



MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ORGANIZACIONES CAFETALERAS DE LA ZONA CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO †

[MEASURES OF ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE AMONG COFFEE ORGANIZATIONS IN THE CENTRAL ZONE OF VERACRUZ, MEXICO]

María Isabel Hernández Sánchez and Ana Cecilia Travieso Bello*

Facultad de Economía, Universidad Veracruzana. Av. Xalapa esq. Manuel Ávila Camacho s/n, C.P. 91020, Xalapa, Veracruz, México. Email: atravieso@uv.mx

*Corresponding author

SUMMARY

Background: Coffee cultivation is highly sensitive to changes in temperature and precipitation, as well as to the presence of extreme weather events, which impact coffee production. In the way producers adapt, impacts will be reduced. **Objective:** Know the perception of coffee producers about changes in the climate and identify the adaptive measures implement that contributes to face the adverse effects of climate change and reduce their current and future vulnerability. **Methodology:** A questionnaire was applied to sixty-four members of two coffee organizations in the central zone of the State of Veracruz, Mexico. **Results:** Coffee producers perceive changes in the climate, which affect production. Five physical and three social measures of adaptation to climate change were recorded. Agroecological producers apply a greater number of adaptive measures than conventional producers, being less vulnerable. **Implications:** Results allow elaborating recommendations for adaptation to climate change and reducing future vulnerability. **Conclusions:** All the adaptive measures currently being used are autonomous and reactive, meaning, they will contribute to face climate change effects in the short term. However, anticipatory and planned long-term measures are recommended.

Keywords: perception, traditional polyculture, agroecological approach, autonomous adaptation, vulnerability.

RESUMEN

Antecedentes: El cultivo de café es altamente sensible a cambios en temperatura y precipitación, así como a la presencia de eventos climáticos extremos, que impactan la producción. En la medida en que los productores se adaptan, los impactos podrán reducirse. **Objetivo:** Conocer la percepción de los productores de café sobre los cambios en el clima e identificar las medidas de adaptación implementadas, que contribuyen a enfrentar los efectos adversos del cambio climático y reducir su vulnerabilidad actual y futura. **Metodología:** Se aplicó un cuestionario a 64 socios de dos organizaciones cafetaleras de la zona centro del Estado de Veracruz, México. **Resultados:** Los productores de café perciben cambios en el clima, que afectan la producción. Se registraron cinco medidas físicas de adaptación al cambio climático y tres sociales. Los productores agroecológicos aplican un mayor número de medidas de adaptación que los convencionales, por tanto, son menos vulnerables. **Implicaciones:** Los resultados permiten elaborar recomendaciones para la adaptación al cambio climático y reducir la vulnerabilidad futura. **Conclusiones:** Todas las medidas de adaptación desarrolladas actualmente son autónomas y reactivas, por tanto, contribuirán a enfrentar los efectos del cambio climático en el corto plazo. Sin embargo, se recomienda la adopción de medidas anticipadas y planeadas a largo plazo.

Palabras clave: percepción, policultivo tradicional, enfoque agroecológico, adaptación autónoma, vulnerabilidad.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es inequívoco, los efectos de este fenómeno en el largo plazo constituyen una amenaza para la biodiversidad, la soberanía alimentaria, el desarrollo humano y el logro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Se manifiesta principalmente en el incremento de la temperatura media global, cambios en los patrones de la precipitación, aumento del nivel

del mar y de la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos, entre otros (Sánchez y Reyes, 2015). Por lo anterior, este fenómeno es considerado como uno de los mayores retos para la humanidad en el siglo XXI. En los últimos 50 años, México ha experimentado incrementos promedio de temperatura mayores a 0.85 °C y cambios en las precipitaciones medias, lo que ha ocasionado mayores afectaciones debido a fenómenos hidrometeorológicos

† Submitted September 16, 2020 – Accepted December 3, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License. ISSN: 1870-0462.

extremos, entre los cuales destacan ciclones tropicales, inundaciones y sequías; en consecuencia, se han producido pérdidas humanas y altos costos económicos y sociales (SEMARNAT-INECC, 2012).

La agricultura es el sector que genera la mayor cantidad de empleos (2600 millones) y que proporciona medios de subsistencia al 40% de la población en el mundo (PNUD, 2018). Este sector resentirá más que otros los efectos del cambio climático, debido a que presenta una alta dependencia de factores asociados al clima. Los principales efectos negativos esperados para la agricultura son la disminución de la productividad y los rendimientos, la erosión y degradación de suelos, el incremento en la incidencia de plagas y enfermedades, la reducción de las áreas con aptitud para el establecimiento de los cultivos y del período de crecimiento de la planta, amenazas a la seguridad alimentaria, especulación con los precios de alimentos, posible elevación de los niveles de desnutrición de la población, entre otros (CEPAL y CAC/SICA, 2014; IPCC, 2014; Vergara *et al.*, 2014; Monterroso y Gómez, 2015; Viguera *et al.*, 2017).

En México, la agricultura también se perfila como uno de los sectores más vulnerables al cambio climático (SEMARNAT-INECC, 2012), debido a que más del 60% de esta actividad productiva se realiza bajo condiciones de temporal y es susceptible a condiciones climatológicas extremas como heladas, sequías e inundaciones (Conde *et al.*, 2000). De manera particular, el cultivo de café es altamente sensible a cambios en temperatura y precipitación, así como a la presencia de eventos climáticos extremos, cuyos impactos son significativos en la producción (CEPAL y CAC/SICA, 2014; Viguera *et al.*, 2017). En México, este cultivo ocupa una superficie de 710 mil ha, distribuidas en 14 entidades federativas y 480 municipios, y brinda empleos a más de 500 mil productores. En 2019 la producción de café cereza fue de 900 mil t, con un valor de MX\$4725 millones. El 74.8% de la superficie sembrada y 81.5% de la producción nacional, se concentran en los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca (SIAP, 2020).

La mayoría de las regiones cafetaleras mexicanas cuenta con las condiciones agroclimáticas ideales para el cultivo, con altitudes superiores a 900 m, baja insolación, temperatura en un rango de 18 a 25 °C, y precipitación pluvial entre 1400 y 2300 mm, distribuida durante todo el año (Nava, 2016). Sin embargo, esta situación podría modificarse debido a los efectos del cambio climático, ya que las proyecciones indican que México y América Central presentarán los impactos más severos. Los modelos climáticos muestran cambios significativos, tanto en la calidad del grano, como en las zonas altitudinales apropiadas para la producción (Läderach *et al.*, 2011).

En el estado de Veracruz, México, Gay *et al.* (2004) aplicaron un modelo econométrico para explorar la sensibilidad de la producción de café a cambios en variables climáticas y económicas. Las estimaciones mostraron que para 2050 se reduciría entre 73 y 78% la producción de café. Las implicaciones económicas de esta caída podrían ser críticas, en particular para los pequeños productores, cuyos ingresos no alcanzarían a cubrir los costos de producción. Rivera *et al.* (2013) estudiaron la vulnerabilidad de la producción de café en la zona centro de Veracruz; estimaron que a mediados del siglo XXI habrá una pérdida media de la producción del grano de 7 a 10%, debido principalmente a la disminución de la precipitación. Al analizar los efectos del cambio climático sobre la producción cafetalera en el estado de Veracruz, Granados *et al.* (2014) encontraron que los climas migrarán de semicálidos a cálidos en el año 2080. Los modelos mostraron un aumento de temperatura de 4.6 °C y una disminución de la precipitación de 5.5%. Estos cambios tendrán repercusiones en el desarrollo fenológico del grano, propiciarán enfermedades y plagas, lo que afectará la producción de café.

La vulnerabilidad al cambio climático depende del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesta un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (IPCC, 2014). Por tanto, implementar medidas de adaptación reduce la vulnerabilidad actual y futura. Si no se realizan esfuerzos para fortalecer la capacidad adaptativa, es altamente probable que ocurran grandes pérdidas económicas en toda la cadena productiva del café, así como la pérdida de servicios ambientales (Läderach *et al.*, 2011).

La adaptación al cambio climático está definida por el IPCC (2014:128) como un “proceso de ajuste al clima real o proyectado y a sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades benéficas”. Este proceso no es reciente; las sociedades históricamente se han adaptado a la variabilidad natural del clima. Sin embargo, en las últimas décadas los cambios en el clima se han presentado de manera más acelerada y han modificado los ecosistemas y el uso de suelo, situación que pone a prueba la capacidad de adaptación de las sociedades humanas (Burton *et al.*, 2006). Las medidas de adaptación al cambio climático se han clasificado de acuerdo a distintos criterios. La adaptación puede ser reactiva si ocurre después que se han manifestado los impactos iniciales del cambio climático; o puede ser anticipada si tiene lugar antes de que los impactos sean aparentes (Klein, 2003). La adaptación también puede clasificarse en planeada o autónoma. La primera se refiere a acciones o políticas implementadas con el fin de complementar, fomentar o facilitar las respuestas de los agentes (individuos u organizaciones) ante el cambio climático, mientras que la segunda

corresponde a acciones tomadas voluntariamente por los individuos (López y Hernández, 2016). Para este trabajo se emplearon tanto la clasificación de Klein (2003) como la de López y Hernández (2016).

A través de los años, se han identificado diversas medidas de adaptación, que pueden integrarse en tres categorías generales: estructurales o físicas, sociales e institucionales. Las medidas físicas incluyen opciones estructurales e ingenieriles, aplicación de tecnologías, uso de los ecosistemas y sus servicios para cubrir las necesidades de adaptación. Las medidas sociales se refieren a opciones educativas, informativas y de comportamiento para reducir la vulnerabilidad, mientras que las medidas institucionales consideran instrumentos económicos, incentivos, regulaciones y políticas para promover la adaptación (Noble *et al.*, 2014).

Algunas de las medidas de adaptación al cambio climático referidas para el sector agrícola incluyen el uso de variedades resistentes, prácticas de conservación de suelo, regulación biológica de plagas y enfermedades, diversificación de cultivos, agroforestería, expansión de tierras cultivables, intensificación del uso de insumos, adopción de nuevas tecnologías, cosecha de agua, uso de riego, ajuste en los calendarios de siembra y cosecha, diversificación de fuentes de ingreso, migración de la población rural, organización social, uso de seguro de cosechas, sistemas de alerta temprana, entre otros (Galindo *et al.*, 2014; Landa, 2014; Sánchez y Reyes, 2015; Viguera *et al.*, 2017). Los agricultores se han adaptado a los ambientes cambiantes; los conocimientos y experiencias que han adquirido constituyen valiosas lecciones para la construcción de capacidades de adaptación al cambio climático (Landa, 2014). En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue conocer la percepción de los productores de café sobre los cambios en el clima e identificar las medidas de adaptación implementadas, que contribuyen a enfrentar los efectos adversos del cambio climático y reducir su vulnerabilidad actual y futura.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en las regiones cafetaleras de Coatepec y Huatusco, ubicadas en la zona montañosa del centro del estado de Veracruz, entre los 1000 y 1350 msnm, con una precipitación anual que varía entre 1350 y 2200 mm, y una temperatura media anual que oscila entre 12 y 19 °C (Manson *et al.*, 2008). El ecosistema dominante es el bosque mesófilo de montaña, que brinda servicios ambientales importantes, como la regulación del clima, fijación del carbono, conservación de la biodiversidad, control de la erosión del suelo, y la prevención de inundaciones, sequías y deslaves, entre otros (Williams-Linera *et al.*, 2007). En 2017, estas regiones

contribuyeron con 43.2% de la producción estatal de café cereza, 44.7% de la superficie sembrada, 36.4% del total de productores de café en el estado y 32.6% del total de municipios productores (Hernández y Nava, 2018). Ambas regiones cuentan con una amplia experiencia en la producción de café, que data de finales del siglo XIX y el grano que producen se reconoce internacionalmente por su alta calidad (Nava, 2016).

Se utilizó el estudio de caso como estrategia de investigación para abordar este fenómeno contemporáneo en su contexto real (Yin, 2008). Se determinó como unidad de estudio a la organización cafetalera, porque la capacidad adaptativa de los individuos está ligada a su capacidad de actuar colectivamente (Adger, 2003). Los casos de análisis seleccionados fueron dos organizaciones cafetaleras de la zona centro de Veracruz: la Unión de Productores, Beneficiadores y Exportadores de la Región de Coatepec, S.S.S. de R.L. (UPByE), en la región Coatepec y Vinculación y Desarrollo Agroecológico en Café, A.C. (VIDA), en la región Huatusco.

La UPByE surgió el 2 de marzo de 1993, tras una condicionante que el gobierno impuso como requisito para transferir las instalaciones del beneficio de café Puerto Rico, ubicado en la localidad de Las Lomas, municipio de Coatepec. Aunque en sus inicios la conformaban 700 socios, actualmente está integrada por 90 productores de café convencional, distribuidos en los municipios de Coatepec, Emiliano Zapata y Xalapa. El desplome del precio del café hizo que gran parte de sus miembros optaran por vender sus fincas o cambiar el uso de suelo (Hernández y Nava, 2018).

VIDA se constituyó legalmente el 1° de abril del 2009, aunque desde 1990 sus socios fundadores formaban parte de la Unión General Obrero, Campesina y Popular A.C. (UGOCP), organización de la que decidieron separarse para atender las demandas de sus integrantes. VIDA se caracteriza por promover el fortalecimiento de la identidad del campesino, la conciencia crítica entre sus miembros, la participación de mujeres y jóvenes, la diversificación productiva y la apropiación de los procesos de aprendizaje en los productores y sus familias. La conforman 550 socios, pertenecientes a los municipios de Ixhuatlán del Café, Amatlán de los Reyes y Cosautlán de Carvajal; 154 socios realizan un manejo agroecológico del cafetal y comercializan el grano bajo el sello orgánico certificado por CERTIMEX; los demás cultivan el café de manera convencional y lo comercializan en cereza y pergamino (Hernández y Nava, 2018).

El instrumento de recolección de datos fue un cuestionario que constó de preguntas abiertas y cerradas, distribuidas en tres apartados: 1) generalidades del productor y la finca, 2) cambios

percibidos en el clima y 3) medidas de adaptación al cambio climático. Se utilizó el muestreo por conveniencia (Otzen y Manterola, 2017) para la aplicación del cuestionario, a un total de 64 productores de café, 20 en la UPByE y 44 en VIDA. Se consideraron dos estratos en relación al manejo productivo de la finca: productores de café convencional y productores de café agroecológico, los últimos solo se registraron en VIDA. Las medidas de adaptación al cambio climático se clasificaron en estructurales o físicas, sociales e institucionales, a partir de una revisión bibliográfica (Galindo *et al.*, 2014; Noble *et al.*, 2014; Sánchez y Reyes, 2015; López y Hernández, 2016; Programa Regional de Cambio Climático, 2016; Viguera *et al.*, 2017). Para el análisis de datos se obtuvieron promedios, así como frecuencias absoluta y relativa, mediante el programa IBM® SPSS® Statistics 24.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil socioeconómico de los productores de café

La mayoría de los socios encuestados de la UPByE son hombres (65%), la edad promedio es de 61 años (mínima 46, máxima 87 años), los intervalos de edad más frecuente fueron de 50 a 69 años (40%) y de 70 o más (50%). Estos datos revelan el envejecimiento de los productores, la participación reducida de mujeres y jóvenes, así como la falta de relevo generacional. El promedio de escolaridad de los socios es de 6.7 años (primaria concluida), cifra que se encuentra por debajo de la media nacional de 9.1 años, y estatal de 8.2 años (INEGI, 2015). En promedio, poseen una superficie cultivable de 2.1 ha (mínimo 0.003, máximo 5.5 ha), distribuidas en 2.3 parcelas de café (mínimo una,

máximo cinco parcelas). El total de los productores encuestados produce café convencional y 85% lo comercializa en cereza.

El 54.5% de los socios encuestados de VIDA son hombres y la edad promedio es de 52.7 años (mínima 26, máxima 80 años), los intervalos de edad más frecuentes fueron los menores de 50 años (40.9%), de 50 a 69 años (47.7%), mientras que el de 70 o más solo ocupó 11.4%. El grado promedio de escolaridad es de 7.2 años (primer grado de secundaria). Esta organización procura la inclusión de los jóvenes en toda la cadena productiva del café. El alto porcentaje de participación de las mujeres coincide con el proceso de feminización del campo, debido a la migración de mano de obra principalmente masculina, por lo que quedan las mujeres a cargo del cuidado y mantenimiento de los cafetales (CEDRSSA, 2014). En promedio poseen 2.5 ha para el cultivo (mínimo 0.3, máximo 10 ha) y 1.8 parcelas de café (mínimo uno, máximo cuatro parcelas). A diferencia de la UPByE, 45.5% de los encuestados son productores de café convencional que comercializan en cereza y pergamino, mientras que 54.5% manejan el cafetal bajo un enfoque agroecológico y comercian café orgánico certificado.

Se observan diferencias en el perfil socioeconómico de los encuestados, donde contrasta la edad avanzada de los productores y la escasa participación de las mujeres en la UPByE, con la participación equilibrada de hombres y mujeres en VIDA, unido a la presencia de jóvenes y un mayor nivel de escolaridad en esta última organización. Esto, a pesar de que el promedio de hectáreas dedicadas al cultivo de café es similar en ambas organizaciones.

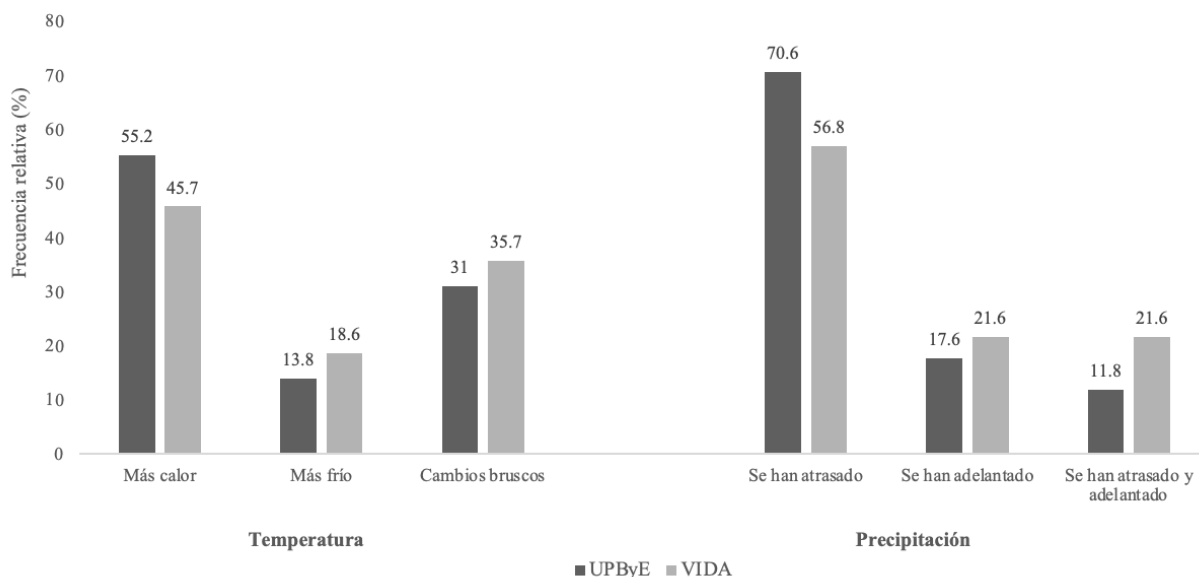


Figura 1. Cambios percibidos en la temperatura y la precipitación por los productores de café. Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

Percepción de los productores de café sobre cambios en el clima

La percepción es un prerrequisito necesario para la adaptación; las personas se adaptarán al cambio climático en la medida que perciban el fenómeno (Maddison, 2007). En general, los productores de ambas organizaciones perciben que el clima está cambiando. El 55.2% de los socios de la UPByE y 45.7% de VIDA reportan un incremento en la temperatura; además, 31.0% en la UPByE y 35.7% en VIDA identifican cambios térmicos bruscos. Los productores también observan modificaciones en el patrón de lluvias, pues manifiestan que las precipitaciones se han atrasado (70.6% en UPByE y 56.8% en VIDA) (Figura 1).

Un alto porcentaje de los encuestados (65% en la UPByE y 79% en VIDA) considera que los cambios en temperatura y precipitación afectan al cultivo, ya que provocan marchitamiento de la planta, la flor y el fruto del café. La escasez de lluvias afecta los ciclos de floración y provoca retrasos en las prácticas de manejo del cafetal. En contraste, si llueve de manera cuantiosa, no se puede realizar el corte del grano, el cual se parte y se cae. Además, el aumento de la temperatura y los cambios en las precipitaciones propician el desarrollo de la roya del café, hongo que afecta significativamente la producción y el rendimiento del cultivo.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Barrasa (2017) en tres comunidades campesinas de la costa de Chiapas, donde el total de los campesinos entrevistados percibió cambios en el clima, particularmente aumento de la temperatura y cambios en la frecuencia e intensidad de las lluvias; situación que afectó las prácticas tradicionales de cultivo. Pinilla *et al.* (2012) encontraron en el centro de Santander, Colombia, que 89% de los campesinos encuestados consideró que ha aumentado la temperatura, la precipitación y la humedad; 64% tuvo una percepción negativa de estos cambios, debido a la pérdida recurrente de las cosechas, el aumento de plagas y enfermedades, la disminución de la productividad del suelo, el incremento de enfermedades humanas y daños en las vías de comunicación. Frank *et al.* (2011) también reportaron que los productores de café de Chiapas experimentaron impactos negativos en la producción de café por cambios en el clima. Los productores indicaron que han tenido pérdidas directas del fruto y del follaje de la planta de café, causadas por lluvias fuertes y exceso de humedad. Además, mencionaron el incremento de plagas y enfermedades del café, retrasos o adelantos de la floración y cosecha,

por temperaturas extremas o lluvias intensas, así como secado de la cereza del café por exceso de calor.

Medidas de adaptación al cambio climático

A continuación, se describe cada una de las medidas de adaptación identificadas.

Medidas de adaptación estructurales o físicas

Renovación de cafetales con variedades tolerantes a plagas y enfermedades: Los productores de ambas organizaciones generalmente cultivaban variedades tradicionales de *Coffea arabica* como Typica, Bourbon, Mundo Novo, Garnica y Catuaí, reconocidas por su calidad en taza, pero altamente susceptibles a la roya del café. La roya es una enfermedad del cafeto producida por el hongo *Hemileia vastatrix*, que al defoliar la planta provoca una disminución en la producción y el deterioro de la calidad del fruto. A partir de 2012 surgió un brote atípico de roya proveniente de Centroamérica, que afectó a los cafetales de Chiapas y después a los demás estados productores del país (Renard y Larroa, 2017). La incidencia de la roya y los precios bajos del café en el mercado internacional provocaron una reducción de casi 50% de la producción nacional (SAGARPA, 2017). Las alteraciones en los patrones de precipitación y temperatura, aunado al abandono tecnológico de los cafetales (plantas viejas, malnutridas y sin podar), fueron las condiciones óptimas para la reproducción de la roya (Libert, 2016). Por ello, desde el año 2013 los productores de café socios de la UPByE y VIDA comenzaron a sustituir sus cafetales con variedades de café tolerantes a este hongo, entre las cuales destacan Costa Rica 95, Colombia, Marsellesa, Sarchimor, Geisha y Catimor. Al respecto, Escamilla y Landeros (2016) señalan que las variedades de café resistentes a la roya no siempre tienen la misma calidad, en comparación con las tradicionales, por ello recomiendan realizar perfiles de calidad de las nuevas variedades.

Diversificación del cafetal: Los cafetales de los socios encuestados de la UPByE y VIDA son cultivados bajo el sistema de policultivo tradicional, donde el productor convencional alterna el café con otros cultivos, incluyendo especies con varios usos: frutales, hortalizas, granos básicos, maderables, medicinales, ornamentales, melíferos, entre otros. Se registraron en total 47 especies asociadas a los cafetales, sin embargo, existen diferencias de acuerdo al tipo de manejo, ya que los productores agroecológicos reportaron aproximadamente el doble de la riqueza de especies vegetales asociadas al cafetal, en comparación con los productores convencionales (Tabla 1).

Tabla 1. Diversidad de especies vegetales asociadas a los cafetales y sus usos.

Especies	UPByE	VIDA, A.C.		Usos					
		Agroecológico	Convencional	Comestible	Maderable	Leña	Medicinal	Ornamental	Barrera viva
Aguacate (<i>Persea americana</i>)*		✓	✓	✓		✓			
Anturios (<i>Anthurium</i> spp.)		✓						✓	
Cedro rojo (<i>Cedrela odorata</i>)	✓	✓			✓				
Cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>)	✓	✓			✓				
Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)		✓	✓		✓		✓		
Calabaza (<i>Cucurbita maxima</i>)		✓		✓					
Chalahuite (<i>Inga vera</i>)*	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Chile de cera (<i>Capsicum pubescens</i>)	✓	✓	✓	✓					
Chinine (<i>Persea schiedeana</i>)*		✓	✓	✓	✓	✓			✓
Encino (<i>Quercus</i> spp.)		✓	✓		✓				
Equimite (<i>Erythrina americana</i>)		✓		✓					✓
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		✓	✓	✓					
Grevilea (<i>Grevillea robusta</i>)	✓	✓			✓	✓	✓		
Guayabo (<i>Psidium guajava</i>)*			✓	✓		✓	✓		
Guanábana (<i>Annona muricata</i>)	✓			✓	✓				
Guarumbo (<i>Cecropia obtusifolia</i>)			✓			✓	✓		
Gusanillo (<i>Lippia myriocephala</i>)		✓							
Jinicuil (<i>Inga jinicuil</i>)*	✓	✓	✓	✓	✓				✓
Huizache (<i>Acacia pennatula</i>)	✓	✓			✓				
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i>)		✓							
Jobo (<i>Spondias mombin</i>)*	✓			✓		✓			✓
Jonote (<i>Heliconia donnell-smithii</i>)*		✓		✓		✓			✓
Ixpepe (<i>Trema micrantha</i>)		✓	✓			✓			
Limón (<i>Citrus latifolia</i>)	✓	✓		✓					
Liquidambar (<i>Liquidambar styraciflua</i>)	✓	✓			✓		✓		
Maíz (<i>Zea mays</i>)		✓		✓					
Macadamia (<i>Macadamia ternifolia</i>)	✓	✓	✓	✓					
Mandarina (<i>Citrus reticulata</i>)	✓		✓	✓					
Mango (<i>Mangifera indica</i>)		✓	✓	✓					
Maracas (<i>Zingiber spectabile</i>)		✓						✓	
Maracuya (<i>Passiflora edulis</i>)		✓		✓					
Nacaxtle (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	✓			✓	✓				
Nanche (<i>Byrsonima crassifolia</i>)		✓	✓	✓		✓	✓		
Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	✓	✓	✓	✓					
Níspero (<i>Eriobotrya japonica</i>)	✓	✓							
Nogal (<i>Juglans</i> spp.)		✓				✓			
Palo mulato (<i>Bursera simaruba</i>)		✓	✓		✓	✓	✓		✓
Plátano (<i>Musa</i> spp.)	✓	✓	✓	✓					
Palma camedor (<i>Chamaedorea elegans</i>)		✓						✓	
Pino (<i>Pinus</i> spp.)		✓			✓				
Primavera (<i>Tabebuia donnell-smithii</i>)					✓				
Roble (<i>Tabebuia rosea</i>)	✓				✓				
Sopa de pan (<i>Alchornea latifolia</i>) *		✓			✓				✓
Tepejilote (<i>Chamaedorea tepejilote</i>)		✓						✓	
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)		✓		✓					
Xochicuahtl (<i>Cordia alliodora</i>)		✓			✓				
Zapote (<i>Casimiroa edulis</i>)			✓						

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta. Las especies melíferas se indican con un asterisco (*).

La mayoría de los productores de café convencional de ambas organizaciones destina principalmente al autoconsumo los productos asociados al cafetal. Adicionalmente, los productores agroecológicos realizan el intercambio (trueque) y la comercialización de sus productos en los mercados locales. En comunidades indígenas de las regiones autónomas de Costa Rica, la diversificación de productos agrícolas en los cultivos (combinación de granos básicos con hortalizas) reduce el riesgo de pérdida por incidencias de plagas y por variaciones en el clima, y mejora su seguridad alimentaria (Cunningham *et al.*, 2010).

Modificación del calendario agrícola: Los cafecultores han tenido que ajustar el calendario de actividades agrícolas, principalmente por cambios en los patrones de precipitación. El 70% de los productores de café agroecológico y 45% de los productores de café convencional de VIDA, así como 60% de los socios de la UPByE (todos productores de café convencional), manifestaron que han retrasado o adelantado las prácticas agrícolas de siembra, poda, limpia, fertilización y corte del grano.

Manejo de sombra del cafetal: Los productores de café convencional reportaron un promedio de 3.4 especies arbustivas y arbóreas como sombra del cafetal en la UPByE y 4.1 especies en VIDA, mientras que los productores agroecológicos registraron 8.0 especies de sombra en promedio, por tanto, estos últimos conservan una mayor diversidad de especies en el cafetal. Se registraron especies de sombra nativas del bosque mesófilo de montaña y cultivadas, con usos

múltiples (Tabla 1). El género *Inga* es el principal componente de la sombra en los cafetales de manejo convencional y agroecológico. Las especies de este género son leguminosas que fijan nitrógeno en el suelo, disminuyen la erosión y capturan carbono (Hernández *et al.*, 2012; Sánchez *et al.*, 2017).

Algunos autores (Manson *et al.* 2018; Viguera *et al.*, 2018) sugieren incluir el mayor número posible de especies de árboles porque una sombra diversificada contribuye a regular el microclima, amortiguar el impacto de lluvias y vientos fuertes, mejorar la fertilidad de suelo y reducir la erosión.

Prácticas de conservación de suelo y agua: El 100% de los productores agroecológicos, así como 65% de los convencionales de VIDA y 55% de la UPByE mencionan que realizan alguna práctica de conservación de suelo y agua (Figura 2), tales como barreras muertas y acolchado (incorporación de materia orgánica al suelo). Estas prácticas reducen la escorrentía, mejoran la infiltración y disminuyen la erosión del suelo (IICA *et al.*, 2012). El uso de barreras vivas se reporta solamente en VIDA; éstas contribuyen a disminuir la velocidad del flujo de agua, retienen el suelo e impiden la erosión (MAG, 2010). La siembra en curvas de nivel, las micorrizas, las ollas de captación y las acequias sólo son utilizadas por los productores agroecológicos (Figura 2). Estas prácticas también contribuyen a la reducción de la escorrentía del agua y la erosión, a la fijación de nitrógeno en el suelo, a la captación y almacenamiento de agua, así como a su infiltración en el suelo (IICA, 2017).

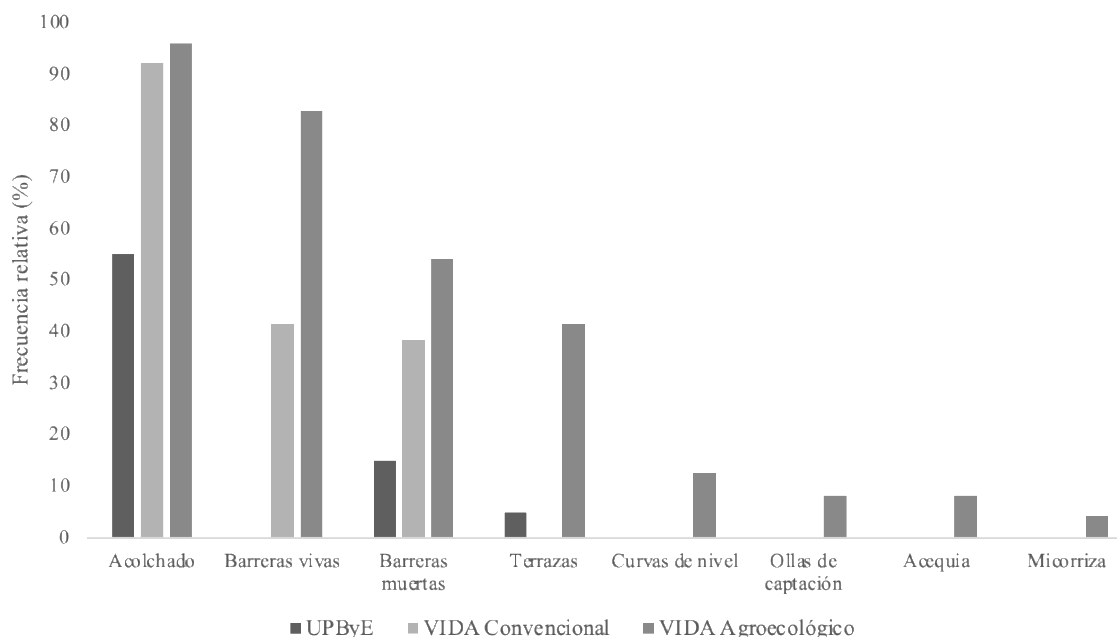


Figura 2. Prácticas de conservación de suelo y agua. Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

Medidas de adaptación sociales

Diversificación de fuentes de ingreso: La mayoría de los productores (70% de los socios de la UPByE y 75% de VIDA) realizan otras actividades para complementar sus ingresos, enfrentar fluctuaciones en los precios del café y la disminución drástica de la producción de café por afectaciones de la roya. El 57.1% de los socios de la UPByE destaca que son pensionados o jubilados, lo cual concuerda con su promedio de edad, mientras que 35.7% recibe ingresos

de actividades no agrícolas. En contraste, los productores de VIDA indicaron que reciben beneficios de programas sociales (PROSPERA y Programa para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores) e ingresos por la venta de productos y subproductos del cafetal. Únicamente los productores agroecológicos prestan servicios en el sector cafetalero, entre los que destacan el tueste de café, la capacitación y la inspección de fincas para la certificación orgánica (Tabla 2).

Tabla 2. Fuentes de ingreso adicionales de los socios de la UPByE y VIDA, A.C.

Actividad ¹	UPByE				VIDA, A.C.	
	Convencional		Convencional		Agroecológico	
	Frecuencia	(%)	Frecuencia	(%)	Frecuencia	(%)
Comercializa productos y subproductos del cafetal	0	0.00	3	23.08	22	70.96
Presta servicios en el sector cafetalero	0	0.00	0	0.00	5	16.13
Apicultor	1	7.14	0	0.00	0	0.00
Arrendatario	1	7.14	0	0.00	0	0.00
Comerciante	1	7.14	3	23.08	1	3.23
Trabajador cuenta propia	2	14.30	0	0.00	2	6.45
Obrero	1	7.14	0	0.00	0	0.00
Beneficiario de programa social	0	0.00	6	46.15	1	3.23
Jubilado o pensionado	8	57.14	1	7.69	0	0.00
Total	14	100.00	13	100.00	31	100.00

¹Algunos socios cuentan con varias fuentes de ingreso. Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

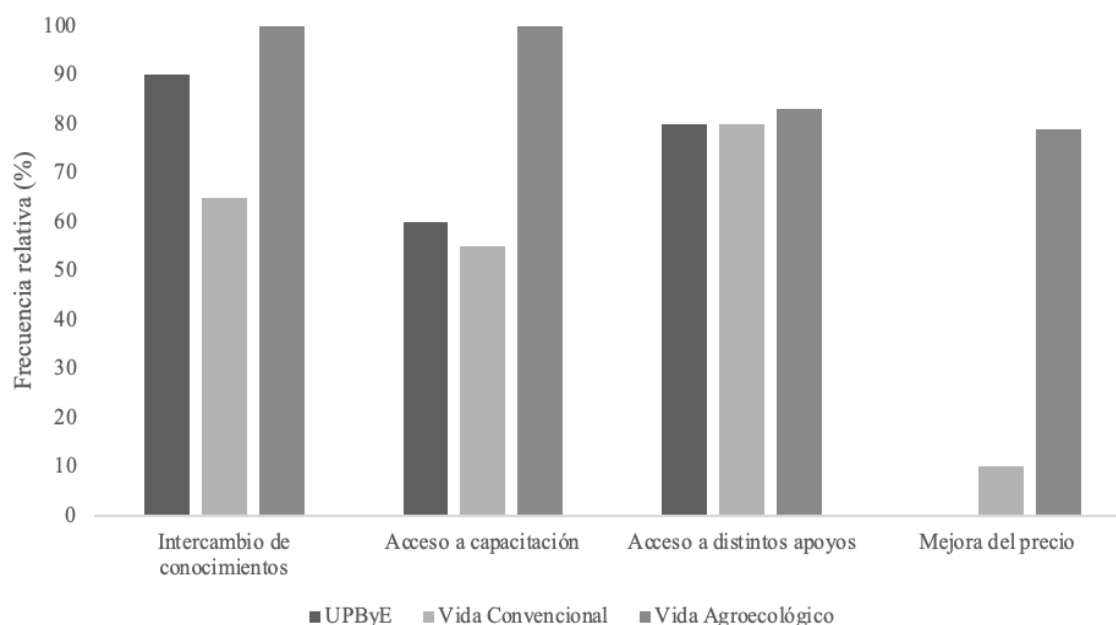


Figura 3. Beneficios que los socios de la UPByE y VIDA, A.C. reciben de la organización. Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

Comercialización diferenciada: El acceso a mercados que paguen un sobreprecio es una opción que sólo los socios de VIDA llevan a cabo, pues comercializan su café bajo el sello orgánico. Al respecto, Turbay *et al.* (2014) mencionaron que la obtención de mejores precios por la venta del café permite a los productores una mayor estabilidad económica y les posibilita recuperarse antes de daños causados por cambios en el clima.

Organización social: Los socios de ambas organizaciones consideran que uno de los principales beneficios de pertenecer a la organización es el intercambio de conocimientos entre compañeros y el acceso a distintos apoyos gestionados con las instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales. Destacan la dotación de paquetes tecnológicos, que incluyen maquinaria, así como planta y fertilizante para renovar los cafetales. Otros beneficios son el acceso a capacitación y asesoría técnica, y mejores precios por la venta de café bajo el sello orgánico (Figura 3).

Medidas de adaptación institucionales

Los productores de ambas organizaciones reconocen que los cafetales brindan servicios ambientales y han escuchado sobre el programa gubernamental de pago por servicios ambientales; sin embargo, no son beneficiarios del mismo. Tampoco cuentan con un seguro de cosecha para enfrentar las pérdidas ocasionadas por contingencias climáticas extremas y no tienen acceso a crédito para el financiamiento de actividades relacionadas con el cuidado y manejo de los cafetales. Por ello, se considera que las políticas públicas para promover la adaptación de los productores de café al cambio climático aún son incipientes. Es recomendable incluir instrumentos económicos como el pago por servicios ambientales, seguros de cosechas y acceso a créditos, que faciliten la adopción de medidas de adaptación a este fenómeno en la cafecultura; con ello podrían enfrentar los impactos del cambio climático y reducir su vulnerabilidad. Al respecto, Baca *et al.* (2014) señalaron que el acceso a microcréditos y créditos formales para inversiones a nivel de finca ayudaría a los productores a invertir estratégicamente en variedades de café, cultivos complementarios y mejoras en los medios de vida, que efectivamente reduzcan el riesgo y mejoren su bienestar social.

Viguera *et al.* (2018) también encontraron que 95% de los productores de café y granos básicos en seis paisajes vulnerables de Costa Rica, Guatemala y Honduras, ha percibido cambios en el clima; sin embargo, sólo 46% implementó medidas de adaptación para reducir su vulnerabilidad a los cambios percibidos. Las principales medidas fueron la

restauración del paisaje, prácticas agroforestales y agroecológicas, un incremento en la aplicación de agroquímicos, introducción de sistemas de riego y de variedades mejoradas, así como cambios en el calendario agrícola. Dichas medidas implementadas se clasifican como autónomas y reactivas, ya que fueron introducidas voluntariamente por los productores en respuesta a los impactos observados. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Casanova *et al.* (2018) sobre los agricultores de cuatro localidades de la zona central del estado de Veracruz, quienes encontraron que las estrategias de adaptación implementadas ante el cambio climático son de corto plazo y autónomas, porque no forman parte de una política de Estado; también son reactivas debido a que se adoptaron después de sufrir escasez de humedad en suelo y disminución de la disponibilidad de agua. En este sentido, Campos *et al.* (2013) refieren que las medidas de adaptación al cambio climático desarrolladas a nivel local surgen como respuestas inmediatas a cambios relacionados con la variabilidad climática, pero la eficacia de éstas depende de políticas públicas planeadas, que estructuren medidas a largo plazo.

Por último, es importante mencionar que las medidas de adaptación identificadas entre los productores de la UPByE y VIDA no fueron necesariamente implementadas para enfrentar cambios en el clima. En el caso de la modificación del calendario agrícola y la renovación de cafetales con variedades tolerantes a plagas y enfermedades, éstas responden directamente a cambios en el clima. En contraste, el manejo de sombra, la diversificación del cafetal y las prácticas de conservación del suelo y el agua son medidas que contribuyen a enfrentar el cambio climático, pero probablemente fueron implementadas por los productores con otros fines. En este sentido, Frank *et al.* (2011) encontraron que varias estrategias desarrolladas por las cooperativas de pequeños productores de café en dos municipios del estado de Chiapas, pueden considerarse adaptaciones al cambio climático; sin embargo, los productores no las reconocen como tal. Lo mismo hallaron Pinilla *et al.* (2012) con campesinos en Colombia, quienes mencionaron que las medidas no fueron planeadas para enfrentar el cambio climático, sino que han surgido de manera empírica y forman parte de su cotidianidad. Adger *et al.* (2005) afirmaron que la adaptación puede estar motivada por factores como la protección del bienestar económico y el mejoramiento de la seguridad, y no está aislada de otras decisiones. Esta ocurre en un contexto de cambios demográficos, culturales y económicos, de transformaciones en tecnologías de la información, gobernanza global, convenciones sociales y la globalización de los flujos de capital y trabajo. Por ello, se recomienda la adopción de medidas anticipatorias y planeadas, que fortalezcan la capacidad de adaptación de los

cafeticultores y contribuyan a la reducción de su vulnerabilidad futura.

CONCLUSIONES

Los productores de café socios de la Unión de Productores Beneficiadores y Exportadores de la Región de Coatepec, S.S.S. de R.L. y Vinculación y Desarrollo Agroecológico en Café, A.C., perciben cambios en la temperatura y en los patrones de precipitación que afectan el cultivo y la producción de café. En ambas organizaciones se registraron medidas físicas y sociales de adaptación al cambio climático. Las medidas físicas de adaptación comprenden la renovación de cafetales con variedades tolerantes a plagas y enfermedades, diversificación del cafetal, modificación del calendario agrícola, manejo de sombra del cafetal y prácticas de conservación de suelo y agua. Las medidas sociales de adaptación identificadas fueron la diversificación de fuentes de ingreso, la comercialización diferenciada y la organización social. No se detectaron medidas institucionales como el pago por servicios ambientales, seguro de cosechas y acceso a crédito. Se observaron diferencias entre los productores convencionales y los agroecológicos; estos últimos implementan un número mayor de medidas de adaptación, por tanto, tienen mayores posibilidades de enfrentar con éxito los impactos del cambio climático en el cultivo de café.

Las medidas de adaptación implementadas por los productores de café de ambas organizaciones son autónomas y reactivas, por tanto, pueden funcionar en el corto plazo. Se recomienda la incorporación de medidas anticipadas y planeadas, que incluyan instrumentos económicos, incentivos, regulaciones y políticas, que permita a los productores mejorar su capacidad para enfrentar los efectos adversos del cambio climático y reducir su vulnerabilidad futura.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a la Unión de Productores, Beneficiadores y Exportadores de la Región de Coatepec, S.S.S. de R.L. y a Vinculación y Desarrollo Agroecológico en Café, A.C. por su participación en el presente estudio.

Financiamiento. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología otorgó financiamiento posdoctoral a la primera autora para realizar el proyecto, convocatoria 2018. El trabajo de campo fue financiado por el Programa de Estudios de Cambio Climático de la Universidad Veracruzana.

Conflicto de interés. Las autoras declaran que no existen conflictos de interés relacionados con esta publicación.

Cumplimiento de las normas éticas. Las autoras declaran que el artículo es original, no ha sido publicado previamente, ni se ha sometido a otra revista. Los productores encuestados participaron voluntariamente, después de ser informados de los objetivos e implicaciones de la investigación, la cual se llevó a cabo de acuerdo al Código de Ética de la Universidad Veracruzana.

Disponibilidad de datos. Los datos están disponibles con la autora de correspondencia, a través del correo electrónico atravieso@uv.mx, a solicitud razonable.

REFERENCIAS

- Adger, W.N. 2003. Social capital, collective action, and adaptation to climate change. *Economic Geography*. 79(4):387-404. DOI: 10.1007/978-3-531-92258-4_19
- Adger, W.N., Arnell, N.W. y Tompkins, E.L. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*. 15:77-86. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005
- Baca, M., Läderach, P., Hagggar, J., Schroth, G., y Valle, O. 2014. An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in Mesoamerica. *PloS ONE* 9(2):e88463. DOI: 10.1371/journal.pone.0088463.
- Barrasa, S. 2017. Percepción del cambio climático en comunidades campesinas de la Reserva de Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Cuadernos Geográficos*. 56(3):44-65. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5210>
- Burton, I., Diringer, E. y Smith, J. 2006. Adaptation to climate change. International policy options. Pew Center on Global Climate Change. USA. <https://www.c2es.org/document/adaptation-to-climate-change-international-policy-options/>
- Campos, M., Herrador, D., Manuel, C. y McCall, M.K. 2013. Estrategias de adaptación al cambio climático en dos comunicados rurales de México y El Salvador. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. (61):329-349. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4157745>
- Casanova, L., Martínez, J.P., López, S., Landeros, C. y López, G. 2018. Comunicación del cambio climático entre productores y estrategias de adaptación en agroecosistemas del trópico subhúmedo mexicano. *Tropical and*

- Subtropical Agroecosystems. 21:189-198. <http://www.revista.cbba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2308/1139>
- CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). 2014. Condiciones económicas y sociales de las mujeres rurales en México. LXII Legislatura Cámara de Diputados, México. <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/1217Condiciones%20económicas%20y%20sociales%20de%20las%20mujeres%20rurales%20en%20México.pdf> (Consultado en octubre de 2019).
- CEPAL y CAC/SICA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y Consejo Agropecuario Centroamericano del Sistema de la Integración Centroamericano). 2014. Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica. LC/MEX/L.1169. México. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37456-impactos-potenciales-cambio-climatico-cafe-centroamerica>
- Conde, A.C., Ferrer, R.M. y Liberman, D. 2000. Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de maíz de temporal mediante el modelo *ceres-maize*". In: Gay, C. (comp.). México: Una visión hacia el siglo XXI: El cambio climático en México. UNAM. Centro de Ciencias de la Atmósfera. México. pp. 119-142. <http://www.pincc.unam.mx/DOCUMENTOS/CambioClim.pdf>
- Cunningham, M., Mairena, D. Pacheco, M. 2010. Cambio climático: medidas de adaptación en comunidades de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua. Nitlalpan, Instituto de Investigación y desarrollo. Nicaragua. http://repositorio.uca.edu.ni/267/1/cuaderno_34.pdf
- Escamilla, E. y Landeros, C. 2016. Cafés diferenciados y de especialidad. CENACAFE (Centro Nacional de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Café). México.
- Frank, E., Eakin, H. y López-Carr, D. 2011. Social identity, perception and motivation in adaptation to climate risk in the coffee sector of Chiapas, México. *Global Environmental Change*. 21:66-76. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2010.11.001
- Galindo, L.M., Samaniego, J., Alatorre J.E., y Ferrer, J. 2014. Procesos de adaptación al cambio climático. Análisis de América Latina. Naciones Unidas. Chile. https://www.cepal.org/sites/default/files/new_s/files/sintesis_pp_cc_procesos_de_adaptacion_al_cc.pdf
- Gay, C., Estrada, F., Conde, A.C. y Eakin, H. 2004. Impactos potenciales del cambio climático en la agricultura: escenarios de producción de café para el 2050 en Veracruz (México). In: García, J.C., Liaño, D., Fernández de Arróyabe, P., Garmendia, C y Rasilla, D. (eds.). El clima entre el mar y la montaña. Asociación Española de Climatología, Universidad de Cantabria. España. pp. 651-660. http://www.cafeybiodiversidad.mx/archivos/0064_PU-SA-IV-2004-C_GAY.pdf
- Granados, R., Medina, M. P. y Peña, V. 2014. Variación y cambio climático en la vertiente del Golfo de México. Impactos en la caficultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(3):473-485. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/951/780>
- Hernández, E., Campos, G.V., Enríquez, J.R., Rodríguez-Ortiz, G. y Velasco, V.A. 2012. Captura de carbono por *Inga jinicuil* Schtdl. en un sistema agroforestal de café bajo sombra. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 3(9):11-21. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/536/1101>
- Hernández, M.I. y Nava, M.E. 2018. Acción colectiva y organizaciones cafetaleras en dos regiones de Veracruz. In: Hernández, N., Ruelas, L.C. y Nava, M.E. (coord.). Sustentabilidad del desarrollo: desafíos y propuestas. Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, El Colegio de Veracruz. México. pp.197-215. <http://colver.com.mx/Publicaciones/SustentabilidadDesarrollo.pdf>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), SICTA (Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agropecuaria) y Cooperación Suiza en América Central. 2012. Obras de conservación de suelo y agua en laderas. Proyecto Red SICTA, IICA, Nicaragua. <http://repiica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2017. Guía Técnica: obras de conservación de suelos. IICA. El Salvador.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2015. Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015. Estados Unidos Mexicanos. INEGI México. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825078966.pdf
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2014. Cambio Climático 2014. Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC. Suiza. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- Klein, R.J. 2003. Adaptation to climate variability and change: what is optimal and appropriate. In: Giupponi, C. y Schechter, M. (eds.). *Climate Change in the Mediterranean. Socio-Economic Perspectives of Impacts, Vulnerability and Adaptation*. Edward Elgar Publishing Ltd. Cheltenham. UK. pp. 32-50. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=553BE048649441E33E4604D3097FAE73?doi=10.1.1.320.6140&rep=rep1&type=pdf>
- Läderach, P., Hagggar, J., Lau, C., Eitzinger, A., Ovalle, O., Baca, M. Jarvis, A. y Lundy, M. 2011. *Café mesoamericano: Desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático. Políticas en Síntesis no. 2*. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Colombia. http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/11/politica_sintesis2_cafe_mesoamericano.pdf
- Landa, R. 2014. Políticas nacionales de adaptación al cambio climático y su vínculo con la agricultura familiar. ¿Qué tan eficientes han sido las políticas de adaptación al cambio climático en México en el marco de la agricultura familiar?. OXFAM México, CRECE. Mexico. https://ceiba.org.mx/publicaciones/rosalvalanda/politicas_cc.pdf
- Libert, A. 2016. La roya del cafeto. Breves de Políticas Públicas. Programa Mexicano del Carbono. http://pmcarbono.org/pmc/descargas/proyectos/redd/Breves_de_Politicas_Publicas_No.1_Que_es_la_roya.pdf (Consultado el 26 de julio de 2019).
- López, A.J. y Hernández, D. 2016. Cambio climático y agricultura. Una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico*. 4(332): 459-496. <https://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/231>
- Maddison, D. 2007. The perception of and adaptation to climate change in Africa. Policy Researcher Working Paper 4308. The World Bank. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/479641468193774164/pdf/wps4308.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2010. Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible. MAG. Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/p01-9801.pdf>
- Manson, R., Contreras, A. y López, F. 2008. Estudios de la biodiversidad en cafetales. In: Manson, R.H., Hernández, V., Gallina, O.S y Mehltreter, K. (eds.). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, manejo y conservación*. INECOL, INESEMARNAT, México. pp. 1-14. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/542/cap1.pdf>
- Manson, R.H., López, F., Sosa, V. y Ortega, A. 2018. Biodiversidad y otros servicios ambientales en cafetales. Manual de mejores prácticas. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). México. http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/Biodiversidad_en_cafetales_webx.pdf
- Monterroso, A.J. y Gómez, J.D. 2015. Sistemas de producción de alimentos y seguridad alimentaria. In: Gay, C., Cos, A. y Peña, T. (eds.). *Reporte mexicano del cambio climático. Grupo II. Impactos, vulnerabilidad y adaptación*. UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático. México. pp. 97-120. http://www.pincc.unam.mx/libro_reportemex/Reporte_Mexicano_grupo2.pdf
- Nava T., M.E. 2016. Mercados alternativos de café en el centro de Veracruz. El Colegio de Veracruz, Juan Pablos Editor. México.
- Noble, I.R., Huq, S., Anokhin, Y.A., Carmin, J., Goudou, D., Lansigan, F.P., Osman-Elasha, B. y Villamizar, A. 2014. Adaptation needs and options. In: Field, C.B., Barros, V.R. Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D. *et al.* (eds.) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on*

- Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. pp. 833-868. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap14_FINAL.pdf
- Otzen, T. y Manterola, C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*. 35(1):227-232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pinilla, M., Rueda, A., Pinzon, C., y Sanchez, 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. <https://biblat.unam.mx/hevila/AmbienteydesarrolloBogota/2012/vol16/no31/2.pdf>
- Programa Regional de Cambio Climático. 2016. Reduciendo la vulnerabilidad al cambio climático del sector cafetalero en Guatemala. Manual Técnico para el fortalecimiento del sector de café en Guatemala frente al cambio climático. USAID. <https://www.catie.ac.cr/programa-regional-cambio-climatico-usaid/wp-content/uploads/Manual-Cafe-Elena-Completo1.pdf>
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 2018. Objetivos del Desarrollo Sostenible. <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>. (Consultado el 5 de agosto de 2019).
- Renard, M.C. y Larroa, R.M. 2017. Política pública y sustentabilidad de los territorios cafetaleros en tiempos de roya: Chiapas y Veracruz. *Estudios Latinoamericanos, Nueva Época*. (40):95-113. <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.revistas.unam.mx/index.php/rel/article/viewFile/61593/54244>
- Rivera, M.R., Nikolskii, I., Castillo, M., Ordáz, V. M., Díaz, G. y Guajardo, R.A. 2013. Vulnerabilidad de la producción de café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático global. *Terra Latinoamericana*. 31:305-313. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v31n4/2395-8030-tl-31-04-00305.pdf>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca). 2017. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. SAGARPA. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/255627/Planeaci_n_Agr cola_Nacional_2017-2030-_parte_uno.pdf
- Sánchez, L. y Reyes, O. 2015. Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Una revisión general. Naciones Unidas. Chile. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265_es.pdf
- Sánchez, S., Mendoza, M.A., y Vidal, R. 2017. Diversificación de la sombra tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 8(40):7-17. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/32/76>
- SEMARNAT-INECC (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2012. Adaptación al cambio climático en México: Visión, elementos y criterios para la toma de decisiones. México. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001364.pdf>
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://www.gob.mx/siap>. (Consultado el 14 de octubre de 2019).
- Turbay, S., Nates, B., Jaramillo, F., Vélez, J.J. y Ocampo, O.L. 2014. Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 85:95-112. <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n85/n85a8.pdf>
- Vergara, W., Rios, A.R., Trapido, P. y Malarín, H. 2014. Agricultura y clima futuro en América Latina y el Caribe: Impactos sistémicos y posibles respuestas. BID (Banco Interamericano de Desarrollo). <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Agricultura-y-clima-futuro-en-América-Latina-y-el-Caribe-impactos-sistémicos-y-posibles-respuestas.pdf>
- Viguera, B., Martínez, M.R., Donatti, C., Harvey, C. y Alpizar, F. 2017. Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategia de mitigación y adaptación. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA. CI (Conservación Internacional), CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza). Costa Rica.

- https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade_modulo-2-impactos-del-cambio-climatico-en-la-agricultura-de-centroamerica.pdf
- Viguera, B., Martínez, M.R., Alpízar, F. y Harvey, C. 2018. Adaptación basada en Ecosistemas como una opción de adaptación de la agricultura al cambio climático en Centroamérica. Policy Brief. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) y CI (Conservación Internacional). Turrialba. Costa Rica. https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade_Policy_brief_EbA.pdf
- Williams-Linera, G., Guillén, A., Gómez, O. y Lorea, F. 2007. Conservación en el centro de Veracruz, México. El bosque de niebla. ¿Reserva archipiélago o corredor biológico? In: Halffer, G., Guevara, S. y Melic, A. (eds.). Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica. Monografías Tercer Milenio (m3m). Vol. 6. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), España. pp. 303-310. <http://sea-entomologia.org/PDF/PDFSM3MVOL6/Pdf32303310032WilliamsLineraetal.pdf>
- Yin, R.K. 2008. Case Study Research: design and methods. 4a Ed. Sage.