



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN GEOGRAFÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA, AMENAZAS Y RIESGOS
HIDROMETEOROLÓGICOS: PERCEPCIONES Y RESPUESTAS FRENTE A SU OCURRENCIA
EN PAISAJES DE MONTAÑA

Tesis
Que para optar el grado de:

DOCTORA EN GEOGRAFÍA

Presenta:
MARÍA CAROLINA PINILLA HERRERA

Tutor:
DR. MICHAEL K. MCCALL
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental UNAM

Miembros del comité tutor:
DRA. ANA LAURA BURGOS TORNADÚ
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental UNAM

DR. FERNANDO BRIONES GAMBOA
Consortium for Capacity Bulding, Universidad de Colorado Boulder

Ciudad de México, Agosto, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para Gabriela Cantillo Granados...

Cuando puedas leer esto solo quiero que sepas que siempre debes confiar en ti misma;
que la vida es muy abundante y te da todo lo que requieres para cumplir tus sueños y
llegar tan lejos como quieras!

Agradecimientos

Al Proyecto de Monitoreo Climático de Fundación Natura e ISAGEN por haber inspirado la idea general de este trabajo y por haber hecho parte fundamental de este importante ciclo de siete años que finaliza con la culminación de esta tesis.

Al proyecto PAPIIT-UNAM IA300413 “Evaluación de la adaptación al cambio climático en comunidades rurales a través de su capacidad de respuesta en diferentes contextos geográficos en el estado de Michoacán” por financiar el trabajo de campo en México y las actividades académicas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONACYT- por la beca otorgada.

Al Dr. Michael McCall por su entusiasmo y apoyo incondicional para la realización de la tesis. A la Dra. Ana Burgos y el Dr. Fernando Briones por su amabilidad, rigurosidad, lucidez, coherencia y eficaz orientación/acompañamiento académico.

Al Dr. Rafael Calderón y Dr. Simone Lucatello por sus acertados, oportunos y precisos comentarios que permitieron mejorar la estructura, contenido y presentación de la tesis.

A título personal, quiero agradecer a Elisa Herrera, mi mamá, por su incondicionalidad, determinación e infinito amor que acompañaron importantes decisiones en mi vida; su presencia cercana y lejana me facilitó terminar este ciclo con tranquilidad, abundancia y agradecimiento. A Abraham Escudero por moverme la vida de maneras impensables e influir categóricamente en el inicio y fin de este doctorado.

A mis círculos de mujeres en Colombia y México (amigas, hermanas y mi otra mamá, Blanca Herrera) por nutrirme, protegerme, ayudarme, guiarme y abonar siempre en positivo en cada paso de estos últimos y complejos cinco años.

Miztli, Ónix A. y Leoncio, tres luces de amor sanador, divertidas válvulas de escape y fieles compañías en los interminables días de estudio y trabajo.

Índice general

Capítulo 1. Introducción	6
1.1 Contexto general.....	6
1.2 Problemática	7
1.3 Justificación	8
1.4 Alcances de la investigación	10
1.4.1 Preguntas orientadoras e hipótesis de trabajo	10
1.4.2 Objetivos	10
1.4.3 Estructura de la tesis.....	11
1.4.4 Contexto institucional de la tesis	13
1.5 Referencias.....	13
Capítulo 2. Marco teórico, conceptual y metodológico	18
2.1 Marco teórico: Geografía de riesgos	18
2.2 Marco conceptual	22
2.2.1 Paisajes de montaña y sistemas de producción	23
2.2.2 Variabilidad climática	24
2.2.3 Percepciones sobre el clima	27
2.2.4 Riesgos hidrometeorológicos	31
2.3 Marco metodológico general	35
2.3.1 Métodos	35
2.3.2 Las zonas de estudio	37
Referencias.....	50
Chapter 3. An assessment of El Niño and La Niña impacts focused on monthly and seasonal rainfall and extreme dry/precipitation events in mountain regions of México and Colombia.	60
3.1 Introduction.....	60
3.2. Methods	62
3.3. Results.....	63
3.3.1 San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia	63
3.3.2. Tancítaro, Michoacán, Mexico	68
3.3 Conclusions and perspectives	75
References.....	76
Capítulo 4. Percepciones sobre las amenazas y riesgos hidrometeorológicos entre los productores de cacao y aguacate en San Vicente de Chucurí (Santander, Colombia) y Tancítaro (Michoacán, México).....	80
4.1 Introducción	80

4.2 Métodos	82
4.3 Resultados	83
4.3.1 San Vicente de Chucurí, Santander	83
4.3.2 Tancítaro, Michoacán	89
4.4 Discusión	94
4.5 Conclusiones	97
Referencias	99
Capítulo 5. Diferenciación altitudinal y respuestas de manejo agrícola ante amenazas hidrometeorológicas en paisajes de montaña en Colombia y México	102
5.1 Introducción	102
5.2 ¿Respuestas de manejo ante la variabilidad climática o adaptación al cambio climático? Un debate conceptual	104
5.3 Métodos	105
5.4 Resultados	106
5.4.1. Sistema de producción cacotero (San Vicente de Chucurí, Colombia)	106
5.4.2 Sistema de producción aguacatero (Tancítaro, México)	109
5.5 Discusión	113
5.6 Conclusiones	116
Referencias	117
Capítulo 6. Discusión y conclusiones generales	123
6.1 Estructura de la tesis y su línea de argumentación temática	123
6.2 Línea argumentativa teórica y conceptual	129
6.3 Aspectos metodológicos	133
6.4 Perspectivas	134
Referencias	137

Capítulo 1. Introducción

1.1 Contexto general

El continente Americano exhibe una gran diversidad geográfica y las montañas constituyen regiones que cohesionan las múltiples expresiones de esa diversidad en términos culturales, biológicos, climáticos y productivos (Altieri, 2010; Figueroa y Sabogal, 2010; González, 2010; Bendinni et.al., 2014). Con respecto a las llanuras, la montaña es un espacio que las sociedades han colonizado y apropiado de forma paulatina y original (Jodha, 1997; Souto, 2011). En la montaña los seres humanos han debido adaptarse a circunstancias complejas, frágiles e inestables, desarrollando una serie de estrategias ante las condiciones físicas (clima, altitud, flora, fauna y energía del relieve, entre otros) para consolidar una jerarquía de asentamientos y de diversas actividades socioeconómicas como las agrícolas, ganaderas, forestales e incluso más recientemente, las industriales y turísticas, que en su conjunto configuran actualmente los paisajes de montaña (Montiel, 2003; Dodgshon y Olsson, 2007; Soliva et.al., 2008).

Con referencia a la actividad agrícola, los paisajes de montaña en el trópico americano tienen una gran tradición ya que los sistemas de producción se han establecido en torno a cultivos de tubérculos como la papa y la mandioca en las culturas andinas de Sudamérica (González, 2010); el maíz y sus especies asociadas en las milpas de las culturas mesoamericanas; y los cultivos frutícolas perennes como el café, los cítricos, el aguacate y el cacao en las tierras medias de la montaña tropical (Baethgen, 2010). El desarrollo y auge de estos sistemas de producción han sido procesos que se han enfrentado a los retos que impone el paisaje montañoso, entre los cuales destaca la variabilidad climática, la cual es inherente a su naturaleza pero que cada vez resulta más impredecible en su ocurrencia y magnitud, quizá como resultado de los procesos de cambio ambiental, específicamente el cambio climático (Lorenzoni y Pidgeon, 2006; Soliva, 2007; Howden et.al., 2007; Lau et.al., 2016).

En relación a lo anterior, ya se han reportado impactos en términos de productividad pues las variables climáticas indispensables para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, cómo la precipitación, la humedad y la temperatura, se han alterado de manera significativa a nivel local (Altieri y Nicholls, 2009; VanderMolen, 2011; Rogé et.al., 2016). No obstante, la comprensión de la variabilidad climática más allá de la manifestación meteorológica, es decir, como fenómeno social, resulta fundamental ya que la forma en que es experimentada, interpretada y percibida es muy heterogénea debido a que no todos los grupos sociales vinculados a la producción agrícola enfrentan los eventos hidrometeorológicos como amenaza, ni tienen la misma capacidad de respuesta para

implementar estrategias que les permita afrontar los impactos y mitigar los riesgos (Howden *et. al.*, 2007; (Wylie, 2007). De la misma manera, las experiencias frente a las amenazas y riesgos hidrometeorológicos no están adscriptas a una espacialidad, temporalidad o gremio productivo específico, especialmente en los paisajes de montaña.

1.2 Problemática

Para el desarrollo y establecimiento de los sistemas de producción hegemónicos (tipo monocultivo perenne de gran rendimiento) que han configurado los paisajes de montaña en el trópico del continente Americano, los productores han tenido que enfrentar la necesidad de una mayor comprensión, experiencia y capacidad de respuesta ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos de la variabilidad climática natural y la propia del factor orográfico, con el fin de realizar una mejor gestión del riesgo agrícola (Jodha, 1997; Orlove *et.al.*, 2011; Rogé *et.al.*, 2016). No obstante, los cambios impredecibles en su ocurrencia y magnitud han evidenciado que no todos los productores tienen la misma experiencia ni capacidad de respuesta ante este tipo de eventos, aún dentro de un mismo gremio productivo (Dodgshon y Olsson, 2007; Glaeser y Glaser, 2010; De Lisio, 2011).

En países como México y Colombia los climas regionales están determinados por la interacción de la topografía compleja, con la variabilidad climática estacional, el factor orográfico y la influencia de sus dos océanos adyacentes (Atlántico y Pacífico), por lo cual, la diversidad de fenómenos atmosféricos y oceánicos que afectan el tiempo y el clima en sus territorios es muy amplia y los rangos de variabilidad de esos fenómenos abarcan distintas escalas tanto espaciales como temporales (Ruíz y Pabón, 2013; Gay y Rueda, 2015). En razón de lo anterior, el estudio, interpretación y formas de comprender estos fenómenos varían no solo entre las diversas formas de conocimiento sino entre grupos sociales, regiones e incluso, las instituciones.

A partir de década de los ochenta, se encontró que en gran parte de los trópicos y subtrópicos las condiciones del clima estaban moduladas con la ocurrencia del fenómeno conocido como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) (Landa *et.al.*, 2008; Gay y Rueda, 2015). En México autores como Magaña *et.al.* (2003, 2004), Conde *et.al.* (2006), Ruiz *et.al.* (2011) y Ureta *et.al.* (2012) calcularon que tras la ocurrencia de El Niño 1991 y 1995 las pérdidas en la agricultura ascendieron a dos millones de toneladas de granos básicos. Por otro lado se afirma que durante La Niña 2010-2011 hubo una caída del 6% en las exportaciones de café por los efectos del destiempo en el temporal y las heladas, así como la pérdida de 100,000 hectáreas de cultivos por las diversas inundaciones (SAGARPA, 2012). La ocurrencia del Huracán Patricia en el Pacífico mexicano (octubre del 2015) se asoció hasta en un 85% a la fase fuerte de El Niño (NOAA, 2015) y se reportó

la afectación de 12,500 hectáreas de cultivos de ciclo corto en Jalisco, Colima, Nayarit y Michoacán (SAGARPA, 2015).

Por su parte en Colombia, el último evento de La Niña 2010 – 2011 fue catalogado como “El peor *invierno* en la historia” (CEPAL, 2012; Presidencia de la República, 2012), ya que durante su ocurrencia se inundaron 423.000 ha de tierras cultivadas con la pérdida total de cosechas en cultivos de ciclo corto (CEPAL, 2012). Para cultivos de ciclo largo se reportaron niveles máximos de saturación de suelos, pudrición de raíces, aumento de plagas y enfermedades, y por consiguiente, una caída en rendimientos que representaron pérdidas económicas alrededor de 3.5 millones de USD (a partir de la estimación de la caída del 35% del volumen de la exportación de café) (CEPAL, 2012). Después de la ocurrencia de El Niño 2015-2016, se estimó una reducción del 28% de la cosecha de café y del 40% de tubérculos, además del incremento de plagas y enfermedades y la pérdida de 87,500 hectáreas por incendios (Ministerio de Agricultura, 2016).

Bajo este contexto, ante la evidencia de su ocurrencia y su posterior declaratoria internacional, los sistemas de alerta, monitoreo y gestión de riesgo agroclimático en los mencionados países son implementados, especialmente para las zonas costeras de la costa del Pacífico (CEPAL, 2012; De Lisio, 2014; Martínez, 2015; SAGARPA; 2015). Sin embargo, no se conoce el alcance de estos procedimientos o sobre el acceso a la información en las zonas montañosas localizadas en la cuenca del Pacífico y que además, albergan sistemas de producción de gran relevancia económica a nivel nacional.

Además de los respectivos contextos sobre las respuestas ante los eventos de mesoescala tipo ENOS, se evidencia también la necesidad de contribuir sobre los conocimientos, experiencias y respuestas de los productores en relación a la ocurrencia de ésta y otras amenazas hidrometeorológicas locales, asociadas al factor orográfico, que también pueden poner en riesgo los sistemas de producción perennes localizados en paisajes montañosos (Monterroso y Gómez, 2015).

1.3 Justificación

Si bien las recientes tendencias de estudios de ruralidad toman distancia de la definición de los paisajes montaña como la figura rural tradicional en donde la agricultura tiene un rol preponderante (Marsden et.al., 1999; Silvetti, 2011), las prácticas agrícolas, el manejo de los sistemas de producción y la organización del espacio en función de las interacciones sociales con la heterogeneidad ambiental (específicamente la variabilidad climática), siguen siendo objeto de estudio relevantes para la Geografía por la incertidumbre que imprimen al proceso de reestructuración productiva de la agricultura en el contexto de los mercados globales y que se expresa en cambios paulatinos de

escenarios de vida, de prácticas sociales, de configuración territorial y de una nueva organización de las unidades productivas (Pinto et.al., 2006; Bendinni et.al., 2014).

Es bien sabido que la variabilidad climática y sus eventos hidrometeorológicos extremos inherentes son un factor fundamental a considerar en la actividad agrícola (Soliva et.al., 2008; Altieri, 2010; Rogé et.al., 2016). Las investigaciones alrededor de este tema han documentado ampliamente los contextos sociales y económicos de los sistemas de producción con cultivos de ciclo corto (Eakin, 2000; Miranda et.al., 2009; Sánchez y Lazos, 2011; Conde et.al., 2000; Ojeda et.al., 2011), sus tendencias de rendimiento y productividad (Tiscareño, 2003; Conde et.al., 2006; Arredondo y HuberSannwald, 2011), así como el desarrollo de modelos agroclimáticos (Feng et.al., 2010; Luers et.al., 2003; Monterroso et.al., 2011; Ruiz et ál., 2011; Ureta et.al., 2012), económicos (Estrada et.al., 2012) e institucionales (Ibarrarán et.al.,2014) que, si bien han brindado información muy relevante para la toma de decisiones, han obviado la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos de meso escala con respecto a los de micro escala, así como la expresión espacial de las diversas percepciones, conocimientos, experiencias y respuestas ante los mismos.

Desde un enfoque de Geografía ambiental, el presente trabajo pretende contribuir a la integración de variables climatológicas y sociales con una perspectiva espacial para evidenciar el conocimiento, la experiencia y práctica agrícola de los productores frente a las diversas manifestaciones meteorológicas extremas que han enfrentado, desde aquellas de señal regional como el ENOS hasta las de escala local. Desde el contexto teórico de la Geografía de riesgos el aporte de este trabajo se fundamenta en un marco que permite abordar la manifestación temporal, espacial, percepciones y respuestas ante distintos eventos de variabilidad climática en dos paisajes montaña que albergan cultivos muy representativos de las economías agrícolas en Colombia y México.

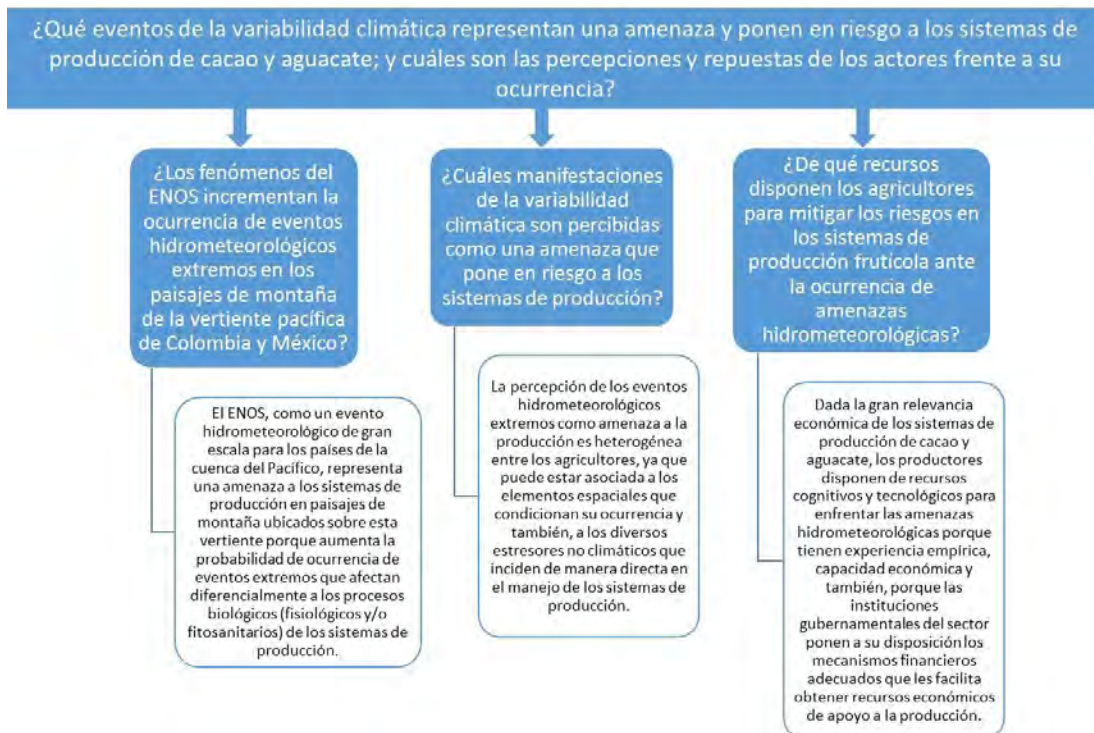
La mirada geográfica a este tema pone en evidencia la heterogeneidad de visiones, perspectivas y acciones frente a la variabilidad climática y frente a otros factores no climáticos que ponen en riesgo los sistemas de producción que conforman gremios agrícolas aparentemente consolidados y homogéneos. Esta perspectiva integrada brinda nuevos elementos de discusión para una mejor planificación del riesgo agrícola (a corto y mediano plazo) en ámbitos locales, para debatir sobre la implementación de los instrumentos de política pública de apoyo al sector agrícola y para reflexionar sobre el papel del pequeño productor (sus conocimientos, prácticas y expectativas) en los contextos de la gestión de riesgo agrícola para las grandes economías rurales que soportan los mercados nacionales e internacionales.

1.4 Alcances de la investigación

1.4.1 Preguntas orientadoras e hipótesis de trabajo

De acuerdo con los antecedentes ya mencionados, la presente investigación se orientó de acuerdo a la siguiente pregunta general, preguntas secundarias e hipótesis de trabajo (figura 1.1).

Figura 1.1. Preguntas de investigación e hipótesis de trabajo. Elaboración propia



1.4.2 Objetivos

Con relación al esquema presentado en la figura 1.1, a continuación se presentan el objetivo general y los tres objetivos específicos de la investigación, los cuales se derivan de las tres preguntas de investigación secundarias.

Objetivo general

Establecer qué tipo de amenazas hidrometeorológicas representan un riesgo a los sistemas de producción frutícola de cacao y aguacate localizados en paisajes de montaña en Colombia y México, así como la capacidad de los productores para enfrentarlas.

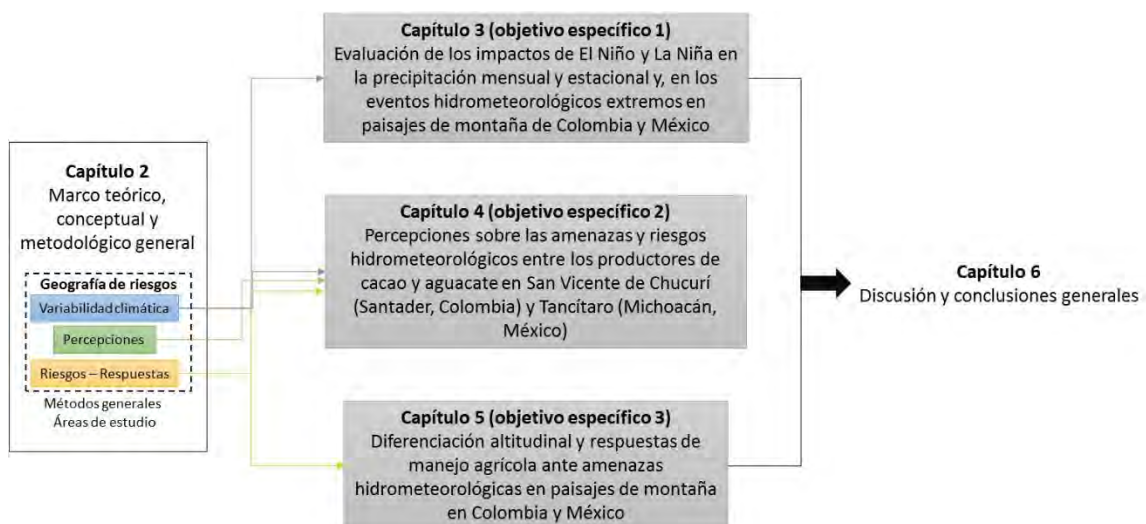
Objetivos específicos

1. Evaluar comparativamente la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos durante fenómenos ENOS y, establecer si representan una amenaza para los sistemas de producción frutícola en dos paisajes de montaña.
2. Analizar las percepciones ante las diversas amenazas hidrometeorológicas y cómo los productores ponderan los riesgos climáticos frente a otros riesgos de orden no climático para los sistemas de producción de cacao y aguacate.
3. Identificar las prácticas de manejo agrícola en función de la diferenciación altitudinal y de su variabilidad climática inherente, así como el soporte institucional recibido por los productores frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

1.4.3 Estructura de la tesis

La presente tesis está estructurada en seis capítulos (figura 1.2). La organización y contenido temático de este manuscrito, a manera de capítulo-artículo, es un formato autorizado por el Posgrado en Geografía de la UNAM y en ese sentido, tanto el tutor como el comité tutorial autorizaron la presentación de la tesis de esta manera.

Figura 1.2. Diagrama de interacción entre el marco conceptual general y los capítulos de la tesis.



De acuerdo a la figura 1.2, el capítulo 2 presenta el marco teórico-conceptual de la investigación, el cual se contextualiza en la teoría de la Geografía de riesgos y la revisión del desarrollo conceptual de temas como la variabilidad climática, las percepciones

sobre el clima, los riesgos hidrometeorológicos y las respuestas ante su ocurrencia desde diferentes disciplinas para establecer una línea de trabajo que, desde un enfoque geográfico, articule dichos tópicos. En este capítulo también se incluye un apartado sobre el marco metodológico general del trabajo (de acuerdo al requerimiento de información de los objetivos específicos) y se describe el contexto general de cada área de estudio en Colombia y México.

Los capítulos 3 y 4 corresponden a artículos publicados, mientras que el capítulo 5 es un artículo en revisión. Bajo este planteamiento, cada capítulo mantiene una estructura de artículo científico: introducción, marco conceptual y metodológico, resultados, discusión, conclusiones y referencias bibliográficas de acuerdo al eje temático desarrollado.

El capítulo tres desarrolla el marco conceptual, metodológico y resultados del primer objetivo específico. La totalidad de su contenido se presenta en inglés porque corresponde al artículo publicado en *Advances in Geosciences*, 46, 23-33, 2016. Pinilla, C. y Pinzón, C. An assessment of El Niño and La Niña impacts focused on monthly and seasonal rainfall and extreme dry/precipitation events in mountain regions of Colombia and México.

El capítulo cuatro presenta los resultados correspondientes al objetivo específico dos de la tesis, los cuales fueron publicados de manera separada para el estudio de caso en San Vicente de Chucuri, Santander, Colombia (Pinilla, C., Rueda, A., Pinzón, C. y Sánchez, J. Percepciones sobre los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático entre campesinos del centro de Santander, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 16 (31), 25-37, 2012); y para Tancítaro, Michoacán, México (Pinilla, C. y Briones, F. Percepciones sobre las amenazas y riesgos hidrometeorológicos entre los productores de aguacate de Tancítaro, Michoacán. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 16 (31), 48-69, 2016). Dado que fueron publicaciones separadas, el capítulo hace una recopilación de los dos artículos pero mantiene la estructura básica de una publicación científica.

El capítulo cinco aborda el objetivo específico tres y comprende los contenidos del artículo en revisión editorial por parte de la *Revista Norte Grande*, cuya publicación se planea para el segundo semestre del año 2017.

Finalmente en el capítulo seis se documentan las discusiones y conclusiones generales de la investigación desde una perspectiva teórico-conceptual, metodológica, de sus alcances, limitantes y perspectivas.

1.4.4 Contexto institucional de la tesis

El trabajo de tesis hizo parte de dos proyectos de investigación. El primero fue el Convenio 46/3379 entre ISAGEN ESP y la Fundación Natura Colombia “Proyecto de Monitoreo del Comportamiento Climatológico en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso”, el cual hace parte del Plan de Manejo Ambiental de la segunda central hidroeléctrica más importante de Colombia y que tiene por objeto principal atender la percepción de la comunidad acerca de posibles cambios microclimáticos ocasionados por el embalse. El Convenio inició actividades en enero del 2010 y a la fecha continúa en desarrollo.

El segundo proyecto fue el PAPIIT-UNAM IA300413 “Evaluación de la adaptación al cambio climático en comunidades rurales a través de su capacidad de respuesta en diferentes contextos geográficos en el estado de Michoacán”. Este proyecto se desarrolló entre los años 2013 y 2014.

Los dos proyectos proporcionaron recursos los financieros y la estructura institucional necesaria para posibilitar la logística, los acercamientos con los actores locales y la toma de datos durante las fases de campo de la investigación. De la misma manera, estos proyectos financiaron diversas actividades académicas, la participación en congresos y cursos, así como la publicación de los artículos científicos.

1.5 Referencias

Altieri, M. 2010. *Determinando la capacidad de adaptación y resiliencia de los Sistemas Agroforestales (SAF) con cacao frente al cambio climático*. Final Report Inter-American Development Bank.

Altieri, M. y C. Nicholls. 2009. “Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas”. *Leisa Revista de Agroecología*, 18: 5 – 8.

Arredondo, T. y Huber, E. 2011. “Impacts of drought on agriculture in Northern Mexico”. H.G. Brauch, (Ed.) *Coping with Global Environmental*. Berlin, Alemania: 875-891.

Baethgen, W. 2010. “Climate risk management in the agricultural sector geared towards adaptation to climate change”. Martínez, C., Locatelli, B., Vignola, R., y Imbach, P. (Eds.). *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina*. CATIE, Turrialba, Costa Rica: 88-96.

Bendinni, M. Roca, S. y Alvaro, B. 2010. “Ruralidad y sostenibilidad en áreas de montaña”. Flora, C. *Interactions between agroecosystems and rural communities*. CLACSO, Quito, Ecuador: 34-52.

Conde, C., Ferrer, R.M. y Liverman, D. 2000. "Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de maíz de temporal mediante el modelo CERES – MAIZE". C. Gay, (Ed.). *México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México*. Instituto Nacional de Ecología y Universidad Nacional Autónoma de México: 93-110.

Conde, C., Ferrer, R. & Orozco, S. 2006. "Climate change and climate variability impacts on rainfed agricultural activities and possible adaptation measures. A Mexican case study". *Atmósfera*, 19: 181-194.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. 2012. *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011*. Misión BID – CEPAL, Bogotá.

De Lisio, A. 2011. "Las amenazas naturales regionales: catalizadores de cambios estructurales en América Latina y el Caribe". *Mundo Nuevo*, 5 (3): 135-164.

Dodgshon, R.A., Olsson, G.A. 2007. "Seasonality in European mountain areas: a study in human ecology". Palang, H., Soova L, H. y Printsman, A. (Eds.). *Seasonal Landscapes, Landscape Series*, Dordrecht: 85–101.

Eakin, H. 2000. "Smallholder maize production and climatic risk: a case study from Mexico". *Climate Change*, 45: 19-36.

Estrada, F., Gay, C. y Conde, C. 2012. "A methodology for the risk assessment of climate variability and change under uncertainty. A case study: coffee production in Veracruz". *Climate Change*, 113: 455-479.

Feng, S., Krueger, A. y Oppenheimer, M., 2010. "Linkages among climate change, crop yields and Mexico-US cross-border migration". *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 107: 14257-14262.

Figuerola, C. y J. Sabogal. 2010. *El páramo andino, 3000 metros más cerca del sol*. Piloto Nacional de Adaptación –INAP- componente alta montaña, Bogotá, Colombia.

Gay, C. y Rueda, J. 2015. *Reporte mexicano de cambio climático, volumen I*. UNAM

Glaeser, B. y M. Glaser. 2010. "Global change and coastal threats: The Indonesian case. An attempt in multi-level social-ecological research". *Human Ecology Review*, 17 (2): 135-147.

González, J. 2010. *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Bolivia: resultados de un proceso de investigación participativa en las regiones del Lago Titicaca y los valles Cruceños*. Ministerio de planificación del desarrollo y The Netherlands Climate Assistance Program.

Jodha, N.S. 1997. "Mountain agriculture". Messerli, B., y Ives, J.D. (Eds.), *Mountains of the World. A Global Priority*. The Parthenon Publishing Group, New York/London: 313–335.

Heyd, T. 2010. "Climate Change, Individual Responsibilities and Cultural Frameworks". *Human Ecology Review*, 17 (2): 86-95.

- Howden, S., Soussana, J., Tubiello, F., Chhetri, N., Dunlop, M. y H. Meinke. 2007. "Adapting agriculture to climate change". *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 104, 50: 19691-19696.
- Ibarrarán, M. y Rodríguez, M. 2007. *Estudio sobre economía del cambio climático en México*. INE, SEMARNAT.
- Landa, R., Magaña, V. y C. Neri. 2008. *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.
- Lau, C., Jarvis, A. y J. Ramírez. 2016. "Agricultura Colombiana: Adaptación al Cambio Climático". *Políticas en Síntesis*, 6: 4-17.
- Lorenzoni, I. y N. Pidgeon. 2006. "Public views on climate change: European and USA perspectives". *Climatic Change* 77: 73-95.
- Luers, A., Lobell, D., Skar, L., Addams, C. y Matson, P. 2003. "A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, México". *Global Environmental Change*, 13: 255-267.
- Magaña, V. O., J. L. Vázquez, J. L. Pérez, y J. B. Pérez. 2003. "Impact of El Niño on precipitation in Mexico". *Geofísica Internacional* 42:313-330.
- Magaña, V., J.L. Pérez, J.L. Vázquez, E. Carrisoza y J. Pérez. 2004. "El Niño y el clima". Magaña, V. (ed.). *Los impactos de El Niño en México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.
- Martínez, B. 2015. "Modelos climáticos y su evaluación". Gay, C. y Rueda, J. 2015. *Reporte mexicano de cambio climático*, volumen I. UNAM: 205-218.
- Marsden, T., Murdoch, J. y Morgan, K. (Eds.). 1999. "Sustainable agriculture, food supply chains and regional development: editorial Introduction". *International Planning Studies*: 295-301.
- Ministerio de Agricultura. 2016. *Impactos del evento El Niño 2015-2016 en el sector agropecuario*. <http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Miranda, J., Herrera, B., Paredes, J. y Delgado, A. 2009. "Conocimiento tradicional sobre predictores climáticos en la agricultura de los llanos de Serdán, Puebla, México". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10: 151-160.
- Monterroso, A., Conde, C., Rosales, G., Gómez, J. y Gay, C. 2011. "Assessing current and potential rainfed maize suitability under climate change scenarios in México". *Atmósfera*, 24: 53-67.

Monterroso, A. y J. Gómez. 2015. "Sistemas de producción de alimentos y seguridad alimentaria". Gay, C. y Rueda, J. *Reporte mexicano de cambio climático, volumen II*. UNAM: 97-120.

Montiel, C. 2003. "Tradición, renovación e innovación en los usos y aprovechamientos en las áreas rurales de montañas". *Cuadernos Geográficos*, 33: 7-26.

NOAA. 2015. *Monthly report El Niño 2015-2016*.
www.cpc.ncep.noaa.gov/products/.../enso_advisory/ensodisc.shtml

Ojeda, W., Sifuentes, E., Íñiguez, M. y Montero, M. 2011. "Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos". *Agrociencia*, 45: 1-11.

Orlove, B., Roncoli, C., Kabugo, M. y A. Majugu. 2011. "Conocimiento climático indígena en el sur de Uganda: múltiples componentes de un sistema dinámico regional". Ulloa, A. (Ed). *Perspectivas culturales del clima*. Universidad Nacional de Colombia. Perspectivas Ambientales: 183 – 222.

Pinto, T., Gustavsson, R. y Pirnat, J. 2006. "Bridging the gap between centrally defined policies and local decisions—towards more sensitive and creative rural landscape management". *Landscape Ecology* 21: 333–346.

Rodríguez, N., Pabón, J.D., Bernal, N. y J. Martínez. 2010. *Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia y Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá, D. C., Colombia.

Roge, P., Friedman, A., Astier, M. y M. Altieri. 2016. "Farmer Strategies for Dealing with Climatic Variability: A Case Study from the Mixteca Alta Region of Oaxaca, Mexico". *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38: 786-811.

Ruiz, A., Medina, G., Ramírez, J., Flores, H., Ramírez, G., Manríquez J., Zarazúa, P., González, D., Díaz, G., De la Mora, C. 2011. "Cambio climático y sus implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2: 309-323.

Ruiz, A. y Pabón, D. 2013. "Efecto de los fenómenos de El Niño y La Niña en la precipitación y su impacto en la producción agrícola del departamento del Atlántico (Colombia)". *Cuadernos de Geografía. Revista colombiana de Geografía*. 22 (2): 35-54.

SAGARPA 2012. *Sistemas Agroforestales de México*. México.
<http://www.gob.mx/sagarpa#documentos>

SAGARPA 2015. *México: el sector agropecuario ante El Niño 2015-2016*.
<http://www.gob.mx/sagarpa#documentos>

Sánchez, S. y Lazos, E. 2011. "Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas , Mexico". *Climate Change*, 107: 363-389.

Silvetti, F. 2011. "Una revisión conceptual sobre la relación entre campesinos y servicios ecosistémicos". *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 6 (8): 19 – 45.

Soliva, R. 2007. "Landscape stories: using ideal type narratives as a heuristic device in rural studies". *Journal of Rural Studies*, 23: 62–74.

Soliva, R., Ronningen, K., Bella, I., Bezak, P., Cooper, T., Egil, B., Marty, P. y Potter, C. 2008. "Envisioning upland futures: Stakeholder responses to scenarios for Europe's mountain landscapes". *Journal of Rural Studies*, 24: 56–71.

Souto, P. 2011. "Paisajes en la Geografía contemporánea: concepciones y potencialidades". *Revista Geográfica de América Central*, 2 (47E): 1-23.

Tiscareño, M., Báez, A., Izaurralde, C., Rosenberg, N.J. y Salinas, J. 2003. "Modeling El Niño Southern Oscillation climate impact on Mexican agricultura". *Geofísica Internacional*, 42: 331-339.

Ulloa, A. (Ed). 2011. *Perspectivas culturales del clima*. Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca abierta: Perspectivas Ambientales.

Ureta, C., Martínez, E., Perales, H. y Álvarez, E. 2012. "Projecting the effects of climate change on the distribution of maize races and their wild relatives in Mexico". *Global Change Biology*, 18: 1073-1082.

Wylie, J. 2007. *Landscape*. Routledge, London.

VanderMolen, K. 2011. Percepciones de cambio climático y estrategias de adaptación en las comunidades agrícolas de Cotacachi. *Ecuador Debate*, 82: 145 – 158.

Capítulo 2. Marco teórico, conceptual y metodológico

2.1 Marco teórico: Geografía de riesgos

Las investigaciones geográficas sobre amenazas y riesgos datan de una larga tradición enmarcada en la corriente anglosajona de Geografía del riesgo, la cual inició resaltando la relevancia de los procesos biofísicos en la configuración de los desastres naturales y en las mejores estrategias para mitigar daños desde una perspectiva tecnológica e ingenieril (Paniagua, 2006, Balling y Goodrich, 2007; Curtis y Gamble, 2008; Bass y Blanchard, 2011).

En el contexto de la Geografía de riesgos ha sido característico el aporte matizado de la Geografía física y humana (Montz y Tobin, 2011). Las aproximaciones desde la Geografía física han sido más descriptivas que analíticas, han desarrollado modelos del comportamiento biofísico de los diversos fenómenos naturales para explicar la causa de los desastres y se han enfocado en la dimensión de la previsión, prevención y respuesta técnica ante la ocurrencia de una catástrofe natural más no en los aspectos sociales inherentes a estos procesos (Lemons, 1942; Cutter et al., 2000; Chakraborty et al., 2005; Montz y Tobin, 2011).

Las amenazas y riesgos hidrometeorológicos como objeto de estudio de la Geografía física han sido abordados desde una perspectiva objetivista-positivista en donde la probabilidad de ocurrencia de un evento y la magnitud de sus posibles daños, son elementos externos del sistema que se establecen a través de cálculos de probabilidad y se espacializan mediante la modelación de escenarios (Lazarus, 2011; Larsen y Deninson, 2011). Es por ello que desde esta aproximación se ha avanzado de manera significativa en el entendimiento de las tendencias espaciales del comportamiento de las variables climáticas que contribuyen a la creación de ambientes peligrosos, sus patrones de distribución, ocurrencia e impactos.

En los estudios de Geografía física las tecnologías geoespaciales han sido útiles para el monitoreo de los sistemas geofísicos así como para desarrollar modelos predictivos y otras aplicaciones útiles para implementar medidas de mitigación para la reducción de daños/desastres y evitar pérdidas por la ocurrencia de un evento hidrometeorológico extremo (Coy, 2010; Montz y Tobin, 2011).

En la Geografía humana, por su parte, la discusión se plantea más allá de la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo, pues su énfasis ha sido el estudio de la diferenciación socio-económica y socio-espacial de las vulnerabilidades así como en la comprensión de la experiencia personal, colectiva e institucional ante la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas (Montz y Tobin, 2011; Wisner et. al., 2013). Los aportes

de la Geografía humana a los estudios de riesgo y amenazas en el ámbito de la Geografía de riesgos se han desarrollado a partir de los postulados de corrientes teóricas como la Ecología humana, la Economía política y la Ecología política (Saurí, 2003).

El trabajo pionero para el estudio de riesgos y amenazas en Geografía de riesgos, bajo la óptica de la Ecología humana, fue realizado por Gilbert White en 1945: "Human adaptation to floods". Su análisis a partir de la teoría de sistemas estableció que el crecimiento demográfico es el fenómeno responsable de las pérdidas ocasionadas por desastres naturales. White conceptualizó al riesgo natural como uno de los procesos que surge de la relación entre un sistema natural y un sistema humano, en donde la naturaleza específica de la interacción dependerá de las características del sistema natural (expresadas en los conocidos términos de intensidad, magnitud, duración y extensión espacial) y de las características del sistema humano o capacidad de respuesta al fenómeno natural (Sauri, 2003). Esta capacidad de respuesta viene determinada en gran parte por la percepción del problema y especialmente por la (falsa) sensación de seguridad que pueden proporcionar las tecnologías estructurales de control del fenómeno físico (Wisner et.al., 2004). De ahí que el énfasis teórico de este enfoque proponga a la ordenación territorial de las zonas de riesgo, a los sistemas de alerta, a la educación ciudadana frente a los riesgos hidrometeorológicos, a los seguros y al crecimiento económico como alternativas para la enfrentar y mitigar los desastres naturales (Paniagua, 2006).

Hacia la década de los ochenta, surge desde la Economía política una alternativa de análisis de los riesgos y desastres en países en vías de desarrollo. Con la publicación de la obra "The environment as hazard" (Burton et.al., 1978) se plantea que las relaciones internacionales (contextualizadas en enfoques de subdesarrollo y dependencia económica) favorecen la marginalización económica y ambiental como causas principales de los desastres. Esta perspectiva de análisis propone que la capacidad de respuesta ante un desastre depende del contexto político y económico, más no considera los factores ambientales, las estructuras sociales, la etnicidad, los roles de género, el activismo cívico y la agencia individual como factores clave para enfrentar los desastres (Campos, 2015).

Desde la década de los noventa hasta la fecha la Ecología política ha basado su enfoque teórico de análisis de riesgos y desastres planteando que las poblaciones expuestas no son pasivas porque tienen la capacidad de organizarse y de responder ante la ocurrencia de un evento extremo (esto último visto desde la perspectiva de los movimientos sociales vinculados a la defensa del medio ambiente) (Wisner et.al., 2013). También propone que los riesgos son reales desde su expresión como fenómeno de la naturaleza y, desde su construcción discursiva en función de los intereses de quienes detentan el poder social (Downing y Bakker, 2000). Es por ello que para esta corriente teórica el

análisis de discurso y el cambio en la estructura y funcionamiento de las instituciones son elementos fundamentales para la gestión de riesgo (Coy, 2010).

Finalmente, los estudios de vulnerabilidad en diversas disciplinas han realizado aportaciones importantes para las investigaciones en Geografía de riesgos. Incorporando conceptos como perturbación, resiliencia, adaptación y exposición, entre otros, los estudios sobre vulnerabilidad plantean que el riesgo depende más del estado de vulnerabilidad social que de la frecuencia y magnitud de los fenómenos hidrometeorológicos extremos y además, han puesto énfasis en las condiciones locales de vulnerabilidad social para construir acciones de gestión de riesgo (Saurí, 2003).

Ante este panorama resulta evidente que la Geografía de riesgos, no ha tenido un desarrollo propio de un cuerpo teórico como tal, sino que ha retomado los aportes de diversas perspectivas para dar una explicación a los desastres como problemas socioambientales con impactos socialmente diferenciados (Klooster, 2011), que en la mayoría de estudios de caso, están circunscritos a los impactos de la ocurrencia de fenómenos como terremotos e inundaciones (Mendoza, 2010; Romero et. al, 2010).

Tras la publicación del último número *Applied Geography* dedicado a la Geografía de riesgos (2011) quedó evidenciado que:

- La comprensión de las amenazas y riesgos desde las diversas corrientes de la Geografía, ha incorporado y aportado conocimiento de otras áreas y disciplinas, las cuales han brindado herramientas a la práctica, toma de decisiones y la política en torno a la gestión de riesgos, la reducción de riesgos a desastres e incluso, la adaptación al cambio climático (Aspinall, 2010).
- Existe un avanzado desarrollo conceptual y aportaciones con evidencia empírica sobre el contexto biofísico y social de los riesgos, la vulnerabilidad socioeconómica, la vulnerabilidad estructural, la resiliencia, la adaptación y las capacidades de respuesta, entre otros.
- El relevante avance en la integración multiescala, multidimensional y multiconceptual de las realidades socioambientales en torno a los riesgos en contraposición al poco uso de elementos básicos de la disciplina geográfica (como las relaciones espaciales) para el análisis de cómo se configuran las amenazas, riesgos y vulnerabilidades desde una perspectiva espacial (Montz y Tobin, 2011).
- La falta de evidencia empírica sobre la relación amenaza/riesgo, un lado de la ecuación $\text{Riesgo} = \text{amenaza} * \text{vulnerabilidad}$, que no ha sido explorado de manera

sistemática e integrada como el caso de la relación entre vulnerabilidad/riesgo (Montz y Tobin, 2011).

- Los escasos avances teóricos para la disciplina por los múltiples aspectos que abarca y por sobredimensionar los estudios de caso como eventos únicos, especialmente para las problemáticas rurales.
- La sobredimensión de estudios en torno a desastres con referencia a otras situaciones de riesgo latente y a la poca evidencia empírica sobre riesgos hidrometeorológicos en sistemas de producción de ciclo largo o perenne.

Circunscrito temáticamente a la Geografía de riesgos, el objeto de estudio de este trabajo, la variabilidad climática como factor de riesgo a la producción frutícola perenne en paisajes de montaña (figura 2.1), se abordará como un acontecimiento con una expresión espacial influenciada por el factor orográfico y, con un significado social que implica una serie de percepciones, conocimientos y prácticas de manejo agrícola destinadas a la mitigación de riesgos agrícolas en sistemas de producción perenne. Sin tomar parte por una corriente teórica en específico (Ecología humana, Economía política o Ecología política), más bien incorporando la pertinencia de sus diferentes planteamientos y de las recientes aproximaciones de la Geografía ambiental (como un campo de estudio en donde confluyen y se integran la Geografía física y la Geografía humana para abordar de manera integrada los objeto de estudio con expresión espacial), se pretende mediante la ilustración de los estudios de caso, aportar al debate en Geografía de riesgos en tópicos específicos como:

- Las diferentes escalas de interpretación de las amenazas hidrometeorológicas.
- La sobredimensión del discurso del clima como amenaza y fuente de riesgo en espacios rurales que enfrentan otro tipo de problemas relacionados a la práctica agrícola.
- La heterogeneidad de visiones y formas de comprender/enfrentar los fenómenos atmosféricos a partir de una perspectiva de análisis espacial.
- Los conocimientos y prácticas adquiridas a partir de la comprensión del clima como una variable más de manejo y que funciona como guía de las actividades productivas cotidianas que enmarcan la construcción de estrategias de seguridad agrícola.
- El diseño de un marco analítico que permita abordar de manera integral el análisis de la variabilidad climática como factor de riesgo a la producción frutícola perenne en paisajes de montaña. Desde la perspectiva climatológica y agronómica hasta las apropiaciones sociales, el presente trabajo aporta conceptual y metodológicamente nuevos elementos para el análisis de riesgos hidrometeorológicos a la producción agrícola.

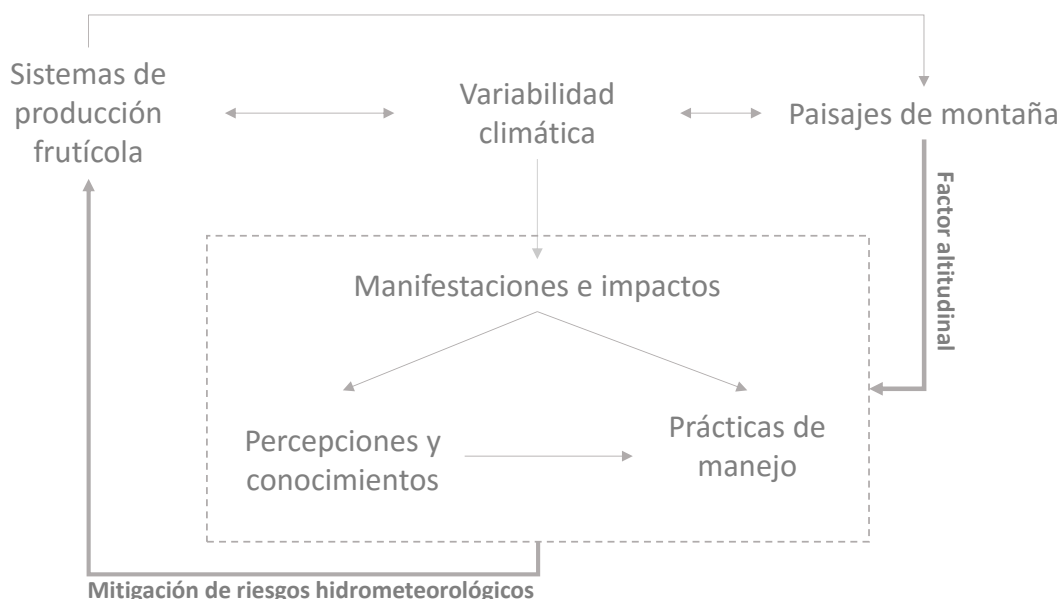
2.2 Marco conceptual

Teniendo como referencia los recientes enfoques de la Geografía ambiental (Bocco y Urquijo 2011), este trabajo se orienta hacia el estudio integrado de los diversos impactos del clima en cultivos perennes, desde sus manifestaciones y ocurrencias estacionales y temporales y sus repercusiones fitosanitarias y productivas, hasta sus apropiaciones sociales en términos de los conocimientos, percepciones y las respuestas ante dichos impactos, mismas que conforman toda una serie prácticas de manejo agrícola para la mitigación de riesgos hidrometeorológicos.

Los patrones espaciales del comportamiento y manifestaciones de la variabilidad del clima, así como las diversas expresiones de las percepciones y de las respuestas de la sociedad ante este fenómeno, son elementos que evidencian la continua interacción entre lo biofísico y social; por ello constituyen objetos de estudio relevantes y pertinentes en el campo de la Geografía ambiental y que aportan al debate de la Geografía de riesgos justamente por la aproximación conceptual y metodológica integrada para analizar al fenómeno del clima como factor de riesgo a la producción agrícola en paisajes de montaña.

De tal manera que los principales conceptos que orientan el siguiente trabajo son las características inherentes de heterogeneidad ambiental en los paisajes de montaña, las diversas manifestaciones de variabilidad climática y su impacto en los sistemas de producción perennes, las percepciones sobre el clima y los riesgos hidrometeorológicos y las prácticas de manejo para mitigar y evitar pérdidas económicas. La figura 2.1 presenta el marco conceptual básico de la tesis.

Figura 2.1 Marco conceptual de la tesis. Elaboración propia.



2.2.1 Paisajes de montaña y sistemas de producción

Las montañas presentan rasgos de identidad propios que las diferencian de cualquier región y su singularidad va más allá de los rasgos biofísicos evidentes, ya que constituyen un espacio que las sociedades han colonizado y apropiado de forma tardía, incompleta y original frente a los espacios de llanura (Montiel, 2003). En la montaña los seres humanos han debido adaptarse a circunstancias complejas, frágiles, inestables y han desarrollado actividades por lo general menos impactantes que las establecidas en la llanura (Soliva et.al., 2008). Los diversos procesos de apropiación de recursos y transformación desarrollados en las montañas han constituido paisajes muy particulares, que en la América tropical se caracterizan por exhibir franjas nevadas en la alta montaña, diversos tipos de bosques y páramos colindantes y sistemas de producción de gran tradición cultural (Clavijo y Pérez, 2014).

Los paisajes de montaña, entendidos como una categoría de aproximación geográfica, son aquellas unidades espacio temporales en donde la interpretación y vínculos entre los elementos de la naturaleza y la cultura convergen para acceder a los recursos que ofrece el medio y así, transformarlo mediante diversos procesos cognitivos y de intervención empírica o tecnificada para actividades productivas, estéticas, simbólicas y rituales (Fernández, 2006, 2010; Urquijo y Barrera, 2009).

Por su parte los sistemas de producción agrícola constituyen las unidades espaciales básicas en las que se adelanta una actividad productiva que es regulada por un agente social, quien toma decisiones condicionadas tanto por la oferta ambiental disponible como por el entorno socioeconómico, político y cultural particular (Forero, 2002). De acuerdo a lo anterior los sistemas de producción agrícola son dinámicos en el tiempo y como tal se caracterizan por presentar tres fases (Forero, 2002; Corrales, 2011).

En la fase de producción intervienen factores naturales y de orden social ya que ésta abarca diferentes momentos desde antes de la siembra hasta la cosecha del cultivo; de tal manera que elementos como el clima, el tipo de relieve y de suelos, la presencia de polinizadores, de materia orgánica, nutrientes y semillas son determinantes para hacer viable esta fase. Así mismo, intervienen de manera importante factores sociales como los conocimientos y experiencia del agricultor (para la selección de semillas y del lote o zona adecuada para sembrar), el trabajo disponible en términos de mano de obra y la tecnología necesaria para un adecuado manejo, así como los soportes institucionales requeridos por el agricultor (insumos, extensión, asesoría, créditos y seguros).

Por su parte la fase de rendimiento tiene una relación directa con la postcosecha y los procesos de recolección, selección, empaque, distribución y venta de los productos.

Finalmente la fase de inversión hace referencia a la toma de decisiones sobre las transacciones a realizar con los recursos económicos obtenidos de la venta del producto agrícola (Corrales, 2011).

Esta interacción entre los elementos de la naturaleza y de la cultura en la conformación de sistemas de producción ha sido analizada desde diversas disciplinas y áreas de conocimiento que van desde la agronomía, la sociología agraria y la geografía rural, entre otras. Dada la gran variedad de elementos que conforman el análisis de esta interacción, el presente trabajo se focaliza en analizar el rol de un recurso fundamental en la fase de producción como el clima, el cual en sus diversas manifestaciones puede llegar a representar también una fuente de riesgo a la actividad agrícola. En el capítulo cinco de la tesis se presenta una ampliación y complemento conceptual sobre los retos y requerimientos de los sistemas de producción localizados en paisajes de montaña.

2.2.2 Variabilidad climática

El clima terrestre es producto de la constante y compleja interacción entre la atmósfera, los océanos, los continentes y la vida en el planeta durante un periodo de tiempo determinado (Martínez, 2015). El clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera y se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura, la precipitación, la radiación solar, la velocidad del viento y la humedad relativa, entre otras, las cuales se denominan elementos climáticos (Gay y Rueda, 2015).

Para medir cuantitativamente el clima, es decir, para asociarle números a los elementos climáticos de una localidad, región o país es necesario monitorear diariamente las condiciones de temperatura, lluvia, humedad y viento, además de observar las condiciones de nubosidad, la trayectoria de huracanes y las masas de aire frío, entre otros (Romero, 2015). Para establecer el tipo de clima de una región determinada se requiere conocer, sistematizar y analizar durante varios años el estado del tiempo (mínimo 30 años) (Enfield y Mayer, 1997). En síntesis, el clima corresponde a una descripción estadística de los estados meteorológicos durante un margen de tiempo. Es un promedio que existe como un valor matemático (Sequera, 2009).

Por otro lado, la interpretación del clima desde otras perspectivas de conocimiento (no cuantitativas) implica la comprensión de los fenómenos hidrometeorológicos y del tiempo atmosférico desde el conocimiento empírico o heredado, la experiencia directa con las variaciones estacionales de cada lugar y su influencia en las prácticas de manejo ambiental de las diferentes comunidades cuyas actividades cotidianas y productivas dependen, entre otros factores, del clima (Wilby y Dessai, 2010; Lavell, 2011; Hill et.al., 2012).

El comportamiento climatológico más notorio y que ofrece un punto de interpretación común a cualquier la perspectiva de conocimiento es el ciclo anual (Heyd, 2010), cuya variación en los países tropicales depende de la presencia y movimientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) (Ruíz y Pabón, 2013). El desplazamiento de esta zona de convergencia de vientos determina las temporadas de lluvia y sequía meteorológica en los países de la cuenca del Pacífico tropical, desde México hasta Chile, con indiscutibles dinámicas y efectos regionales y locales (Landa et.al., 2008). La variación del ciclo anual precisa la disponibilidad de agua y por ende determina, entre otras cosas, los tiempos de siembra, cosecha y otras actividades agrícolas de gran relevancia tanto en ámbitos rurales como urbanos (Jarvis et.al., 2010).

De tal manera que la variabilidad climática tiene expresiones regionales estacionales y anuales, que operan dentro del rango normalidad de promedios y extremos que pueden variar de manera natural en el tiempo a través del retraso, anticipo, duración e intensidad de la manifestación meteorológica (Lavell, 2011; Hill et.al., 2012; Ruíz y Pabón, 2013). De la misma manera, la variabilidad climática está determinada por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra, vegetación y agua (Landa et.al., 2008).

Después del ciclo anual, la forma más importante de variación del clima en países del Pacífico tropical está relacionada con el fenómeno conocido como ENOS (IPCC, 2013; Romero, 2015). El ENOS es un fenómeno global oceánico – atmosférico acoplado se produce por las variaciones de los vientos ecuatoriales que provocan cambios térmicos en la superficie del océano y su circulación, afectando el calentamiento de la atmósfera tropical y consecuentemente la circulación atmosférica global (Dresser y Wallace, 1987; Enfield y Mayer, 1997; Steinhoff et.al, 2014). Los componentes oceánicos del fenómeno ENOS, El Niño y La Niña, son fluctuaciones a gran escala en la temperatura superficial de las aguas del Pacífico Tropical; las condiciones de La Niña están asociadas a temperaturas inusualmente frías en el océano Pacífico ecuatorial, mientras que El Niño se caracteriza por temperaturas inusualmente calientes en la misma región (Martínez, 2015).

Los cambios hidroclimatológicos que son ocasionados por El Niño en México están asociados a periodos de intensa sequía durante el verano en el centro y sur del país mientras que las lluvias de invierno se intensifican, especialmente en el norte del país, la costa del Pacífico central y la península de Yucatán (Escobar et.al., 2001; Pereyra et.al., 2004). De manera general, se puede decir que en la zona centro y norte del país se incrementan los frentes fríos en invierno, mientras que en verano aparece la sequía y disminuye el número de huracanes en el Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México (Magaña et.al., 2004).

En Colombia se ha encontrado que la fase cálida del El Niño genera una disminución considerable en los volúmenes de precipitación en todo el país, especialmente durante el primer semestre del año y en regiones como la caribe y la andina (Ruíz y Pabón, 2013; Baldión y Guzmán, 1994; Guzmán y Baldión, 1997; Puerta y Carvajal, 2008). Por su parte La Niña con su fase fría, causa a eventos meteorológicos contrarios a lo experimentado durante El Niño; por ejemplo, en Colombia, en lugar de generar sequía como los fenómenos El Niño, se presenta un régimen de lluvias extremas durante La Niña (Tarazona y Castillo, 1999).

Con relación a lo anterior, hoy en día aún se trata de establecer si los efectos en el clima de otras regiones del planeta son inversos durante El Niño y La Niña (Zambrano, 1986, Dresser y Wallace, 1987; Steinhoff et.al, 2014). Incluso, se ha identificado que aunque en años El Niño el clima tiende a ser anómalo en cierta dirección (más lluvias, huracanes, etc.), hay grandes variantes en las respuestas climáticas regionales de un año de El Niño a otro, por lo que se habla de la no-linearidad del sistema océano- atmósfera (Puerta y Carvajal, 2008). Por otra parte, un evento de El Niño no siempre es seguido consecutivamente por uno de La Niña, lo cual demuestra la no periodicidad del sistema océano-atmósfera (Magaña et.al., 1997; 2004). En caso de no registrarse ninguna anomalía en el Pacífico Tropical se habla de años Neutros para referir a los años con el clima “normal” (Steinhoff et.al, 2014).

Ahora bien, uno de los sistemas en los que más se evidencia la incidencia de la variabilidad climática, la intra e interestacional, son los relacionados con la actividad productiva agrícola (Baethgen, 2010). El clima como un elemento biofísico posibilitador de la variedad y distribución espacial de los cultivos y de las prácticas productivas, representa una oportunidad y un recurso que se apropia dependiendo de su manifestación a través sus rangos promedio (Galicia et.al., 2013). Sin embargo, su carácter de recurso posibilitador se torna en estresor (*stressor*) cuando un sistema (por diversas alteraciones, perturbaciones o daños) no responde de igual manera ante la manifestación meteorológica y está propenso a sufrir daños por sus características particulares. En este contexto, las manifestaciones meteorológicas estacionales o interestacionales (como el ENOS) se convierten en presiones lentas y continuas que actúan en el rango normal de la variabilidad climática, que si bien no cambian al sistema de manera definitiva o súbita, si ponen en peligro la continuidad de la actividad productiva (Lavell, 2011).

Las diversas manifestaciones de la variabilidad climática, más allá de su tendencia estadística intra o interestacional, constituyen un elemento de uso y apropiación muy relevante en la producción agrícola; por ello las diversas interpretaciones, percepciones y acciones implementadas como respuesta al estímulo climático constituyen otra

manera de comprender el clima, otra forma de conocimiento y práctica que resultan relevantes en múltiples niveles de análisis (Duram y Oberholtzer, 2010).

2.2.3 Percepciones sobre el clima

El concepto de percepción deriva del latín *percipio* que significa mirar y captar, por cual constituye un ejercicio que alude tanto al proceso contemplativo como al entendimiento del medio de manera simultánea (Urquijo y Barrera, 2009). De tal manera que la percepción sobre el clima tiene que ver con el proceso cognitivo de sentir, interpretar y conocer las diversas manifestaciones del tiempo meteorológico y del clima (Ulloa, 2010).

Conceptualmente las percepciones sobre el clima se contextualizan en la literatura de las percepciones ambientales, un tema que en América Latina empezó a tener un relevante impulso a partir de los trabajos de Arizpe et.al. (1993) y Lazos y Paré (2000). A partir de entonces la temática se ha posicionado como un campo de estudio emergente sobre el conjunto de comprensiones y sensibilidades de una sociedad sobre su entorno y el medio ambiente (Heyd, 2010).

Las percepciones ambientales como objeto de estudio académico tiene fundamentos en la Psicología, desde la cual se plantea que la base de las percepciones son las sensaciones como resultado de la estimulación de los órganos del sistema nervioso (Viqueira, 1977). Sin embargo, trabajos posteriores (Fleming, 1975) demostraron que al percibir los estímulos externos, las sensaciones son producto tanto de las características de aquello que produce el estímulo y del sistema nervioso, como de la experiencia o análisis del fenómeno experimentado. De tal manera que la percepción pasa a ser algo que simplemente sucede a un proceso en el que interviene la experiencia y vivencias personales (Durand, 2008).

La Psicología ambiental estudia la percepción del ambiente desde el individuo. Los principales estudios realizados desde esta corriente investigan la relación de la respuesta del individuo a su ambiente a través de los estímulos sensoriales (Heathcote, 1980; Conroy, 2002). Desde esta disciplina surge el concepto de *environmental cognition*, que se refiere al conocimiento y respuesta conductual del ser humano hacia el ambiente; el cual es dibujado, formado y comunicado por otros humanos (Stea, 2003). El concepto *environmental cognition*, asociado a la percepción sensorial del ambiente, fue precursor del concepto “percepción ambiental” utilizado más tarde en la Antropología, la Sociología, la Pedagogía y la Geografía. Aunque en la Psicología ambiental predomina el estudio de las percepciones ambientales desde la óptica del “individuo y lo privado” en relación a su entorno físico, algunos autores ubicados en esta corriente (Warnock, 1974; Guirao, 1980; Heathcote, 1980; Gallino, 1995) consideran

también variables demográficas como la edad, sexo, ingreso económico, orientación política y factores socioeconómicos para entender las diferentes ventajas o desventajas determinantes y las condiciones de existencia a partir de la posición que el individuo ocupa en la sociedad (Fernández, 2008).

Los estudios de percepción en Pedagogía y Sociología se distanciaron conceptualmente de la mera experiencia sensorial y fisiológica, y con ello la percepción se empezó a entender como un proceso de aprendizaje que produce conocimiento o experiencia sobre el entorno a partir de actitudes, expectativas y experiencias previas (Viqueira, 1977). A partir de ahí, el estudio de las percepciones se ha desarrollado desde diversas disciplinas y áreas de conocimiento.

De tal manera que la Antropología se abocó a comprender cómo la interacción con el medio ambiente genera conocimiento a través de la percepción (Ingold, 2000; Milton, 2002). Las diversas escuelas de la Antropología se centraron en un marco de pensamiento constructivista para explicar cómo la cultura es el filtro que permite darle sentido y significado al mundo. Al entender el ambiente como una construcción cultural o resultado de un proceso de asignación de significados, el concepto de percepción establece a la cultura como el factor determinante de la relación del individuo con su entorno (Durand, 2008).

Con referencia al estudio de las percepciones desde la Geografía, los problemas de investigación han estado relacionados con la dimensión espacial de la interacción de las sociedades humanas con el ámbito natural. A partir del postulado que esa interacción no se efectúa de manera individual, es decir, de cada persona por iniciativa particular con la naturaleza, sino que “los hombres actúan también los unos con los otros” para relacionarse con la naturaleza (Macías y Calderón, 1994; Padilla-Sotelo y Luna, 2003), las aproximaciones desde la Geografía (humana) plantean que la percepción no ocurre de manera independiente en cada persona como un ente aislado, ni tampoco surge *a priori* o aislada de la práctica cultural/social y de la experiencia concreta de las personas en un evento, sino que la percepción está embebida en los patrones temporales que emergen desde diversas interconexiones biológicas, sociales y culturales entre la gente y el paisaje (Davidson-Hunt y Berkes, 2003).

Es importante señalar que desde la Geografía se han desarrollado diferentes temáticas para abordar el estudio de las percepciones. Éstas van desde aquellas que estudian a las personas de diferentes culturas y que, por tanto, perciben su entorno de manera distinta y toman diferentes decisiones para interactuar con su medio (Rubenstein y Bacon, 1983; Toledo, 1995), hasta el estudio de las percepciones consideradas como una fuente de información importante para los planeadores y manejadores del ambiente. En este último caso es importante considerar que en los procesos de toma de decisiones, la

imagen del ambiente difiere apreciablemente entre los tomadores de decisiones y la interpretación que de esta misma realidad hacen otras personas (Heathcote, 1980; Bones et al., 2004).

Tras la revisión de literatura sobre el estudio de percepciones ambientales desde diversas disciplinas, se identificó también el debate sobre el adjetivo calificativo que debe acompañar al estudio de percepción. Desde la Psicología ambiental, se proponen estudios de percepción simbólica (asociado a la captación sensorial del entorno desde la abstracción de los imaginarios individuales) y de percepción ambiental propiamente dicha (el cual implica, como ya se mencionó, el proceso de interacción y aprendizaje cognoscitivo del entorno: el relieve, el clima, la fauna y la flora, entre otros). En Psicología social se propone el concepto de representaciones sociales, el cual implica un análisis del impacto de las estructuras e instituciones en la manera de interactuar con el entorno biofísico.

El debate sobre este tópico en Antropología gira en torno a los conceptos de percepción ambiental y percepción social. De acuerdo con Durand (2008), el concepto de percepción ambiental mantiene la dicotomía entre ambiente y cultura, ya que el ambiente (independientemente de su característica: urbano, rural, prístino, contaminado, etc.) es considerado como una construcción cultural resultado de un proceso de asignación de significados. Con referencia al concepto de percepciones sociales, éste enfatiza en que la comprensión del mundo se va construyendo a partir de los intercambios sociales de información, conflicto o alianza con otros individuos y grupos sociales (Lazos y Paré, 2000).

Con una rigurosa revisión epistemológica, Durand (2008) propone el concepto de perspectiva ambiental como el conjunto de normas, supuestos y valores que resultan de la vivencia del entorno natural y que permiten comprenderlo y explicarlo. La perspectiva ambiental considera que no todo en la cultura se construye socialmente, es decir, que existe la percepción directa como un proceso que genera conocimiento y experiencia, y que además, los fenómenos que suceden en la esfera individual cobran importancia, por lo cual es más fácil comprender la existencia de diferentes visiones o vivencias del entorno dentro de un mismo grupo cultural (Durand, 2008).

Finalmente, los recientes estudios de Geografía ambiental, la cual es considerada como una disciplina altamente integrativa (Klooster, 2011), adoptan una aproximación epistemológica más moderada del concepto de percepciones (y su adjetivo) con respecto a la Psicología y la Antropología. Su énfasis se centra, más bien, en incorporar distintas variables para conocer las diversas formas de ver e interpretar el ambiente con diferentes lentes en función de los rasgos socioeconómicos, culturales y geográficos de una sociedad o grupo social (Fernández, 2008). Por ello los estudios recientes sobre

percepciones ambientales desde la Geografía pretenden contribuir a desarrollar una visión integradora que contempla el proceso de toma de decisiones en torno al ambiente y su manejo (Padilla et.al., 2003; Fernández, 2008). A continuación se presenta una tabla que sintetiza las principales aportaciones disciplinares al estudio de las percepciones.

Tabla 2.1. Síntesis de las principales aportaciones disciplinares al estudio sobre percepciones. Elaboración propia.

Disciplina	Conceptos	Perspectiva teórica	Postulados	Autores
Psicología ambiental	Cognición ambiental (environmental cognition)	Psicofisiología	El acto de percibir ocurre en el ámbito sensorial del individuo. Es inmediato y privado	Guirao, 1980; Heathcote, 1980; Conroy, 2002;
	Percepción simbólica	Interaccionismo simbólico	Las personas actúan en relación a lo externo a partir del significado personal que le atribuyen	
	Percepción ambiental	Cognitivismo	Percepción como proceso de aprendizaje que produce conocimiento o experiencia sobre el entorno a partir de actitudes, expectativas y experiencias previas	Gibson (1950; 1966) Warnock, 1974; Mascitelli, 1979; Guirao, 1980; Heathcote, 1980; Gallino, 1995 Urbina, 2006
Psicología social	Representaciones sociales	Funcionalismo	Percepciones dependen del contexto social e institucional	Brunswik, 1956; 1959 BONES et al., 2004
Antropología	Percepción ambiental	Constructivismo	La percepción ocurre mediante el filtro de la cultura	Arizpe et.al., 1993; Lazos y Paré 2000; Durand, 2000; Godíez y Lazos, 2002; Sánchez y Lazos, 2011
	Percepción social		La percepción puede darse en el ámbito individual o de la interacción social	
	Perspectiva ambiental			
Geografía	Percepción	Ecología cultural	La percepción ocurre en la esfera de las interconexiones biológicas, sociales, culturales y espaciales	Gibson, 1950, 1966; Fleming, 1975; Heathcote, 1980; Rubenstein y Bacon, 1983; Cervantes y Martínez, 1994; Macías y Calderón, 1994; Padilla et al., 2003; ; Davidson-Hunt y Berkes, 2003; Fernández, 2006

De tal manera que desde las diversas áreas de conocimiento se han realizado aportes a las percepciones sobre el ambiente con relación a temas específicos como la deforestación (Arizpe et.al., 1993; Fernández 2008), los cambios de uso del suelo y degradación ambiental (Ringrose et.al., 1996; Izazola et.al., 1998; Lazos y Paré, 2000;

Berlanga, 2005; Petry, 2006), los riesgos a desastres naturales (Lavell, 2003; Douglas 2006; Bankoff et.al., 2007; Romero et.al., 2010; Toscana y Monroy, 2013; Toscana, 2014) el clima, la variabilidad climática y el cambio climático (Orlove et.al., 2002; Mertz et.al, 2008; Green et.al., 2010; Tucker et.al., 2010; Ulloa, 2010; Osbahr et.al., 2011; Sánchez y Lazos, 2011; Howe y Leiserowitz, 2013; Hueffer et.al., 2013; Sandoval et.al., 2014).

Los trabajos sobre percepciones del clima tienen una amplia tradición en disciplinas como la Antropología y la Geografía humana, en donde se utiliza un enfoque cultural para comprender los aspectos simbólicos, religiosos y de conocimiento tradicional que permiten que las comunidades indígenas puedan hacer pronósticos sobre el comportamiento de las variables climáticas (Ulloa, 2010). Los diversos trabajos de percepciones sobre variabilidad y cambio climático se han enfocado principalmente a evaluar los aspectos de vulnerabilidad social y riesgos socioambientales asociados al cambio en el comportamiento del clima (de manera casi que genérica, sin distinguir entre variabilidad y cambio climático) y sus implicaciones para la agricultura de cultivos de ciclo corto y la ganadería tradicional, principalmente.

Para efectos del presente trabajo, se abordará el concepto de percepciones como los diversos supuestos, formas de ver e interpretar el tiempo atmosférico y el clima, los cuales resultan de un proceso cognitivo de experiencia/vivencia directa que le permite a los productores y otros actores, comprender, explicar y en parte, responder ante los eventos hidrometeorológicos extremos (Heyd, 2010; Ulloa, 2010; Gutiérrez, 2015). En este trabajo se incorporará también el componente espacial –la altitud- como un elemento que permitirá diferenciar la heterogeneidad de percepciones sobre los eventos de variabilidad climática que impactan a los cultivos perennes en paisajes de montaña.

2.2.4 Riesgos hidrometeorológicos

La investigación sobre riesgos y percepción de riesgos con relación al medio ambiente, ha tenido una mirada multidisciplinaria. Desde la mirada de las ciencias sociales, se han impulsado diversos estudios que han conceptualizado los riesgos como sinónimo de desastre o el análisis del riesgo como constructo social (Campos et.al., 2015). En la década de los setenta las teorías psicológicas en boga se concentraban en explicar cómo la psique del individuo asumía y afrontaba el riesgo ambiental, mientras que los antropólogos se interesaban principalmente en las requerimientos sociales para adaptarse (Urteaga, 2012). En la década de los ochenta, los aportes de la Sociología ampliaron el debate al incorporar los conceptos de vulnerabilidad, desigualdad social, sociedades capitalistas y consumismo, entre otros (García, 2005). En la década de los noventa, tras la declaración, por parte de la Organización de las Naciones Unidas, del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales en América Latina,

se afianzó el concepto de construcción social del riesgo como un modelo alternativo para el estudio del riesgo y de los desastres que tenían como eje el análisis las diversas dimensiones de la vulnerabilidad social (Wilches-Chaux, 2007).

La construcción social del riesgo remite en su esencia a las formas en que la sociedad construye contextos frágiles que se asocian e incrementan las dimensiones de la vulnerabilidad, lo cual se traduce en una falta de adaptación al medio físico que provoca que el propio medio se convierta en una amenaza e, incluso, en un factor de generación de riesgo (García, 2005).

Bajo esta visión disciplinas como la Geografía, la Antropología, la Sociología, la Economía y la Ecología política han propuesto marcos conceptuales y metodológicos desde la vulnerabilidad que, aunadas a las propuestas de la justicia ambiental, dan como resultado una visión normativa para el manejo de riesgos, específicamente para los riesgos siconaturales en el contexto de los desastres (Fernández, 2008; Campos et.al., 2015). La tabla 2.2 presenta una breve síntesis de las más importantes perspectivas teóricas para el estudio de riesgos.

Tabla 2.2. Síntesis de las principales aportaciones disciplinares al estudio sobre riesgos. Elaboración propia.

Perspectiva teórica	Postulados	Autores
Teoría de la sociedad del riesgo	El capitalismo moderno y sus cambios sociales y tecnológicos son la causa de los riesgos	Beck, 1986, 1998, 2006
	Riesgo socialmente diferenciado	
	La percepción del riesgo se encuentra vinculada a la necesidad de consumo	
	El riesgo y el miedo son necesarios y emplazados para dar sustrato a nuevas formas de acumulación de capital	
Teoría cultural de los riesgos	Los riesgos son construidos socialmente de acuerdo al nivel educativo y cultural	Douglas 1986, 1996; Oliver-Smith, 2002
	Los riesgos son percibidos en función de la organización social y de sus valores asociados	
Construcción social del riesgo	El riesgo es una construcción social que puede, o no, estar determinada culturalmente	Blaike et.al., 1996; Lavell, 1998, 2000; Aguirre 2004; Acosta, 2005; Oliver-Smith 2007; Wilches, 2007; Wisner et.al., 2004; Wisner 2007; Romero, Fuentes y Smith 2010;
	La vulnerabilidad social es el principal factor en el análisis de riesgos a desastres	
	Desmitifica el concepto de desastre natural	
	La construcción social de riesgos remite a la producción y reproducción de las condiciones de vulnerabilidad que definen y determinan la magnitud de los efectos ante la presencia de una amenaza natural	

	Introduce los conceptos de construcción social de la vulnerabilidad y de los desastres	
--	--	--

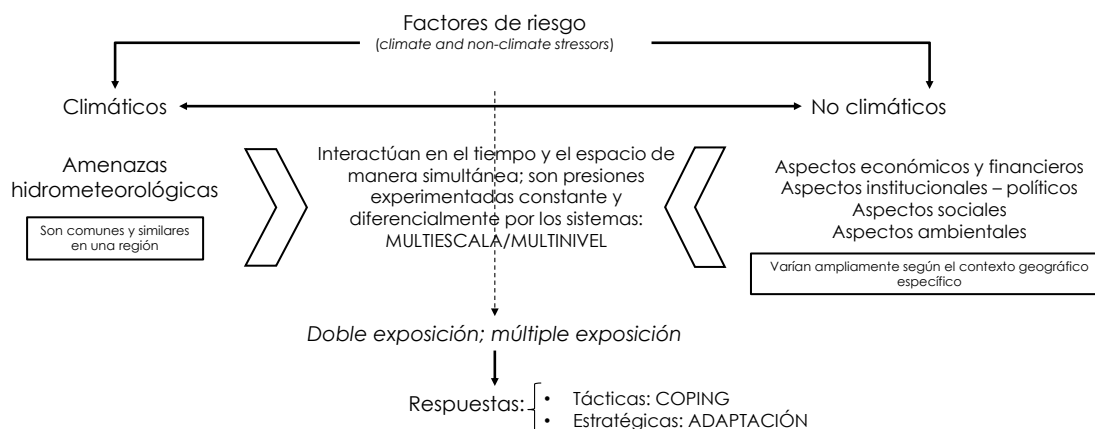
Tal como se mencionó en la sección 2.1, el estudio de riesgos en Geografía tiene su tradición en la Geografía de riesgos. Partiendo de los enfoques de la Geografía ambiental, la cual pretende superar las tradicionales separaciones entre la Geografía física y la Geografía humana mediante una perspectiva sistémica, la conceptualización de los riesgos ha retomado los aportes teóricos de las diferentes y aproximaciones disciplinares ya mencionadas para establecer que la acción de la naturaleza no es la que genera los riesgos, sino que las condiciones sociales, la falta de planificación y la poca visión de futuro por parte de las sociedades e instituciones, entre otros, son los factores que van configurando diversos escenarios de riesgo (Lavell, 2003; Wilches-Chaux, 2007; Campos et.al., 2015).

El riesgo hidrometeorológico entendido como una función compuesta de la amenaza y la vulnerabilidad, se refiere a la probabilidad de pérdida y daños futuros asociados con la ocurrencia de eventos físicos dañinos, como las amenazas hidrometeorológicas (García, 2006; Reid et.al., 2006; Tomalla et.al., 2006; Brenes, 2007; Cardona, 2011).

Retomando los planteamientos teóricos de la Geografía de riesgos y bajo la perspectiva integradora de la Geografía ambiental, la relación entre riesgo y amenaza se puede establecer en dos vías: i) mediante la estimación, medición de los eventos hidrometeorológicos extremos (amenazas hidrometeorológicas) desde la perspectiva climatológica y estadística con el fin de comprender las tendencias y características espaciales de su ocurrencia; y ii) el abordaje del riesgo en función de las percepciones, conocimientos y experiencias de los grupos sociales frente a la amenaza, los cuales son elementos que van a estar muy influenciados por el contexto geográfico, económico, cultural y político (Wilby y Dessai, 2010; Lavell, 2011; Hill et.al., 2012).

La figura 2.2 muestra el esquema conceptual adoptado por la presente investigación para el análisis de riesgos hidrometeorológicos, en donde, a partir de la propuesta de O'Brien y Leichenko (2000), se reconoce que el riesgo de un sistema tiene su origen en tanto en factores climáticos como no climáticos (que en su conjunto también son conceptualizados como *fuentes de exposición y sensibilidad; climate and non-climate stressors*).

Figura 2.2. Esquema conceptual de los riesgos hidrometeorológicos. Fuente: O’Brien y Leichenko (2000). Elaboración propia.



Los factores de riesgo climáticos tienen relación directa con la ocurrencia de un evento hidrometeorológico extremo (amenazas hidrometeorológicas) el cual puede exceder el nivel de ocurrencia normal de un suceso (lluvias, temperatura, granizo y niebla, entre otros) y que puede ser interpretado y percibido de diferentes maneras por las sociedades que están expuestas a su ocurrencia (Chuku y Okoye, 2009; Correa, 2011; Lavell, 2011). Desde esta aproximación, la amenaza no es el acontecimiento físico como tal, sino que se expresa en el peligro relativo o absoluto que representa su ocurrencia, es decir, en donde, a qué/quienes afecta, en qué contexto y por qué. Dada la naturaleza impredecible y geográficamente localizada, su ocurrencia se puede considerar homogénea, sin embargo todo depende de la escala de observación, del contexto mismo de la región, y de los actores que perciben o no a un evento como amenaza (Smit y Skinner 2002; Brenes, 2007; Reid et.al., 2006).

Con referencia a los factores de riesgo no climáticos, O’Brien y Leichenko (2000) establecen que los aspectos culturales, económicos, institucionales, políticos y sociales, que varían ampliamente según el contexto geográfico específico, constituyen elementos que también pueden representar riesgos para un sistema. La interacción simultánea en el tiempo y el espacio de estos factores de riesgo climáticos y no climáticos, son presiones experimentadas constante y diferencialmente por los sistemas en diversos niveles y escalas (Brenes, 2007; Reid et.al., 2006; Chuku y Okoye, 2009).

Más allá del sistema estudiado, las respuestas ante la ocurrencia de una amenaza para mitigar los riesgos climáticos (o disminuir la probabilidad de pérdidas), son de dos tipos: **a)** las tácticas de corto plazo, que pueden ser proactivas, simultáneas o responsivas (reactivas) ante la amenaza, lo que en el debate de cambio climático y de Disaster Risk Reduction –DRR– se define como estrategias de respuesta o *coping- dealing with risk*; y, **b)** las estrategias planificadas a largo plazo con base en información, organización y

participación social y, ciertas garantías económicas y políticas, que desde los mencionados debates corresponde al proceso de adaptación (Birkman, 2011; Eakin et.al. 2012; REDAGRES, 2013; Feola et.al., 2015).

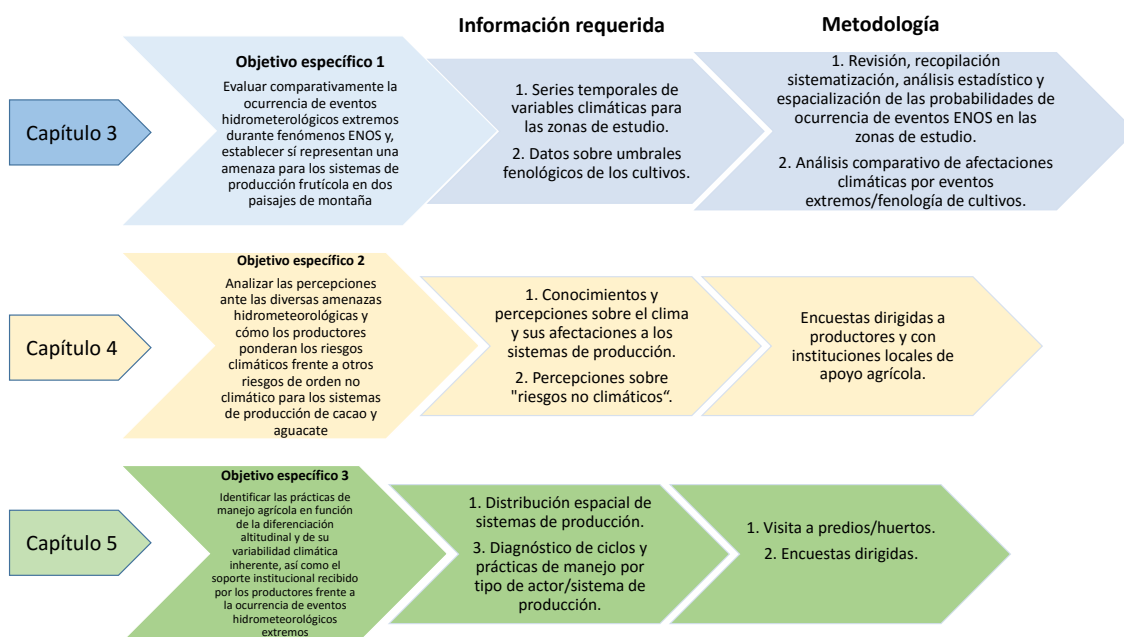
Para efectos de esta investigación se abordará el estudio de percepción de riesgos hidrometeorológicos a partir del análisis altitudinal de los factores climáticos y no climáticos que representan una probabilidad de pérdida o un impacto negativo para los sistemas de producción frutícola en paisajes de montaña. El análisis de las respuestas y prácticas de manejo implementadas ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, se llevará a cabo desde la perspectiva de las estrategias de respuesta o *coping- dealing with risk*, cuya ampliación conceptual será desarrollada en el capítulo cinco de este manuscrito.

2.3 Marco metodológico general

2.3.1 Métodos

En esta sección se presentan los métodos generales de la investigación. Para la toma y análisis de datos en las dos zonas de estudio se definieron métodos con base en el tipo de información requerida por cada objetivo específico. La figura 2.3 presenta un esquema que relaciona los objetivos específicos de la investigación con el contenido de cada capítulo de la tesis y sus respectivos requerimientos metodológicos generales. Tal como se mencionó en la sección 1.4.4, el detalle metodológico necesario para desarrollar las actividades propuestas por cada objetivo, se presentará en los capítulos 3, 4 y 5 del presente manuscrito.

Figura 2.3. Información requerida y metodologías generales empleadas para desarrollar el contenido de cada objetivo específico. Elaboración propia.



Para el objetivo específico 1, se emplearon diversas metodologías estadísticas para organizar y analizar las series climatológicas obtenidas para cada caso de estudio. De manera general se establecieron tres fases de trabajo:

- i) El desarrollo del componente descriptivo de las series de datos en donde se revisó la calidad y homogeneidad de los datos (control de series, datos faltantes, relleno de datos) y se hicieron las transformaciones estadísticas respectivas para su adecuada interpretación (transformaciones Gamma).
- ii) La definición del componente exploratorio para elaborar análisis de box plot, de terciles, percentiles y la definición de ocurrencia de eventos extremos con su respectiva categorización de datos por estacionalidad climatológica.
- iii) La identificación y espacialización de escenarios ENOS.

Para los objetivos específicos 2 y 3 se empleó una metodología semicuantitativa para definir el universo muestral de encuestas a realizar en campo con base en los censos agrarios (FEDECACAO, 2011; Junta de Sanidad Vegetal del municipio de Tancítaro, 2014). La metodología escogida fue un muestreo estratificado con un nivel de confiabilidad del 95%, dos estratos (uno por cada segmento altitudinal definido) y un error de muestreo del 5%. Como requerimiento metodológico para aplicar la encuesta, se definió que los encuestados debían tener un mínimo de 15 años de residencia en las zonas de estudio (de preferencia ser originarios de cada municipio) de manera que tuvieran el conocimiento y experiencia sobre el clima, el tiempo y el manejo de los sistemas de producción.

Metodológicamente la encuesta fue diseñada con un cuestionario dividido en cinco secciones. En la primera se recabaron los datos de identificación de los encuestados (nombre, rango de edad, género, nivel de estudios, tiempo de residencia en la zona, tipo de predio, tamaño y localización altitudinal, entre otros). En la segunda sección se indagó sobre las percepciones del comportamiento climatológico local, el tiempo y las principales amenazas hidrometeorológicas para los respectivos cultivos. La tercera sección incluyó preguntas para conocer los efectos de las anomalías climáticas, previamente identificadas, sobre los cultivos. En la cuarta sección se consultó sobre las prácticas de manejo aplicadas para enfrentar las anomalías climáticas (en lo concerniente a prácticas tradicionales, adopción de tecnología, etc.). Finalmente la quinta sección abordó el acceso a soportes institucionales para enfrentar las amenazas hidrometeorológicas como créditos y seguros agropecuarios, información meteorológica oportuna, entre otros. El detalle del diseño experimental para cada replica de las encuestas se presenta en el capítulo cuatro del presente manuscrito.

Vale la pena especificar que la aplicación de encuestas y las visitas a sistemas de producción en cada área de estudio se realizó con base en un reconocimiento previo de las zonas, el contacto y apoyo de actores e instituciones locales, el visto bueno del productor y varios pilotos de prueba para realizar las encuestas con un lenguaje comprensible que facilitó la comunicación con los productores.

2.3.2 Las zonas de estudio

2.3.2.1 san Vicente de Chucurí, Santander – Colombia

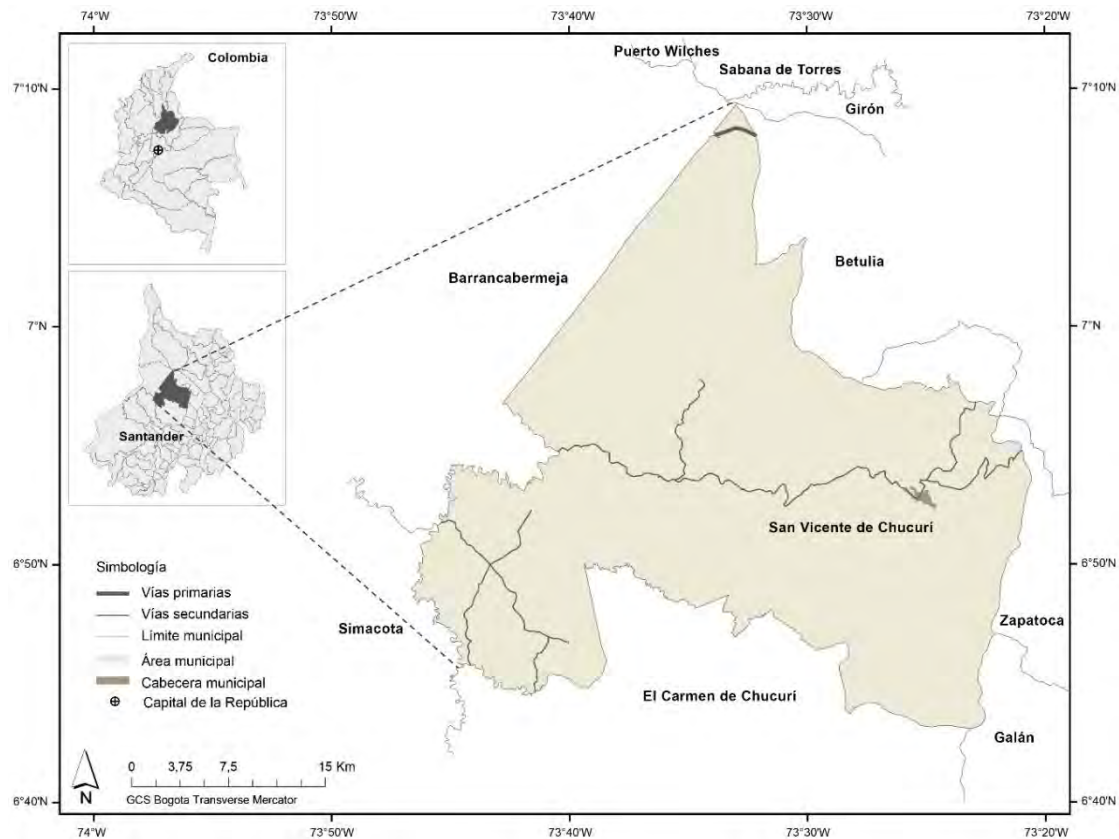
Contexto territorial

El cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia se cultiva desde los 100 hasta los 1,400 msnm, en paisajes que van desde la montaña hasta las planicies aluviales y en ambientes secos e hiperhúmedos, es decir, en múltiples condiciones edáficas, fisiográficas y climáticas que dan lugar a una amplia gama de ambientes agroecológicos que responden de manera diferencial a las recomendaciones tecnológicas y a las opciones de manejo del cultivo (Mojica y Paredes, 2006; FEDECACAO, 2013).

De acuerdo con el Sistema Nacional de Estadísticas Agropecuarias (SEA, 2013), Colombia tiene 151,930 hectáreas cultivadas en cacao, de las cuales el 25% se encuentran localizadas en Santander y producen alrededor de 22,000 toneladas al año. Sí bien el municipio de san Vicente de Chucurí tiene apenas 11,930 hectáreas de cultivo de cacao, se estima que aporta el 28% de la producción nacional de cacao, la cual asciende a las 79,686 ton por año (FEDECACAO, 2013; SEA, 2013). Por ello es conocido como la *“capital cacaotera de Colombia y ciudad de los frutos valiosos”*

Localizado en el departamento de Santander, el municipio de San Vicente de Chucurí cuenta con una extensión de 119,541 km² y tiene alturas que oscilan entre los 300 y 2,250 msnm (figura 2.4).

Figura 2.4. Localización del municipio de San Vicente de Chucurí. Fuente: IGAC, 2017. Elaboración: Ing. Geol. María Catalina Ruiz Montoya.



La estructura económica de San Vicente de Chucurí se basa en tres pilares que son la agricultura, la ganadería y el comercio. Sus tierras son aptas para la explotación de cultivos tropicales y la ganadería; además dispone de abundantes fuentes hídricas que garantizan el afianzamiento de los procesos agropecuarios. Por ello es un territorio que se ha adaptado a los constantes cambios productivos ocurridos en las últimas décadas (Rueda, 2013).

En los años setenta la ocupación territorial de las grandes haciendas se disgregó para conformar pequeños predios enfocados a la producción cafetera. A mediados de los años ochenta con la llegada de las enfermedades del café a la zona, empezó el proceso de cambio de cultivos en donde el cacao consiguió desplazar la producción cafetera y consolidarse como la principal fuente de ingreso para las fincas de la zona montañosa de municipio (750 – 1150 msnm). Por ser una actividad agrícola que tradicionalmente demanda baja intensidad de mano de obra, se hizo adecuada para las condiciones que presentaba la pequeña familia campesina colonizadora o parcelera. De tal manera que

el café quedo relegado únicamente a las zonas altas (980 – 1250 msnm) en donde, a pesar de no estar dentro de la franja óptima para su desarrollo, existían las condiciones medianamente propicias para poder generar buenas producciones (como la alta nubosidad) (Mantilla et.al., 2010; POT, 2011).

En los años noventa San Vicente de Chucurí sufrió los rigores de la violencia convirtiéndose en un área de disputa en lo económico, social y político. La intensidad del conflicto armado generó éxodos masivos hacia las ciudades más cercanas y fuertes procesos de migración campo – ciudad. Hacia la década del 2000 ocurre un retorno de la población desplazada y se estima que actualmente el municipio cuenta con 34,234 habitantes de los cuales 13,483 residen en la cabecera municipal y 20,751 en la zona rural (POT, 2011).

La actual estructura de tenencia de la tierra está determinada por los procesos de ocupación que ocurrieron en las grandes haciendas (desarticulación – parcelación, colonización e invasión) y de reparto territorial luego del desalojo paramilitar, en razón de lo cual la propiedad y derechos sobre la tierra son muy heterogéneos en el municipio y varían para cada vereda (Rueda, 2013).

Producción cacaotera

De acuerdo con Mantilla *et.al.* (2000), del total del área cultivada con cacao en san Vicente de Chucurí (11,930 hectáreas), el 70% tiene una edad superior a los 20 años y se encuentra en una etapa de decrecimiento productivo. A la baja renovación de los cultivos, se suma la presencia y aumento de enfermedades por las diversas condiciones climáticas y de manejo, los problemas asociados a la limitada y deficiente infraestructura vial, las prácticas agrícolas inadecuadas en el manejo del suelo, (quemadas y conflictos en el uso del suelo), la contaminación de las fuentes de agua (mal manejo de las aguas residuales y zonas de galerías de cuencas), la baja adopción de tecnología (poca capacidad de interiorizar las nuevas formas de manejo agronómico), la débil organización gremial e institucional y los rezagos del conflicto armado, que entre otros, han dado lugar a que la zona no se haya podido desarrollar de acuerdo al potencial productivo que posee (Rueda, 2013).

Pese a lo anterior, los productores de cacao en san Vicente de Chucurí se caracterizan por tener una amplia tradición en el cultivo y la importancia social del cacao en el municipio es bastante significativa. Se estima que en la actualidad cerca de 2,400 agricultores se dedican la producción de sus fincas al cultivo de cacao, de los cuales el 76% son pequeños propietarios de tierras (3 -5 hectáreas en promedio); el 24% restante son productores que poseen predios entre 5 y 20 ha y apenas el 3% poseen predios mayores a 50 hectáreas (FEDECACAO, 2013).

La cacaocultura en san Vicente de Chucurí es una tendencia preferencial por parte de los agricultores principalmente por el fácil manejo del cultivo (según la percepción del productor): su producción constante a lo largo del año, la facilidad de asociación con otras especies como el plátano, los frutales, el aguacate y los maderables, además de las comodidades que brinda el clima regional en cuanto a las condiciones óptimas de temperatura, humedad y para la producción. Con relación a éste último punto la franja altitudinal en la que se cultiva el cacao en san Vicente varía entre los 300 y los 1,250 msnm, siendo el rango óptimo de los 600 a 1000 msnm (FEDECACAO, 2013).

En las tradicionales fincas de economía campesina la asociatividad de cultivos depende básicamente del tipo cacao cultivado, ya que en san Vicente de Chucurí (así como en otras regiones cacaoteras de Colombia) predominan dos variedades: el cacao híbrido y el cacao clonado (Mojica y Paredes, 2006). El llamado cacao híbrido es un cruce genético natural de materiales trinitarios (originarios de la isla de Trinidad a partir de materiales criollos) y forasteros (originarios de la cuenca amazónica) y cuyas plantaciones se constituyen como sistemas agroforestales simultáneos cuya asociatividad está compuesta por diversos cultivos (los sistemas agroforestales no son una innovación reciente pues durante siglos los campesinos de los países tropicales del mundo los han implementado). La estructura de los lotes plantados con cacao híbrido es de dosel alto y con siembras en trazados irregulares (figura 2.5); la diversidad genética de los híbridos es heterogénea y en cuanto su composición, los lotes tienen cultivos de yuca, plátano maderables y los frutales como cítricos (naranja, mandarina y limón) y aguacate, los cuales además de proveer sombra al cacao) son aprovechados como segundo renglón económico de la finca (FEDECACAO, 2013).

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación –SAGARPA– (2012), la estructura y composición de este tipo de sistema agroforestal además diversificar y optimizar la producción de una finca, permite aumentar los niveles de materia orgánica en el suelo y mantener su fertilidad, fijar de manera más eficiente el nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes, mantener condiciones microclimáticas estables, evitar procesos de escorrentía y erosión y, proveer hábitat a la fauna silvestre.

Figura 2.5. Izq. Esquema tipo de un sistema agroforestal simultáneo. Fuente: SAGARPA (2012). Der. Configuración espacial de un sistema agroforestal de cacao (finca Los Almendros, vereda Belmonte, San Vicente de Chucurí, Colombia). Fuente: Proyecto de Monitoreo Climático, Fundación Natura, Colombia (2011).



Por su parte el cacao clonado se obtiene a partir del mejoramiento genético y/o reproducción vegetativa entre materiales híbridos de origen trinitario (THS e ICS) y de Ecuador (CCN) (FEDECACAO, 2013). Las plantaciones en San Vicente de Chucurí son recientes y fueron introducidas bajo el programa de renovación de cultivos que inició la Federación Nacional de Cacaoteros hace 15 años. A nivel de estructura los árboles se siembran en surcos regulares y tienen una arquitectura de porte bajo que facilita el manejo por parte del agricultor (figura 2.6). La diversidad genética de este material es homogénea ya que su reproducción se hace vía injertación, lo cual le otorga un mayor rendimiento y resistencia a enfermedades fungosas (FEDECACAO, 2013; Rueda, 2013). En cuanto a la composición, la plantación -en sentido estricto- debe ir acompañada solamente con maderables para la provisión de sombra; sin embargo, dada la tradición de manejo en la zona, muchos productores siembran los materiales clonados acompañados con cítricos (sin la aprobación de las instituciones de extensión).

Figura 2.6. Estructura de una plantación de cacao clonado. Izq. Esquema del cultivo en callejones. Fuente: SAGARPA (2012). Der. Vista del arreglo en callejones en un lote de cacao clonado (finca Los Almendros, vereda Belmonte, San Vicente de Chucurí, Colombia). Fuente: Proyecto de Monitoreo Climático –Fundación Natura (2011).



La productividad de los cultivos agroforestales en el área de estudio es deficiente debido a que la mano de obra ofertada no es suficiente para el nivel de manejo requerido por dichos cultivos (Rueda, 2013). Por lo general las labores necesarias para la sostenibilidad del cultivo son realizadas por los miembros de la familia y el uso de jornales monetarios se establece únicamente para las épocas de cosecha. El control de enfermedades como la *Monilia* y la *Escoba de Bruja* no responde a las necesidades requeridas para el control del hongo; por ejemplo, en el caso de la *Monilia* el control se debe realizar cada 8 días para cortar el ciclo de reproducción del hongo; sin embargo el productor de cacao en San Vicente de Chucurí lo realiza cada 20 o 25 días en los recorridos de cosecha, lo cual se constituye una práctica poco recomendada para el control de la enfermedad, que aunada a las condiciones climáticas favorables para la proliferación del hongo, genera pérdidas económicas importantes para los productores (FEDECACAO, 2013).

La tabla 2.3 presenta una síntesis comparativa entre los sistemas de cacao híbrido y cacao clonado en San Vicente de Chucurí.

Tabla 2.3. Comparación de las principales características del cultivo de cacao en el municipio de San Vicente de Chucurí. Elaboración propia con base en los datos del Proyecto de Monitoreo Climático –Fundación Natura (2011).

Tipo de cultivo/característica	Cacao híbrido	Cacao clonado
Origen	Cruce criollo	Injertación y mejoramiento genético
Altitud (msnm)	550 - 1,200	800 – 1,100
Porcentaje de ocupación territorial	75%	25%
Tipo de arreglo	Agroforestal	Monocultivo
Asociatividad	Frutales y maderables en etapa vegetativa y reproductiva	Maderables únicamente en etapa vegetativa
Manejo	Tradicional y mano de obra familiar	Convencional y mano de obra contratada
Productividad	Media (500-900 kg/ha por cosecha)	Alta (1,000 – 1,500 kg/ha por cosecha)

2.3.2.2 Tancítaro, Michoacán, México

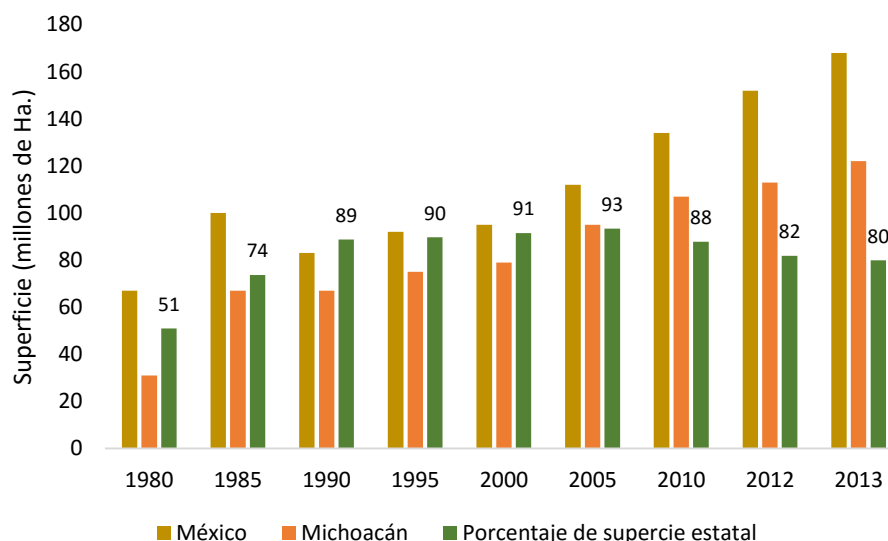
El contexto de la producción de aguacate en Michoacán

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es la cuarta fruta tropical más importante en el mundo. Se estima una producción global de 2.6 millones de toneladas al año y México es el líder mundial en el mercado del aguacate ya que como indica la Secretaría de Economía (2012), entre 1980 y 2010 México ha aportó el 30% de la superficie cosechada con aguacate en el mundo y además, es el principal exportador con el 40% del total de volúmenes del mercado internacional y el de mayor consumo per-cápita (8 - 10 kg/año) (Chavez *et.al.*, 2012; SIAP, 2015).

Bajo este panorama, la producción nacional de aguacate ha mostrado una tendencia creciente en cuanto a superficie cultivada y volumen de producción. En 2010 se reportó una superficie de 122,348 hectáreas plantadas con un predominio superior al 90% de la variedad Hass, la cual destaca por su demanda a nivel mundial (Romo 2012; SIAP, 2015).

En gran medida el rol de México como primer productor de aguacate en el mundo se lo debe a Michoacán, ya que para el 2012 el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) estimó que la participación del estado a nivel nacional es del 82% de la superficie cultivada (figura 2.7) y del 90% de la producción nacional con más de un 1'300,000 toneladas al año, seguido por Nayarit con 26,000 toneladas, Morelos con 25,000 toneladas y el Estado de México con 21,000 toneladas (USDA-SAGARPA, 2011; SIAP, 2015).

Figura 2.7. Comparativo de la superficie cultivada con Aguacate en México y Michoacán entre 1980 y 2013. Elaboración propia. Fuente: SIAP (www.siap.gob.mx)



Michoacán produce el 82% del volumen nacional (1'520,695 ton/año) y exporta un porcentaje importante de aguacate; sin embargo al interior del estado la producción y exportación se concentra solo en algunos municipios, generando una especialización municipal o concentración especializada (De la Tejera *et. al.*, 2013). Dicha especialización se refleja claramente al interior del estado en la región conocida como la Meseta Purépecha, específicamente en los 10 municipios que conforman de la denominada franja aguacatera de Michoacán (figura 2.8), la cual genera el 92% del volumen de producción para exportación (tabla 2.4) y alberga el 90% de la superficie cosechada del Estado (De la Tejera *et. al.*, 2013).

Figura 2.8. Municipios de la franja aguatera de Michoacán. Fuente: De la Tejera *et. al.* (2013)

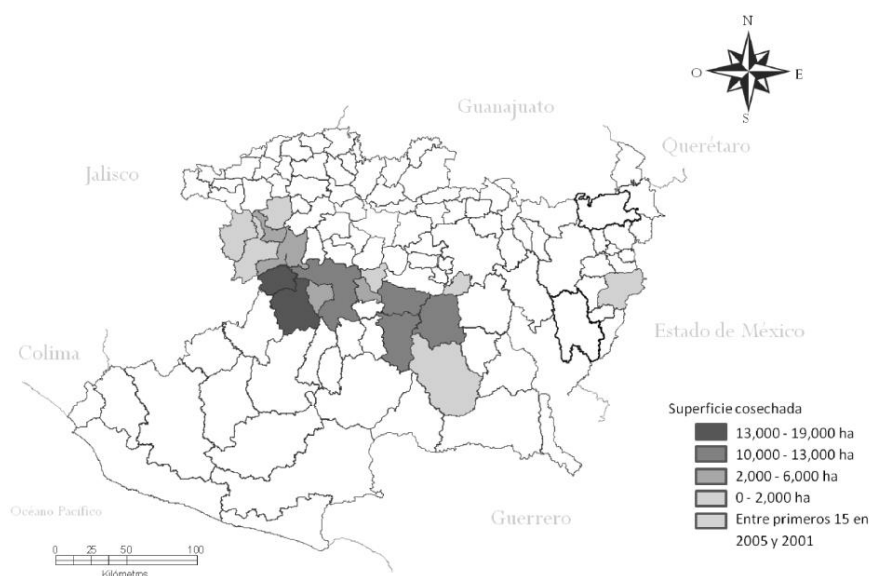


Tabla 2.4. Municipios de Michoacán con la mayor superficie cosechada y volumen de producción de aguacate entre el 2001 y 2013. Elaboración propia. Fuente: SIAP (2014).

Municipio	Superficie cosechada (Ha.)				Volumen de producción (Ton)			
	2001	2005	2010	2013	2001	2005	2010	2013
Uruapan	16,417	16,598	12,050	13,543	165,224	162,189	102,848	135,430
Tancítaro	14,212	14,881	18,975	20,760	129,950	142,144	108,488	206,628
Periban	12,479	12,839	13,250	12,378	118,050	116,558	133,600	136,158
Tacámbaro	8,000	7,211	12,870	13,302	99,995	86,526	154,524	159,624
Ario	5,284	8,150	10,500	11,553	62,642	81,500	119,600	124,700
San Juan P.	5,167	5,553	5,350	6,167	56,759	60,286	39,071	61,670
Salvador E.	4,831	8,650	11,605	12,673	54,160	98,528	142,678	139,843
Tinguindín	3,607	3,684	2,940	2,120	53,034	52,979	26,854	26,649
Los Reyes	2,717	2,849	3,245	2,828	24,918	25,672	32,450	31,108

La expansión del cultivo en la franja aguacatera tuvo su auge en las décadas de 1980 y 1990 (Thiebaut, 2011). Durante este periodo los principales detonantes fueron: i) el auge exportador, primero en la década de los ochenta con mercados europeos y asiáticos, y después en los 90s con la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN); y, ii) los cambios legales en 1992 que afectaron la tenencia común del bosque en las comunidades rurales (Pardo, 2009; Rubí et.al., 2013).

Hasta 1950 las únicas actividades productivas en la meseta Purépecha estaban reducidas a pequeñas superficies plantadas con cereales alrededor de los pueblos montañosos y a la ganadería bovina. El aguacate se cultivaba para el autoconsumo en las huertas frutales desde el siglo XIX (variedad criollo) y empezó a expandirse como monocultivo a partir de la década de los sesenta a través del Programa de diversificación de cultivos para zonas cafetaleras promovido por el Instituto Mexicano de Café (Paz, 1986; Rubí et.al., 2013).

Su expansión como monocultivo ocurrió primero en los llanos y pendientes suaves en los alrededores de Uruapan y de San Juan Nuevo, y poco tiempo después en los alrededores de Peribán, Tancítaro y Ario de Rosales. Varios factores incidieron en la importante tendencia de aumento del cultivo en la zona: i) El clima húmedo - templado y las condiciones edafológicas (la mayoría de los suelos son Andosol) que permitieron obtener buenas producciones de la variedad Hass (proveniente de California, EEUU); ii) la posibilidad de contratar más fácilmente créditos por parte de los ejidos y los subsidios; iii) el aumento de la demanda de aguacate en el país (Thiebaut, 2011).

En la década de los noventa, pese a la liberalización económica promovida por el TLCAN, el mercado de Estados Unidos permaneció cerrado al aguacate mexicano justificando la presencia de plagas cuarentenarias (barrenador de hueso, barrenador de rama, mosca

de la fruta). De tal manera que las cantidades de aguacate exportado seguían siendo mínimas (2.29% de la producción total) (SIAP, 2010).

A partir de 1992 los productores asesorados por ingenieros agrónomos de Sanidad Vegetal iniciaron el trabajo para levantar el veto en Estados Unidos y aportaron la evidencia técnica suficiente para demostrar que las plagas, como la mosca de la fruta, no se daban en los aguacates mexicanos. Así mismo diseñaron e implementaron estrictos protocolos fitosanitarios para eliminar los insectos barrenadores (Rubí et.al., 2013).

Por su parte el gobierno de México ejerció una presión constante en el congreso de EEUU para eliminar el veto en el contexto de apertura de los mercados (Thiebaut, 2011). En 1997, después de varios años de trabajo intenso y de 84 años de veto, se abrieron las fronteras de Estados Unidos al aguacate mexicano, aunque de manera restringida ya que apenas se podía exportar la fruta hacia diecinueve estados. En los años subsiguientes, el mercado fue abriéndose progresivamente y en 2001 se autorizó la exportación a 31 estados durante seis meses. En enero del 2005 se permitió la exportación permanente a todos los estados, excepto a los tres productores (California, Florida y Hawai). Finalmente, el 31 de enero del 2007 estos tres estados productores abrieron también los mercados, lo que representó el último avance importante en la exportación hacia EEUU (USDA-SAGARPA, 2011).

Además del mercado americano, las exportaciones aumentaron hacia otros países europeos, asiáticos y de América central y del sur, debido a la mejora de calidad de la fruta y porque estos países no exigían todos los certificados fitosanitarios solicitados por los Estados Unidos.

El incremento de las exportaciones provocó un movimiento general de alza de los precios, incluso para las ventas nacionales, las cuales siguen siendo las más importantes, porque México es el mayor consumidor del mundo (Romo, 2012). De tal manera que el crecimiento de las exportaciones aguacateras de México /y con ello de Michoacán), ha desbordado todas las expectativas, pues actualmente de las 1'520,695 toneladas producidas, 81% se exportan a Estados Unidos, 7% para Japón y 5% para Canadá (SIAP, 2015).

No obstante, este desmesurado crecimiento en la superficie cultivada y de producción de aguacate (en tan solo 15 años) ocurrió a costa del cambio del perfil productivo de la región y de la pérdida de la cobertura forestal, ya que los requerimientos climáticos y de suelo para el cultivo coinciden con los de los ecosistemas forestales de clima templado (De la Tejera *et.al.*, 2013). Al respecto Bocco y Mendoza (2009) reportan que del 74% de la superficie de bosque templado que en 1970 había en Michoacán, el 74% se había

perdido para el 2008, y que el 40% de esta superficie pertenecía a la meseta Purépecha, lugar donde se asienta el principal núcleo productivo de aguacate en el Estado. Sin embargo el cambio drástico de cobertura vegetal a nivel estatal no se le puede atribuir exclusivamente a la producción de aguacate.

Para el caso del cambio del modelo agrícola de Michoacán, De la Tejera *et.al.* (2013) reporta que los cultivos tradicionales de Michoacán (granos básicos) pasaron de ocupar en 1980 un total de 541,837 hectáreas cosechadas, a ocupar 411,837 hectáreas en el 2010. Para este mismo periodo de tiempo la producción pasó de cerca de 900 mil toneladas a poco más de 1 millón y 400 mil toneladas. Es decir, la producción se incrementó en dos terceras partes mientras la superficie cultivada se redujo en casi una cuarta parte (De la Tejera *et.al.*, 2013).

Teniendo en cuenta la gran expansión del cultivo del aguacate en Michoacán (tabla 2.4), puede afirmarse que se ha privilegiado el perfil productivo orientado fundamentalmente a la producción frutícola, situación que le ha permitido destacar frente a otras entidades federativas en momentos de crisis agropecuaria generalizada para el país. Sin embargo esto ha significado pérdidas y/o estancamiento en otros grupos de cultivos, cadenas, productos, regiones y tipos de productores (De la Tejera *et.al.*, 2013).

Se estima que para el 2010 había 17,538 productores de aguacate en Michoacán, de los cuales el 85% son productores comerciales y el 15% restante, son productores de traspatio. Éste último tipo de producción se distribuye en 24 mil traspatios que cuentan con 1 a 5 árboles (USDA-SAGARPA, 2011).

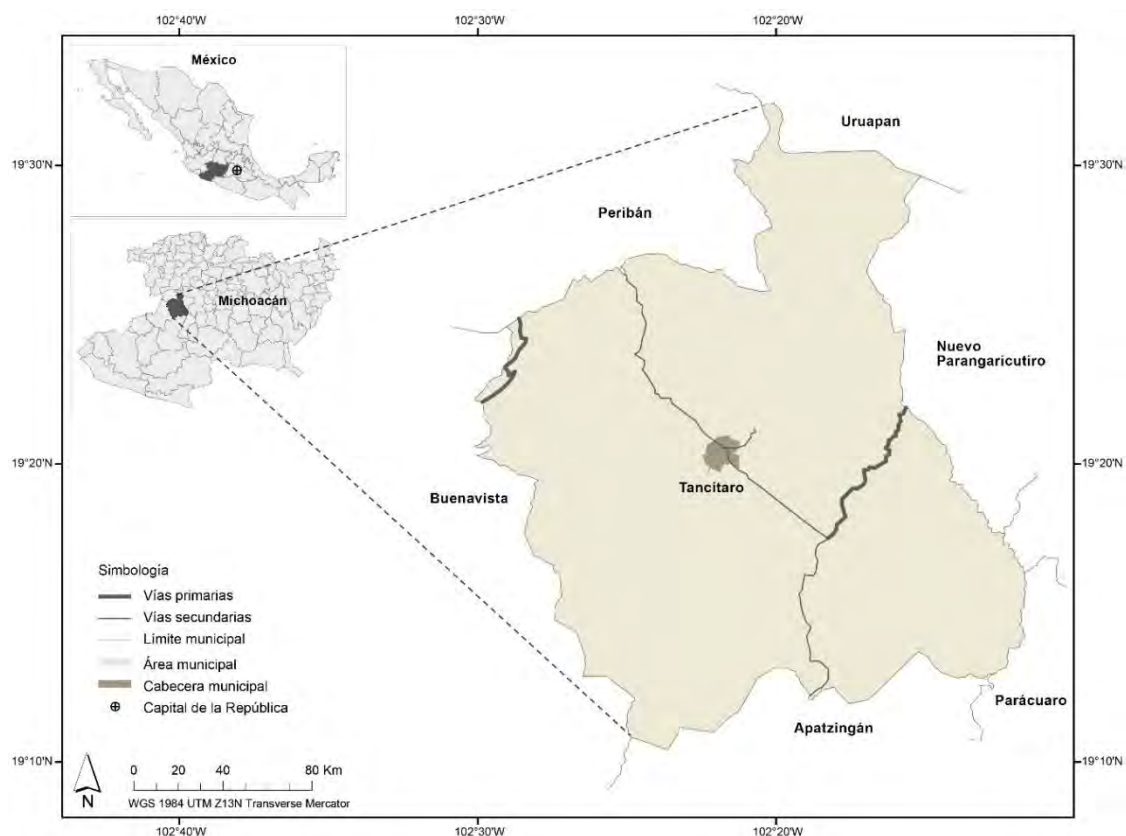
De los 17,538 productores censados en el estado, hay una gran cantidad que cultivan en una superficie menor a 10 hectáreas. Por ejemplo, en los municipios de Peribán, Tancítaro y Uruapan alrededor de 2,028 ejidatarios tienen en promedio una superficie de ocho hectáreas y pueden subsistir gracias a la gran rentabilidad económica del cultivo, lo cual constituye un caso excepcional en el espacio rural mexicano (De la Tejera *et.al.*, 2013).

En la actualidad se estima que todo el proceso productivo del aguacate genera en Michoacán alrededor de 43 mil empleos directos, 30 mil empleos estacionales y 50 mil empleos indirectos (SIAP, 2012, SIAP, 2015). A través de estos números es posible deducir que una gran cantidad de la población de los municipios de la franja aguacatera se está beneficiando, directamente o indirectamente, de la actividad productiva.

Producción de aguacate en Tancítaro

El municipio de Tancítaro, la “verdadera capital mundial del aguacate”, lidera la producción anual para exportación a nivel estatal con volúmenes que superan las 206,810 toneladas (SIAP, 2015). Tancítaro se encuentra ubicado en la provincia fisiográfica del eje Neovolcánico de México (figura 2.9), específicamente en la subprovincia Neovolcánica Tarasca caracterizada por presentar sierras volcánicas con estrato volcanes aislados, llanuras y mesetas basálticas.

Figura 2.9. Localización del municipio de Tancítaro, Michoacán. Fuente: INEGI (2017). Elaboración: Ing. Geol. María Catalina Ruiz Montoya.



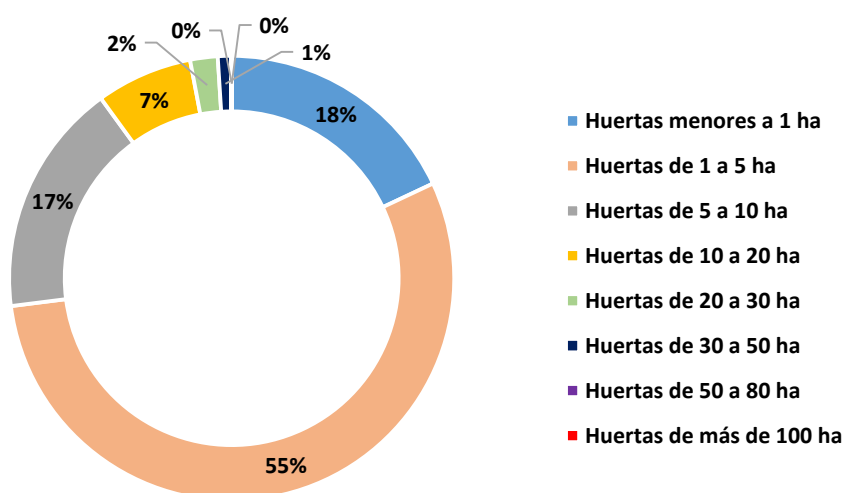
Tancítaro se localiza Altitudinalmente entre los 900 y 3.200 msnm, por lo cual el régimen de precipitación varía entre los 700 a 2000 mm anuales dependiendo de los patrones orográficos y la estacionalidad climática anual. Por su composición geológica y edáfica de distinto grado de permeabilidad, se favorece la presencia de una serie de manantiales. De acuerdo a datos del INEGI (2009) los suelos con mayor distribución son los Andosoles (82%), Luvisol (10%), Leptosol (3.5%), y Regosol (1%).

De tal manera que las condiciones agroecológicas prevalecientes en el municipio favorecen el buen desarrollo del árbol de aguacate, el continuo traslape de las diferentes fases fenológicas del árbol y por ende, la obtención de fruto en durante prácticamente todo el año (Anguiano, 2007).

Según datos del INEGI (2009) el 57% del territorio municipal está destinado para actividades agrícolas (cultivo de aguacate) y el 41% tiene cobertura vegetal boscosa y selvática (especialmente en las inmediaciones del Parque Nacional Pico de Tancítaro). A partir de los datos de la Junta Local de Sanidad Vegetal –JLSV- de Tancítaro (2014), se reporta que actualmente el municipio cuenta con 20,760 hectáreas con cultivos de aguacate, distribuidas en 3,695 huertas cuyo tamaño varía desde menos de una hectárea hasta las 125 hectáreas.

En concordancia con lo reportado por De la Tejera *et.al.* (2013), el 75% de los productores de Tancítaro poseen huertas menores a 10 hectáreas, mientras que apenas 49 huertas (1,3% sobre el total mencionado) tienen un tamaño superior a las 30 hectáreas (figura 2.10).

Figura 2.10. Distribución porcentual del tamaño de las huertas de aguacate en el Municipio de Tancítaro. Elaboración propia. Fuente: JLSV Tancítaro, 2014



Teniendo en cuenta que lo reportado por la bibliografía afirma que el rango altitudinal óptimo para el desarrollo del aguacate está entre los 1.500 a 3.000 msnm (Montiel *et.al.*, 2008; Rubí *et.al.*, 2013), en Tancítaro apenas el 4% de las huertas (147) se encuentran por debajo de los 1.500 msnm y el 0.1% (4 huertas) por encima de los 3.000 msnm.

Al reportar durante los últimos 10 años la mayor área cultivada y la mayor producción de aguacate a nivel estatal y nacional, toda la actividad económica del municipio gira en torno al mercado agroexportador y nacional, de manera que el sector servicios de Tancítaro está acondicionado para suplir las múltiples demandas para poblaciones residentes e itinerantes de comerciantes, cortadores y peones, trabajadores para las empacadoras, transportistas, profesionales especializados de diferentes empresas de

asesoría, venta y verificación y comercializadores de diversos productos agrícolas, entre otros.

Referencias

Aguirre, E. 2004. "Los desastres en Latinoamérica: vulnerabilidad y resistencia". *Revista Mexicana de Sociología* 66 (3): 485-510.

Anguiano, J. 2007. *Características ambientales de las regiones productoras de aguacate Persea Americana M. en Michoacán*. <http://www.avocadosource.com>

Arizpe, L., F. Paz y M. Velázquez. 1993. *Cultura y cambio global: percepciones sociales sobre la deforestación en la selva lacandona*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-Porrúa. México.

Aspinall, R. 2010. "Geographical Perspectives on Climate Change". *Annals of the Association of American Geographers*, 100 (4): 715–718.

Baethgen, W. 2010. "Climate risk management in the agricultural sector geared towards adaptation to climate change". Martínez, C., Locatelli, B., Vignola, R., y Imbach, P. (Eds.). *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina*. CATIE: 88-96.

Baldion, J. y O. Guzman. 1994. "Condiciones climáticas en la zona cafetera en los años 1991, 1992 y 1993 y su influencia en las cosechas de café". *Cenicafe Avances Técnicos*, 203: 1-8.

Balling, R. C., Jr., & Goodrich, G. B. 2007. "Analysis of drought determinants for the Colorado River Basin". *Climatic Change*, 82 (1e2): 179-194.

Bass, W. y Blanchard, D. 2011. "Examining geographic visualization as a technique for individual risk assessment". *Applied Geography*, 31: 53-63.

Beck, U. 2006. *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Paidós, Barcelona, España.

Birkman, J. 2011. "First- and second-order adaptation to natural hazards and extreme events in the context of climate change". *Natural Hazards*, 58: 811-840.

Blaikie, P., Terry, C., Ian, D. y B. Winser. 1996. *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. Bogotá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red).

Bocco, G. y M. Mendoza. 2009. *Análisis del cambio del uso del suelo en el estado de Michoacán*, Instituto de Ecología-UNAM, SIMORELOS (CONACYT Regional).

Bones, M., G. Carrus, M. Bonguite, F. Fornara y P. Passafaro 2004. "Inhabitant's Environmental Perception in City of Rome within the Framework for Urban Biosphere Reserves of the unesco Programme on Man and Biosphere". *Annals of the New York Academy of Sciences*, 175-186.

Brenes, A. 2007. "Elementos conceptuales y desarrollo histórico de la noción de gestión del riesgo y los desastres". *Reflexiones*, 86 (2): 75-91.

Brunswik, E. 1956. *Perception and the representative design of psychological experiments*. Berkeley: University of California Press.

Burton, I., Kates, R, y White, G. 1978. *The Environment as hazard*. New York, Oxford University Press.

Cadena, M., Pabon, J.D., Devis, A., Malikov, I., Reyna, J. y J. Ortiz. 2006. "Relationship Between the 1997/1998 El Niño and 1999/2001 La Niña Events and Oil Palm Tree Production in Tumaco, Southwestern Colombia". *Advances in Geophysics*, 6: 195-199.

Campos, M., Toscana, A. y J. Campos. 2015. "Riesgos siconaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 24 (2): 53-69.

Cervantes Borja, F. J. y L. V. Martínez. 1994. "El problema ecológico ambiental, la geografía y los estudios ambientales". Aguilar, A. G. y O. Moncada. *La geografía humana en México: institucionalización y desarrollo recientes*. Fondo de Cultura Económica. México: pp. 193-213.

Chakraborty, J., Tobin, G. A., & Montz, B. E. 2005. "Population evacuation: assessing spatial variability in geo-physical risk and social vulnerability to natural hazards". *Natural Hazards Review*, 6 (1): 23-33.

Chavez, G., Tapia L., Bravo, M., Saenz, T., Muñoz, H., Vidales, I., Larios, A., Rentería J., Villaseñor, F. Sánchez, J., Alcantar, J. y M. Mendoza. 2012. *Impacto del cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico: Centro Campo Experimental Uruapan.

Chuku, Ch. y Okoye, Ch. 2009. "Increasing resilience and reducing vulnerability in sub-Saharan African agriculture: Strategies for risk coping and management". *African Journal of Agricultural Research*, 4 (13): 1524-1535.

Conroy, R. 2002. "Lecture notes # 1: perception & cognition". Disponible en : http://undertow.arch.gatech.edu/homepages/rdalton/lectures/sc_01.htm

Correa, S. 2011. "El clima: conocimientos, creencias, prácticas y percepciones de cambio en el Darién, Caribe Colombiano". Ulloa, A. (Ed). *Perspectivas culturales del clima*. Universidad Nacional de Colombia. Perspectivas Ambientales. 367-394.

Coy, M. 2010. "Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América Latina". *Población y Sociedad*, 17: 9-28.

Curtis, S., y Gamble, D. 2008. "Regional variations of the Caribbean midsummer drought". *Theoretical and Applied Climatology*, 94 (12): 25-34.

Cutter, S. L., Mitchell, J. T., y Scott, M. S. 2000. "Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown county, South Carolina". *Annals of the Association of American Geographers*, 90 (4): 713-737.

Davidson-Hunt, D. L. y F. Berkes. 2003. "Learning as you journey: Anishinaabe perception of social-ecological environments and adaptive learning". *Conservation Ecology*, 8 (1): 5-19.

De la Tejera, B., Santos, A., Santamaría, H., Gómez, T. y C. Olivares. 2013. "El oro verde en Michoacán: ¿un crecimiento sin fronteras? Acercamiento a la problemática y retos del sector aguacatero para el Estado y la sociedad". *Economía y Sociedad*, XVII (29): 15-40.

Desser, C. y J.M. Wallace. 1987. "El Niño events and their relation to the southern oscillation: 1925 – 1986". *Journal Geophys Res.* 92 (14): 182 – 196.

Douglas, M. 1986. *Risk Acceptability According to the Social Sciences*. Russell Sage Foundation, Nueva York.

Douglas, M. 1996. *Aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*. Barcelona: Paidós

Downing, T. y Bakker, K. 2000. "Drought discourses and vulnerability". Wilhite, D. (Ed.). *Drought: A Global Assessment. Vol. II*, London: Routledge.

Duram, L. y Oberholtzer, L. 2010. "A geographic approach to place and natural resource use in local food systems". *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25 (2): 99-108.

Durand, L. 2008. "De las percepciones a las perspectivas ambientales. Una reflexión teórica sobre la antropología y la temática ambiental". *Nueva Antropología*. XXI, 68: 75-87.

Durand, L. 2000. *La colonización de la sierra de Santa Marta. Perspectivas ambientales y deforestación en una región de Veracruz*. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

Eakin, H., Benessaiah, K., Barrera, J., Cruz-Bello, G. y Morales H. 2012. "Livelihoods and landscapes at the threshold of change: disaster and resilience in a Chiapas coffee community". *Regional Environmental Change* 12 (3): 475-488.

Enfield, D. y A. Mayer. 1997. "Tropical Atlantic sea Surface temperatura variability and its relation to El Niño southern Oscillation". *Journal Geophys Res.* 102: 929 – 945.

Escobar, E., Bonilla, M., Badan, A., Caballero M. y A. Winckell. 2001. *Los Efectos del Fenómeno de El Niño en México, 1997-1998*.

Federación Nacional De Cacaoteros –FEDECACAO-. 2013. *Guía técnica para el manejo del cultivo del cacao*. Bogotá. D.C.

Federación Nacional De Cacaoteros –FEDECACAO-. 2011. *Censo municipal de sistemas de producción y predios cacaoteros en san Vicente de Chucurí*. Bucaramanga, Santander.

Fernández, Y. 2008. "¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas". *Estudios sobre Estado y Sociedad*. XV (43): 179-202.

Feola, G., Lerner, A., Jain, M., Montefrio, M. y Nicholas, K. 2015. "Researching farmer behaviour in climate change adaptation and sustainable agriculture: Lessons learned from five case studies". *Journal of Rural Studies*, 39: 74-84.

Fleming, D. K., 1975. "What year is this? Yi-Fu Tuan. Topophilia". *Annals of the Association of American Geographers*. 65: 315-316.

Forero, J., Torres, L., Ortíz, P., Galarza, J., Corrales, E. y Rudas, G. 2002. *Sistemas de producción rurales en la región andina colombiana: análisis de su viabilidad económica, ambiental y cultural*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Galicia, L., Gómez-Mendoza, L. & Magaña, V. 2013. "Climate change impacts and adaptation strategies in temperate forests in Central Mexico: a participatory approach". *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.* 7: 1-22.

Gallino, L. 1995. *Diccionario de Sociología*. México: Siglo XXI.

García, V. 2005. "El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos". *Desacatos*. 19: 11-24.

Gibson, J.J. 1950. *The perception of the visual world*. Boston: Houghton Mifflin.

Gibson, J.J. 1966. *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.

Guirao, M. 1980. "La percepción: bases sensoriales" Guirao, M. *Los sentidos, bases de la percepción*. Madrid: Universidad Alhambra, pp. 314-323.

Guzman, O. y J. Baldion. 1997. El evento cálido del Pacífico en la zona cafetera Colombiana. *Cenicafe* 48 (3): 141-155.

Heathcote, R. L. 1980. "The context of studies into the perception of desertification". Heathcote, R. L.. *Perception of desertification*. Tokio: Prensa de la Universidad Bibliografía de las Naciones Unidas.

Heyd, T. 2010. Climate Change, Individual Responsibilities and Cultural Frameworks. *Human Ecology Review*, 17 (2): 86-95.

Hill, L., Sparks, R. y Rougier, J. 2012. Risk assessment and uncertainty in natural hazards. Rougier, J., Sparks, R. y Hill, L. (ed.). *Risk and Uncertainty Assessment for Natural Hazards*, 1-18.

Hurtado, G. y O. González. 2012. *Evaluación de la afectación territorial de los fenómenos El Niño/La Niña y análisis de la confiabilidad de la predicción climática basada en la presencia de un evento*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 2017. Información cartográfica base y temática de Colombia.

<http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/AreasEstrategicas/homeGeoCarto>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI. 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tancítaro, Michoacán de Ocampo.*

Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI. 2017. *México en cifras, información nacional por entidades federativas y municipios.* <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas>.

IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC.* Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Ingold, T. 2000. *The perception of the environment. Essays in livelihood, dwelling and skill.* London, Routledge

Jarvis, A., Ramírez, J., Anderson, B., Leibing, C. y P. Aggarwal. 2010. “Scenarios of climate change within the context of agriculture”. Reynolds M. (Ed). *Climate change and crop production.* Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International.

Junta Local De Sanidad Vegetal Tancítaro. 2014. Bases de datos no publicadas, uso confidencial.

Kooster, D. 2011. “Geografías ambientales”. En: Bocco, G., Urjijo, P. y A. Vieira. *Geografía y ambiente en América Latina.* Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental e Instituto Nacional de Ecología. 339-355

Landa, R., Magaña, V. y C. Neri. 2008. *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

Larsen, J. C., Dennison, P. E., Cova, T. J., y Jones, C. 2011. “Evaluating dynamic wildfire evacuation trigger buffers using the 2003 Cedar fire”. *Applied Geography Applied*, 31: 12-19.

Lavell, Allan. 1996. “Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano: problemas y conceptos; hacia la definición de una agenda de investigación”. Fernández, M. *Ciudades en riesgos: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*, La Red. Lima: 2-30.

Lavell, Allan. 2000. “Desastres durante una década: lecciones y avances conceptuales y prácticos en América Latina (1990- 1999)”. *Anuario Político y Social en América Latina*, 3:1-34.

Lavell, Allan. 2003. *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica.* Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC). Guatemala.

Lavell, A. 2011. *Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Buscando las relaciones y diferencias: Una crítica y construcción conceptual y epistemológica*. La RED y FLACSO.

Lazarus, N. W. 2011. "Coping capacities and rural livelihoods: challenges to community risk management in Sri Lanka". *Applied Geography*, 31: 20-34.

Lazos, E. y L. Paré. 2000. *Miradas indígenas sobre una naturaleza "entristecida": percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur de Veracruz*. Plaza y Valdés, Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM, México.

Lemons, H. 1942. "Hail in American agriculture". *Economic Geography*, 18 (4): 363-378.

Macías, M. J. M. y S. R. Calderón. 1994. "Por una geografía revolucionaria". Aguilar, A. G. y O. Moncada. *La geografía humana en México: institucionalización y desarrollo recientes*. Fondo de Cultura Económica. México: 157-167.

Magaña, V., Pérez, J., Conde, C., Gay, C. y S. Medina. 1997. *El fenómeno de El Niño y la Oscilación del sur (ENOS) y sus impactos en México*. Departamento de Meteorología General, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México.

Magaña, V., J.L. Pérez, J.L. Vázquez, E. Carrisoza y J. Pérez. 2004. "El Niño y el clima". Magaña, V. (ed.). *Los impactos de El Niño en México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

Mantilla, J., Arguello, A. y Méndez, H. 2000. *Caracterización y tipificación de los productores de cacao del departamento de Santander*. CORPOICA.

Martínez, B. 2015. "Modelos climáticos y su evaluación". Gay, C. y Rueda, J. (2015). Reporte mexicano de cambio climático, volumen I. UNAM: 2015-218.

Mendoça, M. 2011. "Una geografía de los desastres naturales en el centro-sur de Brasil". Bocco, G., Urjijo, P. y A. Vieira. *Geografía y ambiente en América Latina*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental e Instituto Nacional de Ecología. 285-320.

Milton, K. 2002. *Loving nature*. Towards on Ecology emotion. London, Routledge

Montiel A. G., Krishnamurthy, L., Vázquez A., A. and Uribe G., M. 2008. "Opciones agroforestales para productores de Aguacate". *Terra Latinoamericana* 26 (1): 85-90.

Montz, B. y G. Tobin. 2011. Natural hazards: An evolving tradition in applied geography. *Applied Geography*, 31: 1-4.

O'Brien, K.L., Leichenko, R.M. 2000. "Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization". *Global Environmental Change*, 10: 221-232.

Oliver-Smith, A. 2002. "Theorizing Disasters. Nature, Power, and Culture?" S. M. Hoffman y A. Oliver-Smith (eds) *Catastrophe and Culture. The Anthropology of Disaster*, School of American Research-James Currey Ltd., Santa Fe y Oxford: 23-47.

Oliver-Smith, Anthony. 2007. "Theorizing Vulnerability in a Globalized World: A Political Ecological Perspective". Bankoff, G. Frerks, G. and Hilhorts, D. *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*. Londres: Earthscan: 10-24.

Padilla y Sotelo, L. S. y A. M. Luna M. 2003. "Percepción y conocimiento ambiental en la costa de Quintana Roo: una caracterización a través de encuestas". *Investigaciones Geográficas*. 52: 99-116.

Paniagua, A. 2006. "Geografía Rural". Hiernaux, D. y A. Lindón (Eds.). *Tratado de Geografía Humana*. Anthropos, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. 71-84.

Pardo, S. 2009. "El aguacate michoacano, alimento de dioses". Barragán, E. (Ed.). *Frutos del campo michoacano*. Zamora: El Colegio de Michoacán. 254-269.

Paz, R. 1986. *Situación de la producción y de la comercialización del Avocado Hass en el estado de Michoacán*. México: Instituto Mexicano del Comercio Exterior.

Pereyra, D., Bando, U. y M. 2004. "Influencia de La Niña y El Niño sobre la precipitación de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México". *Universidad y Ciencia*. 20 (39): 33-38.

Plan de Ordenamiento Territorial –POT– de San Vicente de Chucurí. 2011. Alcaldía municipal, departamento de Santander.

Poveda, G., Jaramillo, M., Gil, M., Quinceno, N., and Mantilla, R. 2001a. "Seasonality in ENSO related precipitation, river discharges, soil moisture and vegetations index (NDVI) in Colombia". *Water Resour. Res.*, 37: 2169–2178.

Poveda, G., Rave, C., and Mantilla, R. 2001b. "Tendencias en la distribución de probabilidades de lluvias y caudales en Antioquia". *Meteorología Colombiana*, 3: 53–60.

Puerta, O. y Carvajal, Y. 2008. "Incidencia de El Niño-Oscilacion del Sur en la precipitación y la temperatura del aire en Colombia, utilizando el Climate Explorer". *Ingeniería y Desarrollo*, 23: 104-118.

Ramírez, V. and Jaramillo, A. 2009. "Relación entre el Índice Oceánico de El Niño y la lluvia en la región andina central de Colombia". *Cenicafé*, 60: 161–172.

REDAGRES, Red Iberoamericana de Agroecología Para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático. 2013. *Hacia una metodología para la identificación, diagnóstico y sistematización de sistemas agrícolas resilientes a eventos climáticos extremos*.

Reid, P., Vogel, C. 2006. "Living and responding to multiple stressors in South Africa-Glimpses from KwaZulu-Natal". *Global Environmental Change*, 16 (2): 195–206.

Romero, Hugo, Claudio Fuentes y Pamela Smith. 2010. "Ecología política de los riesgos naturales y de la contaminación ambiental en Santiago de Chile: necesidad de justicia ambiental". *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 52: 14- 33.

Romero, H., Fuentes C. y P. Smith. 2011. "La geografía de los riesgos "naturales" y el terremoto de Chile del 27 de febrero de 2010". Bocco, G., Urjijo, P. y A. Vieira. *Geografía y ambiente en América Latina*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental e Instituto Nacional de Ecología. 251-282.

Romero, R. 2015. "Fenómenos climáticos y su relevancia para el cambio climático regional futuro". Gay, C. y Rueda, J. Reporte mexicano de cambio climático, volumen I. UNAM: 261-293.

Romo, A. 2012. *Impactos económicos de cambio climático en el rendimiento del aguacate en Michoacán*. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Rubenstein, M. J. y S. R. Bacon. 1983. "The nature of cultural geography". Rubenstein, M. J. y S. R. Bacon. *The Cultural Landscape: An Introduction to Human Geography*. Prentice Hall. EEUU: 3-29.

Rubí, M., Franco, A., Rebollar, S., Bobadilla, E., Martínez, I., Siles Y. 2013. "Situación actual del cultivo del aguacate (Persea americana Mill.) en el estado de México, México". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16: 93 – 101.

Rueda, A. 2013. *Tipificación, caracterización y evaluación socio-económica de los sistemas de producción existentes en las veredas de Cantarranas, Los Medios, La Esperanza y Santa Inés, del municipio de san Vicente de Chucurí, Santander*. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural. Pontificia Universidad Javeriana.

Ruiz, A. y Pabón, D. 2013. "Efecto de los fenómenos de El Niño y La Niña en la precipitación y su impacto en la producción agrícola del departamento del Atlántico (Colombia)". *Cuadernos de Geografía. Revista colombiana de Geografía*. 22 (2): 35-54.

SAGARPA (2012). *Sistemas Agroforestales de México*. México.

Sauri, D. 2003. "Tendencias recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales". *AREAS, Revista de Ciencias Sociales*, 23: 17-30.

Sequera, P. 2009. *Análisis de la dependencia de variables climáticas a gran escala sobre la precipitación en Venezuela*. Maestría en estadística, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

Sistema Nacional de Estadísticas Agropecuarias - SEA. 2013. Base de datos consultada por internet.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SIAP-. 2015. *Atlas Agroalimentario*, primera edición. México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).[http:// www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx). Base de datos consultada por internet. 2014

Smit, B. y M. Skinner. 2002. "Adaptation options in agriculture to climate change: a typology". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7: 85–114.

Stea, D. 2003. "Environmental/Geographic Perception and Cognition". Geography 7371— Doctoral Seminar in Geo Distance Education Class. Disponible en: [http:// www.pdf4free.com](http://www.pdf4free.com).

Steinhoff, D. F., A. J. Monaghan, and M. P. Clark. 2014. "Projected impact of twenty-first century ENSO changes on rainfall over Central America and northwest South America from CMIP5 AOGCMs". *Climate Dynamics*, DOI 10.1007/s00382-014-2196-3.

Tarazona, J. y E. Castillo. 1999. "El Niño 1997-98 y su impacto sobre los ecosistemas marino y terrestre". *Rev. Peru. Biol.*, 186 - 198.

Thiebaut, V. 2001. "Evolución del paisaje aguacatero en Michoacán: procesos socioeconómicos y medioambientales". *Estudios sociales*. 13 (10): 235 – 254.

Toledo, V. 1995. "Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural", Cuadernos de Trabajo 3. Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales, pp. 1- 26.

Urteaga, E. 2012. "Los determinantes culturales de la percepción social del riesgo". *Argumentos de Razón Técnica*, 15: 39-53.

Unites States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria y Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (USDA APHIS, SENASICA SAGARPA). 2011. *Plan de trabajo para la exportación de aguacate Hass de México a los Estados Unidos de América*.

Viqueira, C. 1977. *Percepción y cultura: un enfoque ecológico*. México: INAH-Centro de Investigaciones Superiores-La Casa Chata.

Warnock G., J. 1974. *La filosofía de la percepción*. Fondo de Cultura Económica, México.

Wilby, R. y S. Dessai. 2010. "Robust adaptation to climate change". *Weather*, 65 (7): 180-185.

Wilches-Chaux, G. 2007. *¿Qu-ENOS pasa? Guía de LA RED para la gestión radical de riesgos asociados con el fenómeno ENOS*. Primera edición, Bogotá, DC.

Wisner, B, Blaikie, P., Terry, C. and Davis, I. 2004. *At Risk*. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters, Routledge, Nueva York.

Wisner, B., Gaillard J. y I. Kelman. 2013. *Disaster Risk*. Routledge handbook.

Zambrano, E. 1986. "El fenómeno de El Niño y la oscilación del Sur". *Acta Oceanográfica del Pacífico*. 3 (1): 195 – 203.

Chapter 3. An assessment of El Niño and La Niña impacts focused on monthly and seasonal rainfall and extreme dry/precipitation events in mountain regions of México and Colombia.

As It was presented in section 1.4.3, this chapter shows the requeriments from specific objective one. Using a statistic model, It is able to establish for two study cases that: i) there are impacts of El Niño and La Niña on monthly and seasonal precipitation patterns; ii) the highest number of extreme dry/precipitation events are reported in neutral episodes (or years); iii) there are different probabilities of above, below or normal seasonal precipitation under EL Niño, La Niña or Neutral episodes.

3.1 Introduction

El Niño and La Niña events have been studied exhaustively and they are associated with the interannual extreme rainfall variability, especially in the tropical and sub-tropical regions of the Pacific basin (Zambrano, 1986, Ropelewski and Halpert, 1987; Philander, 1990; Allan et al., 1996; Manson and Goddard, 2001; Dewitte et al., 2013). The events of La Niña are associated with unusual cold temperatures in the equatorial Pacific Ocean, while El Niño is characterized by unusual high temperatures in the same region. Both of them have an important impact on precipitation patterns, which can increase or decrease the occurrence of extreme dry/precipitation events and therefore, affect primary economic activities such as fisheries and agriculture (Coelho and Goddard, 2009; Lavado et al., 2013; Jozami et al., 2015).

In Colombia, El Niño events increase the occurrence of extreme dry events over most the country, but especially from January to July in regions like the Caribbean and the Andes (Baldión and Guzmán, 1994; Guzmán and Baldión, 1997; Montealgre y Pabón, 2000; Poveda, 2004; Puerta and Carvajal, 2008; Ruíz and Pabón, 2013). On the other hand, La Niña increases the occurrence of extreme precipitation events from July to December with significant impacts on the Caribbean, the Andean and Amazonas (Cadena et al., 2006; Hurtado and González, 2012). Studies at regional level by Ramirez and Jaramillo (2009) and Poveda et al., (2001, 2001b) have reported different precipitation aspects during ENSO in the central mountain range of the country, known as central Andes; those studies found a prominent influence of ENSO on rainfall (decrease during El Niño and increase during La Niña) for DJF and JJA which are historically considered as the dry seasons.

Mexico exhibits a monsoonal climate with a rainy season during the summer months and a relatively dry (Escobar et al., 2001; Magaña et.al., 2003; Pereyra et al., 2004). It has been demonstrated that El Niño events are related to intense droughts during spring and summer over the center and the south of the country, while Northern Mexico, the

Pacific coast and the peninsula of Yucatan are exposed to rainfall in winter (Conde et.al., 2000; Magaña et.al., 2003). In the central and northern zones the cold fronts increase in winter, whereas summer droughts and fewer hurricanes are seen in the Caribbean and the Gulf of Mexico (Magaña, 1998; Badán, 2003; Granados et al., 2011). So, droughts in summer and cold fronts in winters are the meteorological events best known related to El Niño episodes (Magaña et.al., 1998, 2003; Conde et.al., 1997). For La Niña events in central Mexico has been reported intense droughts during winters and the increase of precipitation during summers. Nonetheless, Magaña et al., (2003) argued that the impact of El Niño and La Niña events on winter rainfall is not always the same. They attributed this to a southward shift of the Inter Tropical Convergence Zone (ITZC), more intense trade winds, a decreased number of tropical cyclones over the Intra Americas Seas (IAS) and reduced relative humidity, that may result in several and different regional/local patterns in the inter-seasonal climate variability related to ENSO.

There are significant advances in studies concerning the precipitation effects associated with ENSO and its impacts on extreme precipitation/dry events at national level and on both the Pacific coastal regions and the key coffee and maize cultivation zones in Columbia and Mexico (Magaña, 1998; Poveda et al., 2001, 2001a; Cadena et al., 2006; Conde y Saldaña, 2007; Puerta and Carvajal, 2008; Ramirez y Jaramillo, 2009; Granados et al., 2011; Ruíz and Pabón, 2013). Still, little is known about the impact of El Niño and La Niña events at local level in mountain landscapes, which are regions with relevant crop production and exposed to several climate variability processes. In particular, there are no studies about the influence of El Niño and La Niña on local seasonal precipitation over the mountainous northeast region of Colombia, which is the most important cocoa production area in the country. Similarly, no investigations have been done in the Purépecha Plateau of Mexico, the most important production area for avocados for export in México.

For both countries, several authors have recommended to include studies at regional or local scale for a better understanding of the influence of ENSO on monthly and seasonal rainfall patterns with socio-economic planning purposes (Montealgre y Pabón, 2000; Poveda, 2004; Ruíz and Pabón, 2013; Cadena et al., 2006; Conde y Saldaña, 2007; Nuñez and Treviño, 2013). This represents a challenge because climate information at local level is not accurate due to the low density of available meteorological/climate stations. However, data of monthly and seasonal rainfall are the only available data at local level and its analyses are relevant for perennial crop planning.

The aim of this chapter is to analyze how El Niño and La Niña episodes might affect the monthly and seasonal precipitation. We compared increases and decreases of extreme dry/precipitation events during ENSO and Neutral episodes. Additionally, we studied the probability of occurrence of seasonal precipitation between El Niño, La Niña and Neutral

episodes. We consider that for mountain landscapes with important rural economies, this kind of climate information can be used for the development of strategies to improve crop production and resource management.

3.2. Methods

This chapter was based on available meteorological information. In the case of San Vicente, Colombia, the study was done with monthly precipitation data from fifteen meteorological stations at the IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia) for a period comprising 1970 to 2010. For Tancítaro, Mexico, the study was carried out with monthly precipitation data from the Servicio Meteorológico Nacional (Base de Datos Climatológica Nacional), which compiles the information of eight different meteorological stations around Tancítaro, for a period comprising 1952 to 2012.

The methodological approach included: i) the quality control of datasets, ii) the use of the ONI Index to classify the monthly accumulated precipitation by El Niño, La Niña or cold/warm Neutral events, iii) a statistical analysis to report the extreme dry/wet months by El Niño, La Niña or cold/warm Neutral events, and, iv) a GIS-based geostatistical analysis of rainfall by El Niño, La Niña or cold/warm Neutral events per season.

For the quality control of datasets, the monthly accumulated precipitation records were homogenized using double mass cumulative techniques and missing data were filled by linear regression among stations, showing middle inter-station cross correlations. We expected high variability in the data from some meteorological stations since some failures have been reported on several devices and also with the data collection in Colombian and México. For these reasons we accepted P_Value $\alpha=0.10/0.20$ and we rejected the records of some meteorological stations if they had at least 25% of missing data (Valdivia et al., 2013; Valdivia et al., 2010), these included data from two meteorological stations in Colombia and one in México.

The data distribution and the months and years with rainfall anomalies could be identify using the box plot analysis. The precipitation effects associated with El Niño, La Niña or Neutral episodes per month, were determined using the ONI index (Ramírez and Jaramillo, 2009; NOAA, 2013), we also compared the historical and monthly average values (Jozami et al., 2015).

The statistical analysis that reports the extreme dry/wet events was done using normalized differences and log transformation (Hamilton et al., 2012; Nuñez and Treviño, 2013), a comparison between the smaller number of El Niño-La Niña extreme

episodes to the number of Neutral extreme episodes. For each month (classified by ONI index in El Niño, La Niña or Neutral episode) the precipitation values below 10th percentile (p10 dry extremes) and the precipitation values exceeding 90th percentile (p90 wet extremes) were identified and compared.

The GIS-based geostatistical analysis was based on:

A- The seasonal classification for both places:

- i) December-January-February: first dry season of the year (Colombia)–Winter (Mexico).
- ii) March-April-May: first rainy season (Colombia)–Spring (Mexico).
- iii) June-July-August: second dry season (Colombia)–Summer (Mexico).
- iv) September-October-November: second rainy season (Colombia)-Autumn (Mexico).

B- A compound analysis by relative frequency (%) contingency tables per meteorological station was used to define the high/low probability of above, below or normal seasonal precipitation under El Niño, La Niña, cold/warm Neutral events. We used the ONI Index values to define cold/warm phases for Neutral episodes for years with a TSM anomaly $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{dep}} < +0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (which represent a relevant cold/warm condition) but not called El Niño or La Niña itself.

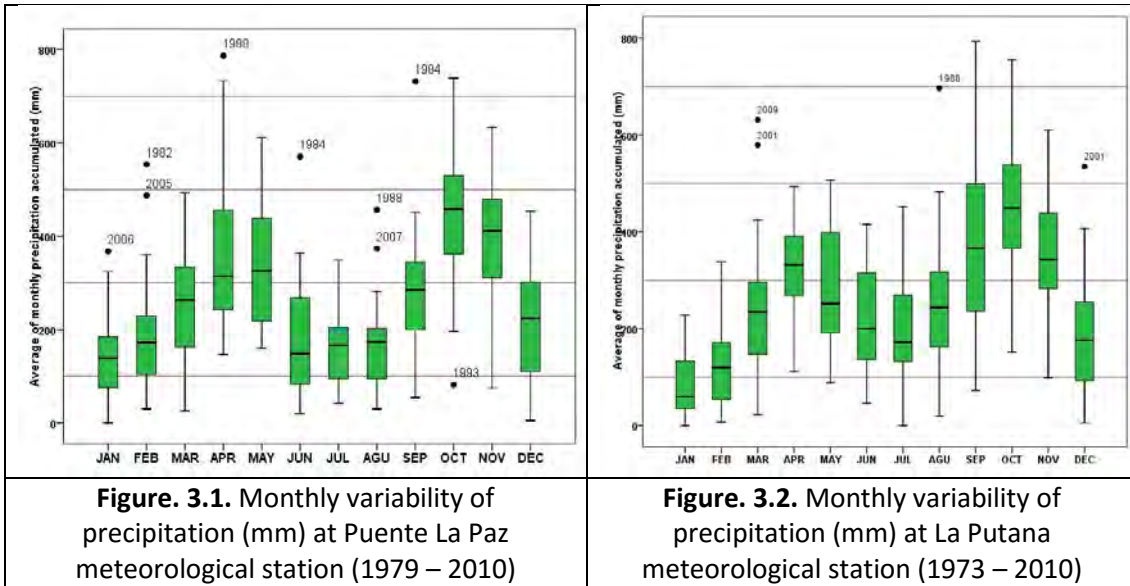
C- The selection of meteorological stations with Chi-squared (χ^2) test: $P\text{-Value } \alpha = 0.05/\alpha = 0.10/\alpha = 0.20$.

D- Frequency histograms and map development with inverse-distance-weighted interpolation.

3.3. Results

3.3.1 San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia

It was obtained fifteen Box-Plot diagrams that showed the record of the meteorological stations with a bimodal regime: two rainfall seasons between by two dry seasons. The highest rainfalls are in MAM and SON; and dry seasons are in DJF and JJA. Figures 3.1 and 3.2 show just two samples of the Box-Plot diagrams with the bimodal regime and the months and years with atypical precipitation records.



The ONI value analysis allows us to select El Niño events. From 1970 onwards fourteen El Niño events have occurred and six of them showed the highest ONI values related to dry events. The most significant impact on the local monthly precipitation occurred on September and October (Table 3.1). On other hand, from 1970 onwards there were fifteen events of La Niña and six of them indicated the highest ONI values related to increase of precipitation. In those years the highest recorded values occurred on August and October (Table 3.32).

Table 3.1. Comparison of the climatological monthly mean value vs. the precipitation value under El Niño episodes

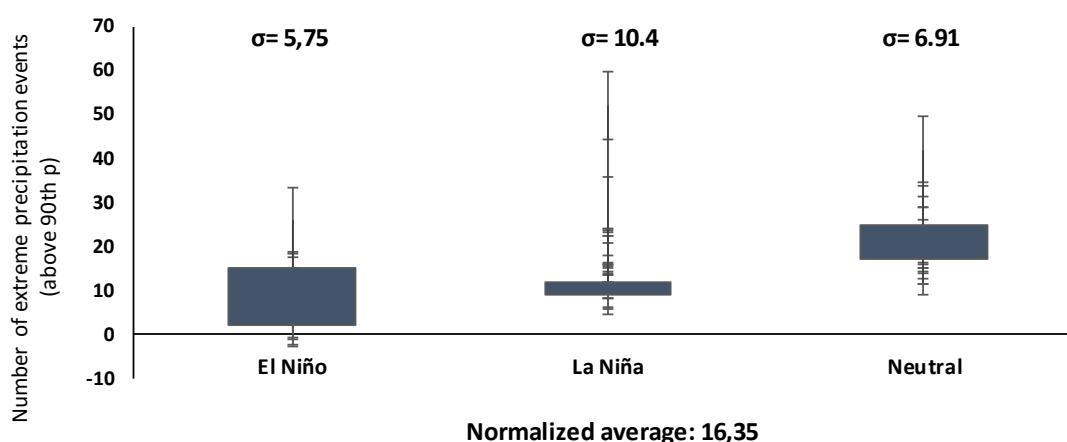
Meteorological station/month	Climatological monthly mean value	El Niño episode	ONI VALUE	Precipitation value under El Niño episode	St error of the mean
Lebrija, September	130 mm	September, 1972	1,6	65 mm	0,33
Zapatoca, October	75 mm	October, 1973	1,8	38 mm	0,19
Girón, September	90 mm	September, 1982	1,9	20 mm	0,35
Betulia, October	450 mm	October, 1991	1,4	80 mm	1,85
Lebrija, September	145 mm	September, 1997	2,1	70 mm	0,38
San Vicente de Chucurí, October	280 mm	October, 2009	1,1	40 mm	1,2

Table 3.2. Comparison of the climatological monthly mean value vs. the precipitation value under La Niña episodes

Meteorological station/month	Climatological monthly mean value	La Niña episode	ONI VALUE	Precipitation value under La Niña episode	St error of the mean
San Vicente de Chucurí, October	240 mm	October, 1970	-0,8	580 mm	1,7
Girón, November	170 mm	November, 1974	-0,9	710 mm	2,7
Zapaptoca, August	100 mm	August, 1998	-1.0	275 mm	0,88
Los Santos, August	28 mm	August, 1999	-1,1	115 mm	0,44
Lebrija, October	145 mm	October 2007	-1,5	325 mm	0,9
Betulia, October	420 mm	October 2011	-0,8	790 mm	1,85

To analyze the information by extreme dry/wet events, all monthly records were normalized and linked to El Niño, La Niña or Neutral episodes. Figure 3.3 shows that the highest occurrence of extreme precipitation events (above the 90th percentile) were registered during Neutral episodes. La Niña episodes, showed extreme precipitation events too but only in a few meteorological stations. The lowest occurrence of extreme precipitation events were during El Niño episodes. Checking the dataset, we found that months with more extreme precipitation events reported were August (on Neutral and La Niña episodes), October (on Neutral and La Niña episodes) and November (on Neutral and La Niña episodes). So, the extreme precipitation events during La Niña or Neutral episodes occurred mainly in August, October and November.

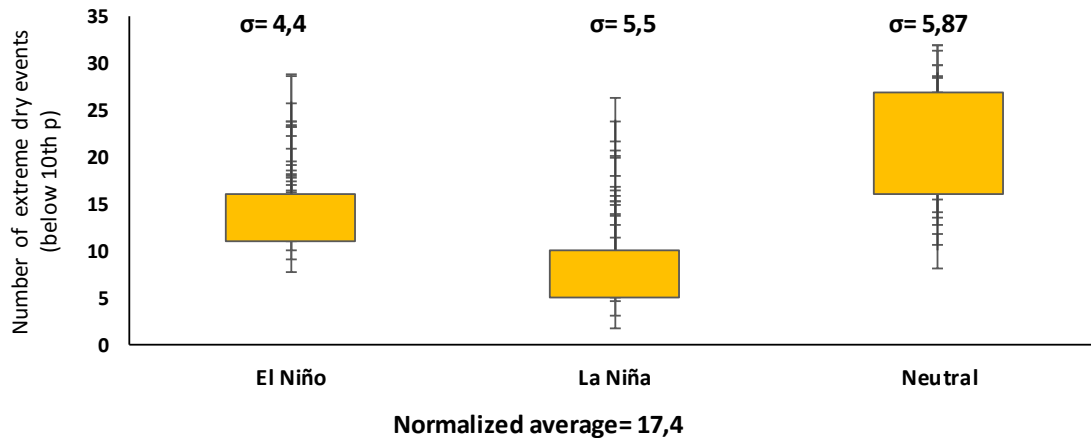
Figure. 3.3. Normalized data of extreme precipitation events (above the 90th percentile) recorded in all meteorological stations around San Vicente de Chucurí, Colombia. Source: IDEAM



The highest occurrence of extreme dry events (below the 10th percentile) were reported also in Neutral episodes, but with high dispersal data. Extreme dry events occurred less

frequently in El Niño and even less in La Niña episodes (Figure. 3.4). The months with more extreme dry events reported were September (on Neutral and El Niño episodes) and October (on Neutral and El Niño episodes). Therefore, the extreme dry events during El Niño or Neutral episodes occurred mainly in September and October.

Figure 3.4. Normalized data of extreme dry events (below the 10th percentile) recorded in all meteorological stations around San Vicente de Chucurí, Colombia. Source: IDEAM



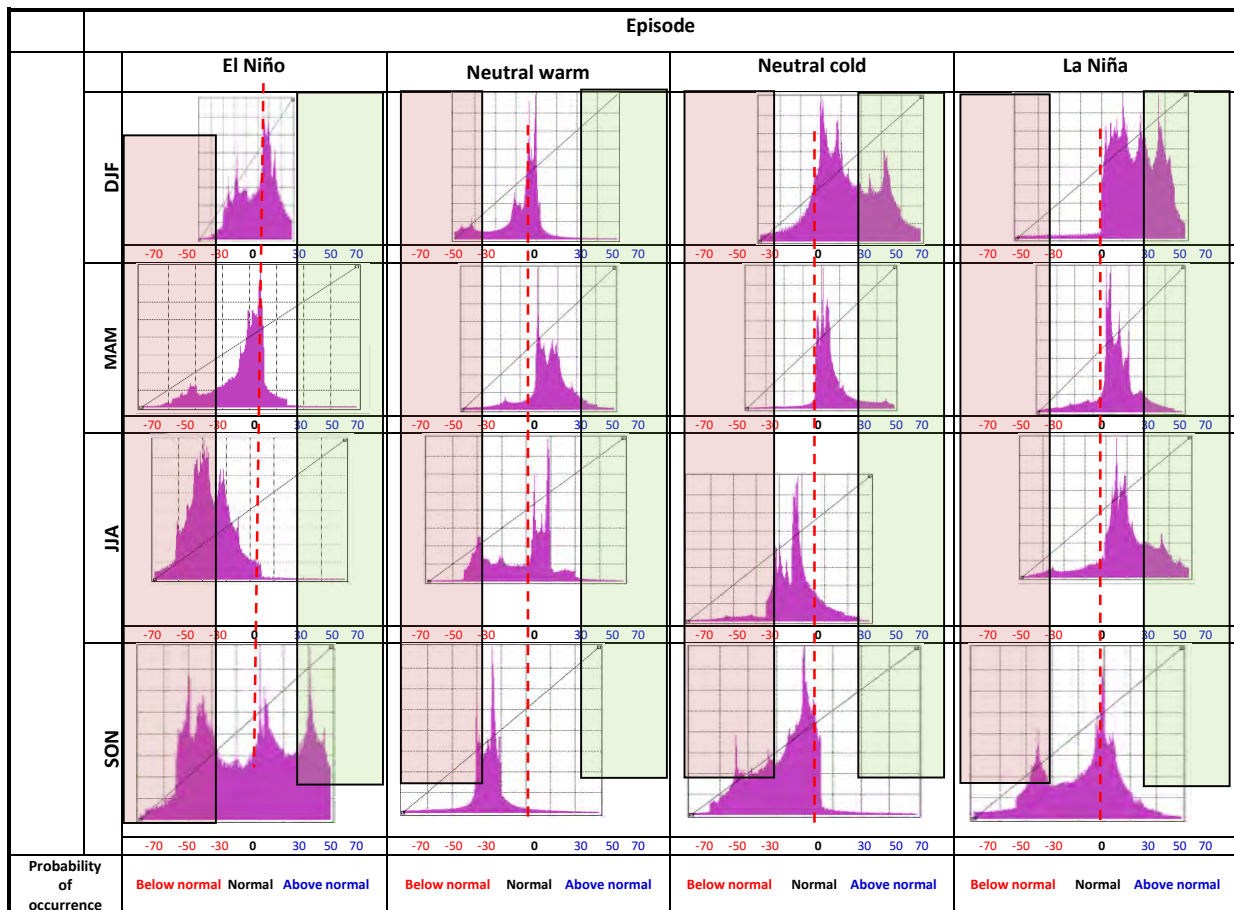
As mentioned before, the compound analysis gave us the possibility to establish the high/low probability of above, below or normal seasonal precipitation under El Niño, La Niña, cold/warm Neutral episodes. The GIS-based analysis of these probabilities was done by frequency histograms and maps and both interpretations showed the same result. In this manuscript the Colombian case is only represented by the frequency histograms.

Figure 3.5 shows the probabilities of occurrence of above-normal, normal, and below-normal seasonal precipitation during El Niño, La Niña and cold/warm Neutral episodes. The highest occurrence of the above-normal seasonal precipitation is in quarters DJF during La Niña and cold Neutral episodes (probabilities of 50% and 70%) and JJA, SON in La Niña episodes (probabilities of 50% and 70%). The highest occurrence of the below-normal seasonal precipitation is in JJA during El Niño (probabilities of 50% and 70%), followed by SON during El Niño (probabilities of 50% and 70%) and neutral cold episodes (probabilities of 30% and 50%). The quarter MAM has the highest occurrence of the normal seasonal precipitation during El Niño, La Niña or cold/warm Neutral episodes.

This GIS-based analysis of rainfall reported a middle statistical significance because ten meteorological stations had $\alpha = 0.10$ for quarters SON, DJF and JJA. The highest statistical significance was obtained for quarters DJF, JJA and MAM ($\alpha = 0.05$) just in four

meteorological stations. However, this geostatistical approach can be accepted to analyze historical records with at least 25% of missing data (Valdivia et al., 2013).

Figure 3.5. Histograms of probability of occurrence (%) of above-normal, normal, and below-normal seasonal precipitation during El Niño, La Niña and cold/warm Neutral episodes in Santander, Colombia. $\alpha=0.20$ (4 meteorological stations for MAM; 3 meteorological stations for SON). $\alpha=0.10$ (8 meteorological stations for MAM and 10 meteorological stations for SON, DJF, JJA). $\alpha=0.05$ (5 meteorological stations for DJF and JJA).



Baldión and Guzmán (1994) as well as Puerta and Carvajal (2008) reported above-normal seasonal precipitation only in rainy seasons during La Niña events for the Caribbean and Andean zones. But our findings show that local precipitation in the mountainous northeast region of Colombia can significantly increase during dry seasons (especially on DJF) in La Niña episodes, as well as during rainy seasons in Neutral or La Niña episodes.

For the Caribbean region some works (Guzmán and Baldión, 1997; Ruíz und Pabón, 2013) described an important decrease in precipitation for DJF and JJA during ENSO (mainly El Niño episodes). Our results also reported a high probability of occurrence of

below-normal precipitation in those dry seasons during El Niño episodes. However, we found the same signal of below-normal seasonal precipitation for Neutral episodes.

The above-normal precipitation rainfall in DJF during La Niña or cold Neutral episodes is especially critical for the emergency of diseases in the cocoa. The incidence of fungi such as *Monilia sp.* or *Phytophthora sp.* could increase and affect the most important harvest time of the year. The flowering cycles of the cocoa can also be affected by drought in JJA during El Niño events. If this information could be given to farmers and local institutions, they could develop strategies for fungi or crop management such as a frequent harvest of infected fruits or timely fumigations. The following table shows the negative impacts of extreme temperature events during El Niño, La Niña and neutral episodes for Cocoa harvest activities.

Table 3.3. Extreme temperature events and its impact on Cocoa harvest activities.

Kind of impact	El Niño episodes	La Niña episodes	Neutral episodes
Negative	Quarter: JJA Event: 70% of above normal temperature Impact: increase liberation and dispersal of <i>M. roeri</i> , <i>Phytophthora</i> and <i>C. pernicioso</i> spores.	Quarter: DJF. Event: 70% of below normal temperature Impact: decrease optimal photosynthesis for Cocoa fruit production.	Quarter: DJF Event: 70% of below normal temperature Impact: increase liberation and dispersal of <i>M. roeri</i> , <i>Phytophthora</i> and <i>C. pernicioso</i> spores.
	Quarter: SON Event: 70% of above normal temperature Impact: increase fruit damage	Quarter: JJA. Event: 50% of below normal temperature Impact: increase liberation and dispersal of <i>M. roeri</i> , <i>Phytophthora</i> and <i>C. pernicioso</i> spores.	Quarter: SON. Event: 70% of above normal temperature Impact: increase liberation and dispersal of <i>M. roeri</i> , <i>Phytophthora</i> and <i>C. pernicioso</i> spores.
		Quarter: SON. Event: 50% of below normal temperature. Impact: decrease optimal photosynthesis for Cocoa fruit production.	

3.3.2. Tancítaro, Michoacán, Mexico

All the Box-Plot diagrams showed a monomodal regime characterized by a rainy season between May and October and a dry season between November and April. Figures 3.6 and 3.7 show just two samples of the Box-Plot diagrams with the monomodal regime and the months and years with atypical precipitation records.

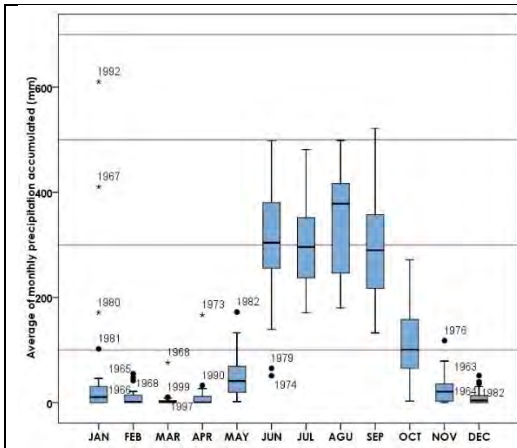


Figure 3.6. Monthly variability of precipitation (mm) at Uruapan meteorological station (1962 – 1999)

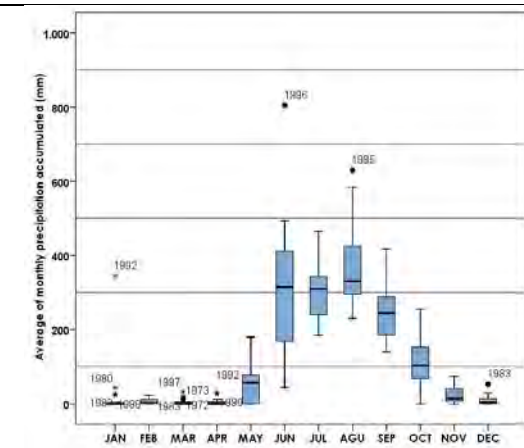


Figure 3.7. Monthly variability of precipitation (mm) at Peribán meteorological station (1969 – 1998)

Based on ONI Index we found precipitation increase by the strongest El Niño episodes during December, January and February, while May, Jun, July and August have been affected by a precipitation decrease (table 3.4). During the strongest La Niña episodes, rainfalls between December and February showed a decrease and rainfalls from May to July showed an increase (Table 3.5).

Table 3.4. Comparison of the climatological monthly mean value vs. the precipitation value under El Niño episodes

Meteorological station/month	Climatological monthly mean value	El Niño episode	ONI VALUE	Precipitation value under El Niño episode	St error of the mean
Los Chorros de Varal, May	87 mm	May, 1998	2,3	0 mm	0,44
Los Chorros, Jun	125 mm	May, 1992	1,8	25,8 mm	0,5
Charapendo, July	99 mm	July, 1972	1,9	11,5 mm	0,44
Tanaco, August	49 mm	August, 2010	1,7	9,5	0,24
Los Chorros, November	20 mm	November, 1977	1,6	127 mm	0,54
Paracuaro, December	4,6 mm	December, 1987	1,7	18 mm	0,07
Acahuato, January	19,5 mm	January, 2009	1,6	199 mm	0,9
Uruapan, January	46,8 mm	January, 1995	1,6	610 mm	2,82
Uruapan, February	9,9 mm	February, 1973	1,8	166,8 mm	0,78

Table 3.5. Comparison of the climatological monthly mean value vs. the precipitation value under La Niña episodes

Meteorological station/month	Climatological monthly mean value	La Niña episode	ONI VALUE	Precipitation value under La Niña episode	St error of the mean
Chorros de Varal, May	37,6 mm	May, 1988	-1,8	112,9 mm	0,38
Acahuato, May	23,5 mm	May, 2000	-1,6	103 mm	0,4
Paracuaro, June	170 mm	June, 1976	-1,9	509 mm	1,7
Charapendo, July	243 mm	July, 1985	-1,7	524 mm	1,41
Uruapan, August	221 mm	August, 1999	-1,5	484 mm	1,32
Uruapan, December	11,4 mm	December, 1999	-1,8	0 mm	0,06
Periban, January	21,7 mm	January, 1988	-1,7	0 mm	0,11
Acahuato, February	9,9 mm	February, 2011	-1,4	0 mm	0,05

The number of extreme dry/wet events recorded by monthly scale is shown in figure 3.8. The highest occurrence of extreme precipitation events (above the 90th percentile) were registered during in Neutral episodes, but the data series is highly dispersed. El Niño episodes had a fewer extreme precipitation events and La Niña had even less. Cheking all datasets, months with more extreme precipitation events reported were May and June on Neutral episodes and, December and February on El Niño episodes.

The highest occurrence of extreme dry events (below the 10th percentile) also were reported in Neutral episodes, but data dispersal is high (Figure. 3.9). Moreover the occurrence could change from one meteorological station to another depending on local conditions (such as orographical factors). The low dispersal data of La Niña events suggests that extreme dry events can affect the region and surroundings in a similar way. Months with more extreme dry events reported were January and February in Neutral episodes and May and June in La Niña ones.

Figure. 3.8. Normalized data of all extreme precipitation events (above the 90th percentile) in

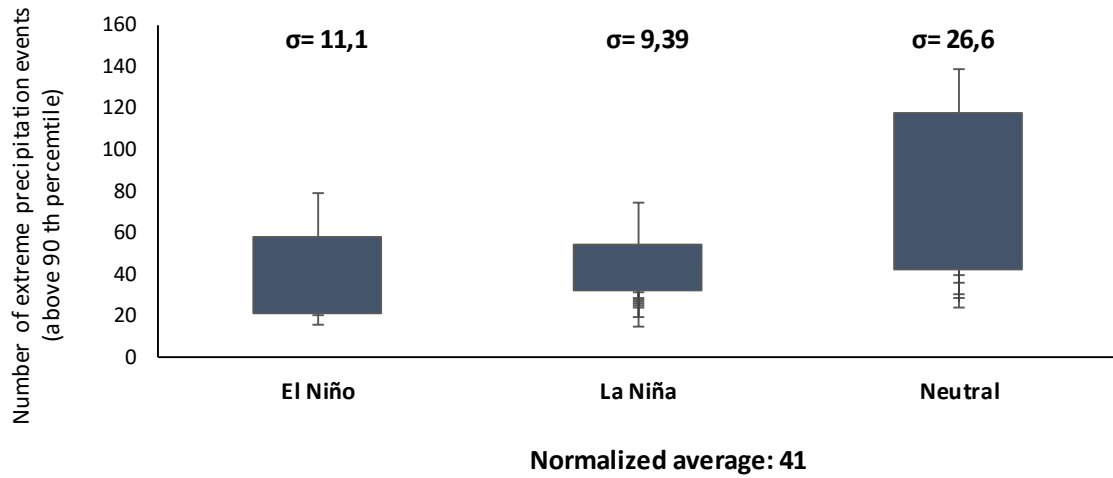
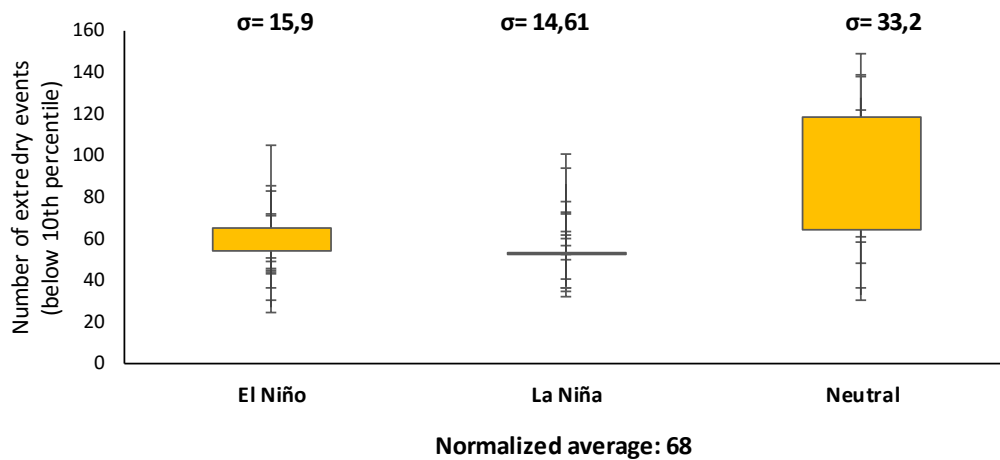


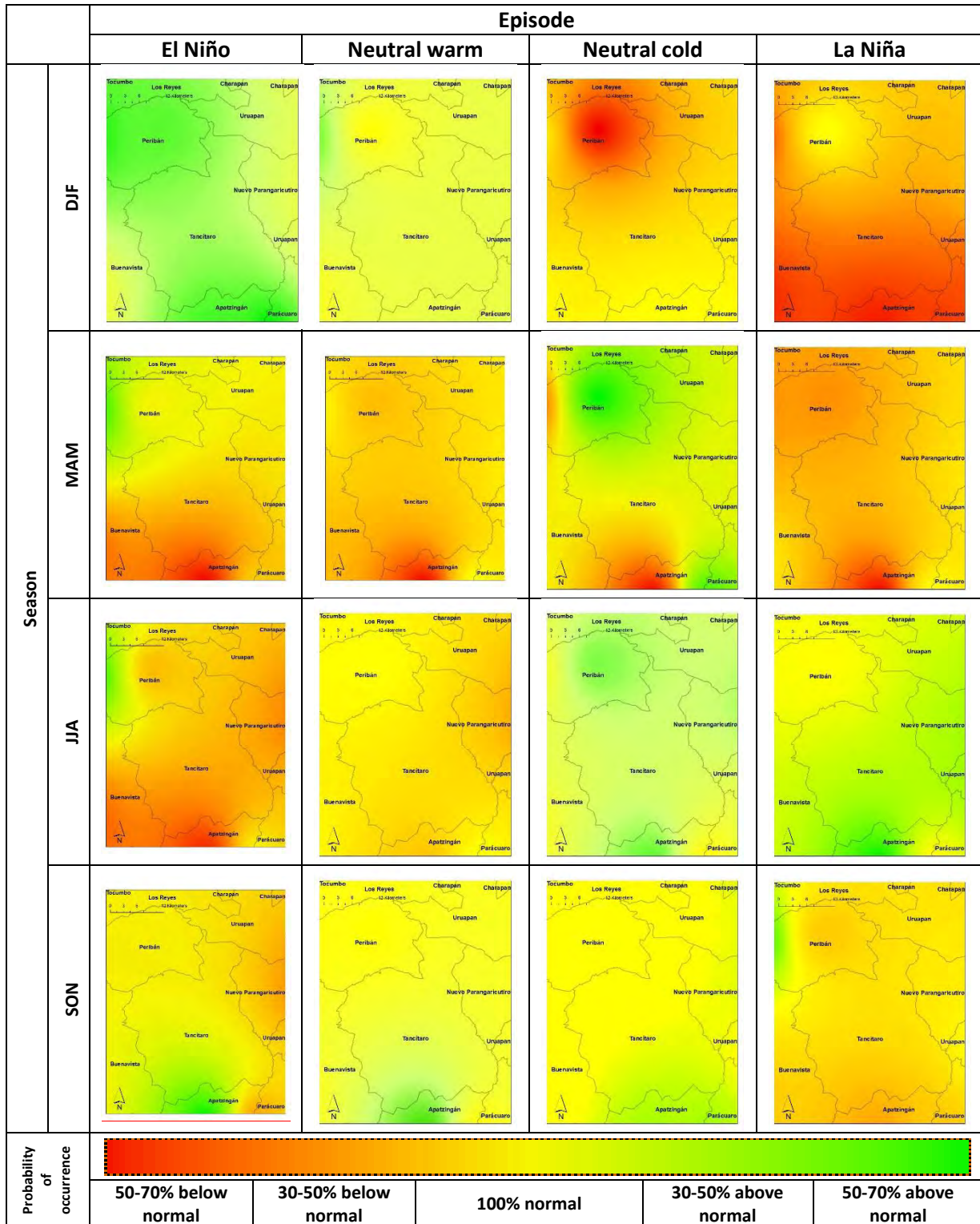
Fig. 3.9. Normalized data of all extreme dry events (above the 10th percentile) in Tancítaro, Michoacán, Mexico. Source: Base de Datos Climatológica Nacional, SMN



The GIS-based analysis of the high/low probability of above, below or normal seasonal precipitation under El Niño, La Niña, cold/warm Neutral episodes for Tancítaro will be presented through probability maps. The highest occurrence of the above-normal seasonal precipitation is in JJA during La Niña episodes (probabilities of 30% and 50%) and MAM during cold Neutral episodes (probabilities of 30% and 50%). During La Niña episodes the occurrence of the below-normal seasonal precipitation is in quarters DJF and MAM (probabilities of 30% and 50%). The highest occurrence of the normal seasonal precipitation is in quarters MAM during El Niño and warm Neutral, and SON during El Niño and La Niña episodes.

This GIS-based analysis of rainfall for Tancitaro reported a better statistical significance for quarters DJF and JJA because six meteorological stations had $\alpha = 0.05$, six meteorological stations had $\alpha = 0.10$ for quarter SON and five meteorological stations had $\alpha = 0.10$ for quarter MAM (figure 3.10).

Figure 3.10. Maps of probability of occurrence (%) of above-normal, normal, and below-normal seasonal precipitation in El Niño, La Niña and cold/warm Neutral episodes in Tancítaro, Mexico. $\alpha = 0.20$ (3 meteorological stations for MAM; 2 meteorological stations for SON). $\alpha = 0.10$ (5 meteorological stations for MAM, 6 meteorological stations for SON and 2 meteorological stations for DJF, JJA). $\alpha = 0.05$ (6 meteorological stations for DJF and JJA).



Several authors had reported an increase of precipitation during El Niño winters and La Niña summers, and a decrease of precipitation in El Niño springs and La Niña winters for Central and southern México, for the state of Baja California and for the City of Tabasco (Magaña, 1998; Mosiño and Morales, 1998; Reyes and Troncoso, 2001; Pereyra et.al., 2004). Our findings showed that the mountainous landscapes in the meseta Tarasca (Michoacán) follow this same signal in El Niño and La Niña episodes. However, we also found the occurrence of above-normal and below-normal seasonal precipitation for DJF and MAM in Neutral episodes.

The above-normal and the below-normal seasonal precipitation in quarter MAM during cold Neutral and La Niña episodes, respectively, are especially critical for the avocado production. These months are essential to complete the flowering cycle and particularly for a local flowering episode called “La Loca”, which is very important for farmers from lowlands in Tancítaro. With this information, the farmers can accomplish a timely crop irrigation and take actions against flower losses (there is local knowledge of several techniques). The following table shows the positives and negatives impacts of extreme temperature events during El Niño, La Niña and neutral episodes for Avocado harvest activities.

Table 3.6. Extreme temperature events and its impact on Avocado harvest activities.

Kind of impact	El Niño episodes	La Niña episodes	Neutral episodes
Positive	Quarter: DJF. Event: 60% of below normal temperature. Impact: inhibit <i>Thysanoptera</i> egg production.	Quarter: SON. Event: 50% of below normal temperature. Impact: inhibit <i>Thysanoptera</i> and <i>Heilipus lauri</i> egg production.	Quarter: SON. Event: 60% of below normal temperature. Impact: increase optimal photosynthesis process for Avocado fruit production.
	Quarter: MAM. Event: 70% of below normal temperature. Impact: inhibit <i>Thysanoptera</i> egg production.		
	Quarter: JJA. Event: 40% of above normal temperature. Impact: inhibit <i>Heilipus lauri</i> egg production and increase optimal photosynthesis for Avocado fruit production.		
Negative	Quarter: DJF. Event: 60% of below normal temperature. Impact: decrease optimal photosynthesis for Avocado fruit production.	None	Quarter: MAM, JJA and SON. Normal average of temperature could increase <i>Thysanoptera</i> and <i>Heilipus lauri</i> egg production.

3.3 Conclusions and perspectives

This chapter has shown the impacts of El Niño and La Niña episodes on local monthly and seasonal precipitation in both locations. The results are in agreement with other researches done at a national level and in different regions. However, our data adds new information concerning the occurrence of extreme dry/precipitation events and the probabilities of below-normal, above normal or normal seasonal rainfall in Neutral episodes.

We were able to recognize that in those mountainous regions, as mentioned Magaña et.al. (2003), that ENSO impact can be sometimes weaker than intra-annual seasonality due to the local orographic factors, the intensity of hurricanes and tropical cyclone over the Intra Americas Seas (IAS), cold fronts, trade winds and the southward shift of the ITZC. The hypothesis exposed in section 1.4.1 can be rejected because the results showed that ENSO events can impact rainfall precipitation patterns and, potentially, coincide with key phases into phenological cycles; however the occurrence of extreme dry/precipitation events is in Neutral periods, which means uncertainty into intra-seasonal cycle. This situation, especially in mountain landscapes, can be significant for crop management and phytosanitary-warnings.

Agricultural institutions and farmers can benefit from this scientific information to identify climate risks on farms. If all agricultural stakeholders could be convinced to work together they may develop a wide-range of anticipatory and reactive management strategies in response to economic losses due to climate.

Local information about climate data is important, however, as we have seen in this study there can be a middle statistical uncertainty due to technical failures and unreliable data collection at meteorological stations. To overcome these barriers we need more state-of-the art methodology and devices to provide additional and accurate local climate variability data. The study of precipitation effects associated with ENSO in mountain landscapes can be improved by analysis conducting within different elevation ranges like was presented by Pineda et.al. (2013).

For a suitable climate risk management (like phytosanitary warnings) it is also necessary to understand the perception of farmers on climate variability and climate risks, and also how they respond to the impact caused by local climatic conditions beyond ENSO perspectives.

This part of the thesis found that at local level there are changes in seasonal precipitation/dry patterns during ENSO events. Also, It was highlighting that extreme

dry/precipitation ENSO events can affect phenological or biological cycles, which could be a potential hazard to cocoa or avocado farming systems.

However, according to conceptual framework of this thesis It is necessary review from social perspective if this kind of ENSO impacts represent a real hazard to local farmers, if the increase or decrease of dry/wet extreme events really may affect the harvest develop and, if farmers recognizes other kind of local climate hazards.

References

Alexandersson, H. 1986. "A homogeneity test applied to precipitation data". *Journal of Climatology*, 6: 661-675.

Alfaro, E., Soley, J., and Enfield, D. 2003. *Uso de una Tabla de Contingencia para Aplicaciones Climáticas*.

Alfaro, E. and Soley, J. 2009. "Descripción de dos métodos de rellenado de datos ausentes en series de tiempo meteorológicas". *Revista de Matemática: teoría y aplicaciones*, 16: 60 – 75.

Allan, R., Lindsey, J., and Parker, D. 1996. *El Niño Southern Oscillation and climate variability*.

Badan, A. 2003. "The effects of El Niño in Mexico: A survey". *Geofísica Internacional*, 42: 567-571.

Baldion, J. and Guzman, O. 1994. "Condiciones climáticas en la zona cafetera en los años 1991, 1992 y 1993 y su influencia en las cosechas de café". *Cenicafe Avances Técnicos*: 1-8.

Cadena, M., Pabon, J.D., Devis, A., Malikov, I., Reyna, J., and Ortiz, J. 2006. "Relationship Between the 1997/1998 El Niño and 1999/2001 La Niña Events and Oil Palm Tree Production in Tumaco, Southwestern Colombia". *Advances in Geophysis*, 6: 195-199.

Coelho, C. and Goddard, L. 2009. "El Niño–Induced Tropical Droughts in Climate Change Projections". *Journal of Climate*, 22: 6456-6476.

Conde, C., Liverman, D., Flores, M., Ferrer, R., Araujo, R., Betancourt, E., Villareal, G. and Gay, C. 1997. "Vulnerability of rainfed maize crops in Mexico to climate change". *Climate Change*, 9: 17-34.

Conde, C. and Saldaña, S. 2007. "Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación". *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23: 23-30.

Dewitte, B., Bourrel, L., and Ambrizzi, T. 2013. Editorial, *Advances in Geosciences*, 33: 1.

Escobar, E., Bonilla, M., Badan, A., Caballero M., and Winckell, A. 2001. *Los Efectos del Fenómeno de El Niño en México, 1997-1998*.

Fallas, B. and Alfaro, E. 2012. "Uso de herramientas estadísticas para la predicción estacional del campo de precipitación en América Central como apoyo a los Foros Climáticos Regionales. 1: Análisis de tablas de contingencia". *Revista de Climatología*, 12: 61-79.

Granados, R., Aguilar, G., Díaz, G., and Medina, M. 2011. "Alteraciones de los indicadores agroclimáticos en años con presencia del fenómeno El Niño en la región centro-occidente de México". *Revista Geográfica de América Central*, 1-16.

Guzman, O. y Baldion, J. 1997. "El evento cálido del Pacífico en la zona cafetera Colombiana". *Cenicafe*, 48: 141-155.

Hamilton, E., Eade, R., Graham, R., Scaide, A., Smith, D., Maidens, A., and MacLachlan, C. 2012. "Forecasting the number of extreme daily events on seasonal timescales". *Journal of Geophysical Research*, 117, D03114, doi: 10.1029/2011JD016541.

Hurtado, G. and González, O. 2012. *Evaluación de la afectación territorial de los fenómenos El Niño/La Niña y análisis de la confiabilidad de la predicción climática basada en la presencia de un evento*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

Jozami, E., Constanzo, M. and Coronel, A. 2015. "Influencia de "El Niño-Oscilación Sur" sobre las precipitaciones en Paraná y Lucas González (Entre Ríos, Argentina)". *Revista de Climatología*, 15: 85-92.

Lavado, W., Felipe, O., Silvestre, E., and Bourrel, L. 2013. "ENSO impact on hydrology in Peru". *Advances in Geosciences*, 33: 33-39.

Magaña, V., Pérez, J., and Conde, C. 1998. "El fenómeno de El Niño y la Oscilación del sur (ENOS) y sus impactos". *Ciencias*, 14- 18.

Magaña, V. 1998. *Los impactos de El Niño en México*. Universidad Nacional Autónoma de México y Secretaría de Gobernación.

Magaña, V., Vázquez, J., Pérez, J. and Pérez, J. 2003. "Impact of El Niño on precipitation in México". *Geofísica Internacional*, 42: 313-330.

Manson, S. and Goddard, L. 2001. "Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO". *Bulletin of American Meteorological Society*, 82: 619-638.

Montealegre, J. 2009. *Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

- Montealegre, J. y D. Pabon. 2000. "La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña—Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia". *Meteorología Colombiana*, 2: 7-21.
- Mosiño, P. and Morales, T. 1998. "Los ciclones tropicales, El Niño y las lluvias en Tacubaya, D.F." *Geofísica Internacional*, 27: 61–82.
- NOAA. 2013. *Cold and Warm Episodes by Season*. Climate Prediction Center. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml (last access January 2013).
- Nuñez, D. and Treviño, E. 2013. "Spatial interpolation of monthly mean precipitation in the Rio Bravo/Grande basin". *Tecnología y ciencias del agua*, 4: 185-193.
- Pereyra, D., Bando, U. and Natividad, M. 2004. "Influencia de La Niña y El Niño sobre la precipitación de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México". *Universidad y Ciencia*, 20: 33-38.
- Pineda, L., Ntgeka, V., Willems, P. 2013. "Rainfall variability related to sea surface temperature anomalies in a Pacific–Andean basin into Ecuador and Peru". *Advances in Geosciences*, 33: 53-62.
- Philander, S. G. 1990. *El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation*, 1st ed., Academic, San Diego, California.
- Poveda, G., Jaramillo, M., Gil, M., Quinceno, N., and Mantilla, R. 2001. "Seasonality in ENSO related precipitation, river discharges, soil moisture and vegetations index (NDVI) in Colombia". *Water Resources Research*, 37: 2169-2178.
- Poveda, G., Rave, C., and Mantilla, R. 2001a. "Tendencias en la distribución de probabilidades de lluvias y caudales en Antioquia". *Meteorología Colombiana*, 3: 53–60.
- Poveda, G. 2004. "La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna". *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 28: 201-222.
- Puerta, O. and Carvajal, Y. 2008. "Incidencia de El Niño-Oscilación del Sur en la precipitación y la temperatura del aire en Colombia, utilizando el Climate Explorer". *Ingeniería y Desarrollo*, 23: 104-118.
- Ramírez, V. and Jaramillo, A. 2009. "Relación entre el Índice Oceánico de El Niño y la lluvia en la región andina central de Colombia". *Cenicafé*, 60: 161-172.
- Reyes, S. and Troncoso, R. 2001. "El Niño Oscilación del Sur y los fenómenos hidrometeorológicos en Baja California: el evento de 1997/98". *Ciencia Pesquera*, 15: 89–96.

Ruiz, A. and Pabón, D. 2013. "Efecto de los fenómenos de El Niño y La Niña en la precipitación y su impacto en la producción agrícola del departamento del Atlántico (Colombia)". *Revista Colombiana de Geografía*, 22: 35-54.

Ropelewski, C. F. and Halpert, M. S. 1987. "Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with the El-Niño Southern Oscillation". *Mon. Weather Rev.*, 115: 1606–1626.

Valdivia, C., Seth, A., Gilles, J., García, M., Jiménez, E., Cusicanqui, J., Navia, F., and Yucra, E. 2010. "Adapting to Climate Change in Andean Ecosystems: Landscapes, Capitals, and Perceptions Shaping Rural Livelihood Strategies and Linking Knowledge Systems". *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, 100: 818–834.

Valdivia, C., Thibeault, J., Guilles, J., García, M., and Seth, A. 2013. "Climate trends and projections for the Andean Altiplano and strategies for adaptation". *Advances in Geosciences*, 33: 69-77.

Zambrano, E. 1986. "El fenómeno de El Niño y la oscilación del Sur". *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 3, 195–203.

Capítulo 4. Percepciones sobre las amenazas y riesgos hidrometeorológicos entre los productores de cacao y aguacate en San Vicente de Chucurí (Santander, Colombia) y Tancítaro (Michoacán, México)

El presente capítulo presenta los resultados del componente sobre la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas desde la perspectiva de los productores de cacao y aguacate. Metodológicamente se emplea un enfoque de análisis altitudinal para comparar la heterogeneidad de percepciones ante estos eventos. De la misma manera este capítulo muestra la ponderación entre riesgos climáticos y no climáticos que, desde el punto de vista de los productores, tienen impactos negativos y/o limitan el óptimo desarrollo de los sistemas de producción. Los contenidos de este capítulo corresponden a la recopilación de evidencia empírica sobre los conceptos variabilidad climática, percepciones y riesgos en sistemas de producción de paisajes de montaña planteados en el objetivo específico dos de la tesis.

4.1 Introducción

Los sistemas agrícolas, en general, están bien adaptados a las condiciones promedio normales del clima pero son susceptibles a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos (Smit y Skinner, 2002). Estadísticamente los eventos extremos pueden definirse a partir de los datos ubicados por encima o por debajo del percentil 90 y 10, respectivamente (Hamilton et.al, 2012). No obstante dependiendo de las condiciones de exposición y vulnerabilidad de un sistema, los extremos también pueden ser aquellos eventos hidrometeorológicos de frecuente recurrencia y de impacto concatenado que generan presiones y daños en los cultivos aun cuando no sean considerados como extremos estadísticos (Lavell, 2011).

Las amenazas hidrometeorológicas entendidas como la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo, son un factor externo al sistema que pueden exceder el nivel de ocurrencia normal de un evento hidrometeorológico y que pueden llegar a dañar a los sistemas de producción (Wisner, 2007; Reid et al., 2007; Ávila y Briones, 2014). En tanto que el riesgo es la probabilidad de pérdida y daños potenciales al cultivo en términos de: i) el aumento de incidencia de enfermedades y/o plagas, ii) los cambios y afectaciones a los ciclos fenológicos, y, iii) la disminución del rendimiento de los cultivos (Bryant et al. 2000; Altieri, 2004; Wall y Smit, 2005). De tal manera que los eventos hidrometeorológicos extremos pueden representar una amenaza a la actividad agrícola (dependiendo en dónde, del contexto de su ocurrencia y a quién afecta), y un riesgo, el cual depende de la probabilidad de pérdidas y daños al cultivo, de las percepciones y respuestas sociales frente a la amenaza y, de las medidas de prevención o manejo que

puedan ser o no implementadas (Douglas, 1997; Beck, 1998; Smit y Skinner, 2002; García, 2005; Briones, 2015).

Las investigaciones sobre las percepciones de los productores agrícolas frente a la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas y su probabilidad de daño han sido abordadas desde distintas disciplinas entre las que predominan la psicología social, la antropología, la geografía y la sociología. De manera muy específica se han documentado casos de comunidades agrícolas que utilizan su experiencia personal/colectiva y conocimientos tradicionales para detectar o predecir cambios en su clima local y así reducir el riesgo de pérdidas y daños en sus cultivos (Mertz et al., 2009; Tucker et al., 2010; Orlove et al., 2011; Osbahr et al., 2011; Ramos et al., 2011; Sánchez y Lazos, 2011; Gandure et al., 2013; Feola et al., 2015). Desde la perspectiva multiescala, la principal aportación desde la Geografía ha sido el enfoque de doble/múltiple exposición para el estudio de procesos de adaptación, vulnerabilidad, capacidad de respuesta e incluso resiliencia frente a la variabilidad y el cambio climático (O'Brien y Leichenko, 2000; Reid et al., 2007; Chuku y Okoye, 2009; Correa et al., 2011). Bajo esta aproximación se plantea que más allá de las amenazas hidrometeorológicas o climáticas, hay factores de orden económico, cultural, histórico, social y político que también implican riesgos complejos, altamente interconectados en el tiempo - el espacio y contextuales para cualquier sistema bajo estudio. Desde el debate de cambio climático, la doble o múltiple exposición analiza las presiones y respuestas de los sistemas frente a los riesgos climáticos y no climáticos (Sauri, 2003).

Si bien este enfoque ha profundizado rigurosamente en las interacciones multiescala y multinivel para el estudio de exposición a riesgos climáticos y no climáticos en lo local y regional, uno de los principales retos para la Geografía sigue siendo la aportación de elementos para el estudio de la percepción sobre amenazas hidrometeorológicas desde una perspectiva básica para la disciplina: las relaciones espaciales.

Partiendo de la premisa de la heterogeneidad ambiental en los paisajes de montaña, el presente capítulo introduce al uso de las relaciones espaciales, específicamente los gradientes altitudinales abruptos, para explorar y comprender cómo los productores agrícolas perciben las amenazas hidrometeorológicas y cómo ponderan los riesgos climáticos frente a otros riesgos de orden no climático. Si bien se considera la importancia de los contextos culturales y sociales en la percepción del clima, ampliamente documentada en la bibliografía (Sandoval et al., 2014), este trabajo se aproxima al tema exclusivamente desde la óptica de la variable altitudinal y de la heterogeneidad del paisaje de montaña para aportar evidencia empírica al análisis de las percepciones en contextos de variabilidad climática.

4.2 Métodos

Para capturar la diversidad de percepciones frente a la variabilidad climática altitudinal, el rango de altura en cada área de estudio fue segmentado en dos pisos altitudinales contrastantes.

Para el Sistema de Producción (SP) cacaotero en San Vicente de Chucurí, se definieron dos segmentos altitudinales siguiendo la clasificación de zonas de vida realizada por Quintero (2008) para el paisaje montañoso santandereano: la Zona Baja entre los 400 y 900 msnm que corresponde a la distribución del Bosque muy húmedo pre montano y montano bajo, y la Zona Alta entre los 900 y los 1,400 msnm en la que predomina el Bosque Húmedo Tropical. De acuerdo con (FEDECACAO, 2009) el rango óptimo para el cultivo de cacao se encuentra entre los 400 y 1,200 msnm, de manera que su actual distribución fuera de este segmento (especialmente en tierras de altura) se debe a la expansión del cultivo por la demanda para la producción de chocolate, además de la crisis cafetera que implicó una renovación de los sistemas de producción (Tobasura, 2005; Rueda 2013).

Para el SP aguacatero en Tancítaro (Michoacán), se establecieron los límites altitudinales a partir de la clasificación climática de Koeppen ajustada para Michoacán y de la tipificación cultural del gradiente altitudinal. Ello definió una Zona Baja ubicada entre los 1,440-y 2,000 msnm que abarca el clima cálido subhúmedo y templado subhúmedo y, una Zona Alta entre los 2,800-3,400 msnm que comprende los climas templado húmedo y semifrío húmedo.

La Zona Baja abarca el rango altitudinal óptimo para el desarrollo del cultivo de aguacate, y es reconocida localmente como el 'hábitat del aguacate' porque corresponde con las primeras plantaciones del cultivo establecidas en los años 70s (SIAP, 2015). Por su parte la Zona Alta corresponde a tierras de ocupación más reciente tras su pujante éxito económico (Peterson y Orden 2008; Morales, 2011).

La información sobre las percepciones sobre las principales amenazas hidrometeorológicas en cada segmento altitudinal fue recabada mediante visitas a huertos y fincas en donde se realizó una encuesta dirigida con un cuestionario a los propietarios o responsables del manejo de cada predio. La encuesta se estructuró en cinco secciones que previamente fueron explicadas en la sección 2.3.1 del presente manuscrito.

El tamaño de las muestras se determinó a partir de los datos de los censos aguacatero (Junta Local de Sanidad Vegetal de Tancítaro, 2014) y cacaotero (FEDECACAO, 2011). Teniendo como referencia el total de predios por cada segmento altitudinal, se

estableció un muestreo estratificado con un nivel de confiabilidad del 95% y un error del muestreo del 5%. El número de cuestionarios y visitas a predios se presenta en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Perfil del muestreo en campo.

Descriptor de la muestra	Sistema de Producción			
	Aguacate (Tancítaro)		Cacao (San Vicente)	
	Alta	Baja	Alta	Baja
Rango altitudinal (m.s.n.m)	2440 – 2800	1400 – 2000	900-1400	400-900
Predios en producción (#)	584**	723**	711*	602*
Predios visitados (#, %)	57 (9)	67 (9)	64 (9)	54 (9)
Encuestas aplicadas (#)	57	67	42	41
Encuestados por género (#):				
Hombres (#)	57	67	42	41
Mujeres (#)	0	0	0	0
Rango de edad (años)	34-80	34-80	28-75	28-75
Edad promedio (años, DS)	54 (48,5)	46 (39,8)	57 (54,3)	44 (36,6)
Tiempo promedio de residencia en la zona (años, DS)	38 (29,5)	30 (28,6)	41 (27,5)	34 (26,8)

Datos para el año 2013 () y 2014 (**)

Para el tratamiento de los datos inicialmente se trianguló la información obtenida durante la visita a predios y la encuesta. Posteriormente las respuestas de los cuestionarios se sistematizaron en el software SurveyPro®. Para el análisis de las respuestas se realizó una agrupación de las mismas por segmento altitudinal para calcular su frecuencia absoluta sobre el total de la muestra; también usaron tablas de contingencia y ponderaciones relativas de datos cualitativos para comparar las tendencias encontradas entre los gradientes altitudinales definidos.

4.3 Resultados

4.3.1 San Vicente de Chucurí, Santander

4.3.1.1. Percepciones sobre amenazas hidrometeorológicas

El primer abordaje a las percepciones sobre los eventos hidrometeorológicos extremos que afectan los cultivos, fue desde la óptica de la ocurrencia e impactos de los fenómenos ENOS en la zona de estudio.

De los 83 encuestados, el 92% (76 personas) afirmó haber oído hablar de los fenómenos de El Niño o La Niña, mientras que apenas el 8% (7 personas) no sabía o no respondió la pregunta. Al indagar sobre el impacto en los cultivos por estos eventos

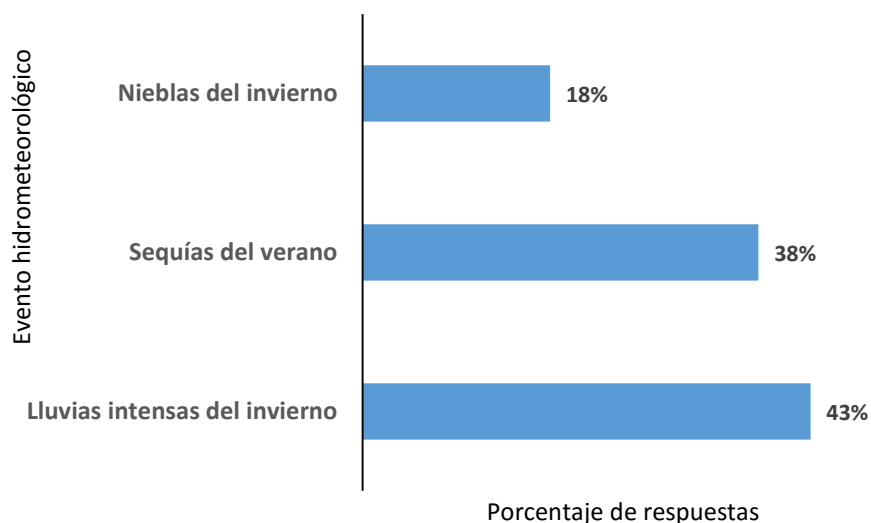
hidrometeorológicos, el 27% de los encuestados manifestó que si hay afectaciones cada vez que ocurre un fenómeno de El Niño o La Niña (sin precisar con detalle a qué tipo de afectación referían), mientras que el 65% aseguró no evidenciar cambios significativos en los cultivos durante o después de cualquier fenómeno hidrometeorológico asociado a un evento ENOS (tabla 4.2).

Tabla 4.2. Resultados sobre la encuesta con referencia a la información y conocimientos sobre eventos ENOS en San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia. Fuente: encuesta de percepción, 2013. Elaboración propia.

Tópico	Respuestas y observaciones	Porcentaje
¿Ha escuchado/sabe sobre el fenómeno de El Niño/La Niña?	Si	● 92%
	No sabe/No responde	○ 8%
¿Ha notado alguna afectación en sus cultivos durante o después de la ocurrencia de un evento El Niño/La Niña?	Si	◐ 27%
	No	● 65%
	No sabe/No responde	○ 8%

Al no encontrar referencias claras sobre los impactos de los eventos ENOS en los sistemas de producción de cacao, se procedió a consultar sobre las amenazas hidrometeorológicas locales a las que éstos se ven expuestos frecuentemente. De acuerdo con los 83 productores encuestados, las lluvias intensas del invierno (43%), las sequías del verano (38%) y las nieblas del invierno (18%) son los eventos hidrometeorológicos cuya ocurrencia periódica representa una amenaza al cultivo del cacao (figura 4.1).

Figura 4.1. Gráfica de las principales amenazas hidrometeorológicas identificadas por los productores de cacao en San Vicente de Chucurí, Santander. Fuente: encuesta de percepción, 2013.



Para establecer la relación entre la ocurrencia amenazas por cada segmento altitudinal se realizó el análisis de datos de la encuesta con tablas de contingencia y se encontró que, según la percepción de los productores, no hay una relación significativa entre la ocurrencia de estos eventos por segmento altitudinal ($X^2 > 1$) (tabla 4.3); sin embargo la distribución espacial del sistema de producción por variedad de cultivo (híbrido y clonado) si tiene una relación significativa con el gradiente altitudinal ($X^2 < 1$), pues tal como se mencionó en la 2.3.2.1, el cacao híbrido se encuentra entre los 550 y 1,200 msnm, mientras que el cacao clonado se da únicamente entre los 800 y 1,000 msnm (tabla y 4.4).

Tabla 4.3. Tabla de contingencia para la relación entre zona altitudinal y amenazas hidrometeorológicas percibidas por productores de cacao en San Vicente de Chucurí (Santander, Colombia). N=83. $X^2=1,19$ /error= $\pm 5\%$

Amenaza hidrometeorológica	Zona Alta	Zona Baja	Total	Porcentaje
Lluvias de invierno	26	14	40	43%
Sequías de verano	14	18	32	38%
Nieblas de invierno	2	9	11	18%
Total	42	41	83	100%

Tabla 4.4. Tabla de contingencia para la relación entre distribución altitudinal y el tipo de sistemas de producción de cacao en San Vicente de Chucurí (Santander, Colombia). N=83. $X^2=0,02$ /error= $\pm 5\%$

Sistema de producción	Zona Alta	Zona Baja	Total	Porcentaje
Cacao híbrido	39	0	39	50%
Cacao clonado	3	41	44	49%
Total	42	41	83	100%

Con referencia al comportamiento de la variabilidad climática, el 76% de la población encuestada coincidió en afirmar que las transformaciones más evidentes en el clima han sido el aumento de la precipitación, la temperatura y la humedad. Con referencia a lo anterior se realizó un análisis de las series temporales de datos climáticos (1970 – 2010) con los cuales se pudo establecer que el comportamiento de la media móvil para cada variable mencionada, revela una tendencia al aumento en los últimos diez años y por consiguiente, fue posible documentar con datos cuantitativos las percepciones locales sobre los cambios de las variables climatológicas a lo largo del tiempo (ver tendencia resaltada en las figuras 4.2 y 4.3).

Figura 4.2. Comportamiento estadístico de la media móvil para los valores de precipitación total en la estación Lebrija, aeropuerto Palo Negro. Fuente: IDEAM. Elaboración propia.

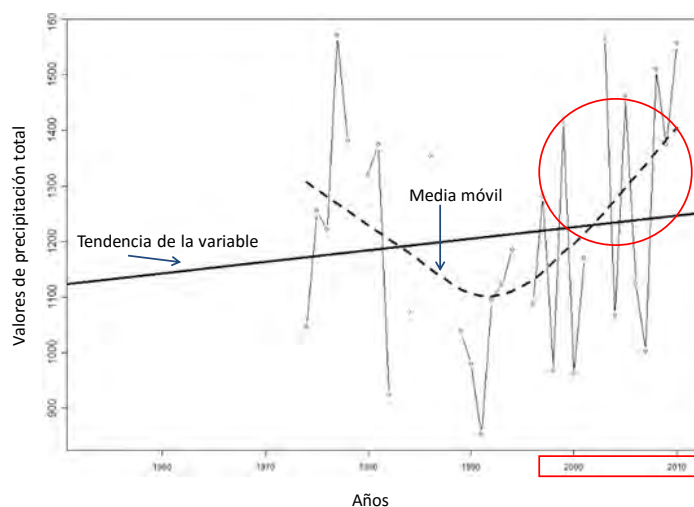
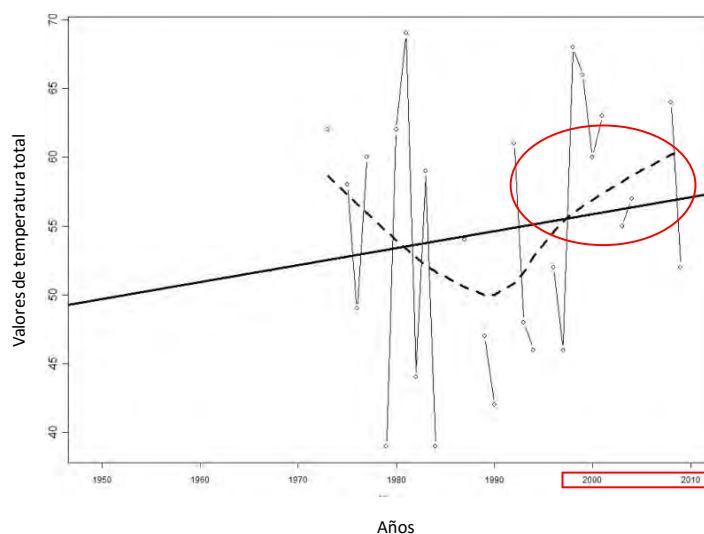


Figura 4.3. Comportamiento estadístico de la media móvil para los valores de temperatura en la estación San Vicente. Fuente: IDEAM. Elaboración propia.



Según los encuestados, la percepción negativa frente a estos cambios del clima (64%), es debida a la pérdida recurrente de las cosechas por las lluvias torrenciales, el aumento de fitopatógenos en los cultivos (*Monilia Moniliophthora roreri*, Escoba de bruja *Crinipellis pernicioso* y Fitóptora *Phytophthora palmivora*, principalmente), la disminución de la productividad del suelo, el incremento de enfermedades humanas (gripas, dengue y leishmaniasis) y el daño permanente en las vías de comunicación. Sin embargo el 36% de la población afirmó que estos cambios del clima han sido positivos porque han permitido cultivar más productos, “vivir en un clima más agradable” y no padecer de escasez de agua como en otros lugares de la región, del país y del mundo.

Tras analizar con tablas de contingencia la relación entre estas percepciones sobre la variación del clima con variables como la edad, el género e incluso, la localización altitudinal, no se encontró una correspondencia estadística significativa.

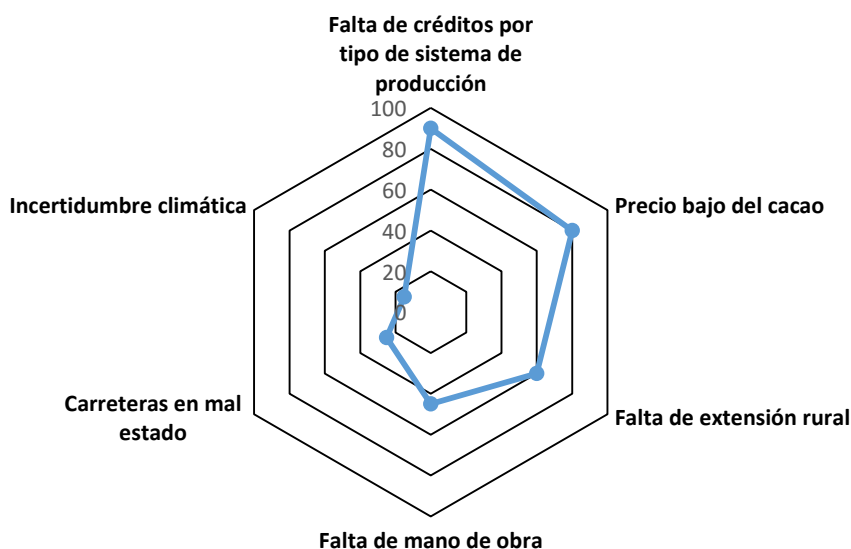
Conforme a lo anterior, es importante señalar que sí bien la gente ha percibido impactos negativos en los cultivos, en la salud, en la productividad y en la infraestructura vial que los relacionan con el clima extremo y variable, hay otros factores –además del climático– que generan estos contextos. Los factores culturales (como las malas prácticas de manejo agrícola), ecológicos (como la deforestación y el uso excesivo de agroquímicos) y políticos (la corrupción detrás de la adjudicación de contratos para obras civiles en el sector público-local), entre otros, hacen que la proliferación de fitopatógenos, la disminución de la productividad y el mal estado de las vías sean las problemáticas socioambientales que, por la ocurrencia e intensidad de las sequías y/o las “olas invernales”, se agudizan, se hacen más evidentes y son reconocidos por la población.

4.3.1.2. Percepciones sobre riesgos climáticos y no climáticos

Al preguntar si esas amenazas hidrometeorológicas identificadas por los productores representan un riesgo latente a la producción de cacao, se encontraron diferentes opiniones, ya que según los productores el clima no es el único factor que compromete la producción agrícola. A partir del piloto de la encuesta y del acompañamiento de técnicos agropecuarios locales en el desarrollo de la fase de campo, se pudo establecer cuáles son los factores que localmente –además del clima– contribuyen a una óptima producción y cuyas carencias o limitaciones representan un riesgo para los productores.

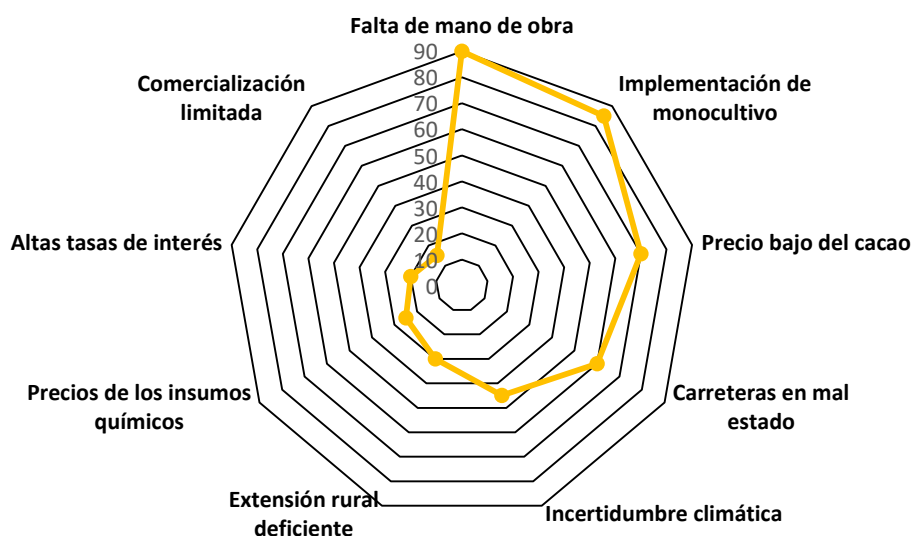
Los resultados de la encuesta realizada entre los productores de Zona Alta revelan que la falta de créditos por el tipo de sistema de producción (cacao híbrido y sus asociados), el precio bajo del cacao, la falta de extensión rural y la falta de mano de obra son los factores de mayor riesgo a la producción. El único elemento biofísico mencionado fue justamente la incertidumbre climática pero ésta ocupó el último lugar en la ponderación general de los factores de riesgo considerados por los productores en la Zona Alta (figura 4.4).

Figura 4.4. Gráfica con la ponderación de los factores de riesgo a la producción de cacao en la zona alta. Fuente: encuesta de percepción, 2013.



El análisis de la encuesta entre los productores de la Zona Baja mostró que la falta de mano de obra, la implementación del monocultivo de cacao, el precio bajo del cacao, las carreteras en mal estado y la incertidumbre climática son los factores que ponen en riesgo la producción de cacao (figura 4.5). A diferencia de los productores de la Zona Alta, en la Zona Baja se mencionaron otros factores de riesgo como la extensión rural deficiente, las altas tasas de interés en créditos al sector cacaotero y la comercialización limitada para el cacao clonado (únicamente a dos compañías nacionales con sede regional).

Figura 4.5. Gráfica con la ponderación de los factores de riesgo a la producción de cacao en la zona baja. Fuente: encuesta de percepción, 2013.



4.3.2 Tancítaro, Michoacán

4.3.2.1 Percepciones sobre la ocurrencia de amenazas climáticas

Al igual que el caso colombiano, la primera aproximación a las percepciones sobre los eventos hidrometeorológicos extremos que afectan los cultivos fue desde la óptica de la ocurrencia e impactos de los fenómenos ENOS.

De los 124 encuestados, el 77% (89 personas) afirmó haber escuchado hablar de los fenómenos de El Niño o La Niña, mientras que el 28% (33 personas) no sabía o no respondió a la pregunta. Sobre el impacto en los cultivos por estos eventos hidrometeorológicos, el 14% de los encuestados manifestó que si hay afectaciones cada vez que ocurre un fenómeno de El Niño o La Niña (sin precisar con detalle a qué tipo de afectación referían), mientras que el 56% aseveró que no ha notado afectaciones evidentes en los cultivos durante o después de la ocurrencia de un evento ENOS. El 30% restante de los encuestados no supo responder la pregunta sobre impactos y afectaciones a los cultivos por eventos ENOS.

Con referencia a los eventos hidrometeorológicos locales que si representan amenazas frecuentes al cultivo, el 98% de los 124 productores de aguacate encuestados (120) identificó la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos como las sequías meteorológicas (de acá en adelante, sequías), las heladas de invierno, las granizadas del verano, los frentes fríos y la canícula (figura 4.6). Tras el análisis de datos con tablas de

contingencia si se encontró, contrario al caso colombiano, una relación significativa entre la mención de la amenaza y la localización altitudinal del predio del productor (tabla 4.5)

Figura 4.6. Gráfica de las principales amenazas hidrometeorológicas identificadas por los productores de aguacate en Tancítaro, Michoacán. Fuente: encuesta de percepción, 2014.

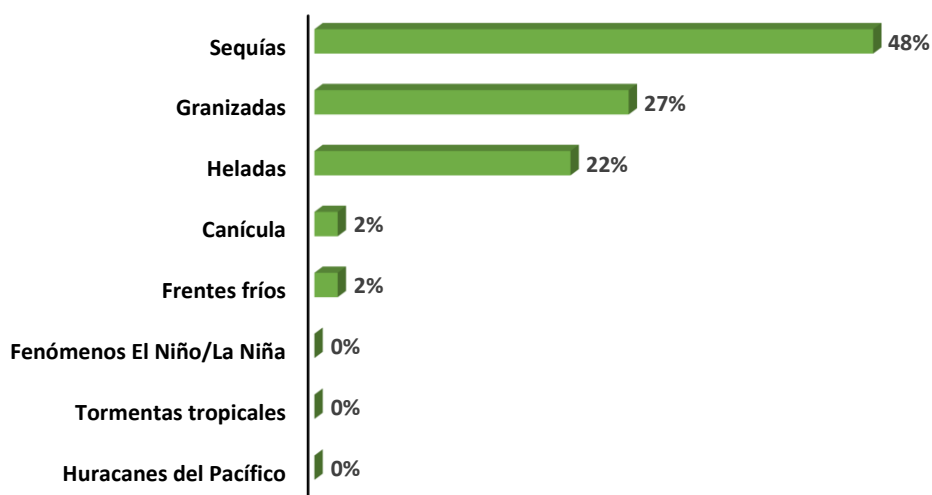


Tabla 4.5. Tabla de contingencia para la relación entre zona altitudinal y amenazas hidrometeorológicas percibidas por productores de aguacate en Tancitaro (Michoacán, México). N=124. $X^2=0,004$ /error= $\pm 5\%$

Amenaza hidrometeorológica	Zona Alta	Zona baja	Total	Porcentaje
Granizadas	32	0	32	27%
Heladas	23	0	23	22%
Sequías	0	60	60	48%
Ninguna/NS/NR	2	7	9	7%
Total	57	67	124	100%

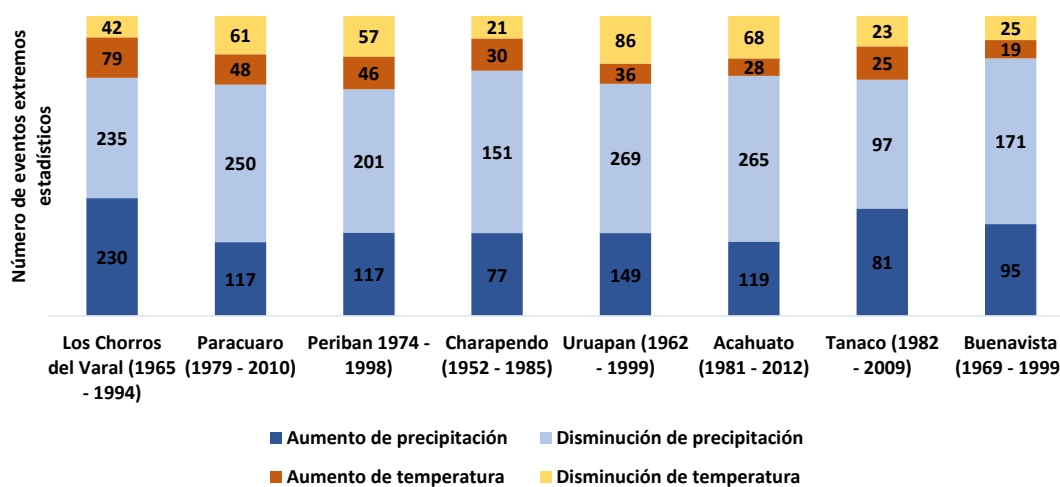
Específicamente para los productores cuyos huertos se localizan en la Zona Alta, la principal amenaza hidrometeorológica está asociada a las granizadas que suelen ocurrir en el inicio del verano (final de abril e inicio de mayo), ya que estos eventos derriban los frutos en desarrollo de los árboles y afectan negativamente la cosecha de julio-agosto-septiembre. Otra amenaza hidrometeorológica identificada por los productores de la Zona Alta corresponde a las heladas del invierno, las cuales ocurren generalmente entre los meses de enero y febrero en los huertos localizados en las planicies. Cuando la disminución de la temperatura en esta época del año es considerable, se interrumpe el proceso de fecundación, se queman los brotes vegetativos e incluso las raíces, llegando a secar totalmente el árbol de aguacate.

De acuerdo con su afectación al cultivo, los productores identifican tres tipos de heladas: la helada negra, las heladas fuertes y las heladas leves. La helada negra se asocia a la ocurrencia de nevadas en los Picos de Tancítaro y de Colima, durante las cuales hay una disminución de la temperatura ambiente por debajo del punto de congelación del agua y, el agua o vapor de aire se congela depositándose en el suelo en forma de hielo. Según los productores encuestados este tipo de heladas quemaron totalmente los árboles desde la raíz y devastan totalmente el cultivo; este tipo de heladas tenían una recurrencia de cada 5 o 6 años y la última ocurrió en el invierno de 1997-1998 (APEAM, 2013).

Durante las heladas fuertes no ocurre el proceso de fecundación y se secan los brotes vegetativos del árbol, mientras que durante las heladas leves se secan las florecencias más incipientes. Estos dos tipos de heladas llegan a afectar hasta el 40% de los árboles de un huerto y son de frecuencia más recurrente que la helada negra (es preciso aclarar que la cantidad y calidad de datos climatológicos no permite identificar con precisión la ocurrencia de estos eventos).

En cuanto a los cambios percibidos en el comportamiento del clima, el 95% los productores de la zona alta afirmaron que durante los últimos quince años se percibe un aumento de la temperatura y una disminución de la precipitación, lo cual se considera como un cambio positivo porque: i) las heladas negras y las granizadas no ocurren de manera recurrente; ii) se puede plantar aguacate en zonas más altas, y, iii) el clima es ligeramente más cálido y favorece el incremento de la producción en la tierra fría. La figura 4.7 muestra los datos climáticos normalizados de ocho estaciones climatológicas de la zona, los cuales evidencian que la mayor ocurrencia de eventos extremos estadísticos está relacionada, efectivamente, con el aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación.

Figura 4.7. Gráfica con el número de eventos extremos de precipitación y temperatura ocurridos en diversas estaciones climatológicas de la meseta Purépecha. Datos normalizados. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

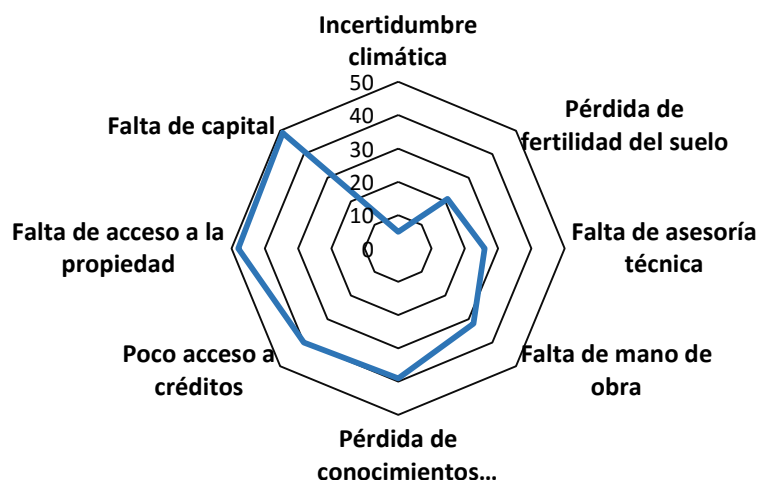


Por otro lado, las amenazas hidrometeorológicas identificadas por los productores de la Zona Baja están asociadas con las sequías del verano y la incertidumbre frente a la ocurrencia de la canícula. Si bien la percepción sobre el cambio en el comportamiento del clima es la misma en la tierra caliente y la tierra fría (aumento de la temperatura y disminución de la precipitación), los productores de la Zona Baja afirman que estos cambios son negativos porque: i) la incidencia de enfermedades y plagas en el cultivo ha venido en aumento; ii) no hay lluvia suficiente en el verano; iii) el ciclo de las cosechas ha cambiado, y, iv) el calor del verano no permite almacenar las cosechas, lo cual conlleva a la pérdida de las mismas.

4.3.2.2 Percepciones sobre riesgos climáticos y no climáticos

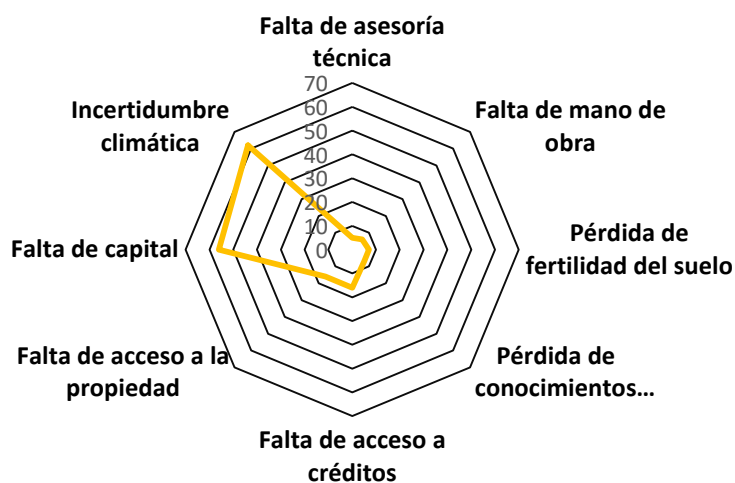
Al igual que el caso colombiano, se encontró que la incertidumbre climática no es el único factor que compromete la producción agrícola. Los resultados de la encuesta realizada entre los productores de la Zona Alta revelan que la falta de capital, la falta de acceso a la propiedad de la tierra y el poco acceso a créditos formales son los factores de mayor riesgo a la producción de aguacate. Por su parte elementos de orden biofísico como la pérdida de fertilidad del suelo y la variabilidad climática no representan un factor de riesgo significativo al cultivo de aguacate para los productores de la Zona Alta (Figura 4.8).

Figura 4.8. Gráfica con la ponderación de los factores de riesgo a la producción de aguacate en la zona alta. Fuente: encuesta de percepción, 2014.



Por otro lado, los resultados de la encuesta entre los productores de la Zona Baja evidencian que los riesgos a la producción están asociados a la incertidumbre climática, a la falta de capital y a la falta de acceso a la propiedad de la tierra. La falta de acceso a créditos y las asesorías técnicas no se consideran como factores de riesgo relevantes al cultivo de aguacate (figura 4.9).

Figura 4.9. Gráfica con la ponderación de los factores de riesgo a la producción de aguacate en la zona baja. Fuente: encuesta de percepción, 2014.



4.4 Discusión

La tabla que se presenta continuación sintetiza de manera comparativa los resultados de cada zona de estudio y que serán discutidos en esta sección.

Tabla 4.6. Comparación de los principales resultados entre las zonas de estudio.

Zona de estudio	Tancítaro		San Vicente	
Zona altitudinal	Zona alta	Zona baja	Zona alta	Zona baja
Principales amenazas hidrometeorológicas	Granizadas y heladas	Sequías	Lluvias de invierno	
			Sequías del verano	
				Nieblas del invierno
Comportamiento del clima	Aumento de temperatura y disminución de la precipitación		Aumento de temperatura, precipitación y humedad relativa	
Percepción sobre el cambio en el comportamiento del clima	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
Factores de riesgo a la producción (en orden descendente, de mayor a menor relevancia según los productores)	Falta de capital	Incertidumbre climática	Falta de créditos por tipo de sistema de producción	Falta de mano de obra
	Falta de acceso a la propiedad	Falta de capital	Precio bajo del cacao	Implementación de monocultivo
	Poco acceso a créditos	Falta de acceso a la propiedad	Falta de extensión rural	Precio bajo del cacao
	Pérdida de conocimientos tradicionales	Poco acceso a créditos	Falta de mano de obra	Carreteras en mal estado
	Falta de mano de obra	Pérdida de conocimientos tradicionales	Carreteras en mal estado	Incertidumbre climática
	Falta de asesoría técnica	Pérdida de fertilidad en el suelo	Incertidumbre climática	Extensión rural deficiente
	Pérdida de fertilidad en el suelo	Falta de mano de obra		Altos precios de insumos químicos
	Incertidumbre climática			Altas tasas de interés crediticio
			Comercialización limitada	

Sobre la ocurrencia de eventos extremos estadísticos es oportuno mencionar que la información climatológica a nivel local permite establecer, de manera discreta, ciertos rangos y tendencias para las variables más comúnmente registradas (precipitación y temperatura). De esta forma, a través del análisis de los extremos estadísticos se pudo

corroborar que las percepciones sociales sobre las tendencias y cambios del clima en San Vicente y Tancítaro (aumento o disminución en la manifestación de la temperatura y de la precipitación con sus respectivas interpretaciones y expectativas) tienen una evidencia desde el punto de vista cuantitativo/estadístico. En contraste, el caso de Tancítaro exhibe que los eventos extremos horarios como las granizadas y heladas, que no tienen un registro cuantitativo puntual, representan (desde el punto de vista social) las principales amenazas al cultivo de aguacate.

En este orden de ideas, los eventos extremos que representan una amenaza a la producción de aguacate no son los mismos para todos los productores de aguacate en Tancítaro ya que la naturaleza de su ocurrencia y afectación varía según el rango altitudinal. Las heladas, granizadas y sequías como eventos hidrometeorológicos de frecuente recurrencia y de impacto concatenado que generan diversas presiones y daños al cultivo, representan de manera relativa aspectos negativos y positivos, riesgos y oportunidades para los diferentes agricultores del mismo sector productivo aguacatero.

Para los productores de la Zona Alta, la cada vez menos frecuente ocurrencia de heladas y granizadas (por el paulatino aumento de la temperatura) representa un aspecto positivo de la variabilidad climática, ya que ha traído oportunidades como el incremento del rendimiento en las huertos de altura, la expansión de la frontera agrícola en zonas seguras (como las laderas) y el almacenamiento de cosechas *in situ* en espera de mejores oportunidades de venta. Si bien las heladas y granizas son consideradas como amenazas entre la población (porque la zona de altura se encuentra expuesta a su ocurrencia y en consecuencia se presentan algunos daños a los cultivos) la percepción sobre el riesgo climático es muy baja con respecto a otros factores no climáticos que sí son percibidos como riesgos relevantes para la producción, como la disponibilidad de capital para acceder a las asesorías técnicas especializadas requeridas para cumplir los protocolos de exportación.

El análisis de esta percepción positiva frente a la variabilidad climática como un factor de bajo riesgo para la producción en la Zona Alta tiene dos aristas: la primera gira en torno a las mencionadas oportunidades que tienen los productores para ampliar las fronteras de cultivo en un clima óptimo que evita la incidencia de plagas y que permite un manejo adecuado para incrementar los rendimientos, entre otras situaciones. No obstante, la expansión del cultivo de aguacate en la zona limítrofe al Parque Nacional Pico de Tancítaro implica un gran impacto en términos de: i) la disminución de las superficies boscosas con sus respectivas afectaciones al sistema hidrológico (acuíferos subterráneos y aguas superficiales); ii) la contaminación de suelos y agua por el elevado e intenso uso de agroquímicos; iii) la pérdida de la biodiversidad específicamente, de insectos polinizadores y de poblaciones boscosas en estadios que permitan la

regeneración natural, y iv) la erosión de los suelos con deslaves y derrumbes en los cerros, entre otros.

Así mismo, al no señalar a la variabilidad climática como un riesgo a la producción y en el contexto de incentivo a la actividad agrícola por la derrama económica del cultivo, se propicia la continuidad de la especialización productiva con el aguacate, la cual es altamente dependiente de la importación de insumos agrícolas de alto costo y del comportamiento de los precios internacionales de exportación.

Por su parte la percepción negativa de la variabilidad climática relacionada con el aumento de la sequía en la Zona Baja, asociada al incremento en la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo, a la falta de agua y al incremento en la inversión para realizar un adecuado manejo, entre otros aspectos), coincide con la percepción de la variabilidad del clima como el factor de mayor riesgo a la producción de aguacate.

Para el caso de San Vicente en Colombia, si bien no se asoció la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos al rango altitudinal (a excepción de las nieblas de invierno en la zona baja), si se encontró una percepción diferencial sobre los aspectos positivos y negativos frente a los cambios del clima percibidos por los productores en los últimos 15 años. Pese a no encontrar una relación entre las percepciones y el rango altitudinal, se pudo identificar la opinión diferencial entre los aspectos positivos y negativos (retos y oportunidades) que representa el cambio del clima para los productores de cacao. No obstante, frente a la ponderación de riesgos climáticos y los no climáticos, si se encontró una diferenciación por rango altitudinal, ya que para los productores de la Zona Alta la incertidumbre climática es el factor de riesgo menos relevante para la producción de cacao, mientras que para los productores de la Zona Baja, la incertidumbre climática es el quinto factor de riesgo a la producción (entre nueve mencionados).

Si bien el riesgo hidrometeorológico es latente, considerado y asumido por los productores de la Zona Baja en los dos casos de estudio, este adquiere por el momento, una dimensión de “riesgo aceptable” (Soares y Murrillo, 2013) ya que las pérdidas agrícolas acontecidas se han mantenido en límites razonables para los productores de manera que el detrimento económico se asume pese a la informalidad para enfrentarlo (prestamos-créditos a través de las fertilizadoras locales y exención de pago de cuotas en la Junta Local de Sanidad Vegetal en el caso de Tancítaro) o a las desventajas de asumir otras opciones productivas que van en contravía a las políticas de desarrollo agrario (como el sistema agroforestal de cacao híbrido en el caso de San Vicente).

Para los dos casos de estudio, las respuestas de los productores de la Zona Baja y Zona Alta muestran un contraste que no sólo se explica por la localización altitudinal, sino por las necesidades sociales de cada lugar. Esto deja ver que los riesgos climáticos tienden a

ser menos ponderados en relación con aspectos socio-institucionales como la falta de créditos, el acceso a la propiedad, la falta de mano de obra y la adopción de un sistema de monocultivo, que entre otros, exponen la vulnerabilidad de los sistemas productivos perennes ante problemas estructurales como la falta de acceso a la propiedad de la tierra, así como a la necesidad de reforzar la construcción de capacidades, dado el desconocimiento generalizado de las instituciones de apoyo técnico, crediticio y de aseguramiento para sectores claves de las economías regionales y nacionales (ver capítulo 5).

4.5 Conclusiones

A partir de la comprensión de cuáles son y cómo se perciben las amenazas hidrometeorológicas desde la óptica espacial del gradiente altitudinal, los estudios de caso abonaron elementos empíricos para discutir y comprender la valoración que tienen los productores sobre sus oportunidades, necesidades y la identificación de vulnerabilidades sociales con respecto al clima y otras variables fundamentales para la producción.

Según la percepción diferencial sobre lo positivo y negativo del cambio en el comportamiento del clima, los estudios de caso muestran cómo, cuando la percepción es positiva, el riesgo por eventos hidrometeorológicos queda subsumido en un continuo de otros factores de riesgo no climáticos que representan problemáticas en el ámbito de la actividad agrícola como el acceso a la propiedad de la tierra, la falta de acceso a créditos formales y la falta de apoyo en seguros a la producción, entre otros, aún en sistemas de producción tan fortalecidos y rentables como los de cacao y café.

Como aporte a los debates de cambio climático, este trabajo revela que en paisajes de montaña, con gran heterogeneidad ambiental, la variabilidad del clima no necesariamente es percibida aún como la principal amenaza a las estrategias productivas por parte de los agricultores de un mismo gremio porque, por un lado, la agricultura ha enfrentado de manera permanente todo tipo de eventos hidrometeorológicos y por ello los productores tienen prácticas de manejo y gestión de riesgo que son eficientes para responder ante la variabilidad climática; y por otro lado, porque el campo afronta otro tipo de problemáticas económicas, sociales y políticas contextuales que representan un riesgo inmediato y temporalmente más tangible para los modos de vida rural.

En todo caso, el análisis de las percepciones sobre la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas y la ponderación de riesgos climáticos y no climáticos desde la perspectiva de los umbrales altitudinales, evidenció que el comportamiento del clima viene siendo un tema que cobra cada vez más relevancia, que se percibe de manera

diferencial, que representa riesgos pero también oportunidades para los productores y que su ponderación como riesgo es, por ahora, relativa. En la medida que los cambios ambientales, entre ellos el del clima, pongan en evidencia las vulnerabilidades sociales asociadas a los sistemas de producción perennes de los paisajes de montaña, en un futuro se podría comprometer la productividad de un sector fundamental para la economías regionales y nacionales como son las exportaciones de cacao y aguacate.

Para efectos prácticos, el conocimiento generado en este trabajo sobre las percepciones de la población frente a la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas y su probabilidad de daño, permite concluir que:

- i) Es necesario sistematizar los intereses, demandas y necesidades de los actores involucrados en la producción agrícola; para los casos analizados fue evidente que los intereses, demandas y necesidades de un mismo gremio productivo varían según la localización altitudinal de la actividad productiva (Zona Alta/Zona baja), el tipo de productor o el tipo de sistema de producción (cacao híbrido/cacao clonado). Sin embargo es preciso reconocer la influencia de otros factores de tipo económico y social que no fueron abordados en el presente estudio.
- ii) Se requiere explorar la toma de decisiones de los productores agrícolas en función del clima; en el capítulo cinco de esta tesis se explicará la amplia gama de conocimientos que permiten cierta autonomía en el manejo de los cultivos, los cuales encuentran limitaciones a la hora de enfrentar el clima desde el apoyo o asesoría institucional.
- iii) Es relevante sentar las bases para construir procesos de participación orientados a la adaptación local al cambio climático mediante prácticas de manejo basadas en los conocimientos y contextos locales específicos. No obstante, los retos para la construcción de estos procesos participativos de adaptación local son: i) conciliar los diversos tipos de conocimientos (con sus potenciales y limitaciones), interpretaciones (positivas y negativas), expectativas (riesgos u oportunidades) e intereses de los actores involucrados (ver capítulo 5) y, ii) disminuir los factores inductores de la vulnerabilidad social y ambiental (ver capítulo 6).

Con referencia a la hipótesis de trabajo mencionada en la sección 1.4.1., los dos estudios de caso evidenciaron que si bien los productores reconocen la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos de macro escala como los ENOS, éstos no representan un factor de riesgo significativo a la producción agrícola, pues son los eventos hidrometeorológicos extremos de meso escala (tipo heladas, granizadas, sequías y lluvias estacionales), cuya ocurrencia frecuente representa una amenaza para el pequeño productor.

La ponderación diferencial de la incertidumbre climática como factor de riesgo a la producción, demostró con evidencia empírica que un mismo gremio de productores tiene diferentes visiones y expectativas frente al comportamiento del clima y, que los contextos sociales y políticos que tienen incidencia en la producción agrícola (como estresores o factores de riesgo no climáticos) pueden representar riesgos más relevantes para los productores.

Referencias

Altieri, M. 2004. "Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture". *Frontiers in Ecology and Environment*, 2: 35–42.

APEAM. 2013. *Reporte meteorológico histórico para el municipio de Tancitaro*. Disponible en internet vía: <http://www.apeamclima.org/historica.php>.

Avila, B., y F. Briones. 2014. "Comunidades vulnerables ante amenazas identificadas: percepción del riesgo en Alvarado, Veracruz, México". Werner. J. (Comp.), *Cambio climático. Poder, discursos y prácticas*. DESCO. Lima, Perú.

Beck, U. 1998. *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Paidós, Barcelona.

Briones, F. 2015. "Saberes climáticos de los campesinos ch'oles de Chiapas". Hermesse, J., Servais, O., Schmitz, S., Tobar, A y M. Montes (Eds). *Ordenamiento territorial en la prevención de desastres*. Presse universitaire de Louvain (PUL), Louvain-la-Neuve, Bélgica.

Bryant C., B. Smit, M. Brklacich, T.R. Johnston, J. Smithers, Q. Chiotti, y B. Singh. 2000. "Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change". *Climatic Change*, 45: 181-201.

Burgos, A., Anaya, C. y I. Solorio. 2011. *Impacto ecológico del Cultivo de Aguacate a nivel regional y de parcela en el Estado de Michoacán: Definición de una Tipología de Productores*. Informe final a la Fundación Produce Michoacán (FPM) y la AALPAUM, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA/UNAM Campus Morelia). Morelia, Michoacán.

Correa, E., Ramírez, F. y H. Sanahuja. 2011. *Guía de reasentamiento para poblaciones en riesgo de desastre*. Banco Mundial.

Chávez, G., Tapia, L. Bravo, M., Saenz, J., Muñoz, H., Vidales, I., Larios, A., Rentería, J., Villaseñor, F., Sánchez, J., Alcántar, J. y M. Mendoza. 2012. *Impacto del cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate*. INIFAP-SAGARPA.

Chuku, C. y C. Okoye. 2009. "Increasing resilience and reducing vulnerability in subSaharan African agriculture: Strategies for risk coping and management". *African Journal of Agricultural Research*, 4 (13): 1524-1535.

- Douglas, M. 1987. "Les études de perception du risqué: un état de l'art". Fabiani J-L. y J. Theys, (Dir.). *La société vulnérable : évaluer et maîtriser les risques*. Presses de l'ENS, Paris.
- Feola, G., Lerner, A., Jain, M., Montefrio, M. y K. Nicholas. 2015. Researching farmer behaviour in climate change adaptation and sustainable agriculture: Lessons learned from five case studies. *Journal of Rural Studies*, 39: 74-84.
- Gandure, S., Walker, S. y J. Botha. 2013. "Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community". *Environmental development*, 5: 39-53.
- García, V. 2005. "El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos". *Desacatos*, 19: 11-24.
- Hamilton, E., Eade, R., Graham, R., Scaide, A., Smith, D., Maidens, A., y C. MacLachlan. 2012. "Forecasting the number of extreme daily events on seasonal timescales." *Journal of Geophysical Research*, 117, D03114, doi:10.1029/2011JD016541.
- INEGI. 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tancítaro, Michoacán de Ocampo*.
- Junta Local de Sanidad Vegetal del Municipio de Tancítaro. 2014. *Censo aguacatero*. Documento confidencial.
- Lavell, A. 2011. *Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Buscando las relaciones y diferencias: Una crítica y construcción conceptual y epistemológica*. La RED y FLACSO.
- Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A. y A. Diouf. 2009. "Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation in rural Sahel". *Environmental Management*, 43: 804-816.
- O'Brien, K. y R. Leichenko. 2000. "Double exposure: Assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization". *Global Environmental Change*, 10 (3): 221-232.
- Orlove, B., Roncoli, C., Kabugo, M. y A. Majugu. 2011. "Conocimiento climático indígena en el sur de Uganda: múltiples componentes de un sistema dinámico regional". Ulloa, A. (Ed.). *Perspectivas culturales del clima*. Universidad Nacional de Colombia. Perspectivas Ambientales. 183 - 222.
- Osbah, H., Dorward, P., Stern, R. y S. Cooper. 2011. "Supporting agricultural innovation in Uganda to respond to climate risk: linking climate change and variability with farmer perceptions". *Experimental Agriculture*, 47 (2): 293-316.
- Osbah, H., Twyman, C., Adger, W. N. y D. Thomas. 2010. "Evaluating successful livelihood adaptation to climate variability and change in southern Africa". *Ecology and Society*, 15 (2): 34-51.

- Ramos, C., Tenorio, A. y F. Muñoz. 2011. "Ciclos naturales, ciclos culturales: percepción y conocimientos tradicionales de los nasas frente al cambio climático en Toribio, Cauca, Colombia". Ulloa, A. (Ed). *Perspectivas culturales del clima*. Universidad Nacional de Colombia. Perspectivas Ambientales. 247 – 274.
- Reid, S., Smit, B., Caldwell, W. y S. Belliveau. 2007. "Vulnerability and adaptation to climate risks in Ontario agriculture". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12: 609–637.
- Sanchez, M. y E. Lazos. 2011. "Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas, Mexico". *Climatic change*, 107: 363-389.
- Saurí, D. 2003. "Tendencias recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales". *Areas: Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 23:17-30.
- Smit, B. y M. Skinner. 2002. "Adaptation options in agriculture to climate change: a typology". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7: 85–114.
- Sandoval, C., Soares, D. y T. Munguía. 2014. "Vulnerabilidad social y percepciones asociadas al cambio climático: Una aproximación desde la localidad de Ixil, Yucatán". *Sociedad y Ambiente*, 1 (5): 7-24.
- Soares, D. y D. Murillo. 2013. "Gestión de riesgo de desastres, género y cambio climático. Percepciones sociales en Yucatán, México". *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10 (72) 181-199.
- Thiebaut, V. 2001. "Evolución del paisaje aguacatero en Michoacán: procesos socioeconómicos y medioambientales". *Estudios sociales*, 13 (10): 235 – 254.
- Tucker, C., Eakin, H. y E. Castellanos. 2010. "Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico". *Global environmental Change*, 20: 23-32.
- Wall, E. y B Smit. 2005. "Climate Change Adaptation in Light of Sustainable Agriculture". *Journal of Sustainable Agriculture*, 27 (1): 113-123.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. y I. Davis. 2004. *At Risk*. Routledge, London.

Capítulo 5. Diferenciación altitudinal y respuestas de manejo agrícola ante amenazas hidrometeorológicas en paisajes de montaña en Colombia y México

Este último capítulo temático presenta los resultados obtenidos para el objetivo específico tres de la tesis. Siguiendo el mismo enfoque de análisis altitudinal del capítulo cuatro, a continuación se presenta el repertorio de prácticas de manejo realizadas por los productores de cacao y aguacate para enfrentar las amenazas hidrometeorológicas de escala local. También se exponen datos sobre el soporte institucional que reciben los productores para enfrentar las amenazas hidrometeorológicas en términos de acceso a la información, seguros y créditos los cuales, según la hipótesis de trabajo, les permite realizar eficazmente mitigación de riesgo en los cultivos.

5.1 Introducción

Los paisajes de montaña constituyen espacios geográficos de alta heterogeneidad ambiental que soportan todo tipo de actividades económicas extractivas mineras, madereras y agropecuarias (Montiel, 2003; Sánchez, 2013). En el continente Americano los paisajes de montaña ocupan poco más del 20% de la superficie y presentan una amplia variación en su extensión, geología y regímenes climáticos, así como una alta diversidad ecológica y cultural (Comisión Europea, 2013). Uno de sus rasgos característicos es la presencia de gradientes altitudinales abruptos con su correlato en rápidas transiciones espaciales en los parámetros climáticos. Las variaciones en la temperatura (1°C cada 100 m de altura), precipitación, humedad relativa y vientos, por ejemplo, pueden ocurrir en distancias cortas como resultado de cambios en la altitud sobre el nivel del mar; ello imprime a estos paisajes una alta variabilidad e incertidumbre micro-climática, además de gran diversidad biológica, social y cultural (Montiel, 2003).

Tanto en Colombia como en México los paisajes de montaña exhiben una larga tradición agrícola. Los cultivos frutícolas perennes como el café, los cítricos, el aguacate y el cacao (Baethgen, 2010) tienen una larga historia, y han sido manejados por un abanico de actores sociales que abarcan pueblos indígenas, comunidades rurales pobres, pequeños y medianos productores, e incluso grandes productores con unidades de producción en extensas superficies, quienes han sabido enfrentar los gradientes altitudinales y su heterogeneidad ambiental para apropiar y producir los paisajes agrícolas de montaña (Forero et.al., 2002).

Los paisajes de montaña presentan una marcada variabilidad climática, entendida esta como la gama de manifestaciones de las normas y promedios de los factores descriptores del clima (temperatura, precipitación, humedad relativa y radiación solar, entre otros), así como de los eventos extremos periódicos o anómalos que sobrepasan

los promedios (Hamilton et. al, 2012). La variabilidad climática, además de las manifestaciones meteorológicas de origen orográfico pueden combinarse con fenómenos de macro y meso escala como periodos de canícula, ciclones y tormentas tropicales, eventos ENOS y el moznón Suramericano, entre otros.

Las sinergias entre estos factores climáticos afectan los ritmos fenológicos de los cultivos así como los ciclos biológicos de plagas y enfermedades asociadas, lo cual impone retos adicionales para los manejadores directos. Ciertamente, la variabilidad del clima es una de las incertidumbres que las sociedades rurales han enfrentado mediante diversos procesos de aprendizaje, respuesta y adaptación para potenciar o mitigar los impactos en los sistemas de producción (Wall y Smit, 2005; Rogé et.al., 2016). De igual modo, los productores agrícolas en paisajes montañosos se enfrentan a la necesidad de una mayor comprensión, experiencia y capacidad de respuesta ante fenómenos meteorológicos para contar con una mejor gestión del riesgo agrícola (Bryant et al. 2000; Altieri, 2010).

El creciente interés en los efectos planetarios del cambio climático ha impulsado estudios sobre la adaptación agrícola, particularmente en sistemas de producción de ciclo corto de granos básicos como maíz, arroz, trigo, entre otros (Conde et.al., 2004). Estos estudios suelen apoyarse en aproximaciones multiescalares para analizar aspectos ecológicos, sociales, culturales, económicos y políticos del proceso de adaptación (Nelson et.al., 2007; Eakin y Bojorquez, 2008; Bryan et.al., 2009; Quinn et.al., 2011). No obstante, dentro de la Geografía el estudio de las respuestas ante los eventos meteorológicos ha dado menor atención al rol de las relaciones espaciales como una variable para el manejo agronómico en gradientes altitudinales abruptos.

Por ello, el objetivo de este capítulo es reconocer las prácticas de manejo agrícola en función de la diferenciación altitudinal y de su variabilidad climática inherente así como el soporte institucional recibido por los productores frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos en dos sistemas de producción perennes de alta relevancia económica como son el cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia y el aguacate (*Persea americana* Mill.) en México.

Para delimitar el problema de estudio, se revisaron los debates sobre las capacidades locales para generar respuestas ante la variabilidad climática y la adaptación de la agricultura al cambio climático en sistemas de producción enclavados en paisajes de montaña, así como las respuestas y mecanismos disponibles en las políticas públicas del sector agropecuario en los respectivos países.

Los resultados son discutidos en torno a la articulación de los recursos cognitivos, tecnológicos e institucionales implícitos al manejo de los sistemas de producción de paisajes de montaña para construir respuestas ante la variabilidad climática (Smit y

Skinner, 2002). Este trabajo constituye un aporte de evidencia empírica a: i) la comprensión de las prácticas de manejo agrícola desde la heterogeneidad altitudinal en paisajes de montaña, y ii) la revisión sobre el soporte institucional recibido por los pequeños productores insertos en mercados económicamente relevantes a nivel regional y nacional.

5.2 ¿Respuestas de manejo ante la variabilidad climática o adaptación al cambio climático? Un debate conceptual

La reciente relevancia de la adaptación de la agricultura al cambio climático ha impuesto un reto académico y disciplinario en lo concerniente a la definición de los objetos de estudio y sus métodos de análisis. Uno de los enfoques más comunes para el análisis de la adaptación en agricultura es el que aborda la adopción de tecnología e innovación por parte de los agricultores (Archer et.al., 2007; Barsky et.al., 2008; Backeberg, 2009; Baiphethi et.al., 2009). Igualmente aparece la investigación sobre la percepción y conocimiento de amenazas naturales y el manejo de riesgos (Bryant et al. 2000; Eakin, 2000; Grothmann y Reusswig, 2006; Barsky et.al., 2008; Eakin y Appendini, 2008; Tucker et.al., 2010; Sanchez y Lazos 2011; Gandure et.al., 2013) y los análisis adaptación, capacidad adaptativa, vulnerabilidad y resiliencia como campos de estudio de gran tradición (Smit et.al., 2002; Conde y Eakin 2003; Bradshaw et.al., 2004; Reid y Vogel, 2006; Fussel et.al., 2006; Nelson et.al., 2007; Thomas et.al., 2007; Eakin y Bojorquez, 2008; Bryan et.al., 2009; Valdivia et.al., 2010; Quinn et.al., 2011).

Desde la Geografía diversos autores han abordado la temática desde enfoques multiescala, multi-actor e interdisciplinarios y su principal aportación ha sido analizar los diversos factores históricos, económicos, ambientales, sociales y políticos que inciden en la adaptación local (O'Brien et.al., 2006; Solecki et.al., 2011; Coy, 2010; Montz y Tobin, 2011; Simon, 2012; Feola et.al. 2015; Lyle, 2015). Si bien es cierto que se recurre cada vez más a la comprensión transversal de las escalas y a la interrelación entre las condiciones biofísicas del terreno y los factores socioculturales como determinantes de la adaptación (Feola et.al. 2015), uno de los principales retos para la Geografía sigue siendo la aportación de elementos para el debate desde una perspectiva básica de la disciplina como las relaciones espaciales, y en particular, la heterogeneidad altitudinal de los paisajes de montaña. Así mismo se evidencia el uso indistinto y sin perspectiva espacial de conceptos como adaptación, respuestas para enfrentar *–coping o dealing with risk–*, variabilidad climática, cambio climático y eventos extremos, entre otros.

Bajo este contexto resulta fundamental mencionar que el concepto de cambio climático sigue siendo emergente y que por lo tanto sus planteamientos en torno a la adaptación como un proceso planificación a largo plazo (Fussel, 2007; Lyle, 2015), difieren de las realidades locales, especialmente en la pequeña agricultura latinoamericana. Teniendo

en cuenta que las respuestas ante la variabilidad climática –*coping, dealing with risk*- se caracterizan por ser proactivas (anticipatorias al evento hidrometeorológico), simultáneas (durante el evento), responsivas (reactivas al evento) y tácticas (de corto plazo) (Comisión Europea, 2013), es notorio que lo reseñado en la literatura como estrategias locales de adaptación al cambio climático, corresponden más a este tipo de acciones para enfrentar eventos hidrometeorológicos recurrentes o extremos que a un proceso de planificación de largo plazo como lo es la adaptación al cambio climático.

Siguiendo a Smit y Skinner (2002), las respuestas ante los eventos hidrometeorológicos extremos -que representan una amenaza a los sistemas de producción- se concretan en las prácticas de manejo agrícola y soporte institucional para los productores. El soporte institucional al sistema de producción es el mecanismo mediante el cual el productor puede, entre otras cosas, acceder tecnología y a los programas oficiales de financiamiento –seguros o créditos- para hacer frente a la incertidumbre climática en un nivel institucional (Quinn et.al., 2011). El manejo agrícola por su parte, abarca los saberes, prácticas y decisiones sobre el uso, desempeño y funcionamiento agronómico del sistema de producción agrícola con relación al comportamiento del clima (Smit y Skinner, 2002).

El marco conceptual señalado así como los vacíos disciplinares detectados sirven para plantear como hipótesis de trabajo que, a partir de la diferenciación altitudinal hay amenazas hidrometeorológicas específicas que son enfrentadas los productores, que tienen diversos impactos en el cultivo y que son mitigadas a través de prácticas de manejo puntuales. Igualmente se espera que el soporte institucional a través de la asistencia a siniestros agrícolas, es lo suficientemente diversificado como para abarcar el rango de amenazas derivadas de la variabilidad climática y contrarrestar sus efectos; con la subsecuente reducción de la vulnerabilidad de los productores, la población y los ritmos económicos regionales.

5.3 Métodos

La captura de información en campo fue llevada a cabo mediante la metodología descrita previamente en las secciones 2.3.1 y 4.2 de este manuscrito. El tratamiento de datos fue similar, con la diferencia que para este capítulo se usaron además de las tablas de contingencia, promedios y desviaciones estándar para comparar las tendencias encontradas entre los gradientes altitudinales definidos y las prácticas de manejo asociadas a cada sistema de producción.

5.4 Resultados

5.4.1. Sistema de producción cacotero (San Vicente de Chucurí, Colombia)

5.4.1.1 Diferenciación altitudinal de las prácticas de manejo

Como ya se había mencionado en la sección 4.3.1 las principales amenazas hidrometeorológicas identificadas por los 83 productores encuestados son las lluvias intensas del invierno (43%), las sequías del verano (38%) y las nieblas del invierno (18%), las cuales no tienen una relación significativa por segmento altitudinal

El 91% de los encuestados mencionó que uno de los mayores impactos de las lluvias intensas durante el invierno es el aumento de la incidencia de hongos como la Monilia (*Moniliophthora roreri*) y la Escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*) por el incremento de la humedad relativa (figura 5.1). La práctica de manejo más común ante estos eventos es la aplicación de pesticidas y el control cultural (tabla 5.1 y figura 5.2).

La ocurrencia de lluvias durante el trimestre febrero-marzo-abril coincide con la primera floración anual, de manera que cuando ocurren eventos extremos de precipitación hay una importante pérdida de cojines florales activos. Ante este tipo de precipitaciones estacionales, en el caso del cacao híbrido la única práctica de manejo es el mantenimiento del sistema agroforestal (tabla 5.1).

Con referencia a los impactos de la sequía meteorológica, el 100% de los productores de la Zona Alta mencionaron que las temperaturas extremas y la falta de precipitaciones durante algunos “veranos” no les afecta de manera significativa porque la presencia de los maderables y otras plantaciones frutales retiene humedad en el suelo, y, que al mediano plazo funcionan como sistema de regulación microclimática que mantiene en equilibrio el comportamiento de variables como la temperatura y la evaporación. No obstante para el 91% de los productores de la Zona Baja, la ocurrencia de sequías extremas durante algunos “veranos” reseca los árboles de cacao y la práctica de manejo implementada es el mantenimiento de malezas en el suelo y la interrupción de rondas fitosanitarias y de podas selectivas (tabla 5.1 y figura 5.1).

Figura 5.1. Frecuencia absoluta de las respuestas sobre los impactos de los eventos hidrometeorológicos extremos en el cultivo de cacao en San Vicente de Chucurí, Santander.

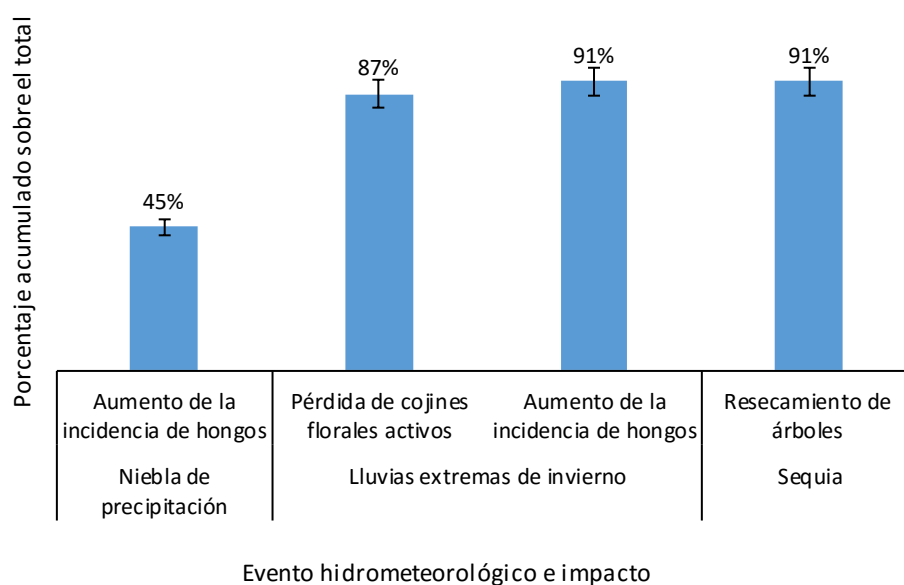
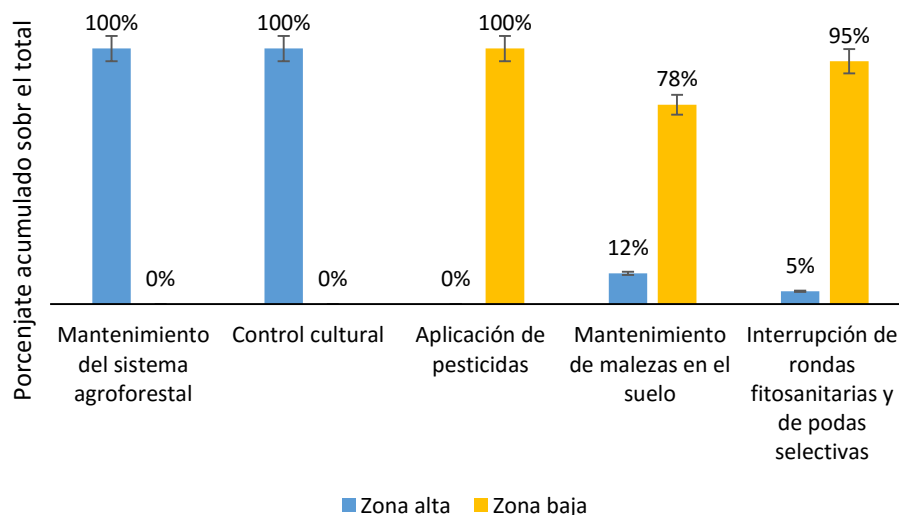


Tabla 5.1. Repertorio de efectos sobre el cultivo y prácticas agrícolas mencionadas por los productores de cacao en San Vicente de Chucurí en las diferentes zonas altitudinales. Fuente: elaboración propia.

Evento extremo	Efecto sobre el cultivo	Segmento altitudinal/práctica de manejo	
		Zona Alta (cacao híbrido)	Zona Baja (cacao clonado)
Lluvia extrema	Aumento de la incidencia de hongos (Monilia y Escoba de Bruja)	Mantenimiento del sistema agroforestal Control cultural	Aplicación de pesticidas
	Pérdida de cojines florales activos	Mantenimiento del sistema agroforestal	Ninguna
Niebla de precipitación	Aumento de la incidencia de hongos (Fitóptora)	No aplica	Ninguna
Sequia	Resecamiento de árboles	Mantenimiento del sistema agroforestal	Mantenimiento de malezas en el suelo
			Interrupción de rondas fitosanitarias y de podas selectivas

Figura 5.2. Frecuencia absoluta de respuestas sobre las prácticas de manejo ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos por zona altitudinal en San Vicente de Chucurí, Santander. N=83/ error=±5%. Fuente: elaboración propia.



5.4.1.2 Soporte institucional ante amenazas hidrometeorológicas

Al evaluar las respuestas por segmento altitudinal no se observó una relación entre el soporte institucional y rangos de altitud definidos. Si bien el 100% de los productores de cacao afirmaron tener acceso a la información meteorológica difundida por la televisión nacional, el 77% constató que estos datos no les son de utilidad porque presentan un pronóstico general y que no se ajusta a las condiciones del tiempo local.

En Colombia la institución encargada de brindar información meteorológica es el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia), la cual presenta pronósticos diarios a nivel regional pero a nivel local, no hay boletines disponibles sobre el estado del tiempo, a excepción de la ocurrencia de un evento ENOS (La Niña o El Niño), en cuyo caso se genera información regional disponible únicamente en línea y que en ningún caso es accesible a los productores. Por su parte los cacaoteros consideran que las instituciones encargadas de brindar los pronósticos y alertas meteorológicas locales son la Federación Nacional de Cafeteros, la Federación Nacional de Cacaoteros, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Parques Nacionales de Colombia a través de sus oficinas municipales, mismas que en su quehacer institucional no tienen la misión de generar información meteorológica.

En cuanto al acceso a recursos crediticios, se encontró que el 100% de los productores de la Zona Alta no cuentan con ningún tipo de apoyo bancario por el tipo de sistema de producción que poseen (cacao híbrido). Aun cuando la política agraria favorece el

otorgamiento de créditos a los productores de cacao clonado, apenas el 3% de éstos encuestados posee dicho apoyo económico. Finalmente en ningún caso, tanto de Zona Alta y Zona Baja, hay productores con acceso a seguros agropecuarios para siniestros climáticos.

Tabla 5.2 Respuestas y observaciones sobre el soporte institucional ante amenazas hidrometeorológicas en san Vicente de Chucurí, Santander. N= 83. Fuente: elaboración propia

Tópico	Respuestas y observaciones	Porcentaje
Acceso a los pronósticos nacionales	Si	● 100%
Uso de los pronósticos	No No brindan información local	● 77%
	No No sabe/No responde	● 23%
Acceso a medios de información	Televisión	● 100%
	Radio	● 100%
	Internet	○ 9%
Acceso a los boletines meteorológicos regionales	No	● 100%
Institución encargada de brindar información meteorológica	Federación de Cafeteros	● 46%
	FEDECACAO	● 36%
	ICA	○ 14%
	Parques Nacionales	○ 2%
Acceso a créditos	Si De Banco Agrario	○ 3%
	No	● 97%
Acceso a seguros para siniestros climáticos	No	● 100%
Institución encargada de brindar información sobre créditos y seguros	FEDECACAO	● 80%
	Banco Agrario	○ 14%
	No sabe/No responde	○ 3%

5.4.2 Sistema de producción aguacatero (Tancítaro, México)

5.4.2.1 Diferenciación altitudinal de las prácticas de manejo

Como ya se había mencionado en la sección 4.3.2., de los 124 productores de aguacate encuestados, el 98 % (120) reconoció la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos que representan una amenaza al cultivo, con claras diferencias de acuerdo a la zona altitudinal en la cual se ubican los huertos.

El 55 % de los productores localizados en la Zona Alta identificaron como la principal amenaza hidrometeorológica a los eventos de granizo que suelen ocurrir en el inicio del verano (final de abril e inicio de mayo). El 45 % restante identificó a los eventos de heladas invernales (enero y febrero). El impacto al cultivo por las granizadas más mencionado, fue el daño físico a los árboles pequeños; las heladas fueron asociadas a

un mayor número de efectos adversos como la caída de la principal floración del año y el congelamiento de las raíces (figura 5.3). El repertorio de prácticas de manejo locales ante amenazas hidrometeorológicas en la Zona Alta se integró por cinco acciones recurrentemente mencionadas por los encuestados como las quemas de aserrín alrededor de los árboles, la sujeción o atadura de árboles y la recolección de frutos inmaduros al inicio del temporal (tabla 5.3). El uso de tecnologías mecánicas para combatir granizadas como los cañones antigranizo y las hélices para combatir heladas, fue poco mencionado, dado que solamente están al alcance de los grandes productores debido al alto costo económico de estos dispositivos (figura 5.4).

En la Zona Baja, el 100 % de los productores encuestados (67) identificó a la sequía meteorológica como la principal amenaza al cultivo, la cual no se presenta como un evento estrictamente estacional. El 97% de encuestados identificó al encostramiento de la capa superficial del suelo como un indicador del fuerte estrés hídrico (figura 5.3).

Otro efecto de la sequía con alta frecuencia de mención entre los productores de la Zona Baja fue la temprana maduración de frutos (94 %). Un cantidad menor de productores (38%) reconocieron como efecto el aumento de insectos plaga como el gusano barrenador de ramas (*Copturus aguacate*) (figura 5.3), el cual a mayor temperatura tiene una mayor actividad reproductiva y aumenta la infestación en el cultivo. El repertorio de prácticas de manejo ante la sequía incluyó seis medidas (tabla 5.3). Mientras algunas son implementadas por todos los productores, como la remoción de las capas del suelo, la aplicación de plaguicidas y la venta de frutos, la adopción de otras prácticas como el riego por goteo, que depende más de las posibilidades económicas, son implementadas únicamente por los grandes productores (figura 5.4).

Tabla 5.3. Repertorio de efectos sobre el cultivo y prácticas agrícolas mencionadas por los productores de aguacate de Tancitaro en las diferentes zonas altitudinales. Fuente: elaboración propia.

Zona altitudinal	Evento	Efecto sobre el cultivo	Práctica de manejo	
			Pequeño productor (< 5 ha)	Gran productor (> 30 ha)
Alta	Granizada	Caída de frutos maduros	Recolección frutos inmaduros al inicio del <i>temporal</i>	Uso del cañón antigranizo
		Daño físico a árboles pequeños	Sujeción de árboles	
	Helada	Congelamiento de raíces	Quema de aserrín alrededor de los árboles	Uso de chimeneas de leña (<i>calentones</i>) o hélices
		Secamiento de brotes vegetativos		
		Caída de la principal floración del año		
		Secamiento de frutos pequeños		

Baja	Sequía meteorológica	Repentina maduración de frutos	Venta de frutos	
		Desecamiento del suelo	Remoción de capas del suelo	
			Almacenamiento de agua en piscinas para captación de agua pluvial: riego por sistema de mangueras	Almacenamiento de agua en ollas para captación de agua pluvial: riego por goteo directo al árbol
		Aumento de insectos plaga	Podas y quemas ramas	
			Aplicación de plaguicidas y pesticidas	

Figura 5.3. Frecuencia absoluta de las respuestas sobre los impactos de los eventos hidrometeorológicos extremos en el cultivo de aguacate en Tancítaro, Michoacán. N=124/error=±5%. Fuente: elaboración propia.

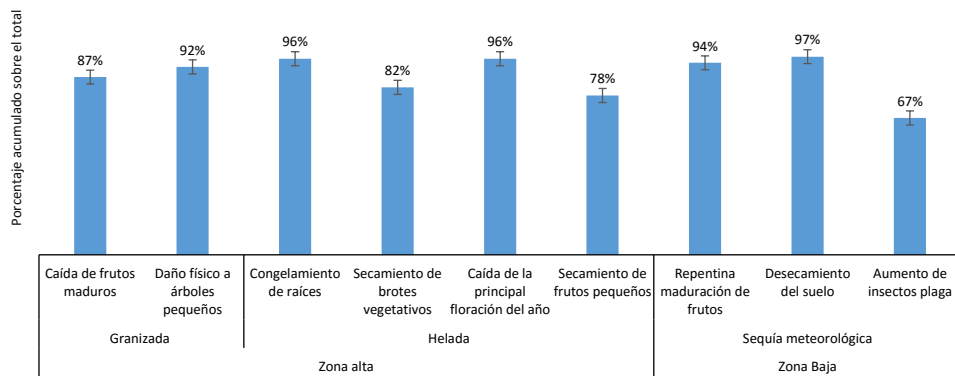
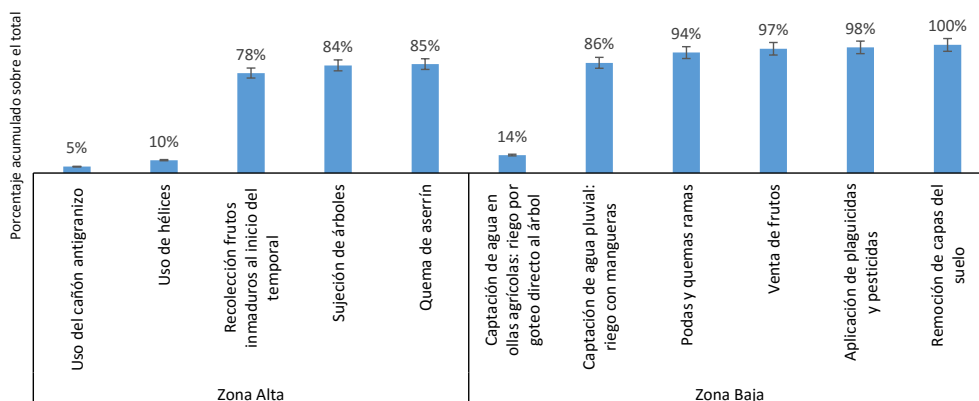


Figura 5.4. Frecuencia absoluta de respuestas sobre las prácticas de manejo ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos por zona altitudinal en Tancítaro, Michoacán. N=124/error=±5%. Fuente: elaboración propia.



5.4.2.2 Soporte institucional ante amenazas hidrometeorológicas

Con relación al respaldo institucional ante las amenazas climáticas, no se observó una relación entre las respuestas obtenidas y las zonas altitudinales definidas. De manera general los encuestados mostraron una percepción confusa sobre el rol de las instituciones encargadas de suministrar los pronósticos meteorológicos (tabla 5.3). Si bien el 100% de los encuestados manifestó tener acceso a los pronósticos del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) a través de los medios de comunicación, el 79% afirmó que éstos no son útiles porque la información que presentan es a escala nacional y no aplica a las condiciones meteorológicas locales.

En cuanto a la información meteorológica regional generada por la Asociación de Productores y Empacadores de Aguacate de México (APEAM) a través de su servicio en línea, el 63% los encuestados indicó no conocer sobre la disponibilidad de estos datos, mientras que el 18% reportó no tener acceso a tecnologías de la información, o no saber leer (10%) (tabla 5.3).

Con referencia al acceso formal a recursos como créditos para la adopción de tecnología y de seguros para enfrentar siniestros climáticos, el 93% de los encuestados indicó que su acceso a créditos es de manera informal a través de las fertilizadoras locales o préstamos familiares, mientras que el 97% no posee ningún tipo de seguro agropecuario. El 91% de los productores encuestados consideran que la JLSV es la institución encargada de brindarles información sobre los recursos financieros disponibles y sobre pronósticos del estado del tiempo (tabla 5.3).

Tabla 5.3. Respuestas y observaciones sobre el soporte institucional ante amenazas hidrometeorológicas en Tancítaro, Michoacán. N= 124. Fuente: elaboración propia

Tópico	Respuestas y observaciones	Porcentaje
Acceso a los pronósticos meteorológicos nacionales	Si	<input checked="" type="radio"/> 100%
Uso de los pronósticos	No	No brindan información local <input checked="" type="radio"/> 79%
		No se entiende la información <input type="radio"/> 12%
		No sabe/No responde <input type="radio"/> 9%
Acceso a los pronósticos de la APEAM	No	No sabe <input checked="" type="radio"/> 63%
		No tiene acceso a computadoras <input type="radio"/> 18%
		No sabe leer <input type="radio"/> 10%
Institución encargada de brindar información meteorológica	Junta Local de Sanidad Vegetal	<input checked="" type="radio"/> 81%
	APEAM	<input type="radio"/> 17%
	No sabe/No responde	<input type="radio"/> 2%
Acceso a créditos	Si	A través de las fertilizadoras locales <input checked="" type="radio"/> 45%
		Por prestamos familiares <input checked="" type="radio"/> 48%
	No	<input type="radio"/> 7%
Acceso a seguros para siniestros climáticos	No	<input checked="" type="radio"/> 97%
	No sabe/No responde	<input type="radio"/> 3%
Institución que debe brindar información sobre créditos y seguros	Junta Local de Sanidad Vegetal	<input checked="" type="radio"/> 91%
	APEAM	<input type="radio"/> 5%
	Los bancos	<input type="radio"/> 3%
	No sabe/No responde	<input type="radio"/> 1%

5.5 Discusión

El análisis de los resultados para el caso de Tancítaro, Michoacán demostró que el gradiente altitudinal es uno de los factores explicativos de la percepción diferencial sobre la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, sus impactos en los cultivos y las prácticas de manejo agrícola implementadas como respuesta para mitigar los daños. Este trabajo aporta elementos geográficos, como altitud, al debate sobre el manejo del sistema de producción aguacatero en función de los aspectos agroclimáticos ya que, en Tancítaro y en general en la franja aguacatera de Michoacán, hay gradientes altitudinales muy marcados que claramente inciden en el manejo cultural y convencional del cultivo y, que no han sido previamente descritos con el nivel de detalle requerido, razón por la cual estos sistemas de producción son interpretados y analizados únicamente desde un punto de vista horizontal y homogéneo sin tener en cuenta sus particularidades verticales. Estudios previos como el de Roncoli (2006), Sánchez y Lazos (2011) y Roge et.al., 2016 emplearon un enfoque cultural para comprender los indicadores biológicos y agroecológicos usados por comunidades rurales e indígenas para identificar o anticipar alteraciones de la variabilidad climática; no obstante no hay referencias sobre un factor geográfico como la altitud como criterio de análisis para estas variables de manejo de sistemas de producción.

Por su parte en San Vicente de Chucurí, Santander no se encontró una ocurrencia específica de eventos hidrometeorológicos extremos a lo largo del gradiente, pero si se estableció que la altitud define la distribución espacial de los sistemas de producción de cacao, y a partir de esto, hay una clara diferenciación de los impactos de dichos eventos hidrometeorológicos y de las prácticas de manejo adoptadas ante su ocurrencia. Estudios previos como Rueda (2013) plantearon esta hipótesis de una manera muy general (pero usando criterios econométricos) como parte de una tipificación de sistemas de producción en Santander. El presente trabajo aportó elementos para abordar el manejo de riesgos agrícolas desde una perspectiva no solo altitudinal, pues se evidenció que desde la perspectiva de los productores, los sistemas agroforestales ofrecen las ventajas agroecológicas y económicas de frente a los monocultivos. Sin embargo también quedó manifiesto cómo los criterios de la política agraria ponen en detrimento estas estrategias campesinas en función del rendimiento de un cultivo (a través del incentivo económico a la reconversión agrícola al cacao clonado), aun cuando diversos estudios han demostrado las desventajas en términos del aumento de la incidencia de plagas, la pérdida de biodiversidad, la disminución de la capacidad de respuesta ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, una mayor inversión de mano de obra y el aumento de costos por la aplicación de paquetes de manejo convencional, entre otros (Marshall, 2010; Altieri, 2010; Altieri y Nicholls, 2013; Astier et.al., 2014; Rogé, 2014).

Con referencia a las prácticas de manejo agrícola como recursos cognitivos de respuesta ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos (Smit y Skinner, 2002), pudo observarse que éstas provienen de un acervo de conocimientos tradicionales agrícolas que han permitido a los productores tener capacidad de respuesta ante las diversas y puntuales amenazas hidrometeorológicas. No obstante, las prácticas como la recolección de frutos, las podas selectivas, la remoción de suelo y el mantenimiento de los sistemas agroforestales en asociatividad, entre otras, han sido relegadas para cumplir con los protocolos para la venta y comercialización del producto y/o por la adopción de tecnología especializada como uso de fertilizantes y paquetes de manejo convencional. Lo anterior de acuerdo a lo planteado por Lazos (2015), propicia que los productores agrícolas pierdan el control sobre sus procesos productivos y las redes comerciales, generando una dependencia tecnológica total hacia la asistencia técnica especializada, los agroquímicos, las semillas, la capacidad de almacenamiento y de distribución.

Como puso verse, las prácticas de manejo ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos no solo son para mitigar los efectos adversos, ya que también se identificaron efectos positivos y en ese sentido los productores tienen la capacidad de enfrentar las condiciones meteorológicas extremas de cada zona altitudinal, ya sea para evitar daños al cultivo o para optimizar la producción. Lo anterior es significativo ya que aporta evidencia alrededor de la heterogeneidad de oportunidades y riesgos que implica

el comportamiento meteorológico, especialmente en los paisajes montañosos en donde la variabilidad del clima es inherente a los gradientes altitudinales y no necesariamente implica una amenaza y riesgo, por lo menos desde la óptica de los productores rurales. Diversos trabajos han demostrado también como para los productores locales en Australia, América Latina y África la variabilidad climática y sus eventos hidrometeorológicos extremos asociados a la sequía, son percibidos como normales y aunque eventualmente representan una amenaza a la actividad agropecuaria, los productores tienen conocimientos y tecnología para gestionar eficientemente los riesgos implícitos a su ocurrencia (Thomas et.al., 2007; Marshall, 2010; Altieri, 2010; Altieri y Nicholls, 2013; Gandure et.al., 2013).

Estas prácticas de manejo reseñadas no constituyen un proceso de adaptación al cambio climático como tal, ya que son de carácter proactivo y responsivo ante la ocurrencia del evento hidrometeorológico (Marshall, 2010; Quinn et.al., 2011; Gandure et.al., 2013; Comisión Europea, 2013). Sin embargo al abarcar toda una gama de conocimientos y experiencias sobre el manejo del cultivo, las prácticas de manejo tradicional deben ser la base para diseñar los planes de adaptación local en agricultura, los cuales, como proceso de planificación a largo plazo, deben establecerse teniendo en cuenta el contexto social y geográfico de los diversos tipos de productores y, los soportes institucionales que den prioridad tanto al rendimiento productivo, como a otros aspectos reseñados como la heterogeneidad altitudinal, la asociatividad de cultivos, el mantenimiento de sistemas agroforestales y de variedades locales que aseguren la diversidad genética y por ende, una mayor capacidad de respuesta frente a los estresores ambientales como el clima. Diversas estrategias de respuesta y manejo agrícola ante la variabilidad climática han sido descritas por Sánchez y Lazos (2011) y Rogé et. al., 2016; estos estudios establecen el potencial de los conocimientos y prácticas locales en el diseño y desarrollo de una estrategia a largo plazo como la adaptación al cambio climático. Así mismo la adopción de tecnología y soporte técnico son herramientas útiles que no deben ser subestimadas pero deben ser accesibles de manera equitativa por todos los productores, no menoscabar la agrobiodiversidad local, las economías campesinas ni mucho menos, las capacidades para responder ante eventos extremos de la variabilidad climática.

Con referencia al soporte institucional para prevenir, actuar y enfrentar los efectos de las amenazas hidrometeorológicas es evidente que, en los dos casos de estudio, es deficiente, aun considerando la gran relevancia y la rigurosidad de sus reglas de manejo del sistema de producción para la venta o exportación. En primer lugar es evidente que prevalece una paradoja entre los roles institucionales y la percepción de los productores ya que por un lado, la institución nacional encargada de brindar la información meteorológica efectivamente lo hace pero ésta no es accesible a los productores en los ámbitos locales. Por otro lado, la expectativa de los productores frente al acceso a

información meteorológica esta puesta en una institución cuya misión no contempla la generación de datos climatológicos como la Junta Local de Sanidad Vegetal –JLSV- o las federaciones nacionales respectivas.

En segundo lugar se encontró una falencia en el acceso a créditos y seguros, ya que en los dos casos hay falta de información, informalidad o inaccesibilidad a los mismos. En el caso san Vicente, la actual política de asignación de créditos a productores de cacao no permite el otorgamiento de créditos a productores con cultivos de cacao híbrido (los cuales son la mayoría en esta región, 75%) ya que pretende impulsar el aumento de los rendimientos a través de la transición a cacao clonado. Para el caso de Tancítaro, la informalidad en el acceso a créditos y falta de seguros agrícolas son circunstancias contradictorias frente a la diversidad de instituciones que apoyan al sector aguacatero, el cual es un eje fundamental de la economía agraria estatal y nacional. Para ambos casos de estudio la situación es contrastante, máxime cuando los usuarios demandantes de estos apoyos son los pequeños productores que solventan grandes economías de agroexportación como lo son las del cacao y el aguacate.

5.6 Conclusiones

La altitud es un elemento que permite abordar y comprender la diversidad de prácticas de manejo de un mismo cultivo en paisajes tan heterogéneos como los montañosos. Estas prácticas, aunque responsivas, son la base para el diseño e implementación de estrategias de adaptación al cambio climático, ya que albergan conocimientos prácticos que han permitido a los productores hacer frente a las amenazas hidrometeorológicas mediante una gestión de riesgos local que ha evitado pérdidas económicas. Así mismo, la perspectiva altitudinal es fundamental para comprender la heterogeneidad de los sistemas de producción en paisajes de montaña a la luz de la planeación y el soporte institucional que generalmente los definen de manera homogénea sin contemplar su diversidad, complejidad y múltiples formas de manejo.

Pese a su relevancia en los contextos locales estudiados, estas prácticas y conocimientos están en detrimento por criterios de la política agraria (beneficios crediticios a quienes transformen sistemas de producción de híbridos por clonados) o del control y manejo fitosanitario requeridos para la agroexportación (la estricta y vigilada supervisión de protocolos de manejo).

A través de los estudios de caso se evidenció como en cultivos perennes como el cacao y el aguacate, los productores si tienen capacidad de respuesta ante las amenazas hidrometeorológicas pero estas no son suficientes para la adecuada gestión del riesgo agrícola debido a la carencia del soporte institucional local para la asistencia a siniestros climáticos, especialmente para aquellos cultivos que como el cacao híbrido, no se

articulan plenamente a las condicionantes de los programas gubernamentales que incentivan las reconversiones agrícolas para incrementar el rendimiento sin evaluar la diversidad ambiental y social y la sustentabilidad de los paisajes de montaña.

De tal manera que al retomar la hipótesis de trabajo señalada en la sección 1.4.1., los resultados permiten establecer que los productores disponen de recursos cognitivos y algunos tecnológicos (de acuerdo a su capacidad económica) para enfrentar las diversas amenazas hidrometeorológicas pero, carecen de apoyo institucional por desconocimiento o porque las instituciones gubernamentales del sector no han hecho accesible los mecanismos financieros adecuados que les facilite obtener recursos económicos de apoyo a la producción ante la ocurrencia de los eventos hidrometeorológicos extremos que ponen en riesgo la producción.

Referencias

Altieri, M. 2010. *Determinando la capacidad de adaptación y resiliencia de los Sistemas Agroforestales (SAF) con cacao frente al cambio climático*. Final Report Inter-American Development Bank.

Altieri, M. y C. Nicholls. 2009. "Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas". *Leisa Revista de Agroecología*, 5 – 8

Anguiano, J. 2007. *Características ambientales de las regiones productoras de aguacate Persea Americana M. en Michoacán*. <http://www.avocadosource.com/wac6/es/presentacion/3c-112.pdf>.

Archer, R., Mukhala, E., Walker, S., Masamvu, K. y Dilley, M. 2007. "Sustaining agricultural production and food security in southern Africa: An improved role for climate prediction?" *Climatic Change*, 83: 287–300.

Astier, M., Merlin, Y., Villamil, L., Garciareal, A., Gavito, M. y Masera, O. 2014. "Energy balance and greenhouse gas emissions in organic and conventional avocado orchards in Mexico". *Ecological Indicators*, 43: 281-287.

Baethgen, W. 2010. "Climate risk management in the agricultural sector geared towards adaptation to climate change". Martínez, C., Locatelli, B., Vignola, R., y Imbach, P. (Eds.). *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina*. CATIE: 88-96

Backeberg, G. 2009. "In-field rain water harvesting on crop lands: opportunities and challenges". *Water Wheel*, 8 (2): 30–33.

Baiphethi, M., Viljoen, M., Kundlande, G., Botha, J., Anderson, J. 2009. "Reducing poverty and food insecurity by applying in-field rain water harvesting (IRWH): How rural institutions made a difference". *African Journal of Agricultural Research*, 4 (12): 1358–1363.

Barsky, A., Podesta, G. y Ruiz, F. 2008. "Perception of climate variability, information use and strategies of the agents in front of risk. Characterizing mental models in decision-making of agriculturalists from Argentine pampas". *Mundo Agrario*, 16: 1-42.

Bradshaw, B., Dolan, H., Smit, B. 2004. "Farm-level adaptation to climatic variability and change: crop diversification in the Canadian Prairies". *Climatic Change*, 67: 119–141.

Bryant C., Smit, B., Brklacich M., Johnston, T., Smithers, J., Chiotti Q., y Singh, B. 2000. "Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change". *Climatic Change*, 45: 181-201.

Comisión Europea.. *Buenas prácticas para la adaptación al cambio climático en la América Latina rural: opciones y lecciones desde el enfoque de medios de vida*. Programa EUROCLIMA, Comisión Europea. Bruselas, Bélgica.

Conde C. y Eakin, H. "Adaptation to climatic variability and change in Tlaxcala, México". Smith, R. y Huq. S. (Eds). *Climatic change adaptive capacity and development*. Imperial College Press, 241–259.

Conde C., Ferrer, M., Gay, C. y Araujo R. 2004. "Impactos del cambio climático en la agricultura en México". Martínez, J., Fernández, A. (Eds). *Cambio climático. Una visión desde México*. México: Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio ambiente y Recursos Naturales. 227–233.

Coy, M. 2010. "Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América Latina". *Población y sociedad*, 17: 9-28.

De La Tejera, B., Santos, A., Santamaría, H., Gómez, T. y Olivares, C. 2013. "El oro verde en Michoacán: ¿un crecimiento sin fronteras? Acercamiento a la problemática y retos del sector aguacatero para el Estado y la sociedad". *Economía y Sociedad*, XVII (29): 15-40.

Eakin, H. y Bojorquez, L. 2008. "Insights into the composition of household vulnerability from multicriteria decision analysis". *Global Environmental Change*, 18 (1): 112 – 127.

Eakin, H., Appendini, K. 2008. "Livelihood change, farming, and managing flood risk in the Lerma Valley, Mexico". *Agriculture and Human Values*, 25 (4): 555–566.

Eakin, H. 2000. "Smallholder maize production and climatic risk: A case study from Mexico". *Climatic Change*, 45: 19–36.

Elrick-barr, C., Preston, B., Thomsen, D. y Smith, T. 2014. "Toward a new conceptualization of household adaptive capacity to climate change: applying a risk governance lens". *Ecology and Society*, 19 (4): 12-22.

Federación Nacional de Cacaoteros. 2009. *Guía Técnica Para el Manejo del Cultivo del Cacao*. Bogotá. D.C.

Federación Nacional de Cacaoteros. 2011. *Censo municipal de sistemas de producción y predios cacaoteros en san Vicente de Chucurí.*

Feola, G., Lerner, A., Jain, M., Montefrio, M. y K. Nicholas. 2015. "Researching farmer behaviour in climate change adaptation and sustainable agriculture: Lessons learned from five case studies". *Journal of Rural Studies*, 39: 74-84.

Forero, J., Torres, L., Ortíz, P., Galarza, J., Corrales, E. y Rudas, G. 2002. *Sistemas de producción rurales en la región andina colombiana: análisis de su viabilidad económica, ambiental y cultural*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Fussel, H. 2007. "Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons". *Sustainability Science*, 2: 265-275.

Gandure, S., Walker, S. y J. Botha. 2013. "Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community". *Environmental development*, 5: 39-53.

González, A. y Orrantia, M. 2006. "Los subsidios agrícolas de México". *Agricultura Técnica en México*, 3 (32): 323-331.

Grothmann, T., y Reusswig, F. 2006. "People at risk of flooding: why some residents take precautionary action while others do not". *Natural Hazards*, 38 (1): 101-120.

Gutiérrez, M. 2010. "Agroecología de la franja aguacatera en Michoacán, México". *Interciencia*, 35: 647-653.

Hamilton, E., Eade, R., Graham, R., Scaide, A., Smith, D., Maidens, A., y C. MacLachlan. 2012. "Forecasting the number of extreme daily events on seasonal timescales". *Journal of Geophysical Research*, 117-143.

INEGI. 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tancítaro, Michoacán de Ocampo*.

avell, A. 2011). *Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Buscando las relaciones y diferencias: Una crítica y construcción conceptual y epistemológica*. La RED y FLACSO.

Lazos, E. 2015. De la agrobiodiversidad al control de las transnacionales: la soberanía alimentaria como demanda política en México. Durand, L. Figueroa, F. y Guzman, M. *La naturaleza en contexto. Hacia una ecología política mexicana*. 137-165.

Lyle, G. 2015. "Understanding the nested, multi-scale, spatial and hierarchical nature of future climate change adaptation decision making in agricultural regions: A narrative literature review". *Journal of Rural Studies*, 37: 38-49.

Mantilla, J., Arguello, A. y Méndez, H. 2000. *Caracterización y tipificación de los productores de cacao del departamento de Santander*. Bucaramanga. CORPOICA.

Marshall, N. 2010. "Understanding social resilience to climate variability in primary enterprises and industries". *Global Environmental Change*, 20: 36-43.

Morales, L. y Cuevas, G. 2011. *Inventarios 1974 – 2007 y evaluación del impacto ambiental regional del cultivo del aguacate en el estado de Michoacán*. Informe Final. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Morelia, Mich.

Mojica, A. y Paredes, J. 2006. *Características del cultivo del cacao en Santander. Ensayos sobre economía regional*, Bogotá.

Montiel, C. 2003. "Tradición, renovación e innovación en los usos y aprovechamientos en las áreas rurales de montañas". *Cuadernos Geográficos*, 33: 7-26.

Montz, B. y G. Tobin. 2011. "Natural hazards: An evolving tradition in applied geography". *Applied Geography*, 31: 1-4.

Nelson, R., Kocic, P. y Meinke, H. 2007. "From rainfall to farm incomes-transforming advice for Australian drought policy. Forecasting farm incomes". *Australian Journal of Agricultural Research*, 58: 1004–1012.

O'Brien, G., Keefe, P., Rose, J. y Wisner, B. 2006. "Climate change and disaster management". *Disasters*, 30 (1): 64–80.

Peterson, E. y Orden, D. 2008. "Avocado pests and avocado trade". *American Journal of Agricultural and Economy*, 90 (2): 321–335.

Pinilla, C. y C. Pinzon. 2016. "An assessment of El Niño and La Niña impacts focused on monthly and seasonal rainfall and extreme dry/precipitation events in mountain regions of Colombia and México". *Advances in Geosciences*, 42: 23-33.

Quinn, C., Ziervogel, G., Taylor, A., Takama, T., Thomalla, F. 2011. "Coping with multiple stresses in rural south Africa". *Ecology and Society*, 16 (3): 2.

Quintero, L. 2008. *Informe Final de Caracterización y Estrategia de Monitoreo del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués*. Bucaramanga, Colombia.

Reid, P., Vogel, C. 2006. "Living and responding to multiple stressors in South Africa-Glimpses from KwaZulu-Natal". *Global Environmental Change*, 16 (2): 195–206.

Roge, P., Friedman, A., Astier, M. y M. Altieri. 2016. "Farmer Strategies for Dealing with Climatic Variability: A Case Study from the Mixteca Alta Region of Oaxaca, Mexico". *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38: 786-811.

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

Rueda, A. 2013. *Tipificación, caracterización y evaluación socio-económica de los sistemas de producción en las veredas de Cantarranas, Los Medios, La Esperanza y Santa Inés, del municipio de san Vicente de Chucurí, Santander*. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural. Pontificia Universidad Javeriana.

Sánchez, R. 2013. "Las regiones de montaña. Espacios de diversidad y vulnerabilidad". *Revista Norte Grande*, 55: 5-6.

Sánchez, M. y Lazos, E. 2011. "Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas, Mexico". *Climatic Change*, 107: 363-389.

Sauri, D. 2003. "Tendencias recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales". *Revista de Ciencias Sociales*, 23: 17-30.

SIAP. (2015). *Atlas Agroalimentario*. México.

Simon, D. 2013. "Hazard, risk and climate change". Wisner, B. Gaillard, J. y Kelman, I. *The routledge handbook of hazard and disaster risk reduction*. Routledge, NY. 207-219.

Smit, B. y M. Skinner. 2002. "Adaptation options in agriculture to climate change: a typology". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7: 85-114.

Solecki, W., Leichenko, R. y O'Brien, C. 2011. "Climate change adaptation strategies and disaster risk reduction in cities: connections, contentions, and synergies". *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3: 135-141.

Thiebaut, V. 2011. "Evolución del paisaje aguacatero en Michoacán: procesos socioeconómicos y medioambientales". *Estudios sociales*, 13 (10): 235 - 254.

Thomas, D., Twyman, C., Osbhar, H. y Hewitson, B. 2007. "Adaptation to climate change and variability: farmer responses to intra-seasonal precipitation trends in South Africa". *Climatic Change*, 83: 301-322.

Tobasura, I. 2005. "La crisis cafetera una oportunidad para el cambio en las regiones cafeteras de Colombia". *Revista agronómica*, 13: 35-46.

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.

Valdivia, C., Seth, A., Gilles, J., Garcia, M., Jimenez, E., Cusicanqui, J., Navia, F. y Navia, E. 2010. "Adapting to climate change in Andean ecosystems: Landscapes, capitals, and perceptions shaping rural livelihood strategies and linking knowledge systems". *Annals of the Association of American Geographers*, 100: 818–834.

Wall, E. y B Smit. 2005. "Climate Change Adaptation in Light of Sustainable Agriculture". *Journal of Sustainable Agriculture*, 27 (1): 113-123.

Capítulo 6. Discusión y conclusiones generales

6.1 Estructura de la tesis y su línea de argumentación temática

El argumento central de este trabajo tuvo como punto de partida la pregunta general de investigación: ¿Qué eventos de la variabilidad climática representan una amenaza y ponen en riesgo a los sistemas de producción de cacao y aguacate; y cuáles son las percepciones y repuestas de los actores frente a su ocurrencia?

Teniendo como referencia la gran relevancia regional (en América Latina) que se le otorga a la ocurrencia de eventos ENOS (especialmente El Niño 2010, La Niña 2011-2012 y El Niño 2015) en cuanto a la implementación de sistemas de alerta temprana, producción de información meteorológica, pronósticos y apoyos financieros para la gestión de riesgos en la agricultura, la investigación planteó como primera hipótesis que, los eventos ENOS constituyen una amenaza para estos sistemas de producción en paisajes de montaña porque incrementa la probabilidad de ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos que afectan los ciclos fenológicos de los cultivos.

Con los resultados presentados en el capítulo tres, se pudo constatar cómo en este tipo de regiones montañosas, si bien hay impactos relevantes en el aumento y/o disminución de eventos hidrometeorológicos extremos durante episodios ENOS, éstos no representan la principal amenaza hidrometeorológica que deben afrontar los productores, ya que por un lado, la mayor incidencia de extremos hidrometeorológicos (estadísticos) ocurre en años neutros (que a lo largo del año puede llegar a coincidir con momentos clave del ciclo fenológico), y por otro lado, en términos de percepciones y experiencias ante la variabilidad climática, los eventos El Niño/La Niña no tienen una relevancia significativa en lo local porque de acuerdo a la percepción de los productores, los episodios horarios/estacionales (tipo granizadas, heladas, nieblas y sequías, entre otros) son los que desempeñan un rol preponderante en términos de ocurrencia e impactos a los cultivos.

Contrario a lo planteado por la CEPAL (2012), FAO (2015) y las respectivas instituciones nacionales del sector agrícola -SAGARPA (2015), INIFAP (2012), Ministerio de Agricultura (2016) y CIAT (2016), entre otras-, en estos paisajes montañosos el clima como amenaza a la agricultura no se manifiesta a través de señales de macro o meso escala (tipo eventos ENOS, tal como ocurre en las regiones costeras de los países en la cuenca del Pacífico) sino mediante eventos horarios, impredecibles, con cierta estacionalidad y asociados a factores orográficos locales muy puntuales (Zona Alta/Zona Baja), que no son posibles de identificar con datos climatológicos medidos en promedios mensuales con tendencias anuales, como hasta la fecha se realiza con las metodologías estadísticas de la climatología.

Desde la perspectiva climatológica, los resultados de esta investigación se ajustan a estudios precedentes sobre los impactos del ENOS en los patrones de precipitación continental en Colombia y México (Baldión y Guzmán, 1994; Guzmán y Baldión, 1997; Conde et.al., 2000; Montealgre y Pabón, 2000; Escobar et al., 2001; Badán, 2003; Magaña et.al., 2003; Pereyra et al., 2004; Poveda, 2004; Puerta y Carvajal, 2008; Granados et al., 2011; Ruíz y Pabón, 2013). Sin embargo, la principal contribución de este componente de la investigación fue: i) el análisis local de los impactos del ENOS en regiones montañosas de la cuenca del Pacífico; ii) la construcción de un modelo estadístico predictivo a mediano plazo para la prevención de riesgos asociados a eventos hidrometeorológicos extremos; y, iii) la evidencia de cómo durante años neutros, ocurre la mayor incidencia de eventos hidrometeorológicos extremos en las respectivas zonas de estudio.

Sin subestimar los impactos de los eventos ENOS en estos paisajes de montaña, los fenómenos El Niño y La Niña tienen efectos relevantes que han alterado patrones de precipitación y temperatura que, si bien alcanzan a coincidir con ciertos momentos claves del ciclo fenológico de los cultivos, no han generado –hasta ahora– pérdidas significativas en la producción de cacao y aguacate (como los casos reportados para cultivos de ciclo corto por Magaña et.al., 1997; Eakin, 2000; Gay et.al., 2006; Monterroso et.al., 2007; Tucker et.al., 2010 o para el café por Baldión y Guzmán, 1994; Ramírez y Jaramillo, 2009; CEPAL, 2012; Ministerio de Agricultura, 2016).

Esta situación se explica por varias circunstancias. La primera de ellas es la naturaleza perenne del cultivo, ya que su etapa productiva se da cuando el árbol está maduro y ha podido tolerar varios periodos de sequías, saturaciones de humedad en el suelo, y los aumentos o disminuciones de la temperatura, entre otros eventos relacionados con el clima. En este orden de ideas, las modificaciones de precipitación y temperatura asociadas al ENOS no sobrepasan de manera categórica las magnitudes o rangos de tolerancia a los que este tipo de cultivos están adaptados y es por ello que los productores no reportan pérdidas significativas asociadas a la ocurrencia de estos eventos en las dos zonas de estudio (por ahora), y mucho menos, percepciones de riesgo asociadas a estos eventos que sean significativas entre la población local. Investigaciones realizadas por Mora et.al. (2014) sugieren llevar a cabo estudios de seguimiento fitosanitario a los cultivos perennes para evaluar qué eventos de la variabilidad climática (eventos de meso o micro escala, o incluso cambio climático) impactan en las tasas epidémicas de plagas y enfermedades cuyo incremento puede afectar la relación beneficio-costos de los procesos de agrícolas.

Por otro lado, si bien existe una exposición directa ante la ocurrencia de eventos ENOS (por su cercana ubicación a la costa del Pacífico) es muy posible que el factor orográfico imprima ciertas condiciones que por un lado, atenúan los impactos hidrometeorológicos

de meso escala (como cualquier evento ENOS o incluso, el caso del huracán Patricia en las costas de Jalisco en el 2015) pero por otro, incorporan características meso o microclimáticas particulares que si representan amenazas hidrometeorológicas desde el punto de vista agronómico y social, tal cual se evidenció en ambos casos de estudio. Prueba de ello es el registro de mayor ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos durante años neutros reportado en el capítulo tres, los cuales ciertamente se manifiestan mediante eventos puntuales, localizados y estacionales que, aunque no tengan evidencia estadística (por la cantidad y calidad de información climatológica que hay disponible en la escala local), se articulan a la percepción social sobre los eventos hidrometeorológicos estacionales, impredecibles y de corta duración que representan una amenaza real para los sistemas de producción, tales como las heladas, granizadas, sequías meteorológicas y nieblas de invierno, entre otros, reportados en el capítulo cuatro.

Ante este panorama, el pronóstico estadístico de amenazas hidrometeorológicas a nivel local es un gran reto, ya que los datos que actualmente se generan no son representativos en cantidad ni calidad (lo cual le resta robustez a los modelos y pronósticos) y no permiten detectar el nivel de detalle que requiere la población local para la gestión del riesgo agrícola. Pero como se mencionó anteriormente, ante la falta de estudios locales sobre la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos en paisajes de montaña, el presente trabajo aportó una aproximación metodológica replicable para la identificación y pronóstico al mediano plazo sobre eventos tipo ENOS.

Si bien el tema de información disponible es fundamental para la toma de decisiones, los dos casos de estudio evidenciaron que más allá de datos, la experiencia de los productores frente a la relación clima-cultivos tiene varias aristas, dentro de las cuales resalta la percepción misma de la amenaza y el riesgo hidrometeorológico.

Con relación a lo anterior, la segunda hipótesis de trabajo planteaba que la percepción de los eventos hidrometeorológicos extremos como amenaza a la producción es heterogénea entre los agricultores, ya que puede estar asociada a los elementos espaciales que condicionan su ocurrencia y también, a los diversos factores no climáticos que inciden de manera directa en el manejo de los sistemas de producción.

Tal como se presentó cada caso de estudio en el capítulo cuatro, a lo largo del gradiente altitudinal hay diversas opiniones y versiones ante los cambios detectados en el clima, así como en el conocimiento y experiencias ante la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas que los productores deben enfrentar año con año. En este sentido, el caso de Tancítaro fue especialmente ilustrativo sobre las oportunidades y retos que imprime la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos a la agricultura perenne de la montaña tropical, ya que fue muy evidente la diferencia entre las

percepciones, opiniones y experiencias ante la variabilidad climática y la manifestación de sus eventos extremos entre la Zona Baja y la Zona Alta. Las dos áreas de estudio exhibieron cómo ante las diversas expresiones de la variabilidad climática hay población beneficiada y otra perjudicada y por ello, el aporte de este segmento de la investigación permitió ver que, al analizar un mismo gremio productivo desde una perspectiva vertical existen múltiples posibilidades, retos y limitantes ante la incertidumbre climática al interior de gremios productivos aparentemente homogéneos y robustos económicamente.

Ahora bien, con referencia a la percepción de riesgos climáticos y no climáticos los dos casos de estudio mostraron cómo la incertidumbre climática no representa un riesgo significativo a la producción (a excepción del caso de la Zona Baja en Tancítaro), ya que ésta se pondera como un factor secundario frente a otros factores no climáticos que, desde el punto de vista de los productores, si representan riesgo a la producción como la falta de acceso a la tierra, la falta de mano de obra, la dificultad en adquirir créditos por el tipo de sistema de producción adoptado (en el caso de San Vicente) o por el desconocimiento o informalidad del proceso (en el caso de Tancítaro), la subvaloración de conocimientos y prácticas de manejo tradicionales, la dependencia de fertilizantes y pesticidas de alto costo, la obligación del cumplimiento de protocolos agronómicos para la exportación y la falta de acceso a seguros, entre otros.

En este tipo de sistemas de producción de los paisajes montañosos, la incertidumbre asociada al clima representa un riesgo asumido que, a la fecha, no ha sobrepasado los umbrales productivos ni ha cobrado más relevancia frente a factores estructurales de la producción agrícola de exportación. No por ello deja de ser relevante abordar la temática de los riesgos de la variabilidad climática en sistemas de producción perennes, máxime cuando son escasas las investigaciones realizadas con los cultivos en cuestión, los cuales representan grandes flujos económicos a nivel regional y nacional.

Guardando las proporciones entre los resultados reportados por esta investigación y los estudios realizados en el contexto de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en comunidades rurales desde una perspectiva geográfica (Reid et.al., 2007; Chuku y Okoye, 2009; Mertz et.al., 2009; Osbahr et.al., 2010; Sánchez y Lazos, 2001; Tucker et.al., 2010; Gandure et.al., 2013; Avila y Briones, 2014; Sandoval et.al., 2014; Feola et.al., 2015), en este trabajo destaca el aporte realizado al análisis de percepciones sobre amenazas hidrometeorológicas y riesgos (climáticos y no climáticos) desde la perspectiva altitudinal y cómo a partir de ésta, se expresan diversas opiniones y prácticas de manejo para mitigar riesgos dentro de un mismo gremio productivo en paisajes montañosos. No obstante es necesario reconocer que en la configuración de percepciones sobre el clima y su incidencia en las diversas actividades productivas, inciden otros factores como el conocimiento experto o técnico del productor, su

tradición cultural y rol en el manejo en el cultivo, sus interacciones con otros actores y otras actividades económicas, y, su arraigo y tiempo de residencia en la zona, entre otros.

Con referencia a las prácticas de manejo y el soporte institucional requerido para la gestión del riesgo agrícola, la última hipótesis de trabajo propuso que, dada la gran relevancia económica de los sistemas de producción de cacao y aguacate, los productores disponen de recursos cognitivos y tecnológicos para enfrentar las amenazas hidrometeorológicas porque tienen experiencia empírica, capacidad económica y también, porque las instituciones gubernamentales del sector ponen a su disposición los mecanismos financieros adecuados que les facilita obtener recursos económicos de apoyo a la producción.

En torno a las prácticas de manejo, se encontró una variedad de conocimientos, técnicas y acciones que se llevan a cabo ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos que ponen en riesgo la producción. Este acervo de recursos cognitivos y prácticos tienen diversas expresiones y manifestaciones que, posibilitadas por la localización geográfica, por la capacidad económica del productor y por sus conocimientos y experiencias sobre las mejores técnicas para el manejo de los cultivos, constituyen acciones de la gestión del riesgo agrícola que además de propiciar el mantenimiento de la agrobiodiversidad y ofrecer alternativas económicas al monocultivo (como el caso del cacao híbrido en San Vicente), ofrecen autonomía en la toma de decisiones *in situ* para la inmediata reacción ante un la ocurrencia de un evento hidrometeorológico extremo, evitan la dependencia de la asesoría técnica especializada (como en el caso de los pequeños productores en Tancítaro) y construyen escenarios de seguridad agrícola.

Pese a los potenciales de estos recursos cognitivos y técnicos en términos de respuestas ante la variabilidad climática (e incluso, en términos de adaptación local al cambio climático), hay factores que limitan dicho potencial como la falta de apoyo crediticio y técnico a los productores que mantienen sistemas agroforestales de cacao híbrido (en San Vicente) o, los estrictos protocolos de manejo fitosanitario requeridos para la exportación de aguacate que no permiten ni reconocen otras formas de control diferentes a la aplicación de agroquímicos importados, los cuales son distribuidos por los grandes comerciantes del mercado regional y son autorizados por gremios profesionales que detentan gran poder a nivel local como los Ingenieros agrónomos y las comercializadoras de insumos agrícolas (caso de Tancítaro).

Por su parte, se encontró que el apoyo institucional disponible para responder a los eventos extremos de la variabilidad climática es insuficiente, pues los dos casos de estudio exhibieron que, pese a la gran relevancia económica de cultivos, los productores apelan a recursos financieros informales (créditos en negocios locales, préstamos

familiares y exención de cuotas de pago) o en su defecto, no cuentan con ningún tipo de crédito y seguro. El caso de Tancítaro llama especialmente la atención, puesto que el cultivo y cosecha de aguacate constituye el primer renglón de la economía rural de Michoacán y el segundo en México (después del Jitomate). No obstante, al revisar los datos nacionales de la Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero, se pudo identificar que los principales cultivos apoyados con créditos de avío en México son Maíz, Trigo, Sorgo, Frijol y Jitomate (SIAP, 2015). En cuanto a seguros, la base de datos de AGROSEAMEX (Aseguramiento Agropecuario), evidencia que los cultivos con mayor superficie asegurada ante siniestros climáticos son la Caña de Azúcar, el Maíz, el Sorgo y el Trigo (SIAP, 2015 y 2016).

A nivel regional fue posible establecer que en Michoacán, el acceso a los créditos y seguros disponibles para el sector aguacatero requieren de trámites en línea y el cumplimiento de protocolos y documentación que no son accesibles al pequeño productor, ya sea por desconocimiento o por su falta de habilidades administrativas. Lo anterior se evidenció empíricamente al comprobar que apenas dos grandes productores (de un universo muestral de 124), poseían créditos formales. Es notable pues, el limitado apoyo oficial al sector aguacatero, máxime cuando éste representa el segundo sector de la economía agrícola en México y en el caso de Tancítaro, es soportado por pequeños productores.

Para el caso de Colombia, después del evento El Niño 2010 se instauró el Fondo de Solidaridad Agropecuaria para atender exclusivamente a productores afectados por la variabilidad climática (oficialmente cambio climático y de manera específica “la ola invernal”) a través de un programa de créditos de fácil acceso. Dicho programa tuvo asidero en San Vicente de Chucurí desde ese mismo año, no obstante oficialmente hay muy pocos productores beneficiados con créditos (solo 4 en un universo muestral de 83 cacaoteros), los cuales poseen grandes lotes de cacao clonado. Nuevamente se refleja el escaso y selectivo apoyo institucional al pequeño productor que soporta una economía rural sólida como la del cacao en Colombia.

Uno de los temas que por cuestiones de seguridad no se abordaron durante el trabajo de campo fue el de seguridad y orden público, y aunque en el cuerpo del trabajo no se ha mencionado, es pertinente aludir en este capítulo que en países como México y Colombia los procesos sociales asociados narcotráfico, han generado violencia, desplazamiento población y en el caso puntual de Tancítaro, “secuestro” de las cosechas para el financiamiento de grupos ilegales armados (es muy relevante mencionar que el robo de una cosecha de aguacate, es decir, de un camión de 10 toneladas equivale a 250,000 pesos mexicanos –teniendo como referencia el precio del aguacate a finales del 2016 y que actualmente sigue incrementándose). Esta situación añade un factor más a la coyuntura del campo en estos países y confronta la hipótesis que, desde muchos

sectores del debate del cambio climático, plantean a la variabilidad del clima como la principal amenaza a la estabilidad productiva, económica y ambiental en las zonas rurales (Osbar et.al., 2008; Arnell, 2010; Moser y Ekstrom, 2010; Ford et.al., 2011; Hoffman et.al., 2011; FAO, 2013; Lorenz et.al., 2013).

6.2 Línea argumentativa teórica y conceptual

Desde el punto de vista teórico, en la sección 2.1 de la tesis quedó evidenciada la necesidad de contribuir al debate de la Geografía de riesgos desde el interior de la disciplina para comprender la diversidad de perspectivas y acciones ante los riesgos climáticos y no climáticos (Romero et.al., 2011).

Al incorporar en el diseño experimental de la investigación un elemento como la altitud, fue posible dilucidar que las relaciones espaciales resultan fundamentales para comprender las múltiples dimensiones del clima: como una manifestación biofísica que tiene diversas expresiones estacionales, locales y regionales que pueden representar o no una amenaza a los cultivos, y, como un recurso que, circunscrito a las geografías cotidianas de los productores (Zona Alta/zona Baja), adquiere un enorme significado y apropiación social que influye, entre otras cosas, en la implementación de las prácticas culturales de gestión de riesgo agrícola.

El analizar la manifestación altitudinal de la variabilidad del clima permitió entender que los patrones espaciales de la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos en una misma región, tienen impactos diferenciados que benefician o afectan de diversas maneras a los productores de gremios agrícolas que en apariencia son homogéneos y estables.

Con relación a lo anterior destaca la aportación al debate sobre las percepciones y riesgos socialmente diferenciados, el cual plantea que los procesos que contextualizan los desastres (las percepciones, vulnerabilidades y construcción social de riesgos) tienen una clara distinción social, económica, y cultural (Klooster, 2011; Oswald, 2011). A partir de la evidencia empírica se pudo establecer que en este tipo de paisajes montañosos hay percepciones diferenciales sobre el tipo de amenazas hidrometeorológicas que afectan a los cultivos así como sus aspectos positivos/negativos por cada zona definida en el gradiente altitudinal.

A partir de lo anterior se puede concluir que tanto las percepciones sobre amenazas y riesgos hidrometeorológicos están diferenciadas por aspectos sociales (tipo de productor y su capacidad económica) y geográficos (como la altitud). Al analizar este tipo de variables desde la verticalidad, fue posible evidenciar que para los sistemas de producción localizados en paisajes de montaña no hay una sola estructura espacial de

riesgos, ya que la misma diversidad del paisaje le imprime una expresión altitudinal heterogénea a los estresores climáticos y no climáticos, de manera los riesgos son ponderados e interpretados de diferentes maneras por los productores a lo largo del gradiente montañoso.

El abordaje conceptual y la evidencia empírica sobre el comportamiento, los patrones espaciales de las manifestaciones e interpretaciones de la variabilidad climática, es una representación de lo que permite la investigación en Geografía ambiental en términos de comprender a un objeto de estudio de una manera no desintegrada. Esta investigación generó datos de campo que permitieron evidenciar cómo la manifestación del clima en un patrón espacial particular (altitud) articula un evento natural a actores (productores e instituciones) y procesos (prácticas de manejo y soporte institucional) que crean y re crean las relaciones entre naturaleza y sociedad en contextos geográficos específicos. Teniendo en cuenta que el clima es más que un elemento biofísico y que su manifestación e impactos ponen en evidencia otras problemáticas socioambientales, fue posible validar con los dos casos de estudio la relevancia de otros elementos no climáticos en la dinámica productiva, desde la ponderación de los factores que ponen en riesgo a la producción agrícola, hasta los contextos que posibilitan la implementación de prácticas de manejo para mitigar riesgos y pérdidas en los cultivos. El análisis integrado de todos estos elementos con una perspectiva altitudinal ilustró un ejemplo de los enfoques recientes en Geografía ambiental, la cual no es una rama de estudio de la Geografía como tal, sino una forma articulada de abordar los fenómenos con expresión espacial.

Con referencia a la aportación a la Geografía de riesgos, esta investigación se apartó de la tradicional perspectiva agronómica-productivista y de modelación climatológica que estudia los riesgos agrícolas para adentrarse en el análisis de las diversas manifestaciones e impactos locales de la variabilidad climática en las actividades productivas desde la perspectiva de las geografías cotidianas asociadas al relieve montañoso. La inclusión de la altitud en el análisis de riesgos climáticos y no climáticos constituyó un enfoque particular para interpretar el papel que juega el clima y el relieve en la dinámica de los sistemas de producción sin caer en un abordaje determinista, ya que también se incorporó y ponderó la relevancia de otros factores coyunturales del campo en cada localidad a la hora de establecer una jerarquía de los factores que ponen en riesgo a la producción agrícola en paisajes de montaña.

En síntesis, el principal aporte a la Geografía de riesgos fue el diseño de un marco analítico que permitió abordar de manera integral un problema del mundo real que hace parte de los actuales debates de la disciplina como lo es la comprensión integral de la variabilidad climática como factor de riesgo a la producción frutícola perenne en paisajes de montaña. Al integrar conceptos y métodos de la climatología, la agronomía y las

apropiaciones sociales del clima como recurso, el presente trabajo generó nuevos elementos para el análisis de riesgos hidrometeorológicos a la producción agrícola en paisajes de montaña.

Por otro lado, la inclusión conceptual y metodológica de la altitud como factor de diseño experimental para la investigación y como filtro para el análisis de datos, aportó al debate sobre *coping* y riesgos por factores climáticos en las escalas locales, ya que en las revisiones del estado del arte presentadas en los capítulos uno, cuatro y cinco se evidenció la nula inclusión de las relaciones espaciales en el análisis de riesgos hidrometeorológicos. Por ello, la demostración empírica y datos de campo ponen en la escena del debate de la Geografía de riesgos la relevancia de la especificidad espacial de los paisajes de montaña como un elemento posibilitador o limitante pero no por ello determinista, ya que su heterogeneidad propicia múltiples oportunidades y decisiones en escenarios de incertidumbre, máxime cuando hay conocimientos y técnicas de manejo tradicional así como herramientas de política económica para el campo que, de implementarse más eficazmente, podrían optimizar las respuestas ante los eventos hidrometeorológicos extremos.

Y es que analizando este último punto a la luz del debate sobre vulnerabilidad, la limitada capacidad institucional y su evidente interés en la optimización productiva por encima del bienestar de los productores (beneficios crediticios únicamente a productores de cacao clonado, la exigencia de protocolos fitosanitarios para la exportación de aguacate y la falta de información o adquisición de créditos informales en ambos casos de estudio), aunado a la restringida posibilidad de mitigar los riesgos agrícolas desde las prácticas de manejo tradicionales, son los contextos que disminuyen la capacidad de los productores para prevenir, recobrar o adaptarse a la incertidumbre climática y en ese orden de ideas, incrementa su vulnerabilidad social frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

Por su parte, los procesos de cambio de uso del suelo propiciados por el auge del cultivo (plantaciones de aguacate en zonas de altura), la exigencia del uso de agroquímicos como parte del proceso productivo, la eliminación paulatina de la diversidad genética y de la asociatividad de los sistemas agroforestales (cacao híbrido), entre otros aspectos, constituyen directrices institucionales que disminuyen la resiliencia de los ecosistemas de soporte y de la estructura ecológica de la alta montaña que posibilitan el enorme rendimiento agronómico y económico de estos sistemas de producción. Para este caso se exhibe la estructuración paulatina de vulnerabilidad ambiental que, ante las potenciales alteraciones de la variabilidad climática, puede acarrear impactos al rendimiento de los cultivos (por el aumento y desplazamiento vertical de plagas y enfermedades) y a la salud de las poblaciones (como sucede en Tancítaro con la contaminación de fuentes de agua y el aumento de las enfermedades respiratorias y

cutáneas por el uso excesivo de agroquímicos). Las mencionadas situaciones de vulnerabilidad social y ambiental, aunadas a la recurrente e imprevisible ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, agudizan las condiciones de riesgo identificadas en cada segmento altitudinal.

Otra reflexión conceptual importante a partir de la evidencia empírica es que no solo las comunidades rurales en condición de pobreza, marginalidad y desigualdad son vulnerables, ya que tanto en San Vicente como en Tancítaro también hay problemas de analfabetismo, falta de apoyo institucional, subvaloración de conocimientos, informalidad en el apoyo financiero oficial que a su vez beneficia a las redes locales y regionales de intermediarios y comerciantes que especulan con semillas, productos, maquinaria y créditos informales; se presentan también dilemas con la tenencia de la tierra, con la disponibilidad de mano de obra, la dependencia de insumos químicos para la producción, la gran contaminación por el uso de éstos y orden público, entre otras problemáticas estructurales del campo, las cuales configuran escenarios de vulnerabilidad con una expresión espacial heterogénea en municipios con una estructura económica sólida y con enormes flujos de capital alrededor de la producción agrícola.

Ahora bien, desde el debate de adaptación se expuso, evidenció y planteó la necesidad de discutir con claridad y rigurosidad los casos de *coping* y adaptación en agricultura, ya que en la mayoría de estudios sobre cambio climático cualquier acción, práctica o conocimiento son asumidos como procesos de adaptación y en ese sentido, se proponen estrategias de planeación con poca viabilidad porque siguen siendo respuestas puntuales, proactivas y reactivas ante la variabilidad climática (Reid et.al., 2007; Chuku y Okoye, 2009; Mertz et.al., 2009; Altieri, 2010; Osbahr et.al., 2010; Sánchez y Lazos, 2001; Tucker et.al., 2010; Altieri y Nicholls, 2013; Gandure et.al., 2013; Sandoval et.al., 2014; Feola et.al., 2015). Los aportes de este trabajo a través del enfoque geográfico, visibilizan la heterogeneidad de posiciones, percepciones, experiencias, respuestas y conocimientos en las estrategias de respuesta o *coping* dentro de un mismo gremio productivo, lo cual resulta relevante a la hora de pensar, diseñar o planificar un proceso de mediano y largo plazo como la adaptación (Rogé et.al., 2016).

Así mismo al pensar en procesos de adaptación a partir de las estrategias locales de respuesta ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, se requiere además de la aplicación y articulación de los diversos conocimientos con un enfoque geográfico, garantizar el acceso a la información oportuna y de calidad a nivel local, potenciar y dar autonomía a los productores en cuanto a sus estrategias de mantenimiento de agrobiodiversidad y de implementación las prácticas de manejo tradicionales; en este mismo sentido, uno de los principales desafíos radica en prevenir

y mitigar los efectos de los factores inductores de riesgo no climático que agudizan la vulnerabilidad social y ambiental.

6.3 Aspectos metodológicos

Si bien los marcos disciplinarios y teóricos de la Geografía de riesgos no fueron abordados a profundidad (lo cual es desafiante y está abierto a la crítica), la fortaleza de este trabajo radicó en el desarrollo de una estructura metodológica que permitió evaluar e integrar abordajes cuantitativos de la climatología y de estudios cuantitativos y semicualitativos sobre las percepciones y respuestas de los productores ante los distintos eventos de la variabilidad climática, los cuales normalmente se analizan de manera separada en la Geografía física y en la Geografía humana.

El ejercicio metodológico realizado en los dos estudios de caso fue metodológicamente útil para extraer la evidencia empírica necesaria para retroalimentar los objetivos y la línea argumentativa de la tesis. No obstante es pertinente mencionar que al presentar dos estudios de caso no se pretendía hacer una comparación sistemática entre las zonas de estudio, sino evidenciar situaciones contrastantes o similares sobre el comportamiento, manifestaciones e impactos de la variabilidad climática en paisajes de montaña, además de la coyuntura social del campo. De manera general se concluye que los métodos y la línea metodológica empleados para responder las preguntas de investigación permitieron refutar la hipótesis del objetivo específico uno, así como validar las hipótesis de los objetivos específicos dos y tres.

El trabajo estadístico de análisis climatológico tiene un potencial como herramienta de pronóstico al corto plazo por la cantidad y calidad de información que soporta los modelos. Metodológicamente, el ejercicio fue ajustado a la escala de análisis, pues en ambos países hay únicamente pronósticos a escala nacional y regional, pero no en la local. Su efectividad como pronóstico al corto plazo quedó evidenciada durante el último Niño 2015-2016, ya que en Tancítaro y San Vicente de Chucurí las instituciones pudieron usar los modelos para informar a los productores y planear algunas actividades de manejo agronómico ante las alteraciones meteorológicas que se presentaron en la zona debido al mencionado evento. No obstante su validez como pronóstico al largo plazo es limitada y en ese sentido reside la dificultad de generar conocimiento en la escala local para el diseño de estrategias como la adaptación al cambio climático.

Pese a lo anterior, el ejercicio fue robusto y es fácilmente replicable para el estudio de los impactos de los eventos ENOS o para el análisis de eventos hidrometeorológicos extremos en la escala local.

El diseño del cuestionario que alimentó la estructura de análisis de los objetivos específicos dos y tres, permitió ir más allá en términos de recolección de datos porque hubo mucha información disponible que no fue analizada –porque no hacía parte del objeto de estudio delimitado- y que tiene potencial como la perspectiva de género, de edad o sociocultural dentro del componente de percepciones y prácticas de manejo. En este sentido, quedan planteadas nuevas líneas de análisis sobre percepciones de riesgo y prácticas de manejo por rangos de edad, tipo de productor o con perspectiva de género.

Sí bien el planteamiento, desarrollo y discusiones de este trabajo giraron en torno a la altitud como factor de diseño y de análisis para cada variable estudiada, es preciso volver a mencionar que las manifestaciones e impactos de la variabilidad climática, la configuración de percepciones y riesgos y, la distribución y manejo de sistemas de producción también son influenciadas por otros elementos geográficos, agronómicos, culturales, sociales, económicos y políticos que no fueron abordados a profundidad en esta investigación.

6.4 Perspectivas

Tal como se mencionó en la sección 1.3, este trabajo brinda nuevos elementos de discusión para una mejor planificación del riesgo agrícola (a corto y mediano plazo) en cultivos perennes de paisajes de montaña en el marco de la implementación de los instrumentos de política pública de apoyo al sector agrícola y para reflexionar sobre el papel del pequeño productor en los contextos de las grandes economías agrícolas que soportan los mercados nacionales e internacionales.

Con referencia a la planificación del riesgo en cultivos perennes de gran relevancia económica a través de la implementación de instrumentos de política pública, quedó evidenciado que la problemática no se centra en falta de acceso a la tecnología, de conocimientos (empíricos o técnicos), ni de recursos económicos para enfrentar la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, pues los productores tienen todo un acervo de conocimientos y prácticas agrícolas que son eficientes a la hora de mitigar los riesgos climáticos, así como la capacidad económica para acceder a tecnologías de manejo convencional (incluso manejos sustentables como el caso del aguacate orgánico en Tancítaro y el cacao híbrido en San Vicente de Chucurí). Es por ello que desde la perspectiva de conocimientos y tecnología disponible, la planificación del riesgo agrícola tiene un potencial considerable.

No obstante, en los dos casos de estudio quedó evidenciado que las actuales directrices de apoyo crediticio para el manejo de los sistemas de producción limitan la aplicación de tecnologías tradicionales en beneficio del aumento de los rendimientos de los

cultivos y además, son desconocidas por los pequeños productores, quienes constituyen la base social que soporta a estas grandes economías agrícolas.

Así mismo, se encontró que los apoyos crediticios oficiales para los pequeños productores de los respectivos gremios agrícolas no están siendo integrados de manera equitativa y eficaz en la escala local, ya sea por el favorecimiento de un tipo de cultivo sobre otro en pro del rendimiento (caso de San Vicente de Chucurí con los privilegios en el otorgamiento de créditos y seguros a quienes cambien el cacao híbrido por cacao clonado), por el desconocimiento de los mecanismos de apoyo y la informalidad institucional (caso de Tancítaro con la adquisición de créditos a través de comercios locales y con las respuestas no oficiales de la Junta de Sanidad Vegetal para apoyar a los pequeños productores ante la ocurrencia de eventos extremos –cuando en realidad son otras instituciones nacionales las encargadas de hacerlo mediante diferentes mecanismos) o por la falta de autonomía de las instituciones oficiales en los protocolos de manejo de cultivos (caso de Tancítaro con el sometimiento institucional ante los requerimientos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos – United States Department of Agriculture, USDA- para la exportación de aguacate, los cuales están en detrimento de aspectos ambientales y de la autonomía de los productores para manejar sus sistemas de producción).

Ante esta situación, se hace necesario encontrar los mecanismos de comunicación y soporte institucional para que los productores tengan conocimiento de los mecanismos financieros que están a su alcance. No obstante la solución va más allá, pues como se apreció en el caso de Tancítaro los productores no solo desconocen estos apoyos institucionales sino que además desconfían de las instituciones que los otorgan y en ese sentido, su preferencia es continuar en la informalidad (créditos en comercializadoras y préstamos familiares) que comprometerse financieramente con una institución oficial. En este orden de ideas, es relevante replantear el rol de las instituciones locales de apoyo al agricultor (Juntas de Sanidad Vegetal), ya que son éstas las más cercanas a la realidad del productor y que aún mantienen credibilidad y confianza entre la población local.

En términos de un acompañamiento más cercano al pequeño productor (y no tan técnico), las Juntas de Sanidad Vegetal son instituciones de gran potencial que podrían tener una dependencia especial que brinde información adecuada (sobre la facilidad de acceso a créditos para el sector aguacatero) y oriente eficazmente a los productores en caso de siniestros climáticos (acceso a seguros oficiales de AGROSEAMEX). Esta situación implicaría una mayor partida presupuestal hacia las Juntas, de manera que se amplíe el servicio, personal y logística de éstas influyentes y notables instituciones locales.

Un elemento que es fundamental en los procesos productivos del aguacate es la articulación de múltiples conocimientos y los flujos de comunicación entre éstos. Dado el acervo de conocimientos y tradiciones sobre el manejo del cultivo, así como la experiencia exitosa de la producción orgánica de aguacate en Tancítaro, resulta estratégico que se diversifiquen las experiencias y saberes en torno al cultivo, de manera que el conocimiento técnico de los ingenieros al servicio de empresas locales (fertilizadoras, auditoras, etc.) no sea la única herramienta para el manejo y producción de este importante cultivo.

Con referencia al caso colombiano, es necesario flexibilizar la estrategia nacional de producción agrícola con criterios agroecológicos y sociales, pues su principal objetivo es el rendimiento del cultivo en detrimento de tradiciones como el manejo de sistemas agroforestales, los cuales además de conservar una gran diversidad genética de materiales, son reservorios/corredores naturales de biodiversidad, soportan de manera alternativa las pequeñas economías campesinas y son modelos de producción sostenible y resiliente (Altieri, 2010; Altieri y Nicholls, 2013).

El fortalecimiento de este tipo de políticas rurales en Colombia, además de vulnerar a los pequeños productores (quienes constituyen alrededor del 80% de la población rural del país) pone en riesgo, al mediano y largo plazo, la sostenibilidad de los sistemas de producción. Un ejemplo emblemático de esta situación lo constituye la política de reemplazo de café de sombra por café a libre exposición, la cual bajo el argumento del aumento significativo del rendimiento, ha tenido consecuencias negativas en términos de disminución de la producción, de dependencia en insumos, de afectaciones a la biodiversidad (disminución de polinizadores) y al suelo (pérdida de fertilidad y de capacidad de infiltración), aumento de plagas y enfermedades, de deterioro en la calidad del grano, y en general, pérdidas económicas para los pequeños cafeteros de Colombia (Escobar, 2015).

Con todo lo anterior como contexto, se evidencia que las actuales directrices oficiales para el apoyo agrícola no están del todo diseñadas para la asistencia al pequeño productor y además, homogenizan los sectores productivos hacia altos estándares económicos y de alto rendimiento, olvidando sus contextos sociales, culturales y geográficos. Es por ello que los resultados de este estudio son importantes no solo como un ejercicio académico, conceptual y metodológico, ya que evidenciaron dos situaciones contrastantes sobre los contextos actuales de la aplicación de políticas rurales en la agricultura de pequeña y mediana escala bajo escenarios de desigualdad, desconocimiento e incertidumbre climática.

Referencias

Altieri, M. 2010. *Determinando la capacidad de adaptación y resiliencia de los Sistemas Agroforestales (SAF) con cacao frente al cambio climático*. Final Report Inter-American Development Bank.

Altieri, M. y C. Nicholls. 2009. "Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas". *Leisa Revista de Agroecología*, 5 – 8

Arnell, N. 2010. "Adapting to climate change: an evolving research programme". *Climatic Change*, 100: 107–111.

Avila, B., y F. Briones. 2014. "Comunidades vulnerables ante amenazas identificadas: percepción del riesgo en Alvarado, Veracruz, México". Werner, J. (Comp.), *Cambio climático. Poder, discursos y prácticas*. DESCO. Lima, Perú.

Badan, A. 2003. The effects of El Niño in Mexico: A survey. *Geofísica Internacional*, 42: 567-571.

Baldion, J. y O. Guzman. 1994. "Condiciones climáticas en la zona cafetera en los años 1991, 1992 y 1993 y su influencia en las cosechas de café". *Cenicafe Avances Técnicos*, 203: 1-8.

Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. (2010). Scenarios of climate change within the context of agricultura. Reynolds M. (Ed). *Climate change and crop production*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International.

Chuku, Ch. y Okoye, Ch. 2009. "Increasing resilience and reducing vulnerability in sub-Saharan African agriculture: Strategies for risk coping and management". *African Journal of Agricultural Research*, 4 (13): 1524-1535.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. 2012. *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011*. Misión BID – CEPAL, Bogotá.

Conde, C., Ferrer, R., Magaña, V., Araujo, R. y C. Gay. 2000. *Regional Climate Forecast for Summer of 2000 and its application in the Agricultural Activities of Tlaxcala, Mexico*. Proceedings of the International Forum Climate Prediction, Agriculture and Development, April 26 –28, 2000. Palisades, New York.

Eakin, H. 2000. "Smallholder maize production and climatic risk: A case study from central México". *Climatic Change* 45(1); 19–36.

Escobar, E., Bonilla, M., Badan, A., Caballero M. y A. Winckell. 2001. *Los Efectos del Fenómeno de El Niño en México, 1997-1998*.

Escobar, G. 2015. "El uso de árboles de sombrío en cafetales de Colombia: una historia sombría". *Etnoecológica*, XI (1): 9-30.

FAO. 2015. *Agricultura y cambio climático: instituciones, políticas e innovación en América Latina*. Santiago de Chile.

Feola, G., Lerner, A., Jain, M., Montefrio, M. y Nicholas, K. 2015. "Researching farmer behaviour in climate change adaptation and sustainable agriculture: Lessons learned from five case studies". *Journal of Rural Studies*, 39: 74-84.

Ford, J., Berrang-Ford, L. y Paterson, J. 2011. "A systematic review of observed climate change adaptation in developed nations a letter". *Climatic Change*, 106: 327–336.

Gandure, S., Walker, S. y J. Botha. 2013. "Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community". *Environmental development*, 5: 39-53.
Gay, C., Estrada F., Conde, C., Eakin, H. y Villers, L. 2006. "Potential impacts of climate change on agriculture: a case of study of coffee production in Veracruz, México". *Climate Change*, 79: 259–288.

Granados, R., Aguilar, G., Díaz, G., and Medina, M. 2011. "Alteraciones de los indicadores agroclimáticos en años con presencia del fenómeno El Niño en la región centro-occidente de México". *Revista Geográfica de América Central*, 1-16.

Guzman, O. y J. Baldion. 1997. "El evento cálido del Pacífico en la zona cafetera Colombiana". *Cenicafe* 48 (3): 141-155.

Hofmann, M.E., Hinkel, J. y Wrobel, M. 2011. "Classifying knowledge on climate change impacts, adaptation, and vulnerability in Europe for informing adaptation research and decision-making: a conceptual meta-analysis". *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 21: 1106–1116.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. 2012. El sector agropecuario ante el desafío del cambio climático.

Kooster, D. 2011. "Geografías ambientales". Bocco, G., Urjijo, P. y A. Vieira. *Geografía y ambiente en América Latina*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental e Instituto Nacional de Ecología. 339-355

Lorenz, S., Beman, R., Jami, D. y Lebel, S. 2013. "Time for a systematic review: A response to Bassett and Fogelman's "Déjà vu or something new? The adaptation concept in the climate change literature". *Geoforum*, 3: 32-49.

Magaña, V., Pérez, J., Conde, C., Gay, C. y S. Medina. 1997. *El fenómeno de El Niño y la Oscilación del sur (ENOS) y sus impactos en México*. Departamento de Meteorología General, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México.

Magaña, V., Vázquez, J., Pérez, J. and Pérez, J. 2003. "Impact of El Niño on precipitation in México". *Geofísica Internacional*, 42: 313-330

Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A. y A. Diouf. 2009. "Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation in rural Sahel". *Environmental Management*, 43: 804–816.

Ministerio de Agricultura. 2016. *Impactos del evento El Niño 2015-2016 en el sector agropecuario*. <http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx>

Monterroso, A., Conde, C., Gómez, J. y J. López. 2007. "Vulnerabilidad y Riesgo en Agricultura por cambio climático en la Región Centro del Estado de Veracruz, México". *Zonas Áridas* 11 (1): 47 – 60.

Mora, G., Acevedo, G., Calderón, G, Flores-Sánchez, J., Domínguez, S., Peter, B. y González-Gómez, R. 2015. Consideraciones epidemiológicas del cambio climático en la fitosanidad de cultivos tropicales. *Revista mexicana de fitopatología*, 32 (2): 147-167.

Montealegre, J. y D. Pabon. 2000. "La variabilidad climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña–Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia". *Meteorología Colombiana*, 2: 7-21.

Moser, S. y Ekstrom, J. 2010. "A framework to diagnose barriers to climate change adaptation". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107: 22026–22031.

Osbah, H., Dorward, P., Stern, R. y S. Cooper. 2011. "Supporting agricultural innovation in Uganda to respond to climate risk: linking climate change and variability with farmer perceptions". *Experimental Agriculture*, 47 (2): 293–316.

Oswald, U. 2011. "Reconceptualizar la seguridad ante los riesgos del cambio climático y la vulnerabilidad social". Lucatello, S. y Rodríguez, D. *Las dimensiones sociales del cambio climático. Un panorama desde México. ¿Cambio social o crisis ambiental?* México: 23-49.

Pereyra, D., Bando, U. and Natividad, M. 2004. "Influencia de La Niña y El Niño sobre la precipitación de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México". *Universidad y Ciencia*, 20: 33-38.

Poveda, G. 2004. "La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna". *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 28: 201-222.

Puerta, O. and Carvajal, Y. 2008. "Incidencia de El Niño-Oscilación del Sur en la precipitación y la temperatura del aire en Colombia, utilizando el Climate Explorer". *Ingeniería y Desarrollo*, 23: 104-118.

Ramírez, V. y Jaramillo, A. 2009. "Relación entre el Índice Oceánico de El Niño y la lluvia en la región andina central de Colombia". *Cenicafé*, 60: 161–172.

Reid, S., Smit, B., Caldwell, W. y S. Belliveau. 2007. "Vulnerability and adaptation to climate risks in Ontario agriculture". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12: 609–637.

Roge, P., Friedman, A., Astier, M. y M. Altieri. 2016. "Farmer Strategies for Dealing with Climatic Variability: A Case Study from the Mixteca Alta Region of Oaxaca, Mexico". *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38: 786-811.

Romero, H., Fuentes C. y P. Smith. 2011. "La geografía de los riesgos "naturales" y el terremoto de Chile del 27 de febrero de 2010". Bocco, G., Urjijo, P. y A. Vieira. *Geografía y ambiente en América Latina*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental e Instituto Nacional de Ecología. 251-282

Ruiz, A. y Pabón, D. 2013. "Efecto de los fenómenos de El Niño y La Niña en la precipitación y su impacto en la producción agrícola del departamento del Atlántico (Colombia)". *Cuadernos de Geografía. Revista colombiana de Geografía*. 22 (2), 35-54.

Sánchez, M. y E. Lazos. 2011. "Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas, Mexico". *Climatic change*, 107: 363-389.

Sandoval, C., Soares, D. y T. Munguía. 2014. "Vulnerabilidad social y percepciones asociadas al cambio climático: Una aproximación desde la localidad de Ixil, Yucatán". *Sociedad y Ambiente*, 1 (5): 7-24.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación –SAGARPA. 2015. *México: los desafíos, retos y oportunidades de la agricultura ante el cambio climático*.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SIAP-. 2015. *Atlas Agroalimentario*, primera edición. México.

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.