

Percepción y adaptación de productores de café al cambio climático en Puebla y Oaxaca, México

Perception and adaptation of coffee producers to climate change in Puebla and Oaxaca, Mexico

José Luis Jaramillo-Villanueva^{1*},
 Jesús Guerrero-Carrera¹,
 Samuel Vargas-López¹,
 Ángel Bustamante-González¹

¹Colegio de Postgraduados
 Campus Puebla, Boulevard
 Forjadores de Puebla no.
 205 Santiago Momoxpan, CP.
 72760. San Pedro Cholula,
 Puebla, México.

*Autor de correspondencia:
jaramillo@colpos.mx

Artículo científico

Recibido: 26 de octubre 2021

Aceptado: 22 de enero 2022

Como citar: Jaramillo-Villanueva JL, Guerrero-Carrera J, Vargas-López S, Bustamante-González A (2022) Percepción y adaptación de productores de café al cambio climático en Puebla y Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 9(1): e3170. DOI: 10.19136/era.a9n1.3170

RESUMEN. El objetivo de la presente investigación fue analizar los factores explicativos de la percepción y adaptación de los productores de café al cambio climático en la región Mazateca de Oaxaca y Cuetzalan de Puebla. La información se obtuvo de una encuesta a productores de café, en la que se incluyeron preguntas sobre características sociodemográficas del productor, uso de tecnología agrícola, costos e ingresos, percepción, adaptación y afectaciones al cultivo de café por cambio climático. Se aplicó muestreo aleatorio simple, con 95% de confiabilidad y 10% de precisión. Los productores identificaron que el cambio climático está afectando el rendimiento y la calidad del producto. La percepción del riesgo esta correlacionada de forma significativa ($p < 0.05$) con medidas de adaptación al cambio climático. Los factores explicativos de la percepción que fueron significativos ($p < 0.05$) son recibir asistencia técnica, escolaridad alta, ingreso del hogar alto, tamaño de más de 2.0 ha de la plantación y haber tenido afectaciones por cambios en el clima en los últimos cinco años. Recibir asistencia técnica contra no recibirla y tener escolaridad alta contra escolaridad baja aumentaron el logaritmo de la razón de probabilidades por 0.82 y 0.61, respectivamente. Tener ingreso alto incrementó la probabilidad de realizar adaptaciones (66%). Los cafecultores tienen una fuerte percepción sobre las alteraciones climáticas y su impacto en los agroecosistemas de café. Se encontró una correlación significativa entre percepción y adaptaciones al cambio climático.

Palabras clave: Agroecosistemas, cafecultores, estrategias adaptativas, México, percepción de riesgos.

ABSTRACT. The objective of this research was to analyze the explanatory factors of the perception and adaptation of coffee producers to climate change in the Mazateca Oaxaca and Cuetzalan Puebla regions. The information was gathered from a survey of coffee producers, which included questions about producer sociodemographic characteristics, use of agricultural technology, costs and income, perception, adaptation and effects on coffee cultivation due to climate change. Simple random sampling was applied, with 95% reliability and 10% precision. The producers identified that climate change is affecting the yield and quality of the coffee grain. The perception of risk is significantly correlated ($p < 0.05$) with measures of adaptation to climate change. The explanatory factors of the perception that were significant ($p < 0.05$) are receiving technical assistance, high schooling, high household income, size of more than 2.0 ha of the plantation and having had effects due to changes in the climate variables in the last five years. Receiving technical assistance versus not receiving it, and having high education versus low education increased the logarithm of the odds ratio by 0.82 and 0.61 respectively. Having a high income increased the probability of making adaptations (66%). Coffee growers have a strong perception of climatic changes and their impact on coffee agroecosystems. A significant correlation was found between perception and adaptations to climate change.

Key words: Adaptive strategies, coffee agroecosystems, coffee farmers, México, risk perception.

INTRODUCCIÓN

La producción de café en México se caracteriza por su alta vulnerabilidad ante el fenómeno del cambio climático (Ruiz-García *et al.* 2021, Donatti *et al.* 2019). Los factores que caracterizan la vulnerabilidad de los agroecosistemas de café son la poca diversificación de actividades productivas, ubicación geográfica frágil de las zonas productoras, pobreza, marginación, bajos niveles educativos, acceso limitado a servicios públicos y a tecnologías agrícolas (Quiroga *et al.* 2020). Ejemplo de lo anterior son las regiones Mazateca en Oaxaca y Cuetzalan en Puebla (Monterroso *et al.* 2014). La producción de café es altamente sensible a las alteraciones de temperatura y precipitación generadas por el cambio climático. Entre los efectos de dichas alteraciones está el estrés hídrico, la interrupción del desarrollo fenológico del fruto, aumento de plagas y enfermedades, y la erosión de suelos (Läderach *et al.* 2017, Imbach *et al.* 2017). Se estima que estos aspectos tienen serias consecuencias sobre la calidad, el rendimiento y la rentabilidad del café (Dufera 2017).

Ante los impactos adversos del cambio climático, las acciones adaptativas son estratégicas para contrarrestar dichos efectos, así como los riesgos asociados a las vulnerabilidades (IPCC 2007). La adaptación al cambio climático tiene como objetivo moderar los efectos negativos a través de acciones dirigidas al sistema vulnerable, incluyendo medidas para aprovechar oportunidades provocadas por el cambio climático (Füssel y Klein 2006). Sin embargo, la adaptación depende de la percepción del impacto como un riesgo y si se puede actuar sobre el mismo (Adger *et al.* 2009). Para implementar adaptaciones, tecnologías y políticas socialmente sólidas para mitigar los efectos adversos del cambio climático, se requiere comprender la percepción de los agricultores sobre el cambio climático (Whitmarsh y Capstick 2018). Percibir los efectos del cambio climático es una condición necesaria para implementar estrategias de adaptación por los productores y por las instituciones (Viguera *et al.* 2019). La percepción es un proceso de extracción y selección de información relevante. La percepción involucra la decodifi-

cación cerebral y el encontrar algún sentido a la información que se está recibiendo, de forma que pueda operarse con ella o almacenarse (Fuenmayor y Villamil 2008). La percepción determina la entrada de información; y en segundo lugar, garantiza que la información retomada del ambiente permita la formación de abstracciones (Oviedo 2004). Como resultado, la percepción es el primer paso en los procesos de toma de decisiones de las personas para identificar los estímulos del ambiente. El proceso de percepción consta de cuatro pasos; recibir, seleccionar, organizar e interpretar información (Jisana 2014). La percepción del cambio climático, en el caso de los productores de café, pasa por la exposición a la información sobre el cambio climático, donde la atención e interpretación conducen a identificar las manifestaciones del fenómeno y sus efectos sobre la producción del cultivo (Viguera *et al.* 2019).

La adaptación al cambio climático se refiere a la propensión y actitud de los productores para mantener la resiliencia de sus sistemas productivos y tiene como objetivo moderar los efectos adversos del cambio climático a través de acciones de apoyo dirigidas al sistema vulnerable (Füssel y Klein 2006). Existen factores relevantes que determinan la percepción y las posibles medidas de adaptación de los productores ante el cambio climático (Frank *et al.* 2011, Jezeer *et al.* 2019). Entre los más citados en la literatura están, (a) la relevancia relativa del cambio climático con respecto a otros problemas que enfrentan los productores (Eakin *et al.* 2005); b) el comportamiento de las variables climáticas son diferenciadas por regiones (Van Roosmalen *et al.* 2007), por lo que es importante conocer cuáles son las principales amenazas que los productores de la región Mazateca y Cuetzalan han identificado; c) el conocimiento de los productores sobre los fenómenos ambientales y d) el vínculo entre percepción y comportamiento (Osbaahr *et al.* 2011). Con base a lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue analizar los factores explicativos de la percepción y adaptación de los productores de café al cambio climático en la región Mazateca de Oaxaca y Cuetzalan, Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región Mazateca de Oaxaca y de Cuetzalan en Puebla. Las dos regiones se caracterizan por su alta dependencia de la producción de café y por su vulnerabilidad al cambio climático (Monterroso *et al.* 2014). En ambas regiones la producción de café es la actividad económica y social más importante para los pequeños productores (Rivadeneira y Ramírez 2006). En la región de Cuetzalan el 72% de productores producen café (Benítez *et al.* 2015), y en la Mazateca el 55% del ingreso de las unidades de producción proviene de la venta del aromático. La vulnerabilidad de las regiones de estudio al cambio climático se debe a la condición de fragilidad de los sistemas socio-ecológicos; altos niveles de pobreza y marginación, procesos de erosión hídrica, y agrosistemas susceptibles a los cambios de variables climáticas (Rivera-Silva *et al.* 2013, Monterroso *et al.* 2014).

La región de Cuetzalan se ubica en la parte Nororiental del estado de Puebla, mientras que la Mazateca en la parte Norte del estado de Oaxaca. La región Cuetzalan es una franja montañosa con altitudes que van de 460 a 2 100 msnm, con latitud norte de 19° 46' 23" a 20° 11' 55" y longitud Oeste de 97° 09' 17" a 97° 38' 36". El clima es semicálido, templado húmedo, la precipitación va de 1 200 a 2 800 mm, predominante de abril a octubre y la temperatura media anual oscila entre los 16 y 18 °C (Alvarado *et al.* 2006). La Sierra Mazateca cubre un área de aproximadamente de 1 050 km² en el sistema montañoso del norte de Oaxaca, entre los 18° 00' y 18° 22' de LN y los 96° 30' y 97° 15' de LO. En la región mazateca prevalece un clima templado (BS1k) y altos niveles de humedad, entre altitudes de 600 a 2 700 msnm, la precipitación anual varía de 1 000 a más de 3000 mm. La temperatura promedio anual fluctúa entre los 12 y 23 °C (Lorea y Munn 2005).

En la región mazateca se cultiva principalmente el maíz con frijol, calabazas y una gran variedad de plantas comestibles. Las familias campesinas crían pollos, pavos, cerdos, y chivos, para consumo y venta (Carrera-García *et al.* 2012, Lorea y Munn 2005). En la región Cuetzalan sobre-

sale la siembra del maíz, frijol y cultivos perennes, como manzana, aguacate, plátano, pera, café, cítricos, nuez y pimienta silvestre (Alvarado *et al.* 2006). La producción de café en ambas regiones es bajo sombra (plátano, limón, naranja, litchi), las principales variedades que se utilizan en la región mazateca son la arabica, bourbon, mundo novo, caturra, geisha, Colombia, robusta y en la región Cuetzalan utilizan arabica, bourbon, mundo novo, caturra, Costa Rica, oro azteca, garnica, geisha, catimor y marsellesa.

Los datos se obtuvieron con la aplicación de una encuesta durante 2019 a una muestra de 192 productores de café, 103 de la región Mazateca y 89 de la región de Cuetzalan, extraída de una población de 5 600 productores de café en Mazateca y 4 800 en Cuetzalan. La muestra se calculó con 95% de confiabilidad y precisión del 10%. La información obtenida fue sobre características sociodemográficas del productor, proceso de producción del café, costos e ingresos asociados, percepción y adaptación al cambio climático. La encuesta se verificó por informantes clave (técnicos, coordinadores técnicos, profesores de las comunidades e integrantes de organizaciones cafetaleras). El análisis estadístico de los datos consistió en un análisis exploratorio y descriptivo sobre las características sociodemográficas y productivas de los productores. Para conocer los factores explicativos de la percepción y de la adaptación, se estimó un modelo logístico, usando el paquete estadístico STATA versión 14.

El modelo estadístico estimado fue el logit debido a que es recomendado para datos observacionales, como este estudio (Long and Freese 2014). El modelo logit fue especificado y estimado para identificar las variables explicativas, tanto de la probabilidad de percepción de los efectos del cambio climático, como de la probabilidad de realizar medidas de adaptación ante el cambio climático. La forma funcional del modelo logit se describe en la siguiente ecuación:

$$P = E(Y = 1|X) = 1 / (1 + e^{-(Bo + Bixi)})$$

Que para fines explicativos puede representarse como:

$$P_i = 1 / (1 + e^{-Z_i})$$

Donde: P_i es la probabilidad de percepción del cambio climático/probabilidad de adaptación ante el cambio climático, de cada productor entrevistado. Su rango de valores es de cero a uno, y e^{-Z_i} : es el número irracional e, elevado a la potencia Z_i , la cual es una función de variables explicativas, que en esta investigación fueron las siguientes: $Z_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \mu_i$ (3), donde los $\beta_1 \dots \beta_n$ representan los efectos de cada variable explicativa sobre la dependiente.

Para mayor aplicación de los resultados del modelo logit, se calcularon los efectos marginales. Estos representan el cambio en las probabilidades basado en si la respuesta cae o no dentro de cierta categoría. Cuando se estiman los efectos marginales de una variable, todas las demás variables en el modelo se mantienen en sus valores promedio (Cranfield y Magnusson 2003).

RESULTADOS

Perfil del productor

En la región Mazateca predominan los productores de la etnia Mazateca (80%) y en Cuetzalan (70%) los hablantes de náhuatl y totonaco principalmente. En Mazateca (30%) y en Cuetzalan (24%) son mujeres quienes están a cargo del cultivo del café. La edad promedio de los productores de café en la región Mazateca fue de 54 años, con desviación estándar de 18.8. Mientras que en la región de Cuetzalan, la edad promedio de los productores fue de 60 años con desviación estándar de 22.9. La escolaridad promedio fue de cinco años en Mazateca y de 6.5 en Cuetzalan, con desviación estándar de 2.5 y 2.9, respectivamente. El 62% de los productores tiene seis años o menos de escolaridad en la región Mazateca y 54% en la de Cuetzalan. Un menor porcentaje de productores tuvieron escolaridad de 13 años o más; en la región Mazateca del 7% y en la de Cuetzalan del 10%. La experiencia de los productores en la cafecultura fue de 24 años en Mazateca y de 28 en Cuetzalan, con desviaciones estandar de 11.8 y 12.9, respectivamente. En Cuetzalan la superficie cosechada (1.6 ha) es mayor que en Mazateca (1.0 ha), y también los rendimientos por hectárea,

que fueron de 1.8 contra 1.3 t ha⁻¹ (Tabla 1).

Cambio climático, riesgos y amenazas

En la región Mazateca y Cuetzalan, los productores que mencionaron conocer el fenómeno del cambio climático fueron 79 y 73%, respectivamente. Pero al solicitarles que explicaran qué es el cambio climático, solo 57% de la región Mazateca y 64% de Cuetzalan relacionaron el fenómeno con cambios de largo plazo en las variables climáticas, principalmente temperatura y precipitación. Los medios por los que se enteraron del fenómeno del cambio climático, en orden de importancia fueron la televisión (52%), la capacitación que recibieron de técnicos del gobierno (35%) y la radio (33%). Mientras que el internet fue el menos utilizado (11%). Los cambios que los productores han observado en los últimos 10 años en las variables climáticas fueron que perciben más calor y temperaturas más altas, 84% en la región Mazateca y 73% en Cuetzalan, y que llueve menos y de forma irregular, 79% en la Mazateca y 52% en Cuetzalan, además de mayor presencia de plagas y enfermedades; 76% en la región Mazateca y 75% en Cuetzalan (Tabla 2).

Los principales cambios en las variables climáticas, que los productores atribuyen al cambio climático, fueron aumento de plagas y enfermedades; 87% en Mazateca y 92% en Cuetzalan, exceso de lluvias; 74% en Mazateca y 60% en Cuetzalan y sequías 71% en la región Mazateca y 61% en Cuetzalan. Como consecuencia del cambio en las variables climáticas, 93% de los productores en la región Mazateca y 95% en Cuetzalan consideran que sus rendimientos de café disminuyeron, en un 30% en promedio. Las principales amenazas climáticas para la producción de café en la región Mazateca y de Cuetzalan respectivamente fueron; la presencia de plagas y enfermedades, con 93 y 91%; variaciones inesperadas de variables climáticas con 88 y 87%; y precipitaciones irregulares (periodos de sequía y exceso de humedad). Las amenazas socioeconómicas para la producción de café en la región Mazateca y de Cuetzalan respectivamente fueron; precios bajos del café con 94 y 88%; falta de mercados (alternativos) con 83 y 75%; insuficiente capacitación técnica

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo logístico.

	Oaxaca		Puebla		Total		
	Media	D.est*	Media	D.est*	Media	D.est*	
Edad (años)	54.0	14.84	60.7	11.70	57.12	13.85	
Escolaridad (años)	5.4	4.00	7.5	3.70	6.41	3.85	
Experiencia (años)	23.9	13.70	29.6	15.28	26.48	14.67	
Tamaño (ha)	1.1	0.80	1.5	1.22	1.26	1.04	
Rendimiento (t ha ⁻¹)	1.3	0.41	1.8	0.58	1.54	0.42	
Ingreso anual (pesos)	40569	14506	53024	29852	46343	23033	
	Frec**	%	Frec**	%	Frec**	%	
Percepción	Sí	59	30.7	57	29.7	116	60.4
	No	44	22.9	32	16.7	76	39.6
Adaptaciones	Si	53	51.5	57	64.0	110	57.3
	No	50	48.5	32	36.0	82	42.7
Afectado por cambio climático	Si	67	65.0	67	75.3	134	69.8
	No	36	35.0	22	24.7	58	30.2
Asistencia técnica	Si	70	67.9	37	41.6	107	55.7
	No	33	32.03	52	56.4	85	44.3

*D. est = desviación estándar, **Frec = frecuencia.

Tabla 2. Conocimiento del cambio climático y cambios observados.

	Oaxaca		Puebla		Total	
	Frec*	Porcentaje	Frec*	Porcentaje	Frec*	Porcentaje
Conocen CC	53	57.3	57	64	110	60.4
Medio se enteraron del CC						
Televisión	57	55.3	43	48.3	100	52.1
Capacitación	29	29.2	35	39.3	64	35.3
Radio	30	28.1	37	41.6	67	33.1
Internet	12	11.7	10	11.2	22	11.4
Cambios observados						
Temperaturas más altas	86	83.5	65	73	151	78.6
Precipitaciones	81	78.6	46	51.7	127	66.1
Plagas y enfermedades	78	75.7	67	75.3	145	75.5

**Frec = frecuencia, CC = Cambio climático.

con 80 y 59%; costo alto de los insumos agrícolas con 66% en ambas regiones, y déficit de mano de obra con 48 y 66% (Tabla 3).

Capacidad adaptativa y adaptaciones

En lo referente a la capacidad de los productores para hacer frente a las amenazas relacionadas con el cambio climático, mencionaron que tienen poca capacidad para hacer frente a plagas y enfermedades (68%), precios bajos del café (64%), sequías recurrentes (54%), fuertes vientos (58%) y exceso de lluvia (58%). La poca capacidad de adaptación se debe a la falta de recursos económicos y apoyos gubernamentales, poca capacitación técnica y edad avanzada del productor. El 52% para la región Mazateca y 64% para Cuetzalan indican que realizaron adaptaciones de manejo de sus unidades de producción, porcentajes que son ligera-

mente menores a la proporción de productores que conocen qué es el cambio climático. Se encontró correlación positiva ($p < 0.05$) entre conocimiento y adaptaciones al cambio climático. El cambio de variedades fue realizado por el 46% en la región Mazateca y por el 74% en la de Cuetzalan (Tabla 4). Las principales variedades de café utilizadas en la última década en la región Mazateca fueron: geisha (57%), Costa Rica (18%) y Colombia (12%), que en conjunto suman 87%. Las razones principales por las que cambiaron variedades fueron los daños causados por la roya del cafeto (causada por condiciones de humedad y temperatura, que propician la reproducción del hongo *Hemileia vastatrix*), por el cambio climático, para mejorar rendimiento y porque alcanzan un mejor precio y se adaptan bien al suelo. En la región de Cuetzalan las principales variedades utilizadas en la última década fueron Costa Rica (50%),

Tabla 3. Efectos del cambio climático y amenazas percibidas por los productores.

	Oaxaca		Puebla		Total	
	Frec*	Porcentaje	Frec*	Porcentaje	Frec*	Porcentaje
Efectos del CC						
Plagas y enfermedades	90	87.4	82	92.2	172	89.6
Sequias	73	70.8	54	60.7	127	66.1
Escasez de agua	63	64	48	53.9	111	59.4
Exceso de lluvia	76	73.8	53	59.5	129	67.2
Ingreso	50	48.6	26	29.2	76	39.6
Precio del café	73	70.9	88	98.9	161	83.9
Amenazas percibidas						
Variación de CC	91	88.3	80	86.9	171	87.6
Plagas y enfermedades	96	93.1	84	91.3	180	92.2
Variedades no apropiadas	7	6.8	9	10.1	16	8.3
Déficit de mano de obra	49	48	61	66.3	110	57.3
Los costos de insumos	68	66	61	66.3	129	67.2
Bajo precio del café	96	94.1	81	88	177	92.1
Falta de Mercados	86	83.4	67	75.3	153	79.3
Falta capacitación técnica	83	80.6	53	59.5	136	70.8

**Frec = frecuencia, CC = Cambio climático.

Tabla 4. Capacidad de adaptación y adaptaciones al cambio climático.

	Oaxaca		Puebla		Total	
	Frec*	Porcentaje	Frec*	Porcentaje	Frec*	Porcentaje
Capacidad de adaptación						
Plagas y enfermedades	64	61.1	72	80.9	136	68
Sequias	55	53.4	50	55.3	105	54.4
Escasez de agua	61	59.2	48	53.9	109	56.8
Exceso de lluvia	58	56.3	53	59.6	111	57.8
Fuertes vientos	67	65.1	46	51.6	113	58.4
Erosión del suelo	63	61.1	51	57.3	114	59.4
Precio del café	55	53.4	68	76.4	123	64
Adaptaciones realizadas						
Cambios en manejo	54	52.4	57	64.1	111	57.8
Cambio de variedades	47	45.6	66	74.2	113	58.9

**Frec = frecuencia.

oro azteca (27%), marsellesa y catimor (14%) y sarchimor (6%). El motivo por el que cambiaron variedades fue porque son resistentes a la roya (75%), en menor porcentaje porque son resistentes a variaciones del clima y tienen mejor rendimiento. La renovación de plantaciones se inició entre 6 a 8 años, pero iniciaron pocos productores y paulatinamente se fueron sumando más y la renovación se realiza a razón de un cuarto de hectárea por año.

En la región Mazateca también sembraron naranjos, mamey y aguacate, para proporcionar sombra a los cafetales y conservar la humedad del suelo. Ante la compleja problemática en la producción de café, algunos productores en la región Mazateca (14.5%) y en Cuetzalan (8.7%) están abandonando esta actividad para dedicarse a diversos oficios (albañil, chofer, y pequeño comercio principalmente) o

para migrar a Estados Unidos.

Factores explicativos de la percepción del cambio climático

Los estadísticos descriptivos de las variables del modelo explicativo de la percepción y de la adaptación ante el cambio climático se presentan en la Tabla 1. Se observa que 59% de los productores tienen más de 55 años, mientras que el 60% tiene seis años de escolaridad, 30% entre 7 y 15 años, y 10% sin escolaridad. La experiencia en la producción es de más de 20 años (60%), el tamaño predominante de la plantación es de una hectárea o menor (66%), el 65% de los entrevistados son de bajos ingresos (en pobreza alimentaria), el 56% recibieron servicios de asistencia técnica, al menos una vez durante el 2019, la mayoría de ellos afirmó que su

producción se vio afectada por fenómenos climáticos (70%) y 57% de ellos realizaron una o más adaptaciones para mitigar los efectos negativos del cambio climático, principalmente renovación parcial de la plantación y diversificación de cultivos.

Los resultados del modelo de regresión logística se presentan en la Tabla 5. La prueba de razón de verosimilitud indica que el modelo se ajusta de forma significativa (-45.78). La pseudo R^2 de 0.69 sustenta un buen ajuste de los datos al modelo logístico, ya que de las 13 variables independientes (explicativas) utilizadas, 10 resultaron significativas ($p < 0.05$). Recibir asistencia técnica versus no recibirla, aumentó el logaritmo de la razón de probabilidades en 0.61. Tener escolaridad alta (13 años o mayor) aumentó el logaritmo de la razón de probabilidades en 0.59 versus no tener escolaridad alta. Recibir asistencia técnica aumenta las probabilidades en 33%, de percibir los efectos del cambio climático versus los que no recibieron este servicio, mientras que tener escolaridad alta (media superior o más) aumenta la probabilidad en 42% de percibir el cambio climático versus no tener escolaridad. Estar en la categoría de ingreso alto (ingreso superior al valor de la canasta alimentaria y no alimentaria) aumenta las probabilidades en 57% de percepción del cambio climático con respecto a estar en la categoría de ingreso bajo (ingreso inferior al valor de la canasta alimentaria). En el caso de la edad, ser mayor de 55 años disminuye la probabilidad de percepción del cambio climático en 15% con respecto a ser menor de 35 años. El tamaño de la superficie sembrada también aumentó la probabilidad, pero en menor proporción que las variables anteriores.

Factores explicativos de la adaptación ante el cambio climático

Los resultados del modelo de regresión logística para explicar la adaptación al cambio climático (Tabla 6) indican que recibir asistencia técnica, escolaridad alta, ingreso alto del hogar, tamaño de más de dos hectáreas de la plantación y tener afectaciones por cambios en el clima resultaron significativas ($p < 0.05$). La prueba de razón de verosimilitud chi-cuadrada (157.61) con p-valor de 0.000 indica que el

modelo ajusta de forma significativa.

La pseudo R^2 de 0.78 sustenta un buen ajuste de los datos al modelo logístico, ya que de las 13 variables independientes (explicativas) utilizadas, ocho fueron significativas ($p < 0.05$). Recibir asistencia técnica, contra no recibirla, aumenta el logaritmo de la razón de probabilidades por 0.82. Tener escolaridad alta, aumentó el logaritmo de la razón de probabilidades en 0.61 contra no tener escolaridad, mientras que estar en el estrato de productores con ingreso alto resultó significativa. La experiencia no resultó significativa para explicar la adaptación al cambio climático, a pesar de que esta variable resulta significativa para explicar la percepción del cambio climático. Esto debido, probablemente, a que existió una baja correlación entre experiencia e ingreso de los productores, el ingreso alto es una condición que favorece realizar adaptaciones.

Para los efectos marginales, se encontraron resultados más modestos en el modelo explicativo de la adaptación versus el modelo explicativo de la percepción del cambio climático. Recibir asistencia técnica aumentó las probabilidades en 25% de realizar adaptación ante al cambio climático versus no recibir este servicio. Tener escolaridad alta (media superior) aumentó la probabilidad en 33%, mientras que estar en el estrato de edad de 35-55 años aumentó la probabilidad de adaptación versus ser menor de 35 años, y ser mayor de 55 años disminuyó las probabilidades de realizar adaptaciones. Tener ingreso alto fue la variable explicativa que más incrementó la probabilidad de realizar adaptaciones (66%).

DISCUSIÓN

Perfil del productor

Las características sociodemográficas encontradas en este estudio son similares a las reportadas por el INEGI (2021) en el censo de población y vivienda para los municipios de este estudio; la escolaridad promedio reportada por INEGI fue de 4.2 años y de 6 años en la región Mazateca y en Cuetzalan, respectivamente. La superficie cosechada de café promedio, reportada por SADER (2021) de 1.13

Tabla 5. Resultados del modelo logístico para explicar la percepción del cambio climático.

Percepción	Coefficiente	Error estándar	Valor de t	Efectos marginales
Asistencia técnica	0.610	0.193	3.17	0.337
Escolaridad baja (≤ 6 años)	0.134	0.859	0.16	0.409
Escolaridad media (7-9 años)	0.332	0.118	2.82	0.399
Escolaridad alta (≥ 10 años)	0.588	0.166	3.53	0.416
Ingreso medio (pesos)	0.166	0.084	1.98	0.524
Ingreso alto (pesos)	0.696	0.213	3.27	0.575
Entre 35-55 años	1.257	0.509	2.47	0.199
Mayor de 55 años	-0.923	0.271	-3.40	-0.150
Experiencia Entre 11-20 años	1.458	1.450	1.01	0.048
Más de 20 años	0.693	0.318	2.18	0.051
Entre 1.0 a 2.0 ha	1.546	1.189	1.30	0.019
Más de 2.0 ha	0.558	0.210	2.65	0.175
Afectado por cambio climático	2.645	1.005	2.63	0.046
Constante	-6.844	2.571	-2.66	
Log likelihood			-45.788	
LR Chi ² *			163.15 (Prob > Chi2 = 0.000)	
Pseudo R ²			0.69	

*Estadístico de prueba de chi-cuadrado de verosimilitud.

Tabla 6. Resultados del modelo logístico para explicar la adaptación al cambio climático.

Adaptación	Coefficiente	Error estándar	Valor de t	Efectos marginales
Asistencia técnica	0.824	0.337	2.44	0.28
Escolaridad baja (≤ 6 años)	-0.121	0.416	-0.29	0.04
Escolaridad media (7-9 años)	0.858	0.482	1.78	0.35
Escolaridad alta (≥ 10 años)	0.613	0.129	4.77	0.21
Ingreso medio (pesos)	0.292	0.415	0.703	0.21
Ingreso alto (pesos)	2.671	0.430	6.21	0.36
Entre 35-55 años	0.899	0.214	3.7	0.26
Mayor de 55 años	-0.228	0.193	-4.52	-0.29
Experiencia				
Menos de 10 años	0.353	0.490	0.72	0.13
Más de 20 años	0.605	0.404	1.5	0.22
Entre 1.0 a 2.0 ha	0.111	0.231	0.48	0.33
Más de 2.0 ha	0.684	0.158	4.34	0.39
Afectado por cambio climático	0.799	0.390	2.05	0.27
Constante	-1.190	0.620	-1.92	
Ajuste del modelo				
Log likelihood			-22.025	
LR Chi ² *			157.61 (Prob > Chi2) = 0.000)	
Pseudo R ²			0.782	

*Estadístico de prueba de chi-cuadrado de verosimilitud.

hectáreas, es muy similar a la encontrada en esta investigación de 1.2 hectáreas. Los rendimientos son más altos en Cuetzalan (1.47 t ha⁻¹) que en la región Mazateca (1.0 t ha⁻¹), debido a mayor uso de elementos tecnológicos como variedades y control de plagas y enfermedades (SADER 2021). La proporción de mujeres como jefas de la plantación de café es debida principalmente al fenómeno de la migración, tanto nacional como internacional. Este fenómeno tiene como principales explicaciones la crisis de los precios del café y la falta de apoyos de gobierno en las zonas cafetaleras (Ortega y Ramírez

2013).

Cambio climático, riesgos y amenazas

Los productores de café de la región Mazateca y de la de Cuetzalan identificaron al fenómeno del cambio climático como uno de los problemas o amenazas más importantes sobre la producción de café, pero las afectaciones ocasionadas por la roya, los costos altos de producción y los bajos precios del café los productores los percibieron como más relevantes. Los productores indican que los precios de los insumos agrícolas, en la última década, subieron

a una mayor tasa que el precio del café, además de que el precio del café tiene una tendencia a la baja, o en el mejor de los casos, no ha aumentado en los últimos 10 años. De forma similar a lo encontrado en este trabajo, Jezeer *et al.* (2019), reportó que las presiones relacionadas a la volatilidad de los precios, costos de insumos, plagas y enfermedades y variación climática, expresadas como índices con valores entre 0.38 y 0.70 en una escala de 1 a 100, fueron las más relevantes. Esto sugiere presiones similares que amenazan a los productores de café en diferentes regiones del mundo.

Respecto a la percepción de parte de los cafeticultores al cambio climático, se considera que estos no han logrado dimensionar de manera completa la amenaza que representa el fenómeno del cambio climático (Eakin *et al.* 2005), debido a que su principal preocupación son aspectos de corto plazo como las mermas de la producción por plagas y su efecto negativo en la ganancia económica. Un factor que podría afectar este resultado es que las respuestas con respecto al clima se minimizan a la hora de compararlas con otros aspectos relevantes, como el bajo precio del café y la roya (Mertz *et al.* 2009). En la percepción sobre las variaciones en los elementos del clima, percibieron que han aumentado las temperaturas y que las precipitaciones son menores e irregulares. Estas características identificadas sobre el cambio del clima en la región Mazateca y Cuetzalan también fueron identificadas en otras regiones del mundo, como Centroamérica (Mertz *et al.* 2009) o el Sahel en África (Ayanlade *et al.* 2017), donde se reportó que 67% de los productores, en promedio, identificaron estas mismas variaciones climáticas. Las principales amenazas identificadas a nivel global sobre la producción de café, fueron las relacionadas con plagas y enfermedades (Frank *et al.* 2011), bajos precios (Ruelas-Monjardin *et al.* 2014), y las relacionadas con el cambio climático, como la sequía (Van Roosmalen *et al.* 2007), lluvias irregulares (Frank *et al.* 2011), fuertes vientos y erosión del suelo (Ruiz 2015).

De manera más específica los productores mencionaron que las alteraciones en el clima han afectado la calidad del fruto, aumento de la roya del

café y la floración del cafeto. Al respecto, Villers *et al.* (2009) reportó que el cambio climático podría causar la caída de flores, hasta en 50%. De acuerdo con Alemu y Dufera (2017) las alteraciones climáticas afectan la fenología del cultivo y la calidad del grano de café, propiciando disminución en el rendimiento del cultivo. Lo que puede generar una reducción en los ingresos y un menor acceso a los insumos de la producción (Alemu y Dufera 2017) y en consecuencia obligar a los productores a cambios de actividades económicas o la migración (Falco *et al.* 2019).

Capacidad adaptativa y adaptaciones

Los productores reconocieron que tienen muy poca capacidad para hacer frente a las amenazas climáticas que afectan a la producción, debido a la falta de recursos económicos, poca capacitación técnica, falta de apoyos gubernamentales y la edad avanzada del productor. Al respecto, Robles (2011) reportó que las causas de la baja capacidad de los productores para enfrentar el cambio climático, son el bajo ingreso (75%), poca diversificación productiva (más del 50% se dedican al campo), falta de capacitación técnica y pocos apoyos de gobierno. Esto sugiere que las adaptaciones de los productores han sido más fuertes en función de los medios de vida que por otros factores como la percepción de los productores a los riesgos climáticos.

Factores explicativos de la percepción y adaptación al cambio climático

En la región Mazateca y la región de Cuetzalan las acciones de adaptación fueron poco frecuentes, a pesar de que la mayoría de los productores fueron perceptivos del fenómeno del cambio climático. Al respecto, Mertz *et al.* (2009) sugieren que las percepciones del cambio climático por sí solas rara vez conducen a comportamientos de adaptación, debido a que realizar adaptaciones requiere ingresos altos o apoyos de gobierno, situaciones poco frecuentes en las dos regiones de este estudio. Al respecto Shinbrot *et al.* (2019) reportan que las adaptaciones más frecuentes son plantar café bajo sombra (82%), replantar y diversificar las variedades de café (75%) y modificar la fecha de cosecha (70%). El hecho que

estos valores sean muy similares a los reportados en este estudio, es que ambas regiones de estudio fueron objeto de los mismos programas de promoción de renovación de cafetales bajo sombra en México.

Los factores socioeconómicos que inciden sobre la percepción del productor del cambio climático, reportados en la literatura son el nivel de estudios, la edad, nivel de ingresos, la capacitación, y el tipo de tecnología empleada por los productores para la producción (Ndambiri *et al.* 2013, Iqbal *et al.* 2016, Jezeer *et al.* 2019). Con excepción de la edad del productor, estas mismas variables fueron significativas en este estudio. La explicación de la percepción ante el cambio climático es relevante en la medida que las variables identificadas pueden ser objeto de intervención a favor de los productores. La asistencia técnica y la capacitación son formas de recibir información técnica enfocada a mejorar la producción y productividad del cultivo. Al respecto, Ndambiri *et al.* (2013), en un estudio realizado en Kenia, reportó que estas variables fueron significativas, y que su presencia aumenta la probabilidad de que los productores realicen acciones de adaptación al cambio climático.

El nivel de escolaridad se relaciona de manera positiva con el nivel de percepción (Deressa *et al.* 2011, Onyekuru y Marchant 2017). Esta variable, tuvo su mayor efecto, cuando los productores tuvieron escolaridad media superior o mayor. Esto implica que la probabilidad de adaptación al cambio climático es mayor para quienes tienen un mayor nivel educativo en comparación con los agricultores con menos años de escolaridad. Los productores con mayor escolaridad tienen más conocimientos, mayor capacidad para comprender y responder a los cambios anticipados, además de que son más capaces de pronosticar escenarios futuros y, en general, tienen mayor acceso a información, lo que puede fomentar la adaptación al cambio climático (Uddin *et al.* 2014).

El ingreso alto también fue reportado como significativo por Uddin *et al.* (2014). Ya que se encuentra asociado con mayor capacidad para el acceso a diferentes fuentes de información, pero también a una mayor capacidad para realizar las inversiones necesarias para la adaptación al cambio climático. La edad de 35-55 años fue significativa, sin embargo,

en mayores de 55 años no lo fue. Al respecto, Deressa *et al.* (2011) reportaron que los productores de edad avanzada tienden a realizar menos cambios tecnológicos. Esto podría deberse a la brecha de conocimiento e información sobre el efecto del cambio climático en la producción, así como difusión de información y programas de sensibilización, además en la actualidad se cuentan con menos incentivos para innovar (Robles 2011, Jaramillo-Villanueva *et al.* 2021).

La experiencia del productor cultivando café fue significativa, lo que coincide con lo reportado por Deressa *et al.* (2011) y Lasco *et al.* (2014) quienes indican que mayor experiencia se asocia con mayor conocimiento y sensibilidad para apreciar los cambios en las variables climáticas y también para realizar adaptaciones en respuesta al cambio climático. Por otro lado, Tucker *et al.* (2010) y Jezeer *et al.* (2019) sugieren que la adopción de prácticas agrícolas es influenciada por los activos de los medios de vida, entre ellos la tierra, en vez de otros factores socioeconómicos como la edad, la experiencia o la escolaridad. Por ejemplo Quang *et al.* (2018) reportó que el mayor tamaño de la plantación está correlacionada con la percepción y con realizar medidas de adaptación, debido a que implica mayor capacidad productiva, venta y pago. Por lo anterior se vuelven necesarios los apoyos de gobierno en forma de creación de infraestructura productiva, capacitación y asistencia técnica para mejorar las condiciones de vida de los productores de café.

CONCLUSIONES

Los cafeticultores tienen una fuerte percepción sobre cambios o alteraciones climáticas y su posible impacto sobre los agroecosistemas cafetaleros. A pesar de ello, el cambio climático no representa el principal desafío para los productores, debido a que centran su preocupación en problemas de corto plazo como precios bajos del café y costo alto de insumos. Las principales amenazas sobre los agroecosistemas de café son la presencia de la roya, el bajo precio del café y los cambios en las variables climáticas. Los productores identifican que el cambio climático está

afectando el rendimiento y la calidad del producto, contribuyendo en la disminución de sus ingresos agrícolas. Las limitaciones para hacer frente a estos riesgos son la avanzada edad del productor, falta de recursos económicos, de capacitación técnica y falta

de apoyos gubernamentales. Los factores explicativos de la percepción fueron recibir asistencia técnica, escolaridad alta, ingreso alto del hogar, tamaño de parcela de más de dos hectáreas de la plantación y percibir afectaciones debidas a cambios en el clima.

LITERATURA CITADA

- Adger WN, Dessai S, Goulden M, Hulme M, Lorenzoni I, Nelson DR, Naess OL, Wolf J, Wreford A (2009) Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic Change* 93: 335-354.
- Alemu A, Dufera E (2017) Climate smart coffee (*Coffea arabica*) production. *American Journal of Data Mining and Knowledge Discovery* 2: 62-68.
- Alvarado CM, Lozano RF, Martínez O MDLÁ, Colmenero RJA (2006) Usos y destinos de los suelos en la región de Cuetzalan, Puebla, México. *Investigaciones Geográficas* 59: 43-58.
- Ayanlade A, Radeny M, Morton JF (2017) Comparing smallholder farmers' perception of climate change with meteorological data: A case study from southwestern Nigeria. *Weather and Climate Extremes* 15: 24-33.
- Benítez GE, Jaramillo VJL, Escobedo GS, Mora FS (2015) Caracterización de la producción y del comercio de café en el municipio de Cuetzalan, Puebla. *ASyD* 12: 181-198.
- Carrera-García S, Navarro-Garza H, Pérez-Olvera MA, Mata-García B (2012) Calendario agrícola mazateco, milpa y estrategia alimentaria campesina en territorio de Huautepic, Oaxaca. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 9: 455-475.
- Cranfield JAL, Magnusson E (2003) Canadian consumer's willingness-to-pay for a pesticide free food products: An ordered probit analysis. *The International Food and Agribusiness Management Review* 6: 14-30.
- Deressa T, Hassan RM, Ringler C (2011) Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *The Journal of Agricultural Science* 149: 23-31.
- Donatti CA, Harvey M, Martinez-Rodriguez R, Vignola R, Rodriguez CM (2019) Vulnerability of smallholder farmers to climate change in Central America and Mexico: current knowledge and research gaps. *Climate and Development* 11: 264-286.
- Dufera BE (2017) Impacts of climate change on global coffee production industry: Review. *African Journal of Agricultural Research* 12: 1607-1611.
- Eakin H, Tucker CM, Castellanos E (2005) Market shocks and climate variability: The coffee crisis in Mexico, Guatemala, and Honduras. *BioOne* 25: 304-309.
- Falco C, Galeotti M, Olper A (2019) Climate change and migration: Is agriculture the main channel? *Global Environmental Change* 59: 101995. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2019.101995.
- Frank E, Eakin H, López-Carr D (2011) Social identity, perception and motivation in adaptation to climate risk in the coffee sector of Chiapas, Mexico. *Global Environmental Change* 21: 66-76.
- Fuenmayor G, Villasmil Y (2008) La percepción, la atención y la memoria como procesos cognitivos utilizados para la comprensión textual. *Revista de Artes y Humanidades UNICA* 9: 187-202.
- Füssel HM, Klein RJT (2006) Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. *Climatic Change* 75: 301-329.

- Imbach P, Fung E, Hannah L, Navarro-Racines CE, Roubik DW, Ricketts TH, Harvey CA, Donatti CI, Läderach P, Locatelli B, Roehrdanz PR (2017) Coupling of pollination services and coffee suitability under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114: 10438-10442.
- INEGI (2021) Características educativas de la población. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/educacion>. Fecha de consulta: 16 de agosto de 2021.
- IPCC (2007) Cambio climático 2007 (Informe de Síntesis ed). Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Ginebra Suiza 104p.
- Iqbal K, Rahman B, Smith W, Lusha MAF, Azim S, Milton AH (2016) Knowledge and perception about climate change and human health: findings from a baseline survey among vulnerable communities in Bangladesh. *BMC Public Health* 16: 1-10. DOI 10.1186/s12889-016-2930-3.
- Jaramillo-Villanueva JL, Guerrero-Carrera J, Vargas-López S, Bustamante-Gonzalez A (2021) Use of agricultural technology, yields and economic profitability of small-scale producers (*Coffea arabica* L.). *Agroproductividad* 14: 99-107.
- Jezeer RE, Verweij PA, Boot RGA, Junginger M, Santos MJ (2019) Influence of livelihood assets, experienced shocks and perceived risks on smallholder coffee farming practices in Peru. *Journal of Environmental Management* 242: 496-506.
- Jisana TK (2014) Consumer behaviour models: an overview. *Sai Orn Journal of Commerce Management* 1: 34-43.
- Läderach P, Ramirez-Villegas J, Navarro-Racines C, Zelaya C, Martinez-Valle A, Jarvis A (2017) Climate change adaptation of coffee production in space and time. *Climate Change* 141: 47-62.
- Lasco RD, Delfino RJP, Catacutan DC, Simelton ES, Wilson DM (2014) Climate risk adaptation by smallholder farmers: the roles of trees and agroforestry. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 6: 83-88.
- Long JS, Freese J (2014) Regression models for categorical dependent variables using stata. 3rd Edition. Stata Press. College Station Texas, USA. 527p.
- Lorea HF, Munn ED (2005) Estudio florístico de los bosques mesófilos de la Sierra Mazateca de Oaxaca, México, Xalapa, Veracruz: CONABIO. 45p.
- Mertz O, Halsnaes K, Olesen JE (2009) Adaptation to climate change in developing countries. *Environmental Management* 43: 743-752.
- Monterroso RA, Fernández EA, Trejo VR, Conde AA, Escandon CJ, Villers RL, Gay GC (2014) Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Primera Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 664p.
- Ndambiri HK, Ritho CN, Mbogoh SG (2013) Evaluation of farmers' perceptions and adaptation to the effects of climate change in Kenya. *International Journal of Food and Agricultural Economics* 1: 75-96.
- Onyekuru NA, Marchant R (2017) Climate change perception, awareness and adaptation decision among forest communities in Nigeria. *Agro-Science* 16: 51-62.
- Ortega HA, Ramírez VB (2013) Crisis de la caficultura y migración en el contexto de pobreza y marginación: El caso de los productores indígenas de Huehuetla Puebla. *Ra Ximhai* 9: 173-186.
- Osbahr H, Dorward P, Stern R, Cooper S (2011) Supporting agricultural innovation in Uganda to respond to climate risk: linking climate change and variability with farmer perceptions. *Experimental Agriculture* 49: 293-316.

- Oviedo GL (2004) La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt. *Revista de Estudios Sociales* 18: 89-96.
- Quang TT, Rañola RF, Camacho LD, Simelton E (2018) Determinants of farmers' adaptation to climate change in agricultural production in the central region of Vietnam. *Land Use Policy* 70: 224-231.
- Quiroga S, Suárez C, Solís JD, Martínez-Juarez P (2020) Framing vulnerability and coffee farmers' behaviour in the context of climate change adaptation in Nicaragua. *World Development* 126: 104733. DOI: 10.1016/j.worlddev.2019.104733.
- Rivadeneira PJI, Ramírez VB (2006) El comercio local del café a raíz de su crisis en la Sierra Norte de Puebla. *Revista Mexicana de Agronegocios* 10: 1-14.
- Rivera-Silva MR, Gavrilov IN, Castillo-Álvarez M, Ordaz-Chaparro VM, Díaz-Padilla G, Guajardo-Panes RA (2013) Vulnerabilidad de la producción del café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático global. *Terra Latinoamericana* 31: 305-313.
- Robles BHM (2011) Los productores de café en México: Problemática y ejercicio del presupuesto. *Mexican Rural Development Research Reports* 14. USA. 62p.
- Ruelas-Monjardin L, Nava-Tablad ME, Cervantes J, Barradas VL (2014) Importancia ambiental de los agroecosistemas cafetaleros bajo sombra en la zona central montañosa del estado de Veracruz, México. *Madera y Bosques* 20: 27-40.
- Ruiz MLE (2015) Adaptive capacity of small-scale coffee farmers to climate change impacts in the Soconusco region of Chiapas, Mexico. *Climate and Development* 7: 100-109.
- Ruiz-García P, Conde-Álvarez C, Gómez-Díaz JD, Monterroso-Rivas AI (2021) Projections of local knowledge-based adaptation strategies of Mexican Coffee Farmers. *Climate* 9: 60. DOI: 10.3390/cli9040060.
- SADER (2021) Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacong-161430>. Consultado: 3 de Diciembre del 2021.
- Shinbrot XA, Jones KW, Rivera-Castañeda A, López-Báez W, Ojima DS (2019) Smallholder farmer adoption of climate-related adaptation strategies: The importance of vulnerability context, livelihood assets, and climate perceptions. *Environmental Management* 63: 583-595
- Tucker C, Eakin, H, Castellanos E (2010) Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico. *Global Environmental Change* 20: 23-32.
- Uddin MN, Bokelmann W, Entsminger JS (2014) Factors affecting farmers' adaptation strategies to environmental degradation and climate change effects: A farm level study in Bangladesh. *Climate* 2: 223-241.
- Van Roosmalen L, Christensen BS, Sonnenborg TO (2007) Regional differences in climate change impacts on groundwater and stream discharge in Denmark. *Vadose Zone Journal* 6: 554-571.
- Viguera B, Alpízar F, Harvey CA, Martínez-Rodríguez MR, Saborío-Rodríguez M (2019) Percepciones de cambio climático y respuestas adaptativas de cafecultores costarricenses de pequeña escala. *Agronomía Mesoamericana* 30: 333-351.
- Villers L, Arizpe N, Orellana R, Conde C, Hernández J (2009) Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. *Interciencia* 34: 322-329.
- Whitmarsh L, Capstick S (2018) Perception of climate change. En: Clayton S, Manning C (ed). *Psychology and climate change*. London United Kingdom. pp: 13-33.