

---

# Estrategias de adaptación campesina ante la variabilidad climática. Caso del café, municipio de Huehuetla, estado de Puebla, México

---

Estratégias de adaptação do agricultor ante da variabilidade climática. Caso do café, município de Huehuetla, estado de Puebla, México

Farming adaptation strategies against climate variability. Coffee case, municipality of Huehuetla, State of Puebla, Mexico

---

**Claudia Apodaca González, José Pedro Juárez Sánchez,  
Benito Ramírez Valverde y José Arturo Méndez Espinoza**

Colegio de Postgraduados Campus Puebla  
San Pedro Cholula, Puebla, México  
capodaca\_gonzalez@hotmail.com; pjuarez@colpos.mx;  
bramirez@colpos.mx; jamendez@colpos.mx  
Apodaca: <https://orcid.org/0000-0002-6889-7083>  
Juárez: <https://orcid.org/0000-0001-8417-1752>  
Ramírez: <https://orcid.org/0000-0003-2482-5667>  
Méndez: <http://orcid.org/0000-0002-9733-4175>

---

## RESUMEN

En el sector cafetalero, la política agrícola y los cambios del clima están afectando su desarrollo y productividad. El objetivo de la investigación fue analizar las estrategias agrícolas implementadas ante la variabilidad climática por los cafeticultores de Huehuetla, Puebla. Se realizó un muestreo estadístico, se entrevistaron a 108 productores de café y se utilizó la técnica del cuestionario. La investigación mostró que los cafeticultores perciben cambios en el clima; ante ello, han implementado estrategias como reducir y modificar sus labores en el ciclo agrícola, introduciendo nuevas variedades resistentes a enfermedades, así como el uso de árboles de sombra y la diversificación de cultivos. Ello se refleja en un bajo índice de manejo tecnológico y producción. Se concluye que los cafeticultores han implementado estrategias de adaptación para reducir su vulnerabilidad ante la variabilidad climática y hacer frente a la crisis agrícola.

**PALABRAS CLAVE:** política agrícola; manejo tecnológico; percepción climática; labores agrícolas.

## RESUMO

No setor cafeeiro, a política agrícola e as mudanças climáticas estão afetando seu desenvolvimento e produtividade. O objetivo da pesquisa foi analisar as estratégias agrícolas implementadas pelos cafeeicultores em Huehuetla, Puebla, diante da variabilidade climática. Foi realizada uma amostragem estatística, 108 cafeeicultores foram entrevistados e foi utilizada a técnica do questionário. A pesquisa mostrou que os cafeeicultores percebem mudanças no clima e implementaram estratégias como reduzir e modificar seu trabalho no ciclo agrícola, introduzindo novas variedades resistentes a doenças, assim como o uso de árvores de sombra e a diversificação de culturas. Isto se reflete em um baixo índice de gestão e produção tecnológica. Conclui-se que os cafeeicultores implementaram estratégias de adaptação para reduzir sua vulnerabilidade à variabilidade climática e lidar com a crise agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** política agrícola; gestão tecnológica; percepção climática; trabalho agrícola.

## ABSTRACT

Agricultural policy and climate change are affecting productivity and development in coffee industry. The objective of the research was to analyze agricultural strategies implemented by coffee growers before climate variability in Huehuetla, Puebla. Analytic sampling was carried out, 108 coffee growers were surveyed and questionnaire technique was applied. Research showed that coffee growers perceive change in weather; upon that strategies has been implemented such as reduce and modify labor in agriculture cycle, the introduction of new species resistant to disease, as well using the shadow from the trees and crop diversification. That reflects in a low index of technological management and production. It is concluded that adaptation strategies to reduce vulnerability before climate variability were implemented by coffee growers to face agricultural crisis

**KEYWORDS:** agricultural policy; technological management; climate perception; agricultural labor.

## 1. Introducción

El café se cultiva en más de 50 países, en 10.5 millones de hectáreas; el 85% se produce en Latinoamérica, con una producción anual de 7.7 millones de toneladas de café oro. El 61% de su producción (103.601 millones de sacos de 60 kg) proviene de especies arábicas [International Coffee Organization (ICO), 2019] e involucra a cerca de 25 millones de pequeños productores e indirectamente a 100 millones de personas implicadas en el mercado (Sánchez *et al.*, 2018). Pero la política agrícola y la variabilidad en el clima están afectando su productividad (Pérez *et al.*, 2016): para el 2050, el 50% de las regiones de bajas latitudes se verán afectadas por cambios climatológicos (Bunn *et al.*, 2015) al reducir las áreas aptas para su cultivo. La cuenca del Congo podría ser una zona inadecuada para su producción y Centroamérica se vería afectada con pérdida de aptitud del 40% o más.

En México, el 85% de las unidades de producción son pequeñas y en su gran mayoría explotadas por indígenas; 310.000 poseen aproximadamente una hectárea, emplea a 515.000 productores y el 96% de su producción se obtiene de la especie *arábica*. El objetivo de la investigación fue analizar las estrategias agrícolas que han implementado ante la variabilidad climática los cafeticultores en sus unidades de producción en el municipio de Huehuetla, Puebla, México.

### 1.1 Estrategias de adaptación en la cafecultura ante la variabilidad climática

Se plantea que la política agrícola está transformando los territorios y las formas de producción de la cafecultura (Orozco y López, 2007). Se plasma en el limitado apoyo a su producción y en su baja rentabilidad, en la liberación del mercado y en la caída de sus precios (Renard, 2010). Así, las grandes empresas pasaron a dominar los procesos de beneficiado y canales de comercialización y mejoraron sus procesos de transformación (Martínez y Vargas, 2013) y agregación de valor. Es por lo que coexisten los productores especializados y tecnificados que controlan globalmente el proceso productivo con el uso de nuevas variedades, y los pequeños productores con baja tecnología para la producción (Morales, 2013), capacidad financiera y técnica para la adición de valor agregado a su café.

La variabilidad climática trae consigo el deterioro de la fertilidad del suelo (Baca *et al.*, 2014). Otro efecto es la incidencia de plagas y enfermedades con el aumento de temperatura y disponibilidad de agua. Estos fenómenos

afectan su productividad, además, de reducir la tierra adecuada para el cultivo de café en Brasil y México (Magrin *et al.*, 2007). Con relación al efecto de la variabilidad climática en la producción de alimentos, se considera que los países menos vulnerables serán los que dispongan de un buen desarrollo tecnológico, mientras que los pequeños agricultores que trabajan en países en desarrollo tendrán una menor capacidad de adaptación (Carvajal, 2010).

Ante los fenómenos naturales y la política agrícola, los agricultores redujeron las labores en la preparación del terreno y el uso de insumos, aplicando tecnologías de menor costo y empleando menos mano de obra familiar y contratada (Alvarado *et al.*, 2018). También incrementaron la superficie con variedades robusta, intensificaron el café como monocultivo con variedades de porte bajo, en respuesta al brote de plagas y enfermedades, a las condiciones de producción cambiantes, a los precios volátiles del café verde y a los factores especulativos del mercado (Libert y Paz, 2018). En este contexto, se dan procesos de adaptación en los sistemas físicos, ecológicos y humanos que implican prácticas para reducir daños potenciales.

Kurukulasuriya y Rosenthal (2013) argumentan que la adaptación del sector agrícola a los impactos climáticos responde a las condiciones cambiantes de los sistemas socioeconómicos y naturales; y comprenden respuestas tecnológicas, mejora en el acceso al crédito, el fortalecimiento de las instituciones locales y regionales, el acceso al mercado y asistencia técnica y seguros de cosechas [Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC), 2014]. En los cafeticultores se observa en el uso de técnicas agrícolas y una gestión sostenible de los recursos naturales y la identificación de cultivos alternativos en áreas que serán inadecuadas para su cultivo. En estas áreas, el manejo agronómico y la realización de inversiones para desarrollar su producción podría adaptarse para amortiguar los impactos del clima (Läderach *et al.*, 2010).

Entre las estrategias de adaptación a escala granja destacan la intensificación y diversificación de las actividades productivas, modificación de los periodos de siembra y cosecha, aplicación de fertilizantes y pesticidas, coberturas vegetales, renovación de cafetales con variedades resistentes a la roya, tecnificación de los cultivos, genotipos adoptados a condiciones de estrés, asociación de cultivos, cambio de nuevos cultivos, introducción y diversificación de árboles frutales, y comercialización

diferenciada, especies comerciales que puedan compensar sus bajos precios e insertarse en empleos no agrícolas y la migración (Kurukulasuriya y Rosenthal, 2013; Turbay *et al.*, 2014). Otro factor lo componen los saberes y manejos tradicionales que generan estrategias para atenuar los altos precios en insumos hacia el combate de plagas y enfermedades (Lugo *et al.*, 2018).

Entonces, las estrategias adaptativas deben ser apropiadas para cada región y dependerán de la capacidad de los agricultores, en donde interviene el tipo propiedad, el acceso a los recursos financieros, el nivel de habilidad técnica, tecnología, organización social y redes de apoyo, apoyo institucional y las condiciones del mercado, así como el nivel de educación, edad, género, etnia y conocimientos tradicionales (Nicholls *et al.*, 2015).

Se considera que en la generación de estrategias también influyen factores de índole político como el impulso del mercado de tierras, el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá-T\_MEC, así como los aspectos socioeconómicos como la migración laboral y las innovaciones tecnológicas que transforman los sistemas de producción rurales tradicionales (Campos *et al.*, 2014). Por tanto, las estrategias deben permitir a los cafecultores continuar la reproducción de sus agroecosistemas y reducir su vulnerabilidad ante la caída de los precios internacionales, contingencias ambientales y de sanidad vegetal, para garantizar tanto la producción de café como la reproducción de sus familias (Rosales *et al.*, 2018).

## 2. Metodología y ubicación del área de estudio

La investigación es un estudio que explica el cambio de las principales actividades agrícolas. Para ello se realizó un análisis mixto utilizando el método deductivo. Se utilizó la técnica del cuestionario, se capturó información sobre: a) características generales de los entrevistados (edad, sexo, escolaridad, idioma); b) información de la unidad de producción familiar (tipo propiedad, número de predios y superficie, tipo de cultivos, variedades de café, presencia de plagas y enfermedades, rendimiento y precio del café; manejo agronómico y percepción de cambios en el clima. Las preguntas fueron principalmente cerradas; también se manejaron con escala de Likert y de opción múltiple.

Se definió el tamaño de la muestra mediante un muestreo simple aleatorio con una confiabilidad de 95%; se tomó como marco de muestreo el censo cafetalero del municipio de Huehuetla, Puebla. La ecuación para

estimar el tamaño de muestra es presentada por Gómez (1979) y se especifica de la siguiente forma:

$$n = \frac{N Z_{\alpha/2}^2 S_n^2}{N d^2 + Z_{\alpha/2}^2 S_n^2}$$

Dónde:

N = Tamaño de la población

d = Precisión

$Z_{\alpha/2}$  = Confiabilidad. Valor de Z (distribución normal estándar)

$S_n^2$  = Varianza

La población estuvo compuesta por 1.966 productores y una confiabilidad del 95% (1,96). Considerando una varianza de 0,302 y una precisión del 15% de la media. Sustituyendo los valores en la ecuación y agregando un 10% de seguridad, el tamaño de muestra fue de 108 productores, que fueron seleccionados aleatoriamente. Se realizó un Índice de Manejo Tecnológico (IMT), (TABLA 1); la ponderación de cada componente se efectuó con base en las variables descritas en el paquete tecnológico del café del estado de Puebla, generado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2017).

Para su análisis se aplicó la siguiente ecuación:

$$IMT = \frac{\sum_{i=1}^7 x_i}{21}$$

Dónde:

IMT = Índice de Manejo Tecnológico

$\sum_{i=1}^7 x_i$  = Es la suma de los valores acumulados de las 7 actividades agrícolas que realizan los productores de café

TABLA 1. Estructuración del índice de manejo tecnológico. Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2017)

Actividad agrícola	Tipo	Valor	Actividad agrícola	Tipo	Valor
Control de maleza	0 limpia	0	Uso de variedades mejoradas	0 variedad	0
	1 limpia	1		1 variedad	1
	2 limpias	2		2 variedades	2
	3 limpias	3		3 variedades	3
Fertilización	0 aplicación	0	Deshije	0 deshije	0
	1 aplicación	1		1 deshije	1
	2 aplicaciones	2		2 deshijes	2
	3 aplicaciones	3		3 deshijes	3
Control de plagas	0 aplicación	0	Cosecha	0 corte	0
	1 aplicación	1		1 corte	1
	2 aplicaciones	2		2 cortes	2
	3 aplicaciones	3		3 cortes	3
Control de enfermedades	0 aplicación	0			
	1 aplicación	1			
	2 aplicaciones	2			
	3 aplicaciones	3			



hojas del cafeto (30,6%) y el nulo desarrollo del fruto (22,2%), el amarillamiento y defoliación de la planta (13,9%). Rosenzweig *et al.* (2007) mencionan que los eventos extremos podrían impactar en la retención o caída de las hojas, en la floración y la maduración de frutos.

Por su parte, Jassogne *et al.* (2013) mencionan que las lluvias impredecibles hacen que el café florezca en varias ocasiones en el año, afectando la fisiología del cultivo. Los entrevistados mencionaron que las lluvias los impactaron a través de los deslaves (37%), daños a la infraestructura de transporte (27,8%) y la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos (18,5%). La mayoría (67,6%) mencionó que sus cafetales tuvieron plagas; los que continuarán tuvieron menos plagas (60,7%) que los que continuarán (91,7%). Entre las plagas se encontró la Broca (*Hypothenemus hampei Ferrarri*) (64,8%) y Minador de la hoja (*Leucoptera coffeella Guérin Méneville*) (22,2%). La broca es la plaga que más perjudica a las variedades de café y sus pérdidas pueden ser del 30 a 35% de la producción [Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), 2017].

En el caso de las enfermedades, el 74,1% dijo que estuvieron presentes en los cafetales; no se encontró diferencia estadística significativa ( $\chi^2 = 0,014$ ;  $p < 0,907$ ) entre el grupo que continuará (73,8%) y los que no continuarán (75%) en la agricultura. La principal enfermedad fue la roya (65,7%), Ojo de Gallo (*Mycena citricolor Berkeley & Curtis*) (39,8%) y Mancha de Hierro (*Cercospora coffeicola Berk. y Cooke*) (18,5%). Más del 50% de los cafeticultores coincidió que la aparición de plagas (74,1%) y enfermedades (68,5%) se debe a la susceptibilidad de las variedades y a la variabilidad del clima. Avelino *et al.* (2015) mencionan que algunas anomalías meteorológicas fomentan el desarrollo de epidemias en el cafeto y que ello demuestra las carencias en investigación en las plantaciones de café.

Ello implica conocer sus procesos de adaptación, ya que implica ajustes ecológicos, sociales y económicos por parte de las comunidades e instituciones en respuesta a los cambios en el clima (Pettengell, 2010). Ante enfermedades como la roya, han desarrollado estrategias como la renovación de cafetales con variedades resistentes (FAO, 2015). En Huehuetla, el 80,6% utiliza variedades arábicas y variedades mejoradas; el porcentaje restante posee variedades arábicas. Los que continuarán en la agricultura (82,1%) han desarrollado más esta estrategia, que los que no continuarán. Entre las variedades arábicas que tienen plantadas esta Typica, Mundo Novo, Bourbon, Caturra, y

Garnica (Zamarripa *et al.*, 2013) y entre las mejoradas esta Costa Rica95, Oro Azteca y Marsellesa, las cuáles fueron introducidas en el año 2011.

El cambio se explica por la propagación de variedades resistentes a la roya, por medio de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), (Henderson, 2019) y empresas comercializadoras del grano (Saldaña, 2017). En el municipio se han renovado en promedio 439,6 plantas ha<sup>-1</sup> con las nuevas variedades mencionadas. Los cafeticultores que continuarán renovaron en promedio 511,1 plantas ha<sup>-1</sup> y los que no continuarán 164,4 plantas ha<sup>-1</sup>. En el estado de Chiapas, en promedio renovaron entre 50 y 100 matas por hectárea para la producción de café orgánico (Cobo y Paz, 2009).

La reconfiguración de sus actividades productivas está provocando que sus cafetales sean vulnerables a patógenos (Henderson, 2019). Los entrevistados disminuyeron el número de labores principalmente en el control fitosanitario, de maleza y fertilización; cada una de ellas se realizó una sola vez en el ciclo agrícola, cuando el control de enfermedades debe realizarse tres veces al año, iniciando en el mes de mayo, ya que las primeras lesiones de la roya se presentan a inicios de las lluvias. El control de la broca se inicia en el periodo de lluvias (julio a septiembre) con dos aplicaciones, ya que en este lapso se desarrolla el fruto y se dan las condiciones favorables para su desarrollo. La fertilización se efectuó dentro del periodo recomendado, pero se realizó una vez al año (abril), y se debe aplicar tres veces, entre los meses de marzo a septiembre periodo de crecimiento de la planta. El control de maleza fue realizado en los primeros 20 días de mayo y el deshierpe en la primera quincena de julio, ambas actividades presentan un promedio de 31 días de desplazamiento.

De acuerdo con el paquete tecnológico para el cultivo de café, entre los cafeticultores existe un bajo IMT al obtener un valor promedio de 0.3 (TABLA 2), principalmente en el control de maleza, fertilización, control fitosanitario, uso de variedades mejoradas, deshierpe y cosecha. Por grupos, los valores fueron similares, la mayoría presentó bajos índices, solo tres productores de los que continuarán presentaron un mayor IMT. Más del 60% realizó una vez el deshierpe y un corte al año y solamente presentan en su cafetal una variedad mejorada; el control fitosanitario, de maleza y fertilización no fue realizado adecuadamente.

**TABLA 2.** Índice de Manejo Tecnológico (IMT) de cafeticultores en Huehuetla, Puebla. Fuente: elaboración propia con base en datos de encuesta, 2018

Grupos de cafeticultores	Total de productores	Valores IMT						Promedio IMT
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	≥0.6	
Productores que continuarán en la agricultura	84	16	23	17	18	7	3	0.29
Productores que no continuarán en la agricultura	24	3	5	10	5	1	0	0.3
Total	108	19	28	27	23	8	3	0.3

Los pocos productores que las efectuaron, las realizaron una vez al año, excepto el control de maleza, el 30% la llevó a cabo 2 veces al año y esta debe realizarse de 3 a 4 veces y se debe aplicar 3 veces fertilizantes y fungicidas y 2 veces el control de plagas para obtener un rendimiento de 1.200 kg/ha de café pergamino.

Las condiciones climatológicas y la política agrícola explican en parte el bajo ÍMT, al dejar de recibir insumos y tecnología para su producción. Se observó que a partir de los años noventa, no se fertiliza adecuadamente, no se realiza la renovación y no se da mantenimiento a los cafetales (Henderson, 2019). La mayoría no utilizó fertilizantes químicos por sus altos precios (53,8%). El bajo ÍMT es similar al que prevalece en varias regiones del país, ya que no realizan el manejo adecuado de la fertilización, renovación y la gran mayoría tienen variedades susceptibles a la roya y presencia de broca (Martínez *et al.*, 2017), reflejándose en el bajo rendimiento del cultivo (964,4 kg/ha); estadísticamente no se encontró diferencia significativa ( $t = -0,386$ ;  $p = 0,700$ ) entre los cafeticultores que continuarán (1021,7 kg/ha) y los que no continuarán (948.0 kg/ha) y fueron inferiores a los que obtuvieron en 2008 (1.577,6 kg/ha), a los logrados en el estado de Puebla (2,4 ton/ha) y a los conseguidos a escala nacional (1.400 kg/ha), [Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2019].

Esto confirma que la producción va a la baja debido a problemas fitosanitarios, densidad, manejo de la plantación y edad del cafetal, a una baja regulación de la sombra y a las condiciones del clima y suelo que son cambiantes (Villarreyna, 2016). Es por ello por lo que el

23,1% decidió no seguir cultivando café, debido a que consideran que es un mal negocio y aporta pocos ingresos (52%). Existen distintos factores que se encuentran relacionados con la permanencia o no en la cafecultura. Según el modelo de regresión logística aplicado a un grupo de diferentes variables ambientales, económicas, sociales y agronómicas de los productores de Huehuetla, se encontró que los entrevistados perciben que los efectos de los huracanes resultaron significativos, lo que manifiesta que las variables ambientales inciden en la decisión de los productores a continuar con la agricultura (TABLA 3).

García *et al.* (2009) señalan que el sector agropecuario fue uno de los sectores con más siniestros a causa del huracán Dean, ocurrido en el año 2007 sobre la región nororiental de Puebla. El maíz, el café, plátano y avena fueron los más afectados. Ante este panorama, los productores (47,2%) han optado por tener cultivos intercalados entre sus cafetales; los que continuarán en la cafecultura practican un poco menos la diversificación de cultivos (50%) en comparación con los que no continuarán en la agricultura (62,5%). Lo intercalan con la pimienta (34,3%), con frutales como el zapote, mamey, naranja, plátano, mandarina y litchi (4,6%). También lo intercalan con maíz-frijol, quelites y cultivos silvestres como el chiltepín, y yuca y el 96,3% tiene árboles de sombra como los maderables (78,8%) -chalahuite, cedro blanco y rosado.

Este tipo de árboles mitigan los cambios extremos en el clima, además ofrecen la posibilidad de mejorar los servicios ecosistémicos, sin reducir la producción de café

**TABLA 3.** Estimadores del modelo de regresión logística con el método de selección por pasos hacia adelante (Wald). Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta, 2018

Variables	B	E.T.	Wald	P	Exp(B)
Efecto Huracanes	1,846	0,526	12,309	0,000	6,333
Constante	-4,097	0,911	20,238	0,000	0,017

(Cerdea *et al.*, 2015). Estos resultados son muy similares a otras zonas cafetaleras de México (Tomas *et al.*, 2018) y estas prácticas agrícolas contribuyen a no depender solo del café, que pone en riesgo su subsistencia. Estos sistemas de producción son una estrategia para generar recursos económicos y disponibilidad de alimento (Robles, 2018). Se puede decir que ante la baja rentabilidad de la producción de café producto de la política agrícola y cambio climático los productores han diseñado estrategias que le permiten subsistir.

#### 4. Conclusiones

Se puede decir que la cafecultura en el espacio de estudio es practicada por personas indígenas con bajos niveles de escolaridad, caracterizándose por ser de corte minifundista y no son beneficiados por las políticas públicas. Ello se refleja en los altos costos de los insumos y los bajos precios del café que desincentiva el incremento de la producción, ya que obligan a los cafecultores a aplicar lo necesario y no lo recomendado por los paquetes tecnológicos generados para el estado de Puebla. Se puede decir que se han reducido las labores agrícolas y ello ha conllevado a una baja productividad y a tener altos índices de pobreza.

Se encontró que además de la política agrícola existen diversos factores que se integran al fenómeno de la variabilidad climática que hacen que sus cafetales queden expuestos a daños provocados por plagas y enfermedades, como la broca y la roya, incidiendo en la baja producción del cultivo, por lo que la percepción de los cambios en el clima cobra importancia para entender los procesos de adaptación de los agricultores en sus parcelas. Se puede decir que las características de los cafecultores, su baja escolaridad, así como sus bajos rendimientos e ingresos recibidos por su café, son factores socioeconómicos que inciden para que tengan un bajo Índice de Manejo Tecnológico.

Entre las principales estrategias de adaptación en el municipio se encontró la reducción o modificación de su calendario de labores agrícolas, principalmente, el control de malezas, control fitosanitario y deshije. En el caso del control fitosanitario, una de las estrategias utilizadas por los productores es el uso de variedades mejoradas. También están generando estrategias agrícolas como la siembra de otros cultivos para la obtención de ingresos extra y alimento y uso de árboles de sombra que constituyen alternativas para disminuir su vulnerabilidad ante la variabilidad climática.

#### 5. Referencias citadas

- ALVARADO, M. C.; DELGADILLO, J. y J. E. IBARRA. 2018. "Características estructurales de los procesos de cambio de la fuerza laboral agrícola de la franja sur Puebla-Tlaxcala y su incidencia territorial". En: G. Del C. HOYOS; P. MORA; N. BACA y S. E. SERRANO (edits.), *Dinámicas urbanas y perspectivas regionales de los estudios culturales y de género*, pp. 152-166. UNAM y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C. (Coeds.), México.
- AVELINO, J.; CRISTANCHO, M.; GEORGIU, S.; IMBACH P.; AGUILAR, L.; BORNEMANN, G.; ... & C. MORALES. 2015. "The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008-2013): Impacts, plausible causes and proposed solutions". *Food Security*, 7(2): 303-321.
- BACA, M.; LÄDERACH, P.; HAGGAR, J.; SCHROTH, G. & O. OVALLE. 2014. "An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in Mesoamerica". *PLoS ONE*, 9(2): 1-11.
- BUNN, C.; LÄDERACH, P.; OVALLE, O. & D. KIRSCHKE. 2015. "A bitter cup: climate change profile of global production of arabica and robusta coffee". *Climate Change*, 129: 89-101.

- CAMPOS, M.; VELÁZQUEZ, A. & M. McCALL. 2014. "Adaptation strategies to climatic variability: A case of small-scale farmers in rural Mexico". *Land Use Policy*, 38: 533-540.
- CARVAJAL, Y. 2010. "Efectos de la variabilidad climática y el cambio climático en la agricultura. Estrategias de mitigación y adaptación para el sector". *Revista Memorias*, 8(14): 85-102.
- CERDA, R.; ALLINNE, C.; KROLCZYK, L.; MATHIOT, C.; CLÉMENT, E.; HARVEY, C. A.; ... & J. AVELINO. 2015. Ecosystem services provided by coffee agroecosystems across a range of topo-climatic conditions and management strategies. *5th International Symposium for Farming Systems Design, 7-10 September 2015*. Pp. 2. Montpellier, France.
- COBO, R. y L. PAZ. 2009. *Milpas y cafetales en Los Altos de Chiapas*. (1ra. ed.). Serie Acciones, núm. 7. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Corredor Biológico Mesoamericano. Global Environment Facility. Circo Maya. México.
- CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (CONAPO). 2015. *Índice de marginación por municipio 1990-2015*. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/>. [Consulta: agosto, 2018].
- DÍAZ, G.; GUAJARDO, R. A. y R. LÓPEZ. 2013. "Mejoramiento genético y variedades". En: R. LÓPEZ; G. DÍAZ y A. ZAMARRIPA (Comp.), *Potencial productivo del cultivo del café en México*, pp. 35-54. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP.
- GARCÍA, N.; MARÍN, R. y K. MÉNDEZ. 2009. *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2007*. Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.
- GÓMEZ, R. 1979. *Introducción al muestreo*. Texcoco, Colegio de Postgraduados. México. Tesis de Maestría en Ciencias en Estadística y Cálculo.
- HENDERSON, T. P. 2019. "La roya y el futuro del café en Chiapas". *Revista Mexicana de Sociología*, 81(2): 389-416.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO). 2019. *Total production by all exporting countries. Statistics April 2019*. Disponible en: <http://www.ico.org/>.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2015. *Encuesta Intercensal. Panorama sociodemográfico de Puebla 2015*. México.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2010. *Prontuario de información geográfica de los Estados Unidos Mexicanos*. Huehuetla, Puebla. México.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS y PECUARIAS (INIFAP). 2017. *Agenda técnica agrícola de Puebla*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce A. C COFUPRO. México.

- INFORME DEL GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). 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* [Equipo principal de redacción, R. K. PACHAURI y L. A. MEYER (eds.)]. Ginebra, Suiza.
- JASSOGNE, L.; LÄDERACH P. & P. V. ASTEN. 2013. “The impact of climate change on coffee in Uganda: Lessons from a case study in the Rwenzori Mountains”. *Oxfam Policy and Practice: Climate Change and Resilience*, 9(1): 51-66.
- KURUKULASURIYA, P. & S. ROSENTHAL. 2013. *Climate change and agriculture: A review of impacts and adaptations*. Environment department papers; N° 91. Climate change series. World Bank, Washington, D. C. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16616>.
- LÄDERACH, P.; LUNDY, M.; JARVIS, A.; RAMÍREZ, J.; PÉREZ, P. E.; SCHEPP, K & A. EITZINGER. 2010. “Predicted impact of climate change on coffee-supply chains”. In: L. FILHO (ed.), *The Economic, social and Political Elements of Climate Change*. Springer Verlag, Berlin, D E.
- LIBERT, A. y F. PAZ. 2018. “Del papel a la acción en la mitigación y adaptación al cambio climático: la roya del cafeto en Chiapas”. *Madera y Bosques*, 24(esp.): 1-24.
- LUGO, D. R.; DESIDERIO, E. de J. y M. L. FAJARDO. 2018. “Prácticas y saberes comunitarios en la Sierra Norte de Puebla: el caso del café, sus plagas y enfermedades”. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2): 77-87.
- MAGRIN, G.; GAY, C.; CRUZ, D.; GIMÉNEZ, J. C.; MORENO, A. R.; NAGY, G. J.; ... & A. VILLAMIZAR. 2007. “Latin America”. In: M. L. PARRY; O. F. CANZIANI; J. P. PALUTIKOF; P. J. VAN DER LINDEN & C. E. HANSON (eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, pp. 581-615. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- MARTÍNEZ, J.; SEPÚLVEDA, D. y D. E. SEPÚLVEDA. 2017. “Propuesta para mejorar la productividad y rentabilidad en el medio rural del municipio de Huehuetla, Puebla”. En: F. PÉREZ; E. FIGUEROA y L. GODÍNEZ (eds.), *Políticas públicas, pobreza, ciencias y humanidades*, pp. 1-13. Ciencias Sociales: Economía y Humanidades. Handbook T-II. -©ECORFAN, Texcoco de Mora, México.
- MARTÍNEZ, Á. y P. VARGAS. 2013. “El empresario cafetalero y sus estrategias de desarrollo territorial en el Soconusco, Chiapas”. En: M. G. OCAMPO; G. S. VALDIVIEZO y S. D. DARDÓN (eds.), *Desarrollo territorial. Experiencias y actores sociales*, pp. 158-180. Universidad Autónoma de Chiapas, México
- MORALES, I. 2013. “La vida en torno al café: marginación social de pequeños productores en San Pedro Cafetiltán, Oaxaca, México”. *Diálogos*, 14(1): 79-96.
- NICHOLLS, C.; HENAO, A. y M. ALTIERI. 2015. “Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático”. *Agroecología*, 10(1): 7-31.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN y LA AGRICULTURA (FAO). 2018. *México Rural del Siglo XXI*. Disponible en: [www.fao.org/](http://www.fao.org/). [Consulta: junio, 2019].

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN y LA AGRICULTURA (FAO). 2015. *Manejo agroecológico de la roya del café*. Disponible en: [www.fao.org/](http://www.fao.org/). [Consulta: enero, 2018].
- OROZCO, M. E. y A. D. LÓPEZ. 2007. “Estrategia de supervivencia familiar en una comunidad campesina del Estado de México”. *Ciencia Ergo Sum*, 14(3): 246-254.
- PÉREZ, Y.; GONZÁLEZ, M. V.; ESCAMILLA, E.; CRUZ, A.; ROSAS, M. y F. DE J. RUIZ. 2016. “Propuestas para la preservación de la vida en los cafetales en el municipio de Teocelo, Veracruz”. *Revista de Geografía Agrícola*, (57): 7-16.
- PETTENGELL, C. 2010. *Climate change adaptation: Enabling people living in poverty to adapt*. Oxfam International Research Report. Oxfam International, Oxford, UK.
- PREGIBON, D. 1981. “Logistic regression diagnostics”. *The Annals of Statistics*, 9(4): 705-724. Disponible en: <https://projecteuclid.org/>.
- RENARD, M. C. 2010. “The mexican coffee crisis”. *Latin American Perspectives*, 171(37): 21-33.
- ROBLES, H. 2018. *La organización económica de los pequeños y medianos productores presente y futuro del campo mexicano. Serie documento de trabajo Núm. 232*. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural Rimisp. México.
- ROSALES, V.; MARTÍNEZ, J. P.; OSORIO, F.; LÓPEZ, G.; ASIAÍN, A. y N. ESTRELLA. 2018. “Aspectos culturales, sociales y productivos para una topología de cafeticultores”. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(1): 47-61.
- ROSENZWEIG, C.; CASASSA, G.; KAROLY, D. J.; IMESON, A.; LIU, C.; MENZEL, A.; ... & P. TRYJANOWSKI. 2007. “Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems”. In: M. L. PARRY, O. F. CANZIANI, J. P. PALUTIKOF, P. J. VAN DER LINDEN, & C. E. HANSON (eds.), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability*, pp. 80-131. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- SALDAÑA, G. G. 2017. *Toma de decisiones en la adopción de variedades frente al problema de la roya por caficultores organizados en Chiapas*. Colegio de la Frontera Sur, México. Tesis de Maestría.
- SÁNCHEZ, V.; AVENDAÑO, Y.; GAVIRIA, A. y C. GÓMEZ. 2018. “Cambio climático y café (*Coffea arabica*) en Acevedo, Huila: una lectura desde sus cultivadores”. *I+D Revista de Investigaciones*, 12(2): 55-66.
- SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD, INOCUIDAD y CALIDAD AGROALIMENTARI (SENASICA). 2017. *Broca del café*. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/>. [Consulta: noviembre, 2018].
- SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA y PESQUERA (SIAP). 2019. *Avance de siembras y cosechas*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola>. [Consulta: junio, 2019].

- TOMAS, A.; DELGADO, A.; HERRERA, B. E. y S. VARGAS. 2018. “Sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la comunidad del Cerro Cuate, Iliatenco, Guerrero”. *Agroproductividad*, 11(10): 157-163.
- TURBAY, S.; NATES, B.; JARAMILLO, F.; VÉLEZ, J. J. y O. L. OCAMPO. 2014. “Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia”. *Investigaciones Geográficas*, (85): 95-112.
- VIGUERA, B.; MARTÍNEZ, M. R.; DONAT, C.; HARVEY, C. A. y F. ALPÍZAR. 2017. *Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación*. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional- Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza CATIE). Turrialba, Costa Rica.
- VILLARREYNA, R. 2016. *Efecto de los árboles de sombra sobre el rendimiento de los cafetos, basado en perfiles de daño. Reporte proyecto CASCADA*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza CATIE / Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo CIRAD. Turrialba, Costa Rica.
- ZAMARRIPA, A; LÓPEZ, R. & E. ESCAMILLA. 2013. “Mejoramiento genético y variedades”. En: R. LÓPEZ; G. DÍAZ, & A. ZAMARRIPA (Comp.), *El sistema productivo café en México: problemática y tecnología de producción*, pp. 57-88. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP.