los 2.000 msnm, y dentro de la cual existe una zona óptima que está entre los 1.300 y los 1.700 msnm, una zona marginal baja ubicada entre los 1.000 y los 1.300 msnm y una zona marginal alta entre los 1.700 y los 2.000 msnm (Jaramillo, 2005; Calambas, 2009; Mussetta *et al.*, 2017).

Los principales factores de exposición macroclimáticos, microclimáticos, geomorfológicos y sociales son: i. la influencia de los patrones de circulación sinóptica asociados con el océano Pacífico que incide en el hidroclima de esta cuenca; ii. la CRCH está ubicada en las montañas andinas de Colombia, cerca de 5° latitud Norte, en la confluencia de los chorros de bajo nivel del Caribe y del Chocó (Poveda *et al.*, 2014); iii. la escorrentía desempeña un papel importante en

los ciclos de energía y carbono en la parte superior de la cuenca (Ocampo y Vélez, 2014), ya que se deriva de un área de páramo y de dos glaciares tropicales a punto de desaparecer debido al CC (Poveda y Pineda, 2009; Mölg *et al.*, 2017; Rabatel *et al.*, 2018); iv. la geomorfología compleja de la cuenca, con pendientes pronunciadas (véase figura 1) y suelos glacio-volcánicos la hacen vulnerable a deslizamientos de tierra (Corpocaldas y UNAL, 2013; Sauchyn *et al.*, 2016); v. la migración de cultivos a cotas más elevadas (Ocampo, 2012), además de la colonización cada vez más intensiva del área nevada (Corpocaldas y UNAL, 2013), y vi. la producción de café tecnificado, con densidades de siembra que varían entre los 7.000 y los 10.000 cafetos por hectárea (monocultivos), dificulta la adopción de estrategias para minimizar los efectos de los CVC, como la reforestación con especies nativas o la siembra de café en sistemas agroforestales (Poveda *et al.*, 2014; Ramírez Builes, 2014).

La producción cafetera en monocultivo

Las variedades de café presentes en Colombia son *Típica*, *Borbón*, *Tabi*, *Caturra* y *Castillo*, siendo esta última la más usada y la que demanda mayores cantidades de sol (Arcila, 2007), y, en consecuencia, la que causa mayor deforestación, disminuyendo la oferta ecológica y exacerbando la presencia de especies que, al carecer de sus controladores biológicos naturales, se convierten en plagas (por ejemplo, la broca del café).

De esto se deriva que, en la CRCH, los municipios que tienen el mayor número de hectáreas sembradas en cafés (de las variedades mencionadas), Palestina y Neira (véase figura 1), son precisamente aquellos con los indicadores más críticos de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (Corpocaldas y UNAL, 2013). La insatisfacción de las necesidades básicas constituye un factor de riesgo importante porque las personas tienden a presionar los ecosistemas ante la imposibilidad de reproducir sus formas de vida (Chavarro Pinzón *et al.*, 2008), lo cual aumenta la exposición de las poblaciones a los CVC.

En esta cuenca se están experimentando conflictos por el uso de la tierra, específicamente en la zona cafetera, donde se evidencia una sobreutilización severa del medio. La sobreexplotación de un sistema ecológico constituye el principal indicador de la falta de correspondencia entre las expectativas de la población, con respecto a las capacidades del sistema para soportar las actividades económicas allí adelantadas, y entre las posibilidades reales del sistema (Adger, 2000), lo cual genera tanto un desequilibrio ecológico como un desequilibrio económico. Esto es porque la heterogeneidad en la distribución de la estructura productiva y la fragmentación de la propiedad de la tierra han sido características importantes en la caficultura colombiana, y la CRCH no es la excepción. Lo complejo de esto es que “los intentos por reducir la desigualdad agraria en el país han tenido un alcance limitado, al extremo que el 70% de los productores están ubicados en fincas inferiores a cinco hectáreas” (García, 1998: 2).

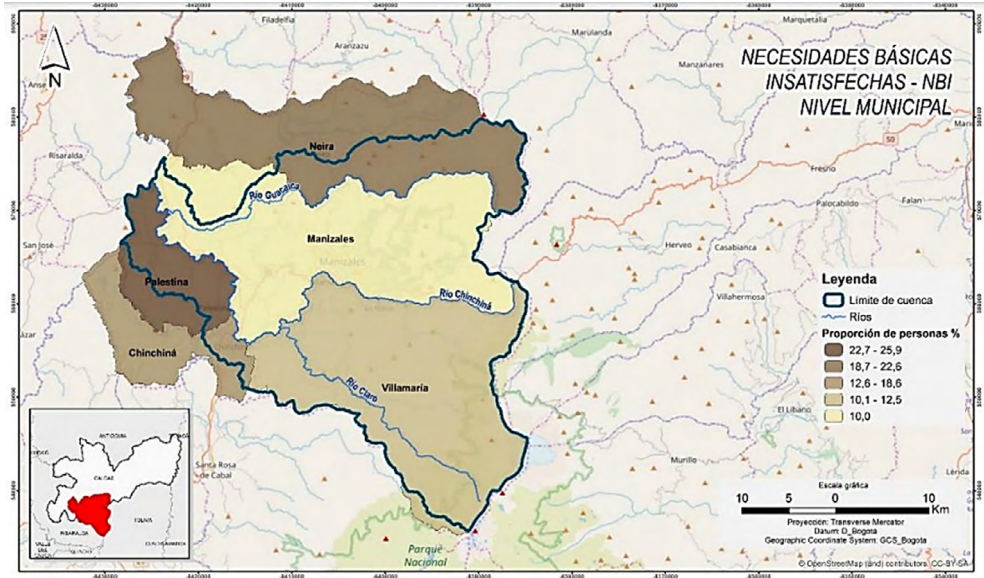


Figura 1. Necesidades Básicas Insatisfechas CRCH

Fuente: Friend e Ycaza, 2018.

Otro aspecto importante es que en la cuenca las dinámicas habitacionales actuales incluyen la migración de población con amplio poder adquisitivo hacia las zonas rurales, lo cual está generando “el ‘vaciado’ de una población campesina nativa que vivía en las franjas rural-urbanas de las ciudades. La compra de tierras por parte de particulares o de empresas inmobiliarias ha sido el primer síntoma local de este tipo de fenómeno” (Nates Cruz, 2008: 7). Situación que choca con la lógica de reproducción de los hogares cafeteros, que se basa en la necesidad percibida de mantener el patrimonio familiar representado en la tierra, de generación en generación a través de la patrilinealidad, y con el fin de garantizar la continuidad tanto de la familia, entendida como unidad básica de producción, como de la comunidad (Dirven, 2002: 24).

Esta reestructuración en los patrones de ocupación del territorio está produciendo perturbaciones en la organización social para el trabajo en la zona, debido a que los nuevos habitantes de la ruralidad llegan a usar parte de la fuerza laboral en actividades distintas a los cultivos (normalmente relacionadas con aspectos ornamentales en fincas vecinas), generando una demanda de mano de obra aún mayor a la habitual y presionando cada vez con más fuerza los recursos naturales (Nates Cruz, 2008). Así, los caficultores encuentran, cada vez más, dificultades para

acceder a la mano de obra necesaria para controlar las plagas asociadas al café en épocas de cvc.

Un estudio, en el que se compararon los costos de manejo de la broca en cuatro fincas cafeteras, mostró que el incremento en el valor se da principalmente por la necesidad de aumentar la mano de obra, llegando a generar sobrecostos entre el 5 y el 20% sobre el valor total por hectárea producida (Duque Orrego, Márquez y Hernández, 2002). En épocas de cosecha, tanto entre los caficultores campesinos como entre los empresarios, la mano de obra constituye un factor determinante para lograr los fines productivos, y representa, para los primeros, hasta el 58% y, para los segundos, el 89% de los costos de producción (Perdomo Calvo y Mendieta López, 2007).

A pesar de ser uno de los ítems que más aumentos representa en los costos de producción del café, debe mencionarse que el dinero recibido por los trabajadores es pagado por jornales, es decir, por días, y a un valor aproximado de 25.000 COP para el 2017. En la mayoría de los casos, este monto resulta invertido en las necesidades básicas de los trabajadores y de sus familias, y difícilmente se logra asegurar una pensión por aportes voluntarios o una vinculación al régimen contributivo de salud, lo cual representa una población rural envejecida, sin acceso a servicios de salud y sin posibilidades de obtener una pensión por vejez. Ardila y Pineda (2005) analizaron los salarios en la industria cafetera colombiana y encontraron montos inferiores al sueldo mínimo legal vigente del país. Así, la informalidad del mercado laboral del Eje Cafetero se presta para la existencia de diferencias salariales considerables entre unidades cafeteras. Esto hace que la mayoría de la mano de obra, que antes estaba disponible para las fincas cafeteras, resulte vinculada a proyectos como la construcción y el mejoramiento de carreteras, en los cuales se recibe un pago integral que incluye un salario mínimo legal vigente (SMLV) y afiliación a salud, a pensión y a riesgos profesionales.

La productividad del café en Colombia depende de muchas variables, como son la cota altitudinal, el nivel de tecnificación de los cultivos, que incluye el uso de semillas genéticamente modificadas y la aplicación de abonos de síntesis química, la densidad de árboles, que supone la siembra de entre 7.000 y 10.000 plantas por hectárea, la eliminación de la sombra, entre otras. Si se adopta un sistema de monocultivo, que es la tendencia actual, la producción va a ser mayor, pero a la vez va a ser más demandante en insumos externos, razón por la cual las unidades productivas que cuentan con menos recursos económicos tienden a mezclar diferentes tecnologías provenientes de la producción tradicional con las de la agricultura convencional. Así, la productividad depende del tipo de producción adoptada por el caficultor.

Los dueños de las fincas cafeteras argumentan que, aun pagando bajos precios por la mano de obra, las dificultades económicas que atraviesan para mantener la unidad productiva a flote son considerables. Según explican:

En el momento en que el cultivo comienza a producir hay que pagarle la deuda al banco. Uno mete un obrero, recoge diez arrobas de café y hay que pagarle mínimo cada una a 3.000 COP. En el campo también toca pagar agua y luz. Imagínese tener diez obreros, pagándoles 20.000 COP y la arropa de café costando apenas 27.000 COP. Si de levantar dos hectáreas se trata, se necesita un préstamo de 12 millones COP para comprar abonos, fertilizantes y fungicidas. Además, 20 millones COP adicionales para los 10.000 palos de café que se van a sembrar (“Altas cargas...”, 2015).

Esto significaría que la caficultura en monocultivo no es una actividad rentable ni para los propietarios de los cultivos convencionales, quienes deben contraer deudas elevadas para mantener sus niveles de productividad, ni para los trabajadores externos a las unidades productivas, quienes venden su fuerza de trabajo por un salario que no alcanza los estándares mínimos nacionales (inferiores a un SMLV).

Estas condiciones tienen importancia desde el punto de vista económico como político, ya que la distribución desigual de los ingresos favorece sistemas de estratificación social, que empobrecen a aquellos con menores posibilidades de generar ingresos monetarios a través de la agricultura. Un ejemplo de ello es la distribución del poder político o las posibilidades para acceder a créditos (García, 1998).

Resultados

A continuación se presentan los resultados de una propuesta teórico-metodológica que, se espera, sirva como clave para revisar el modelo de la agricultura extractivista frente a los CVC y los ECE en cinco municipios de la CRCH. Lo anterior, se expone a través de la construcción de indicadores *in situ*, que, eventualmente, podrían extrapolarse a contextos similares en América Latina u otros contextos geográficos en los que se produzca café como *commodity*. Se espera que estos indicadores puedan servir de base, con las debidas adaptaciones, para la medición de la vulnerabilidad socioecológica.

a. Evaluación de la exposición

La exposición está compuesta por aquellas perturbaciones externas al sistema socioeconómico y productivo, y que no son controlables directamente por los productores. Estuvo determinada por los factores del orden biogeofísico (entre los que se cuentan las variaciones climáticas extremas) que comprometen la estabilidad dinámica de nueve fincas cafeteras en la CRCH, y cuyo impacto fue identificado en este artículo a través de la medición de la actividad vegetal en las unidades productivas, usando el Índice de Vegetación Mejorado (EVI) durante los tres eventos hidrometeorológicos anunciados.

Las fincas se seleccionaron atendiendo a tres criterios fundamentales: i. que los productores estuvieran de acuerdo con participar en la investigación, teniendo en cuenta su diseño metodológico transversal (Cárdenas Gutiérrez y Bernal Guerrero, 2017),

que requirió de visitas a las fincas, entrevistas y observaciones en tres momentos históricos distintos, específicamente luego de que se experimentaran los eventos hidrometeorológicos aquí abordados; ii. la cantidad de participantes se determinó con base en un diseño metodológico predominantemente cualitativo (entrevistas, ejercicios de observación y sesiones de grupo), en el que criterios como la representatividad estadística no determinan el tamaño de la muestra, sino que esta “se alcanza cuando la información recopilada no aporta nada nuevo al desarrollo de las propiedades y dimensiones de las categorías de análisis, determinando la continuación del muestreo, o no”, esto se reconoce como la saturación teórica (Ardila Suárez y Rueda Arenas, 2013: 93), y iii. se hizo énfasis en la consecución de unidades productivas con diferentes características en relación con el área, la dispersión entre los cinco municipios de la CRCH, la altura sobre el nivel del mar y el tipo de producción, de tal manera que se identificara un número equilibrado de cafeteros empresarios y de cafeteros campesinos (véase tabla 2).

Tabla 2. Detalles de las unidades productivas estudiadas

Unidad productiva con códigos	Tipo de producción	Lat. (N)	Long. (W)	Municipio	Altura msnm	Área (hectáreas)
Finca 1	Empresarial	5,04	-75,56	Manizales	1.437,00	53,4
Finca 2	Empresarial	5,04	-75,64	Palestina	2.000,00	160
Finca 3	Empresarial	4,98	-75,62	Chinchiná	1.380,00	0,5759
Finca 4	Campesina	5,14	-75,49	Manizales	1.787,00	0,25
Finca 5	Campesina	5,05	-75,64	Palestina	1.356,00	1,28
Finca 6	Empresarial	5,04	-75,60	Palestina	1.270,00	36,48
Finca 7	Campesina	5,00	-75,56	Manizales	2.000,00	0,17
Finca 8	Campesina	4,95	-75,59	Finca 8	1.620,00	0,28
Finca 9	Campesina	5,12	-75,57	Manizales	1.260,00	22

Fuente: elaboración propia con base en visitas a campo y en Bedoya Soto *et al.*, 2018.

La deforestación a causa del cultivo de café es evidente en la figura 2, en la que se observa que la zona cafetera (véase óvalo verde) presenta una sobreutilización, así como conflictos por la pérdida de cobertura boscosa, debido a las densidades de siembra que oscilan entre los 5.000 y los 10.000 arbustos de café por hectárea, y dependiendo de la variedad de café utilizada. Así, un sistema productivo de café de este tipo, que requiere de la inyección de altos volúmenes de capital y que es susceptible de ser adoptado por los productores empresarios, puede llegar a producir entre 200 y 350 arrobas (una arroba equivale a 12,5 kg) por hectárea, en contraposición a las variedades menos demandantes de sol como la *Típica*, que llegan a producir máximo 180 arrobas por hectárea (Arcila, 2007).

La figura 3 presenta el campo de precipitaciones en la cuenca, construido con base en datos pluviométricos en la ventana de observación, entre los años 1980 y 2015 (Ideam, s.f.), y usando un método geoestadístico de fijación de puntos, llamado *kriging* ordinario, para interpolar los valores.

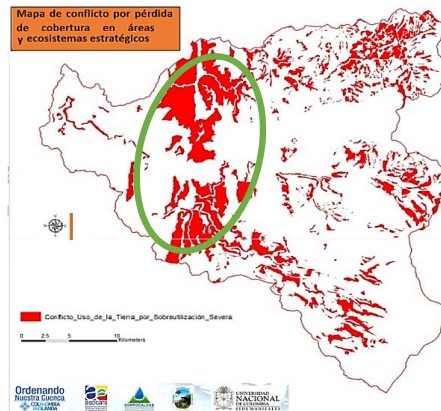


Figura 2. Comportamiento del cultivo del café en la CRCH 2010

Fuente: Corpocaldas y UNAL, 2013: 68; Bedoya Soto *et al.*, 2018.

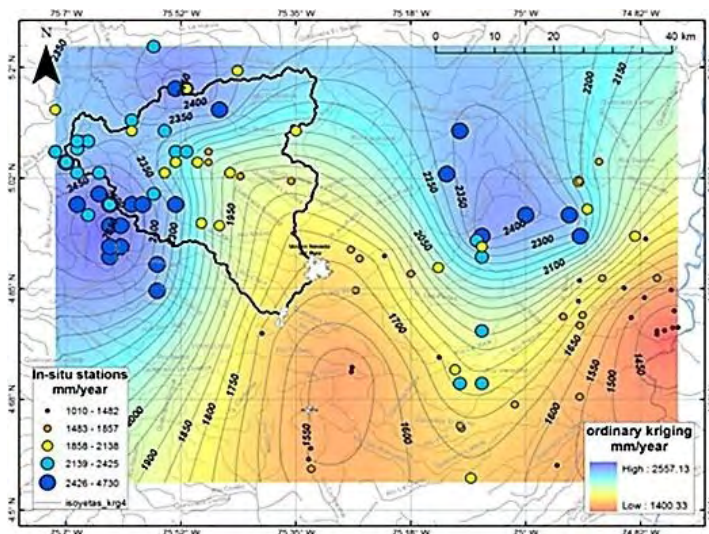


Figura 3. Precipitaciones entre 1980 y 2015

Fuente: Bedoya Soto *et al.*, 2018.

En campo se identificaron las actuaciones de los productores ante la ocurrencia de los eventos de El Niño, experimentado entre el 2009 y el 2010; La Niña, del 2010, y El Niño, acontecido entre el 2015 y el 2016. Además, se recurrió al monitoreo satelital para la identificación de la incidencia de estos eventos en la CRCH y, más específicamente, en los cultivos de los caficultores.

Se utilizaron los índices de vegetación MODIS (producto MOD13Q1), que proporcionan datos espaciales y temporales de la actividad de la vegetación. Se partió de la idea de que cada finca es un microsistema dentro del sistema de la CRCH, y se extrajeron series de tiempo de vegetación para nueve fincas de café. Además, se usó el producto MOD13Q1, versión 6 MODIS/Índices de Vegetación Terra, descargado del Centro de Archivos Activos Distribuidos de Procesos Terrestres (LP DAAC, s.f.) de la NASA, y ubicado en el Centro de Observación y Ciencia de Recursos Terrestres (EROS) del USGS (Didan, 2015). Este producto tiene un tamaño de píxel de 250 m y está disponible para compuestos temporales de 16 días. Los datos de MODIS para el periodo 2000-2016 se analizaron para evaluar los niveles de biodiversidad de las plantas en cada unidad productiva.

Los índices de vegetación representan el verdor del dosel de la vegetación, su estructura, su follaje y sus niveles de clorofila. Particularmente, se usó el Índice de Vegetación Mejorado (EVI) (véase ecuación 2), que minimiza las variaciones del dosel y mejora la sensibilidad a las condiciones de vegetación densa.

Ecuación 2.

$$EVI = G * \frac{(NIR - RED)}{NIR + c1/RED - c2 * BLUE + L}$$

Atendiendo a los criterios: i. exposición por tipo de agricultura, ii. exposición por exceso/defecto de precipitaciones medias anuales aptas para el cultivo de café y iii. exposición por evapotranspiración real, se obtuvo que ninguna de las fincas presenta un nivel de exposición alto, que el nivel de exposición en ocho de las fincas estudiadas es moderado y que solamente una finca no se encuentra expuesta (véase tabla 3).

La Finca 4 presentó un nivel medio de exposición. Esto se debe a dos factores, el primero, a la ubicación privilegiada de la finca, que la exime de experimentar alteraciones en las precipitaciones durante El Niño, y, el segundo, a los altos niveles de biodiversidad vegetal existentes en el predio, los que dinamizan las relaciones ecosistémicas (Adger, 2000).

Tabla 3. Evaluación de la exposición

Tipo de exposición	Exposición por tipo de agricultura	Exposición por exceso/defecto de precipitaciones medias anuales aptas para el cultivo de café					Exposición por evapotranspiración real	Total
		Exposición por falta de diversidad biológica ³	Precipitación media mm/año durante 2009, evento de El Niño ⁴	Exposición por alteraciones en las precipitaciones (mm/año) durante El Niño ⁵	Precipitación media mm/año durante 2010 Evento de La Niña ⁶	Exposición por alteraciones en las precipitaciones (mm/año) durante La Niña ⁷		
Finca	Tipo de agricultura ²							
Finca 1	Café a plena exposición solar	1	2.185-2.399	2	>2.834	1	1	(5) 1
Finca 2	Café a plena exposición solar	1	2.185-2.399	2	>2.834	1	1	(5) 1
Finca 3	Café a plena exposición solar	1	2.540-2.605	2	>2.834	1	1	(5) 1
Finca 4	Café con semi sombrero	2	1.732-1.829	3	2.185-2.399	2	2	(2) 9
Finca 5	Café a plena exposición solar	1	2.185-2.399	2	>2.834	1	1	(5) 1
Finca 6	Café con semisombrero	2	2.185-2.399	2	>2.834	1	1	(6) 1

2 Con base en figura 2. Comportamiento del cultivo del café en la CRCH 2010.

3 Rangos de medición: 1. alta —roja— (café a plena exposición solar), 2. media —amarilla— (café con semisombrero) y 3. baja (café con sombrero).

4 Con base en figura 3, precipitación media anual durante 2009 y 2010 en la CRCH.

5 Rangos de medición: 1. alta (promedios > 2.900 y < 1399 mm/año), 2. media (promedios < 2.899 y > 1.801 mm/año), 3. baja (promedios entre 1.400 y 1.800 mm/año) (Con base en Peña, 2013).

6 Con base en la figura 2, precipitación media anual durante 2009 y 2010 en la CRCH.

7 Rangos de medición: 1. alta (promedios > 2.834 y < 1399 mm/año), 2. media (promedios < 2.899 y > 1.801 mm/año), 3. baja (promedios entre 1.400 y 1.800 mm/año) (Con base en Peña, 2013).

8 Cuando la evapotranspiración real es cercana a cero se entiende que no hay estrés hídrico (Ramírez, Jaramillo y Arcila, 2010). En la parte alta de la crch la evapotranspiración real es la más baja, con 231 mm/año, por lo que se consideró que esta constituye la evapotranspiración ideal, mientras que 1.307 mm/año es la evapotranspiración negativa más extrema. Rangos de medición: 1. alta (1.307 mm/año), 2. media (entre 1.306 y 769 mm/año —promedio—), 3. baja (entre 768 y 231 mm/año). Además, a mayor altura sobre el nivel del mar, menor evapotranspiración real y, en consecuencia, menos exposición.

9 Rangos de medición: 1. alto (entre 4 y 6,6), 2. medio (entre 6,7 y 9,3), bajo (entre 9,4 y 12).

Tipo de exposición	Exposición por tipo de agricultura	Exposición por exceso/defecto de precipitaciones medias anuales aptas para el cultivo de café					Exposición por evapotranspiración real	Total
Finca 7	Café con sombrío	3	2.400-2.539	2	>2.834	1	1	(7) 2
Finca 8	Café con semisombrío	2	2.400-2.539	2	>2.834	1	1	(6) 1
Finca 9	Café con semisombrío	2	2082-2.148	2	2.606-2.698	2	1	(7) 2

Fuente: elaboración propia.

En la Finca 9 se vinculan varios factores, que son: la existencia moderada de diversidad biológica y la afectación media de alteraciones en las precipitaciones durante El Niño y La Niña. Resulta relevante que la Finca 7, que cuenta con un sistema agrícola de sombrío, esté moderadamente expuesta. En este caso se considera que el contexto determina el nivel de exposición de esta unidad productiva, en la medida en que es un predio que está ubicado en un lugar en el que la tierra se encuentra sobreutilizada. Así, aunque al interior de la finca los niveles de diversidad biológica y productiva son importantes, las posibilidades para hacer frente a la exposición, ante eventos extremos en un contexto altamente deforestado, son reducidas. Se destaca que durante El Niño del 2009 la exposición por déficit de precipitaciones fue moderada (e incluso llegó a ser baja en la Finca 4), mientras que el evento de La Niña representó alteraciones considerables por exceso en siete de los casos.

Al identificar los estados de la vegetación en diferentes escalas temporales pueden reconocerse aspectos significativos para la producción cafetera, como son el comportamiento de la actividad vegetal durante las épocas de sequía producidas por El Niño, o en épocas de precipitaciones intensas ocasionadas por La Niña. En este sentido, puede verse cómo los CVC afectan la resiliencia socioecológica, que es una característica de los ecosistemas para mantenerse frente a las perturbaciones (Adger, 2000).

b. Evaluación de la sensibilidad

El grado de sensibilidad estuvo determinado por la forma en que los factores externos impactan negativa y efectivamente las unidades productivas de café —exposición—, y fue identificado mediante las percepciones de los productores cafeteros ante la ocurrencia de los eventos hidrometeorológicos.

La *sensibilidad* es un componente de la vulnerabilidad, cuya posibilidad de medición atraviesa la percepción que tienen los sujetos sobre los elementos que dificultan su adaptación a los CVC y ECE. La *percepción* es biocultural porque

depende de las sensaciones involucradas ante estímulos físicos, así como del establecimiento de unas pautas culturales específicas, aprendidas desde la infancia para la supervivencia, la reproducción del pensamiento simbólico y de las bases históricas de subsistencia, que orientan la forma en que los grupos sociales se apropian del entorno (Vargas Melgarejo, 1994). El estudio de la percepción depende de la aplicación en contexto de cualquier estrategia adaptativa, al permitir la identificación de “qué puede hacerse, en qué forma y por quién” (Retamal, Rojas y Parra, 2011: 176).

El estudio de las percepciones permitió identificar una gama amplia de sensibilidades, entendiendo que la sensibilidad está determinada por aquellos factores al interior de la estructura (la finca cafetera) que dificultan la toma de decisiones por parte de los productores e impiden el alcance de los fines económicos propios de cada unidad productiva, entorpeciendo o imposibilitando las acciones conducentes a la estabilización del equilibrio del sistema económico con el sistema ecológico. Se asume que el estudio de la sensibilidad se configura como un catalizador de la capacidad adaptativa, en la medida en que permite entender el nexo entre las alteraciones climáticas y su incidencia en las dinámicas sociales. Un sistema socioeconómico que se caracteriza por recursos limitados es más vulnerable y, en consecuencia, está más condicionado a verse afectado por las amenazas climáticas (Adger, 2000).

Las categorías analíticas nativas permitieron valorar la sensibilidad en cada una de las unidades productivas. Una vez reconocidas estas categorías analíticas, se recurrió a la elaboración de un “estado de cosas” con base en fuentes secundarias, que permitieran verificar la correspondencia entre las sensibilidades reconocidas por los productores y los reportes elaborados en la zona de estudio con respecto a cada ítem sugerido. Las principales fuentes secundarias utilizadas fueron: El Plan de Manejo Integral de la cuenca del río Chinchiná, El Informe de la Misión Rural, El Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del río Chinchiná en el departamento de Caldas (2007), las estadísticas históricas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC, 2016), las declaraciones de los dirigentes gremiales y las fuentes periodísticas. Finalmente, y teniendo en cuenta lo identificado, se efectuó la medición del grado de sensibilidad presente en nueve unidades productivas (véase figura 4).

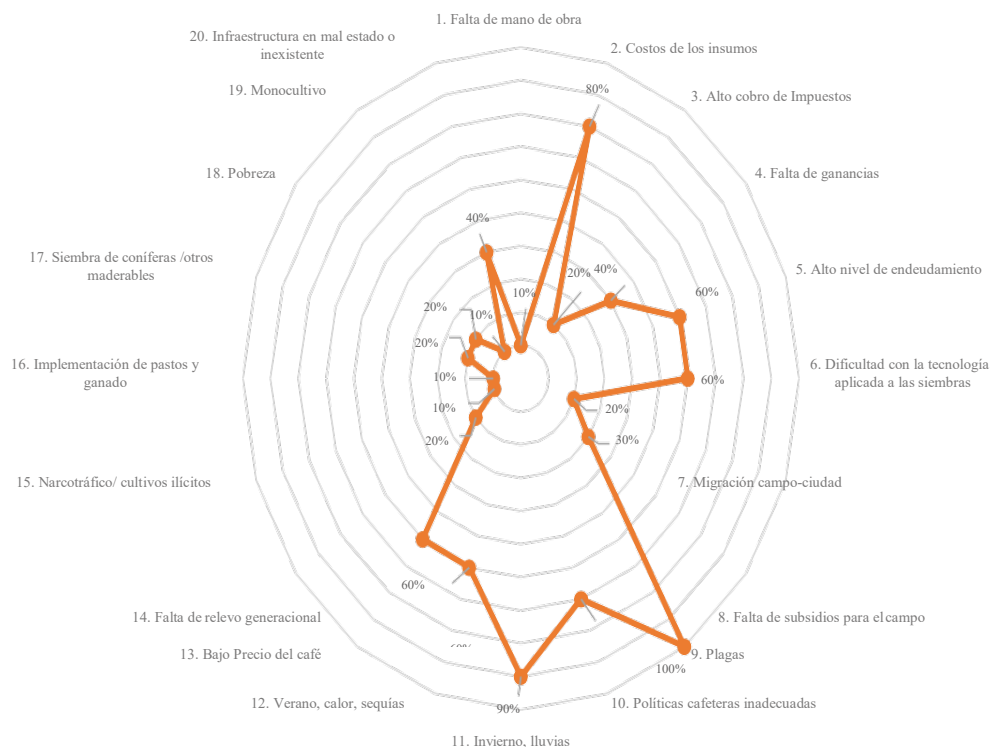


Figura 4. Sensibilidades percibidas por los cafeteros durante El Niño 2009-2010 y La Niña 2010-2011

Fuente: elaboración propia.

El evento de El Niño 2015-2016 ocasionó un mayor porcentaje de pasilla, o de granos con calidad inferior al excelso, incluyendo granos vacíos, semillenos, negros o pequeños (granos “averanados”), y la alteración de la calidad física, el volumen obtenido y el precio recibido por el caficultor. Incluso, en el 2016, El Niño redujo la oferta de café verde durante el primer semestre del año, ocasionando la reducción en un 9% de las exportaciones hacia el mercado asiático (FNCC, 2016).

La figura 5 expone las sensibilidades percibidas por los cafeteros durante el evento de El Niño, entre las que se destacan las políticas cafeteras inadecuadas, las olas de calor y verano, y la dependencia hacia los insumos de síntesis química.

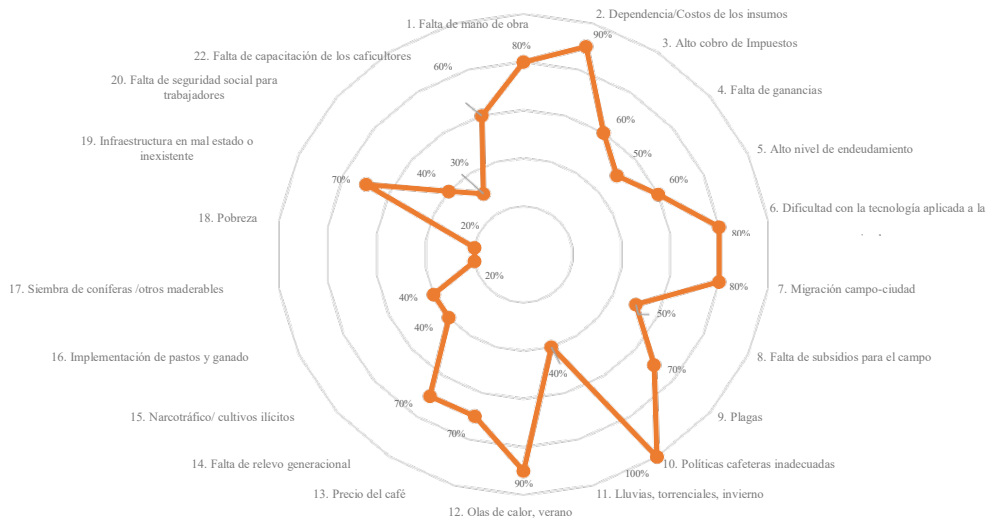


Figura 5. Sensibilidades percibidas por los cafeteros durante El Niño 2015-2016

Fuente: elaboración propia.

La correspondencia entre las sensibilidades reportadas por los productores y las encontradas en las fuentes secundarias se evidenció en los siguientes casos (véanse figura 4 y figura 5): i. el costo de los insumos, ii. el bajo precio del café, iii. los impuestos elevados, iv. la migración del campo a la ciudad y la falta de relevo generacional, v. la falta de mano de obra, vi. las políticas cafeteras inadecuadas, y vii. las “plagas” asociadas al cultivo del café. Aunque la mayoría de los casos no están directamente relacionados con eventos climáticos extremos se conjugan con ellos para generar panoramas adversos, en términos de las posibilidades de adaptación para los productores.

La Finca 4 presenta altos niveles de sensibilidad, y esto se debe, principalmente, a los costos de los insumos y al bajo precio del café que se conjugan desfavorablemente. Según explica el caficultor, estas dos variables generan un escenario negativo para la sostenibilidad de la producción cafetera. En sus palabras:

Eso es como una balanza, o sea, los insumos todos están por las nubes y nosotros por el suelo. Para producir una arroba de café se necesitan 70.000 COP, y si somos muy juiciosos, y yo trato de ser muy juicioso para que la calidad sea buena, la arroba se ha estado vendiendo en menos de 65.000 COP este año, entonces ¿qué está sucediendo? Estamos perdiendo, no somos capaces, porque los insumos cada día van subiendo y el café permanece (González, 2016).

¿De dónde voy a sacar ganancias para hacer mejoras? Vea el secador de café, la parte de arriba, yo necesito cambiarla toda porque ya está toda podrida, entonces necesitaría por ahí un millón de pesos para hacer una reforma ¿Sí me entiende? Este año perdimos, no

recuperamos ni lo que invertimos [...]. No soy capaz, por más juicioso que uno sea [...], lo que nos ganamos lo invertimos en el hogar, pero hace muchos años para acá no estamos obteniendo ganancia (González, 2016).

Tabla 4. Factores de sensibilidad del sistema socioeconómico y socioecológico

Finca	i. Sensibilidad por el costo de los insumos de síntesis química	ii. Sensibilidad por el bajo precio del café	iii. Sensibilidad por impuestos elevados	iv. Sensibilidad por migración del campo a la ciudad, por falta de relevo generacional y de mano de obra	v. Sensibilidad por políticas cafeteras inadecuadas	vi. Sensibilidad por “plagas” asociadas al cultivo del café	Sensibilidad ¹⁰
Finca 1		0,6	0,6		0,6	0,6	(2,4) 1
Finca 2			0,6				(0,6) 3
Finca 3			0,6		0,6		(1,2) 2
Finca 4				0,6			(0,6) 3
Finca 5	0,6	0,6		0,6	0,6	0,6	(3,0) 1
Finca 6		0,6	0,6		0,6	0,6	(2,4) 1
Finca 7				0,6			(0,6) 3
Finca 8		0,6		0,6		0,6	(1,8) 2
Finca 9						0,6	(0,6) 3

Fuente: elaboración propia.

El manejo de las “plagas” asociadas al cultivo del café, además, genera penalizaciones sobre el valor comercial del grano. Así, por un porcentaje de granos dañados, el productor comienza a recibir menos dinero, partiendo de la base del valor del café en el mercado nacional. Según explicaba el caficultor:

A mí me comienzan a castigar el precio cuando el 2% del café que llevo a la cooperativa a vender está brocado. De este año (2016) tengo todas las facturas, y vea que todos los meses iba aumentando la cantidad de granos brocados, pasé de 3,2% al 3,50%, al 5%, por más que hice re-re, no pude (González, 2016).

Este productor, además, expone que los trabajadores que antes se dedicaban a la recolección del grano o al trabajo en las fincas cafeteras por jornales ahora prefieren ocuparse en las obras civiles, las cuales se están llevando a cabo en el departamento de Caldas y en las que les pagan todas las prestaciones, en la erradicación de cultivos ilícitos o se asientan en las cabeceras municipales, en las viviendas gratuitas otorgadas por el Estado. Así, cuando los productores campesinos no cuentan con una

10 Rangos de medición: 1. alta (entre 2,1 y 3,0), 2. media (entre 1,1 y 2,0) y 3. baja (entre 0,0 y 1,0).

familia lo suficientemente numerosa para trabajar en las fincas, se están viendo en serias dificultades para llevar a cabo con éxito las labores productivas.

Las Fincas 1 y 5 son empresariales y presentan una sensibilidad media, y sus productores argumentan que tienen dificultades con el bajo precio del café, con el alto cobro de impuestos, con las “plagas” asociadas al cultivo y con las políticas cafeteras inadecuadas que, como ya se comentaba, se relacionan con los conflictos experimentados por los productores para adoptar las recomendaciones de la FNCC. En relación con las plagas y las políticas cafeteras inadecuadas, el encargado de tomar las decisiones de siembra en la Finca 1 argumenta:

Tenemos serias dudas, no de la variedad Castillo, sino del efecto de la estrategia multilineal planteada por la FNCC. Multilínea quiere decir que es la misma variedad, pero con ciertas variaciones genéticas, pero esas mismas desviaciones que tienen resistencias, inciden en que haya variaciones en el porte del cafeto, en el desarrollo de la planta y del fruto y en la floración. Para un modelo productivo como el nuestro en el que los lotes son de cuatro o cinco hectáreas, eso significa que tenemos que programar recolección de granos caídos cada 17 días. Esa desviación tan fuerte en las floraciones nos mata por la cuestión de la broca y de los costos, porque si uno mira los costos de producción del café, lo más caro es la recolección (Echeverri, 2015).

La Finca 3 posee un rango medio de sensibilidad que está determinado por el alto cobro de impuesto al café y por la dificultad para la aplicación de las políticas cafeteras en el sistema productivo. No obstante, el encargado de tomar las decisiones ha logrado sortear, hasta ahora, las dificultades experimentadas al interior del sistema con actividades económicas de otra índole.

La Finca 8 tiene un rango medio de sensibilidad, derivado del abandono de la finca por parte de los integrantes de la familia que se encuentran en edad laboral. Según explicaba la encargada de tomar las decisiones, “hace un par de años mis hijos vivían conmigo, pero debido a las condiciones tan deterioradas de la vivienda, se fueron a vivir en Manizales” (Grisales, 2016). A esto se suma que el bajo precio del café determina la inversión que hacen los productores en las temporadas de siembra subsiguientes, y los tres eventos hidrometeorológicos estudiados aquí demandan mayores niveles de inversión monetaria en lo relativo al manejo de “plagas”.

Los encargados de tomar las decisiones en la Finca 9 sostienen que las plagas asociadas al cultivo del café (roya —*Hemileia vastatrix*— durante La Niña, y broca —*Hypothenemus hampei*— y arañita roja —*Acari: Tetranychidae*— durante El Niño), y exacerbadas por los cambios en la variabilidad climática, constituyen el marcador de la sensibilidad en su unidad productiva, aspecto que, por sí solo, no amenaza aún las posibilidades de los productores campesinos.

Las dificultades expresadas por el productor de la Finca 2 se relacionan con los impuestos gravados a la exportación cafetera, lo cual dificulta considerablemente

la maximización de recursos monetarios en una empresa direccionada a la exportación del grano.

Los productores de las Fincas 4 y 7 manifestaron dificultades para captar mano de obra. Aunque sus niveles de sensibilidad son bajos, este problema resulta significativo debido a que ambos sistemas están altamente diversificados y muy poco mecanizados (como ocurre normalmente en las unidades campesinas), por esta razón la demanda de mano de obra es significativa.

c. Evaluación de la capacidad adaptativa

En el desarrollo de las capacidades adaptativas se encontró que estas están directamente relacionadas con la toma de decisiones para estabilizar dinámicamente el sistema económico con el sistema ecológico, y se hizo explícito a través de la medición de los “tipos de adaptación” existentes en las nueve unidades productivas analizadas. Aquí, la adaptación se entiende como la necesaria articulación entre las dinámicas del sistema ecológico con las del sistema económico, ejerciendo una función homeostática o de mantenimiento del equilibrio dinámico (Von Bertalanffy, 1976), y para regular la capacidad de respuesta de los productores cafeteros ante los eventos climáticos extremos.

Entre las demás especies animales la adaptación es un proceso de carácter genético, mientras que entre los humanos depende de la capacidad de modificar el entorno, adaptándolo a las limitaciones y necesidades propias de un grupo social (Robles, 2005). Un sistema económico está constituido por un conjunto de agentes interactuando, no obstante, esa agencia o la capacidad decisoria consciente de cada individuo, más allá de la independencia absoluta, está regulada por características particulares que se manifiestan y se aplican también a los sistemas biológicos: el sistema contiene y procesa información en el transcurso del tiempo (Schuschny, 2001).

Para Salas Zapata, Ríos Osorio y Álvarez del Castillo (2012) la resiliencia y la capacidad adaptativa son sinónimos en tanto se refieren a la habilidad que tiene un sistema socioecológico (es aquel en el que se dan interacciones entre sistemas sociales y sistemas ecológicos) de autoorganizarse para preservar sus atributos esenciales luego de una perturbación. Las perturbaciones pueden ser de origen interno y de origen externo. Las perturbaciones de origen externo corresponden a la incidencia de los cambios efectuados por los CVC en el sistema, mientras que las perturbaciones de origen interno son aquellas vinculadas con las dinámicas socioeconómicas. Los autores resaltan cuatro características que condicionan la resiliencia o la capacidad adaptativa de los sistemas socioecológicos, que son:

La conectividad modular: que contribuye al comportamiento adaptativo en términos estructurales, porque la existencia de varios módulos lleva a que solo una porción del sistema se vea afectada, y no la totalidad.

La diversidad: que son las opciones que tiene un sistema para responder a una perturbación. Un sistema es más resiliente cuando tiene muchas formas de responder ante los estímulos externos de una perturbación.

La eficiencia: es la capacidad que tiene el sistema de llevar a cabo sus procesos principales sin agotar las fuentes de “los recursos” de los cuales depende.

Mecanismos de retroalimentación: que le permiten al sistema responder en internamente a las perturbaciones (Salas Zapata, Ríos Osorio y Álvarez del Castillo, 2012: 76).

Un sistema real es una entidad que puede ser percibida en la observación o inferida de esta, y existe independientemente del observador (Von Bertalanffy, 1976). En este artículo, el sistema real abordado es la finca cafetera (o la unidad productiva), la cual, ante una perturbación genera un estado permanente de interacciones, concibiendo fuerzas que contrarrestan los efectos de las perturbaciones y haciendo que el sistema mismo se adapte a la nueva situación. A continuación, se muestran las interacciones generadas por los CVC en nueve fincas cafeteras luego de las perturbaciones El Niño 2009-2010, La Niña del 2010-2011 y El Niño 2015-2016 en la CRCH, y que funcionan como estrategias adaptativas. La capacidad adaptativa determina las razones por las cuales un sistema económico/ecológico, o sistema socioecológico (Salas Zapata, Ríos Osorio y Álvarez del Castillo, 2012), regula su equilibrio interno de forma dinámica (véase tabla 5).

Tabla 5. Capacidad adaptativa en nueve fincas cafeteras de la CRCH¹¹

Capacidad adaptativa en nueve fincas cafeteras de la CRCH					
Sistema real o sistema productivo	Características que condicionan la resiliencia o la capacidad adaptativa de los sistemas socioecológicos				
	Conectividad modular	Diversidad	Eficiencia	Mecanismos de retroalimentación	Total
Finca 1	0,75	0,75	0,75	0,75	(3,0) 1
Finca 2	0	0	0	0,75	(0,75) 3
Finca 3	0	0,75	0	0,75	(1,5) 2
Finca 4	0,75	0,75	0,75	0,75	(3,0) 1
Finca 4	0	0,75	0	0	(0,75) 3
Finca 5	0,75	0,75	0,75	0,75	(3,0) 1
Finca 7	0,75	0,75	0,75	0,75	(3,0) 1
Finca 8	0,75	0	0	0	(0,75) 3
Finca 9	0,75	0,75	0,75	0,75	(3,0) 1

Fuente: elaboración propia con base en Salas Zapata, Ríos Osorio y Álvarez del Castillo, 2012.

11 Rangos de medición: 1. alta (entre 2,1 y 3,0), 2. media (entre 1,1 y 2,0) y 3. baja (entre 0,0 y 1,0).

d. Evaluación de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad se ha tomado a lo largo de este artículo como la incapacidad existente en los sistemas socioecológicos para sobrellevar la ocurrencia de eventos climáticos extremos y para reponerse de ellos sin alterar sustancialmente sus condiciones iniciales.

Tabla 6. Evaluación de la vulnerabilidad

Sistema real o sistema productivo	Exposición	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Vulnerabilidad ¹²¹²
Finca 1	(5) 1	(2,4) 1	(3,0) 1	1
Finca 2	(5) 1	(0,6) 3	(0,75) 3	1
Finca 3	(5) 1	(1,2) 2	(1,5) 2	1
Finca 4	(9) 2	+ (0,6) 3	- (3,0) 1	= 4
Finca 4	(5) 1	(3,0) 1	(0,75) 3	-1
Finca 5	(6) 1	(2,4) 1	(3,0) 1	1
Finca 7	(7) 2	(0,6) 3	(3,0) 1	4
Finca 8	(6) 1	(1,8) 2	(0,75) 3	0
Finca 9	(7) 2	(0,6) 3	(3,0) 1	4

Fuente: elaboración propia.

Esta propuesta para la medición de la vulnerabilidad socioecológica espera ser un aporte, en la medida en que ofrece los elementos empíricos para demostrar que “para desarrollar una teoría consecuente de la decisión económica y de sus efectos hay que reintroducir en el análisis las relaciones sociales, es decir, superar el punto de vista del individuo” (Godelier, 1976). La comprensión de las características contextuales de los interlocutores, teniendo en cuenta las desigualdades en el acceso y en la distribución para identificar las contradicciones de los sistemas sociales, demuestra que la economía, entendida como una esfera independiente de los otros componentes de la sociedad, corresponderá siempre a una visión incompleta, por no decir insuficiente (Gil, 2007). La reciprocidad, en tanto fuerza institucionalizada para crear cohesión social, es un componente ampliamente analizado desde la antropología económica, desde donde se interpreta como una forma de distribución y de circulación de bienes, y como una forma particular (no mercantil) de intercambio (Moreno Paz y Narotzky, 2000). No obstante, es necesario superar la noción formalista en economía, según la cual “los hombres maximizan las ventajas

12 El rango de la ecuación está entre -3 y +6, y el resultado se interpreta entendiendo que los valores cercanos a +6 corresponden a sistemas socioecológicos menos vulnerables, y que los valores más cercanos a -3 corresponden a sistemas socioecológicos más vulnerables.

y minimizan las pérdidas [...] ya que muchas sociedades, a través del don y otros procesos, pueden plantear complejas estrategias” (Gil, 2007: 136).

Discusión

En este artículo se analizó la exposición de las fincas cafeteras frente a los CVC mediante el análisis cuantitativo de la actividad vegetal (EVI), combinado con el estudio cualitativo de nueve fincas cafeteras que fueron visitadas en épocas posteriores a la ocurrencia de tres eventos hidroclimáticos en la CRCH: El Niño de 2009-2010, La Niña de 2010 y El Niño de 2015-2016. Se encontró que cada unidad productiva tiene una relación diferente con el índice ONI, y que la rápida transición entre El Niño 2009-2010 y La Niña 2010-2011 tuvo como resultado un efecto negativo, generalizado en la actividad vegetal de las nueve unidades productivas.

La información ofrecida por los productores cafeteros mostró que la exposición ante los CVC experimentados en la CRCH es alta, y esto se debe a que en las zonas que antes eran adecuadas para el café, entre los 1.000 y los 1.200 msnm, las personas se están viendo obligadas a cambiar de actividad productiva, migrando hacia otras labores como la minería, el turismo rural, la ganadería o el cultivo de frutales (Turbay *et al.*, 2014), y hacia otras cotas. Esto amplía la frontera agrícola y destruye ecosistemas fundamentales para la adaptación a los cambios en la variabilidad climática futura. Aspectos considerablemente negativos en términos socioeconómicos para Colombia, dado que en el país 560.000 personas se dedican a la producción de café, empleando de manera indirecta a otras 530.000 personas (Ocampo, Castañeda Peláez y Vélez Upegui, 2017).

Este estudio demostró que existen conocimientos múltiples en torno a la producción cafetera. Así, al interior de las unidades productivas campesinas se toman decisiones en relación con un enfoque menos científico y más experiencial, en el que se tiene en cuenta, más que la productividad en términos de volúmenes, el uso y la optimización de los componentes de los sistemas productivos que permiten el control de los gastos monetarios en insumos para alcanzar rangos de éxito aceptables. En épocas de crisis, cuando los productores campesinos no pueden acceder a los insumos recomendados por la institucionalidad cafetera, como ocurrió con la infestación por araña roja en el 2011, recurren a las prácticas propias de la caficultura tradicional, en las que se usa la aleopatía para el control de las plagas, el riego de los cultivos con productos naturales y el uso de cobertura vegetal de diferentes tamaños para proteger los cafetos de la radiación directa del sol o de las lluvias torrenciales. Entre los productores campesinos, si bien existe una buena acogida ante los lineamientos del servicio de extensión rural, muchas veces se sopesan los hallazgos y recomendaciones institucionales con los conocimientos tradicionales, y se toman decisiones partiendo de esos dos campos de conocimiento disponibles. Mientras que entre los productores empresarios existe un interés más

pronunciado en el seguimiento de los conocimientos producidos por Cenicafé, es decir, conocimientos y prácticas aprobadas por los técnicos del servicio de extensión de la FNCC. En la mayoría de los casos se elevan los costos de la producción, pues se requieren insumos comerciales.

Puede decirse que, si bien en ambos casos se logran niveles exitosos, la comparación de los tipos de productores nos permite mostrar que las prácticas tradicionales disminuyen los costos de la producción y, a la vez, contribuyen a la conservación, no solamente de la memoria alrededor de la producción cafetera tradicional, sino que además ayudan a la manutención del suelo, que es el “recurso” más afectado de la cuenca.

El estudio de la sensibilidad da cuenta de las tramas que se tejen entre aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales, y que dificultan la generación de respuestas por parte de los grupos humanos ante la ocurrencia de ECE. No obstante, la idea de mejorar las “condiciones naturales” resulta utópica cuando las poblaciones desarrollan sus vidas en situaciones de desigualdad, principalmente relacionadas con los procesos de comercialización que están vinculados con las formas de incorporación de los productos al mercado. También, aspectos asociados con la soberanía alimentaria, el acceso a la educación, a la salud, a medios de transporte y vías adecuadas, a los medios de comunicación, entre otros, serán necesarios para que las poblaciones disminuyan su sensibilidad y comiencen a construir estrategias de vida alternativas (PEN, 2011). Los demás factores que hacen sensibles a los productores, y que no se relacionan necesariamente con los CVC, están fuera de su alcance porque obedecen a situaciones sociales que convencionalmente se han tratado mediante políticas macroeconómicas (sistemas de educación en el campo, incentivos para apoyar la permanencia en el campo, etc.) o están relacionadas con el mercado bursátil (el precio del café y de los insumos).

En general, la adaptación de los productores de América Latina y el Caribe requiere de un papel más activo de los gobiernos y de los actores clave (Conde y Lonsdale, 2005). En países como Colombia, en donde aún se carece de los equipos necesarios para recolectar datos climatológicos, deberán implementarse estrategias alternativas para la comprensión de los impactos del CC y de los CVC en los ecosistemas y en la vida de las poblaciones humanas. Debe afirmarse entonces que la adaptación al CC no es solamente un asunto técnico o de adecuación de la infraestructura para la producción agropecuaria, sino que requiere de la creación de capacidades, y estas “no se construyen con base en las proyecciones del clima y los mercados” (Conde Álvarez y Saldaña Zorrilla, 2007: 29).

La propuesta presentada se dirige a la identificación de los factores que inciden en la vulnerabilidad socioecológica de los sistemas productivos, la cual requiere de la caracterización contextual. Es decir que, a diferencia de las propuesta que buscan medir la vulnerabilidad desde las variables biofísicas, normalmente vinculadas con los estudios climatológicos tradicionales de las ciencias ambientales y las ingenierías,

este modelo busca considerar el punto de vista de las comunidades que habitan los territorios estudiados, con el fin de construir y de identificar las capacidades de adaptación preexistentes, y de evitar la implementación de modelos para la gestión que se encuentran fundamentados en variables impuestas desde el exterior (por los académicos, los tomadores de decisiones, las políticas públicas, etc.).

Las políticas asertivas deberían ser el fundamento para el buen manejo del territorio y de sus “productos”, así como la existencia y la valoración de los conocimientos de todos los habitantes de ese territorio en torno a las posibilidades ecológicas. Esto con el objetivo de lograr la durabilidad del sistema productivo y como consecuencia de la armonización de las actividades productivas con esas posibilidades. Un análisis de las perspectivas culturales en torno al clima (Ulloa, 2011) reviste importancia para la creación de políticas que contribuyan con el fortalecimiento de las capacidades sociales, y por medio de las cuales puedan generarse estrategias más efectivas de adaptación a través de nuevos modos y medios de producción que permitan sobrellevar los efectos, a futuro, del cc y de los cvc.

Agradecimientos

A los productores cafeteros de la CRCH; al grupo de investigación Medio Ambiente y Sociedad (MASO) de la Universidad de Antioquia; al proyecto Vulnerabilidad y Adaptación a los eventos Climáticos Extremos en las Américas (VACEA); al International Development Research Centre (IDRC) y al International Research Initiative on Adaptation to Climate Change (IRIACC).

Referencias bibliográficas

- Acevedo, Erika; Turbay, Sandra; Hurlbert, Margot; Barco, Martha y López, Kelly (2016). “Governance and climate variability in Chinchiná River, Colombia”. En: *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, vol. 8, N.º 5, pp. 632-653.
- Adger, Neil (2000). “Social and ecological resilience: Are they related?”. En: *Progress in Human Geography*, vol. 24, N.º 3, pp. 347-364. [En línea:] <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1191/030913200701540465>.
- “Alta producción de café no traduce más ganancias; el precio ha caído 27 %. El desplome del valor interno de compra puede ser mayor. Cafeteros insisten en regreso de subsidio PIC”. *El Tiempo*, 6 de mayo de 2015. [En línea:] <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/produccion-y-precio-del-cafe-en-colombia/15702220>.
- Arcila, Jaime (2007). “Densidad de siembra y productividad de los cafetales”. En: Arcila, Jaime; Farfán, Fernando; Moreno, Argemiro; Salazar, Luis Fernando e Hincapié, Edgar. *Sistemas de producción de café en Colombia*. Centro Nacional de Cafeteros de Colombia (Cenicafé), pp. 131-144. [En línea:] <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/7/6.%20Densidad%20siembra%20y%20productividad%20cafetales.pdf>.
- Ardila, Adriana y Pineda, Carolina (2005). *Los salarios en la industria cafetera colombiana*. Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Bogotá.

- Ardila Suárez, Erwin Esáu y Rueda Arenas, Juan Felipe (2013). “La saturación teórica en la teoría fundamentada: su de-limitación en el análisis de trayectorias de vida de víctimas del desplazamiento forzado en Colombia”. En: *Revista Colombiana de Sociología*. Bogotá, vol. 36, N.º 2, pp. 93-114
- Arriagada, Evelyn (2013). “Clientelismo político y participación local: El rol de los dirigentes sociales en la articulación entre autoridades y ciudadanos en Santiago de Chile”. En: *Polis. Revista Latinoamericana*, vol. 12, N.º 36, pp. 15-38. [En línea:] <https://journals.openedition.org/polis/9389>.
- Bedoya Soto, Juan Mauricio; Poveda, Germán; Trenberth, Kevin Edward y Vélez Upegui, Jorge Julián (2018). “Interannual hydroclimatic variability and the 2009-2011 extreme ENSO phases in Colombia: from Andean glaciers to Caribbean lowlands”. En: *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 135, N.º 3-4, pp. 1531-1544. [En línea:] <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-018-2452-2>.
- Calambas, Rosana (2009). *Estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo, en sistemas de producción de café orgánico y tradicional en los municipios de Caldoño, Morales y Piendamó en el Departamento del Cauca*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Cárdenas Gutiérrez, Antonio Ramón y Bernal Guerrero, Antonio (2017). “Evaluación del potencial emprendedor en escolares. Una investigación longitudinal”. En: *Educación XXI*, vol. 20, N.º 2, pp. 73-94. [En línea:] <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70651145003>.
- Cardona, Omar Darío (2001). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. “Una crítica y una revisión necesaria para la gestión”*. Presentado en: International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and practice. Wageningen, 29 y 30 de junio de 2001. [En línea:] https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19852/VulnerabilidadRiesgoHolistico%28Cardona_2002%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Carrasco, Manuel (1996). “Economía social: concepto e importancia”. En: *Trabajo. Revista Iberoamericana de relaciones laborales*, N.º 1, pp. 11-33. [En línea:] <http://uhu.es/publicaciones/ojs/index.php/trabajo/article/viewFile/256/446>.
- Chavarro Pinzón, Mauricio et al. (2008). *Preparándonos para el Futuro. Amenazas, Riesgos, Vulnerabilidad y Adaptación frente al cambio climático*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Universidad Nacional de Colombia (UNAL) y Programa de Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC) en Colombia, Bogotá.
- Climate Hazards Center, Universidad de California, Santa Bárbara y Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) (s.f.). *chirps: Rainfall estimates from rain gauge and satellite observations*. [En línea:] <https://bit.ly/3S9Uavf>.
- Collins, Jennifer; Ersing, Robin y Polen, Amy (2017). Evacuation decision-making during hurricane Matthew: An assessment of the effects of social connections. En: *Weather, Climate and Society*, vol. 9, N.º 4, pp. 769-776. [En línea:] https://journals.ametsoc.org/view/journals/wcas/9/4/wcas-d-17-0047_1.xml?tab_body=pdf.
- Conde, Cecilia y Lonsdale, Kate (2005). “Engaging stakeholders in the adaptation process”. En: Lim, Bo y Spanger-Siegfried, Erika (eds.). *Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies and measures*. Cambridge University Press y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (undp), Cambridge, pp. 47-66.
- Conde Álvarez, Cecilia y Saldaña Zorrilla, Sergio (2007). “Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación”. En: *Revista Ambiente y Desarrollo*. Santiago de Chile, vol. 23, N.º 2, pp. 23-30.
- Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas) y Conservación Internacional (2007). *Plan de manejo de los páramos del Departamento de Caldas*. [En línea:] [http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/639/Plan de Manejo de Paramos-Caldas.pdf](http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/639/Plan%20de%20Manejo%20de%20Paramos-Caldas.pdf).

- Corpocaldas y UNAL (2013). *Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del río Chinchiná en el departamento de Caldas*. [En línea:] <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1508/2017/03-09/01-SintesisPOMCARioChinchina.pdf>.
- Depietri, Yaella; Welle, Torsten y Renaud, Fabrice (2013). Social vulnerability assessment of the Cologne urban area (Germany) to heat waves: links to ecosystem services. En: *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 6, pp. 98-117. DOI: [10.1016/j.ijdr.2013.10.001](https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2013.10.001).
- Díaz, Harry y Hurlbert, Margot (2012). *Vulnerability and Adaptation to Climate Extremes in the Americas (vacea)*. Methodology document for themes 1A and 1C, Universidad de Regina.
- Didan, Kamel (2015). MOD13Q1 modis/Índices de Vegetación Terra 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, 10. DOI: [10.5067/MODIS/MOD13Q1.006](https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD13Q1.006).
- Dirven, Martine (2002). *Las prácticas de herencia de tierras agrícolas: ¿una razón más para el éxodo de la juventud?* Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), Santiago de Chile. [En línea:] <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4525/S02121030.es.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Duque Orrego, Hernando; Márquez, Albeiro y Hernández, Magnolia (2002). “Estudios de caso sobre costos de manejo integrado de la broca del café en el departamento del Risaralda”. En: *Revista Cenicafé*, vol. 53, N.º 2, pp. 106-118.
- Eakin, Hallie y Lemos, Maria Carmen (2006). “Adaptation and the state: Latin America and the challenge of capacity-building under globalization”. En: *Global Environmental Change*, vol. 16, N.º 1, pp. 7-18. [En línea:] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378005000713>.
- Echeverri, J. (mayo 16 de 2015). Comunicación personal (E. Acevedo, entrevistadora).
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC) (2016). *Comportamiento de la industria cafetera colombiana 2016*. [En línea:] https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2016.pdf.
- Friend, Fanny e Ycaza, Pilar (2018). *Análisis de vulnerabilidad socioeconómica y natural de la cuenca del río Chinchiná*. Informe técnico, Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (ciifen). [En línea:] https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00W6J4.pdf.
- García, Julián (1998). “Evolución de la distribución de las fincas cafeteras. Hacia una regionalización de la caficultura colombiana”. En: *Federación de Cafeteros*. [En línea:] <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/3.evolucionfincascaferas.pdf>.
- Gil, Gastón (2007). “Reflexiones sobre el poder, las jerarquías y la teoría social: entrevista a Maurice Godelier”. En: *Avá. Revista de Antropología*, N.º 10, pp. 135-145.
- Grisales, E. (junio 15 de 2016). Comunicación personal (E. Acevedo, entrevistadora).
- Godelier, Maurice (1976). *Antropología y Economía*. Anagrama, Barcelona.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2007). *Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC, Ginebra. [En línea:] http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/es/contents.html.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (s.f.). *Tiempo y clima*. [En línea:] <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima>.
- IDEAM, PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), DNP (Departamento Nacional de Planeación) y Cancillería (2015). *Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100. Nivel nacional-departamental. Herramientas científicas para la toma de decisiones –Enfoque Nacional– Departamental:*

- Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. IDEAM y PNUD, Bogotá. [En línea:] http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022964/documento_nacional_departamental.pdf.
- Jaramillo, Álvaro (2005). *Clima andino y café en Colombia*. Cenicafe, Chinchiná.
- Kobayashi, Audrey (ed.) (2020). “Time geographic analysis”. En: *International encyclopedia of human geography (second edition)*, Elsevier, Ámsterdam, pp. 271-282. DOI: [10.1016/b978-0-08-102295-5.10326-9](https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102295-5.10326-9).
- Luhmann, Niklas (1998). *Sistemas sociales: lineamientos para una teoría general*. Sistemas sociales. Anthropos, Ciudad de México.
- Lo Vuolo, Rubén (2021). *Sistema económico y crisis climática. Límites para el campo de juego de las preferencias individuales y de las políticas públicas*. Documentos de Trabajo del Centro Interdisciplinario para el Estudio de Políticas Públicas, N° 108 (CIEPP). [En línea:] https://www.ciepp.org.ar/images/ciepp/docstrabajo/Documento_108.pdf.
- lp daac (s.f.). Página web oficial. [En línea:] <https://lpdaac.usgs.gov/>.
- mads (24 de febrero de 2016). Decreto 298, por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones. [En línea:] <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/55decreto%20298%20feb%202016.pdf>.
- Martínez Alier, Joan (2006). “Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad”. En: *Polis. Revista Latinoamericana*, N° 13, pp. 1-15. [En línea:] <http://journals.openedition.org/polis/5359>.
- Mölg, Nico; Ceballos, Jorge Luis; Huggel, Christian; Micheletti, Natan, Rabatel, Antoine y Zemp, Michael (2017). “Ten years of monthly mass balance of Conejeras glacier, Colombia, and their evaluation using different interpolation methods”. En: *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, vol. 99, N.º 2, pp. 155-176.
- Morales Jasso, Gerardo (2016). “La apropiación de la naturaleza como recurso. Una mirada reflexiva”. En: *Gestión y ambiente*, vol. 19, N.º 1, pp. 141-154. [En línea:] <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/viewFile/51968/56391>.
- Moreno, Paz y Narotzky, Susana (2000). “La reciprocidad olvidada: reciprocidad negativa, moralidad y reproducción social”. En: *Hispania*, vol. 60, N.º 204, pp. 127-160. [En línea:] <http://hispania.revistas.csic.es/index.php/hispania/article/view/564/561>.
- Morone, Guillermo (2013). *Métodos y técnicas de la investigación científica*. Documento de trabajo, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.
- Mussetta, Paula; Barrientos, María Julia; Acevedo, Erika; Turbay, Sandra y Ocampo, Olga (2017). “Vulnerabilidad al cambio climático: Dificultades en el uso de indicadores en dos cuencas de Colombia y Argentina”. En: *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, N° 36, pp. 119-147. [En línea:] <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/17862>.
- Naciones Unidas (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. [En línea:] <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.
- Nates Cruz, Beatriz (2008). “Procesos de gentrificación en lugares urbanos: presupuestos conceptuales para su estudio en Colombia”. En: *Revista de Antropología Social*, vol. 10, N.º 253, pp. 127-160.
- Ocampo, Olga Lucía (2012). *Análisis de Vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias de cambio climático*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Ocampo, Olga Lucía y Vélez, Jorge Julián (2014). “Análisis comparativo de modelos hidrológicos de simulación continua en cuencas de alta montaña: caso del río Chinchiná”. En: *Revista Ingenierías*

- Universidad de Medellín*, vol. 13, N.º 24, pp. 43-58. [En línea:] <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v13n24/v13n24a04.pdf>.
- Ocampo, Olga Lucía; Castañeda Peláez, Karen y Vélez Upegui, Jorge Julián (2017). “Caracterización de los ecotopos cafeteros colombianos en el Triángulo del Café”. En: *Perspectiva Geográfica*, vol. 22, N.º 1, pp. 89-108.
- Perdomo Calvo Jorge Andrés y Mendieta López, Juan Carlos (2007). “Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos”. En: *Desarrollo y Sociedad*, vol. 1, N.º 60, pp. 1-45. [En línea:] <https://mpru.ub.uni-muenchen.de/37181/>.
- Poveda, Germán (2004). “La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna”. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, vol. 28, N.º 107, pp. 201-222.
- Poveda, Germán y Mesa, Óscar (1996). “Las fases extremas del fenómeno enso (El Niño y La Niña) y su influencia sobre la hidrología de Colombia”. En: *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. 11, N.º 1, pp. 21-37.
- Poveda, Germán; Jaramillo, Álvaro; Gil, Marta María; Quiceno, Natalia y Mantilla, Ricardo (2001). “Seasonally in enso-related precipitation, river discharges, soil moisture, and vegetation index in Colombia”. En: *Water Resources Research*, vol. 37, N.º 8, pp. 2169-2178.
- Poveda, Germán y Pineda, Kevin (2009). “Reassessment of Colombia’s tropical glaciers retreat rates: are they bound to disappear during the 2010-2020 decade?”. En: *Advances in Geosciences*, vol. 22, pp. 107-116.
- Poveda, Germán; Álvarez, Diana y Rueda, Óscar (2011). “Hydro-climatic variability over the Andes of Colombia associated with enso: A review of climatic processes and their impact on one of the Earth’s most important biodiversity hotspots”. En: *Climate. Dynamics*, vol. 36, pp. 2233-2249.
- Poveda, Germán y Álvarez, Diana (2012). “El colapso de la hipótesis de estacionariedad por cambio y variabilidad climática: implicaciones para el diseño hidrológico en ingeniería”. En: *Revista de Ingeniería*, N.º 36, pp. 65-76.
- Poveda, Germán; Turbay, Sandra; Vélez, Jorge Julián; Ocampo, Olga Lucía; Acevedo, Erika y Bedoya, Mauricio (2014). ¡No sé qué vamos a hacer con estos climas! Vulnerabilidad y adaptación a las variaciones climáticas extremas en la cuenca de la quebrada Los Cuervos, afluente del río Chinchiná, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, International Development Research Center (IDRC), Canadian Institutes of Health Research (CIHR), The Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC), Medellín.
- Programa Estado de la Nación-Región (PEN) (2011). *Cuarto Informe Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible. Un informe desde Centroamérica y para Centroamérica*. PEN, Pavas. [En línea:] <http://www.estadonacion.or.cr/inicio/estado-region/region-informe-actual2011>.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Parlamento Latinoamericano y Caribeño (PARLATINO) (2015). *Aportes legislativos de América Latina y el Caribe en materia de cambio climático*. PNUMA y PARLATINO, Ciudad de Panamá.
- Rabatel, Antoine *et al.* (2018). “Toward an imminent extinction of Colombian glaciers?”. En: *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, vol. 100, N.º 1, pp. 75-95.
- Ramírez Builes, Víctor Hugo (2014). “Vulnerabilidad de algunos suelos de la zona cafetera al déficit hídrico”. En: *Avances Técnicos Cenicafe*, N.º 449, pp. 1-8.
- Retamal, Rafaela; Rojas, Jorge y Parra, Oscar (2011). “Percepción al cambio climático y a la gestión del agua: aportes de las estrategias metodológicas cualitativas para su comprensión”. En: *Ambiente y Sociedad*, vol. 14, N.º 1, pp. 175-194. [En línea:] <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v14n1/a10v14n1.pdf>.

- Ribot, Jesse (2017). “Causa y responsabilidad: vulnerabilidad y clima en el Antropoceno”. En: *Acta Sociológica*, vol. 73, pp. 13-81. [En línea:] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S018660281730049X>.
- Robles, José Manuel (2005). “Racionalidad acotada: heurísticos y acción individual”. En: *Theoria*, vol. 14, N.º 1, pp. 37-46. [En línea:] <https://www.redalyc.org/comocitar.oi?id=29900105>.
- Rodríguez Becerra, Manuel y García Portilla, Jason (2013). *Las políticas de prosperidad económica y la adaptación al cambio climático: ¿choque de locomotoras?* Foro Nacional Ambiental, Bogotá.
- Salas Zapata, Walter; Ríos Osorio, Leonardo y Álvarez del Castillo, Javier (2012). “Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos”. En: *Ecología austral*, vol. 22, N.º 1, pp. 74-79.
- Sauchyn, David; Vélez Upegui, Jorge Julián; Masiokas, Mariano; Ocampo, Olga; Cara, Leonardo y Villalba, Ricardo (2016). “Exposure of rural communities to climate variability and change: Case studies from Argentina, Colombia and Canada”. En: Leal Filho, Walter *et al.* (eds.). *Implementing climate change adaptation in cities and communities*. Springer, Nueva York, pp. 23-38.
- Schianetz, Karin y Kavanagh, Lydia (2008). “Sustainability indicators for tourism destinations: A complex adaptative systems approach using systemic indicator systems”. En *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 16, N.º 6, pp. 601-628.
- Schuschny, Andrés (2001). *Auto-organización en sistemas económicos*. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. [En línea:] http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tesis/1501-1161_SchuschnyAR.pdf.
- Svampa, Maristella (2019). *Las fronteras del neoextractivismo en América Latina: conflictos socioambientales, giro ecoterritorial y nuevas dependencias*. Centro María Sibylla Merian de Estudios Latinoamericanos Avanzados en Humanidades y Ciencias Sociales (CALAS), Berlín. [En línea:] <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/25058?show=full>.
- Toledo, Víctor (2009). “¿Otro mundo es realmente posible? Reflexiones frente a las crisis”. En: *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, N.º 105, pp. 105-112. [En línea:] <https://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/Analisis/eneabril%202010/TOLEDO,%20V.%20otro%20mundo%20es%20realmente%20posible.pdf>.
- Turbay, Sandra; Nates, Beatriz; Jaramillo, Fabio; Vélez, Jorge Julián y Ocampo, Olga Lucía (2014). “Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia”. En: *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, N.º 85, pp. 95- 112.
- Urquiza Gómez, Anahí y Cadenas, Hugo (2015). “Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica”. En: *L'Ordinaire des Amériques*, N.º 218. [En línea:] <https://journals.openedition.org/orde/1774>.
- Vargas Melgarejo, Luz María (1994). “Sobre el concepto de percepción”. En: *Alteridades*, vol. 4, N.º 8, pp. 47-53. [En línea:] <http://www.redalyc.org/pdf/747/74711353004.pdf>.
- Von Bertalanffy, Ludwig (1976). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México.

