

Análisis de indicadores extremos climáticos y la percepción local en dos comunidades de la Selva Lacandona

José Luis Álvarez-Vázquez¹
Genaro Aguilar-Sánchez¹
Rebeca Granados-Ramírez^{2,§}
Jorge Duch-Gary¹
Juan Juárez-Méndez¹
Isabel Tamara-Pedron³

1 Universidad Autónoma Chapingo-Centros Regionales. Carretera México-Texcoco km 38.5. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230. (avazquez-24@hotmail.com; g-aguila@correo.chapingo.mx; duchgary@hotmail.com; jjuarezm@taurus.chapingo.mx).

2 Instituto de Geografía-Investigación Científica. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, México. CP. 04510.

3 Universidad Estatal del Oeste de Paraná. R. Pernambuco 1777, Marechal Cândido R., Paraná, Brasil. (itpedron@yahoo.com.br).

Autor para correspondencia: rebeca@igg.unam.mx.

Resumen

En el presente estudio, se analizaron los índices de cambio climático de la estación climática Lacantún, México y su influencia en el ámbito agrícola (sistema milpa) en dos comunidades de la región de la Selva Lacandona. La detección de cambios e identificación de tendencias de temperatura y precipitación en el área en estudio se llevó a cabo mediante el cálculo de los índices propuestos por el equipo de expertos en detección e índices de cambio climático a través del programa RClindex. Además, mediante entrevistas a la población local se conoció la percepción de los cambios en el clima y su impacto en la agricultura. Los resultados indican que, del año 1980 al 2016, hubo un incremento de 1.5 °C en la temperatura máxima, incremento de 0.5 °C en la temperatura mínima, la precipitación disminuyó 500 mm, los días secos aumentaron y los días húmedos no presentaron variación. De acuerdo con la percepción de la población las lluvias se han retrasado y disminuido, demorando las siembras hasta por 20-30 días, la canícula se ha prolongado 10 o 15 días más, existe una mayor presencia de plagas y enfermedades (gusano cogollero y roya del frijol), estos cambios han provocado reducción en el rendimiento del maíz en un 20-25% y de 20-30% en frijol.

Palabras clave:

cambio climático, precipitación, RClindex, temperatura.



License (open-access): Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia **Creative Commons**

Introducción

A lo largo de la historia, el planeta ha experimentado cambios en los elementos climáticos (radiación, temperatura, precipitaciones, nubosidad, entre otros), estos se han atribuidos a diversos factores como cambios en la actividad solar, en la circulación oceánica, tectónica de placas, actividad volcánica y cambios en la composición atmosférica, estas variaciones se dieron a través de tiempos geológicos, sin embargo, en las últimas décadas, las acciones humanas han incidido en gran medida en el clima de forma rápida (Haj-Amor y Bouri, 2020) (Casana y Olivares 2020).

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007), reportó que en los últimos 100 años la temperatura global se incrementó 0.74 °C aproximadamente, información que recientemente fue ratificada (IPCC, 2019). Investigaciones realizadas a nivel regional, detectaron que en los últimos 30 años los periodos de calor han sido superiores a los promedios, otros refieren que las condiciones térmicas presentaron tendencias crecientes y siguieron que la frecuencia y la intensidad de las temperaturas extremas aumente (Yu and Li *et al.*, 2015; Bocalandro *et al.*, 2021).

Por tanto, los elementos del clima (temperatura y precipitación) han presentado variaciones importantes en el tiempo y en el espacio, ya sea de manera recurrente o cíclica, mismas que impactan en diversa forma y grado a las diferentes regiones del planeta, a la sociedad y a su economía (IDEAM Y UNAL, 2018). De acuerdo con la IFRC (2022) son cada vez mayores los fenómenos extremos que este calentamiento ya está produciendo y un alto porcentaje de los desastres naturales mundiales están relacionados con el rápido aumento en la frecuencia, severidad, duración y extensión de eventos extremos.

Desde la perspectiva de las ciencias sociales, numerosos estudios establecen que el clima es ante todo el resultado de la forma en que los individuos perciben, se apropian e interpretan los eventos meteorológicos y climáticos que ocurren a su alrededor (Olivares, 2014a). Por lo tanto, el concepto de clima es una construcción cultural que se elabora a partir de procesos materiales y simbólicos y que denota aspectos culturales, espaciales e históricos (Pinilla *et al.*, 2012).

Los estudios realizados en torno a modelos y proyecciones de cambio climático (CC) a escala local son limitados, por lo que es de suma importancia y relevancia las investigaciones sobre las observaciones y percepciones en las poblaciones campesinas tradicionales de Latinoamérica (Olivares, 2014b), quien proporcionan datos climáticos a nivel local y pueden ayudar a caracterizar los sistemas locales (Fernández *et al.*, 2014; Cortez *et al.*, 2016; Olivares *et al.*, 2016).

Los estudios de Jori (2009); Olivares *et al.* (2012) enfatizan que, el conocimiento de las actitudes sociales ante el cambio climático posee un valor extraordinario; por lo que, es conveniente conocer las actitudes y opiniones de los individuos, basado, fundamentalmente, en las experiencias vividas, puede resultar de gran utilidad a la hora de definir políticas eficaces contra el calentamiento global (CG).

El equipo de expertos en el monitoreo y detección de cambio climático e índices (ETCCDMI) por sus siglas en inglés, desarrollaron una metodología para calcular 27 indicadores climáticos básicos, para usarlos en estudios de monitoreo y detección de cambio climático (Zhang y Yang, 2004).

El análisis de los eventos extremos se ha utilizado en diversas investigaciones (Pinilla y Pinzón 2012; Serrano *et al.*, 2012; Aguilar y Pedraza 2016) realizaron análisis de las temperaturas máximas, mínimas y precipitación con RClimdex y obtuvieron incrementos importantes que pueden considerarse consecuencias de la variabilidad y cambio climáticos.

Particularmente en la Selva Lacandona los extremos climáticos y los fenómenos meteorológicos atípicos como: aumento en la temperatura, retrasos y adelantos en la temporalidad de las lluvias, sequías e inundaciones, han tenido un impacto significativo en la producción de cultivos (Carabias *et al.*, 2015). Sin embargo, la percepción del clima puede variar de acuerdo con

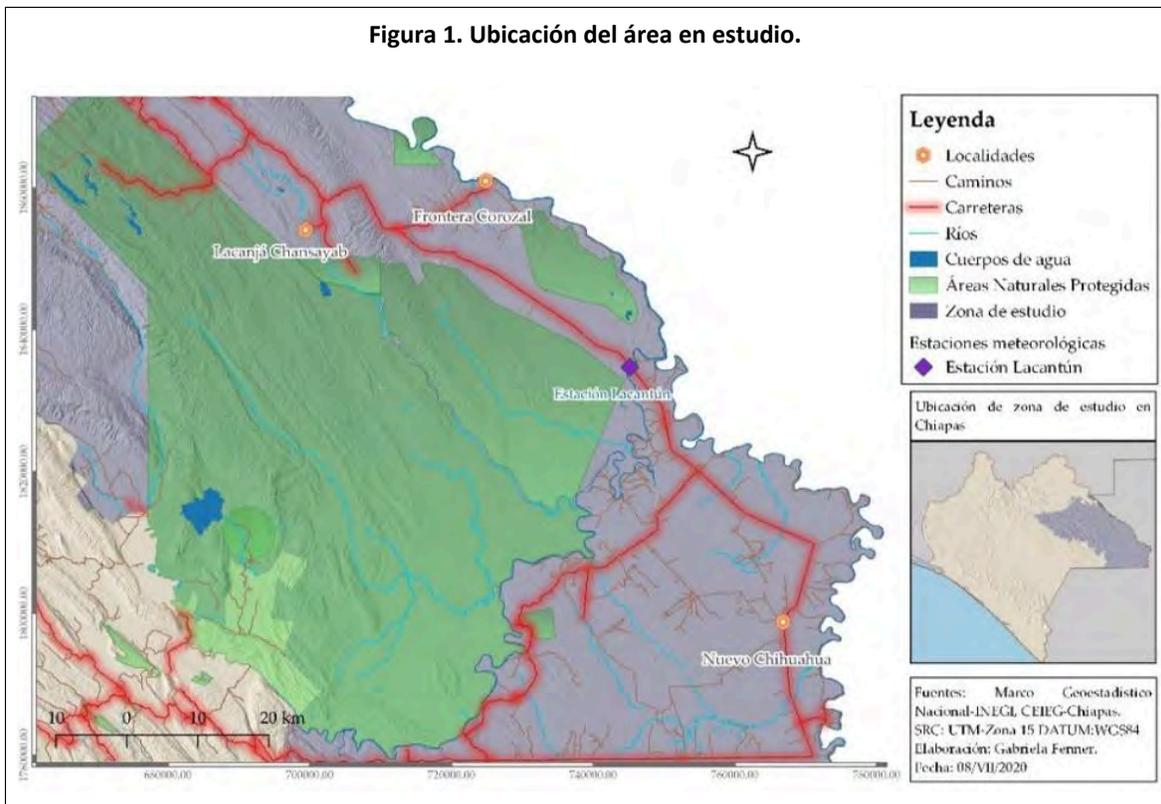
la cultura y tradiciones de la comunidad. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue analizar los eventos climáticos extremos y la percepción climática local en dos comunidades de la Selva Lacandona, México.

Materiales y métodos

Área en estudio

Las localidades estudiadas se ubican en la Selva Lacandona de México: la primera localidad es Frontera Corozal cuyas coordenadas son 16° 47' 31.27" de latitud norte y 90° 52' 22.31" de longitud oeste en el municipio de Ocosingo, la segunda corresponde a el Ejido Nuevo Chihuahua 16° 15' 17.59" de latitud norte y 90° 29' 59.82" longitud oeste, en el municipio Benemérito de las Américas (Figura 1).

La temperatura media anual oscila entre los 22-35 °C y la precipitación total anual varía de los 2 500-4 000 mm anuales; las precipitaciones son abundantes en verano > 200 mm. de mayo a octubre. El clima es cálido húmedo según (García, 2004).



La población de la localidad de Frontera Corozal está constituida por el grupo étnico Chol y en el ejido Nuevo Chihuahua por mestizos provenientes del centro y norte de México y por un grupo reducido de la etnia Tzeltal, el tipo de tenencia de la tierra es comunal. En ambas comunidades, el sistema de producción agrícola predominante es la milpa.

La milpa es, una tecnología agrícola única, que combina policultivos como frijoles, tomates, chile, quelites, calabazas y maíz (*Phaseolus vulgaris*, *Solanum lycopersicum*, *Capsicum annum*, *Amaranthus* spp. y *Cucurbita* y *Zea Mays*). El ciclo productivo de la milpa depende en gran medida de la temperatura y precipitación; por lo que una variación en estos elementos puede cambiar el ciclo completo de este tipo de agricultura, tan diversa y a la vez tan frágil.

La metodología incluyó tanto método cualitativo (entrevistas) y cuantitativos (cálculo de indicadores). El método de muestreo utilizado fue el de bola de nieve, en donde se identificaron actores claves, mismos que proporcionaron nombres de un tercero y así sucesivamente según Atkinson y Flint (2001), se realizó un total de 20 entrevistas en las dos localidades. Los datos climáticos para el análisis de indicadores de extremos climáticos, tales como la de temperatura máxima, mínima del aire y precipitación fueron descargados de la página oficial del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2019). El Cuadro 1 desglosa la información de la estación climática utilizada.

Cuadro 1. Información de la estación climática.

Estado	Municipio	Nombre	Clave	Ubicación	Años con datos
Chiapas	Ocosingo	Lacantún	07337	16.581 LN -90.702 LO	38 años (1980-2016)

SMN (2019).

Posteriormente, se utilizó el método RCLimDex para el análisis de los indicadores de extremos climáticos desarrollado por Byron Gleason del Centro Nacional de Datos Climáticos (NCDC) y ha sido usado en talleres de la comisión de climatología internacional (CCI) y por el grupo de clima y océano: variabilidad, previsibilidad y cambio (CLIVAR).

Finalmente, en este estudio solo se usaron seis indicadores los cuales son: días húmedos, días secos, precipitación total, número de días con precipitación menor a 20 mm, temperatura nocturna y temperatura mínima diaria (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índices calculados por RCLimDex.

Código	Índice (unidad)	Detalle	Agrupación
01	CDD (días)	Mayor número de días secos consecutivos en un año	Asociados al comportamiento de la precipitación y de eventos extremos de lluvia
02	CWD (días)	Mayor número de días húmedos consecutivos en un año	
07	PRCTOT (mm)	Precipitación total al año	
09	R20mm (días)	Número de días en un año con lluvia mayor a 20 mm	
20	TNn (°C)	Temperatura nocturna mínima	Asociado al comportamiento de la temperatura mínima (temperatura en la noche)
27	TXx (°C)	Temperatura diaria máxima: valor mensual máximo de la temperatura máxima diaria	Asociado al comportamiento de la temperatura máxima (temperatura en el día)

Zhang y Yang (2004).

Finalmente, el trabajo en campo consistió en la aplicación de entrevistas en las localidades: Frontera Corozal y Nuevo Chihuahua. Las preguntas utilizadas para recabar la información fueron las siguientes: describa las características ambientales de hace unos 30-35 años en la localidad, así como las características de producción en la milpa, ¿cuáles son los principales cambios que ha notado en los últimos años? ¿ha afectado los periodos de siembra, cosecha, rendimiento y en los ingresos? ¿qué acciones está realizando o se realizan dentro de la comunidad para adaptarse a estos cambios?

Resultados y discusión

Análisis de índices de extremos climáticos

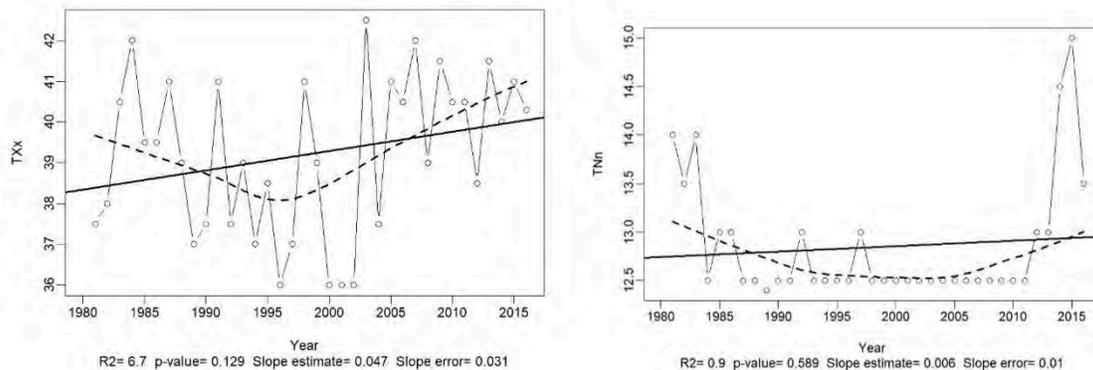
El Cuadro 3 desglosan los valores calculados con el programa RCLimdex: temperatura máxima (TXX), la temperatura mínima (TNN), la precipitación total (PRCTOT), precipitación de 20 mm (R20 mm), los días secos (CDD) y días húmedos (CWD).

Estación	PRCTOT	R20mm	TXX	TNN	CDD	CWD
Lacantún	0.122*	0.187*	0.129	0.589	0.766	0.749

* = tendencia negativa.

El índice extremo de temperatura máxima, indica que a medida que el valor es cercano a uno (1) nos indica que los cambios son mínimos, caso contrario, si el valor es más cercano a 0 los cambios son palpables y visibles. La temperatura máxima en la estación indicó que desde el año 1980 a la actualidad se han incrementado, siendo el valor del índice calculado de 0.129, por lo que se puede afirmar que en un lapso de 38 años la temperatura se incrementó aproximadamente 1.5 °C pasó de 38.5 a 40 °C (Figura 2a).

Figura 2. Comportamiento de la temperatura máxima (a); y temperatura mínima (b).



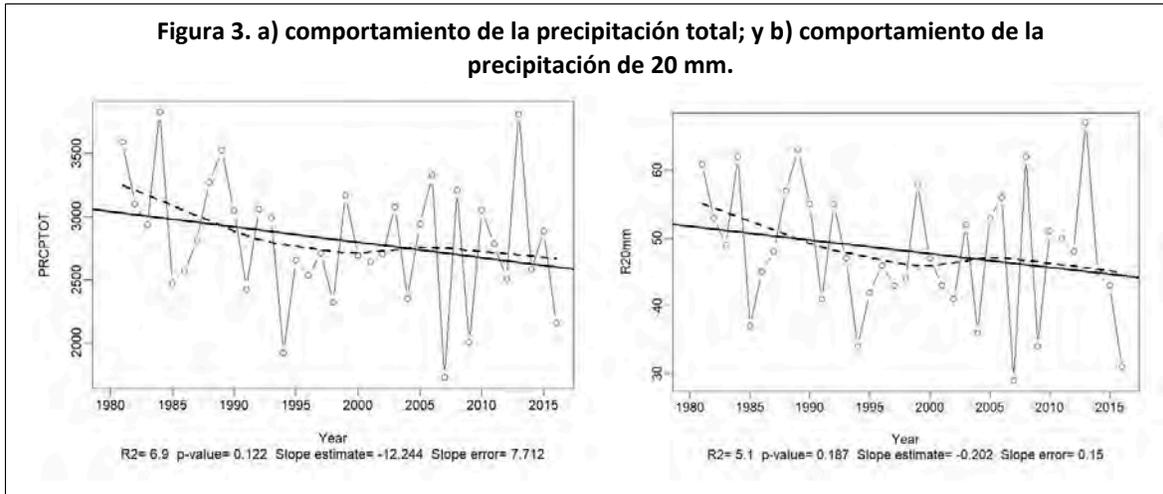
La TNN, Figura 2b tiene el mismo comportamiento que la máxima, las tendencias indican que hay un incremento, el valor del índice calculado fue 0.589, lo que representa que los cambios en la temperatura son menores; en 1980 la mínima fue 12.5 °C y para 2016 de 13 °C, la diferencia fue de 0.5 °C.

Estos datos coinciden con lo reportado por Ruiz *et al.* (2016) quienes analizaron 16 estaciones meteorológicas en el estado de Chiapas y observaron que 63% de ellas presentaban tendencias positivas significativas para temperatura extrema y 31% presentaron temperaturas mínimas más altas.

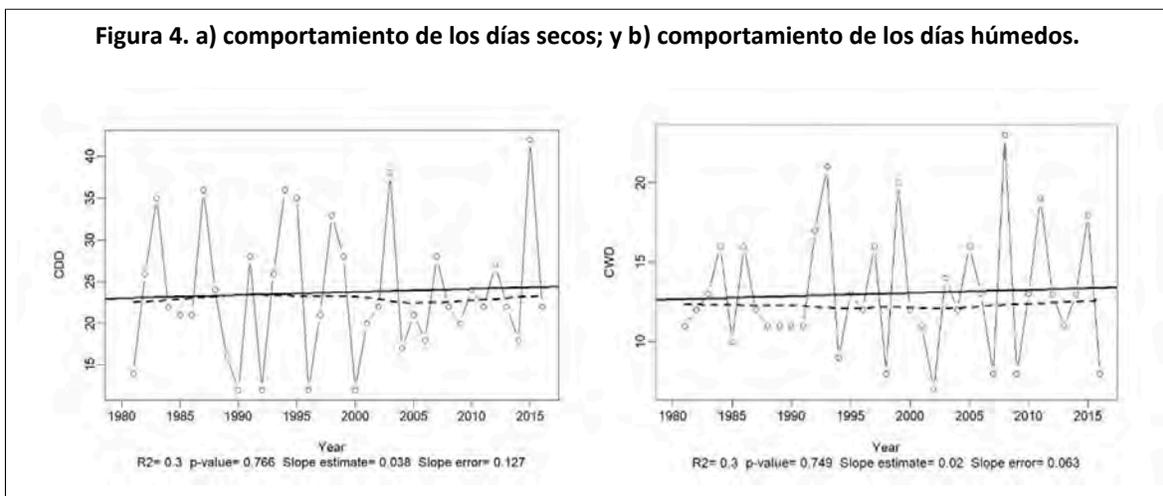
En cuanto a la precipitación total anual se observó disminución, el valor del índice es $p= 0.122$, con una tendencia negativa. En la Figura 3a se observó que en 1980, la precipitación total fue de 3 100 mm y 2 600 mm para 2016, hubo un descenso de 500 mm, cantidad altamente significativo.

Las precipitaciones de 20 mm, consideradas como lluvias fuertes; fueron frecuentes en años anteriores, en el análisis se observó una tendencia a disminuir, el valor del índice es de 0.187

con tendencia negativa (Figura 3b). En 1980 se reportó un total de 52 días con precipitaciones de 20 mm y para el año 2016 solo 43 días, existió un descenso de 9 días.



Al analizar la Figura 4a, los días secos y húmedos se observó variaciones menores en el número de días secos, el valor del índice fue de 0.766, para 1985 el número de días secos fue de 23 días y para 2016 pasó a 25 días, diferencia de dos días en un periodo de 38 años.



En los días húmedos no se observó cambios significativos (Figura 4b), en 1985 se reportó un total de 13 días y para 2016 un total de 14 días. Reportes de Ruiz *et al.* (2016) refieren que en Chiapas sólo una estación presentó tendencia positiva. Respecto a la deforestación este no es un efecto directo del cambio climático, pero juega un papel importante en la variación del clima local.

Los habitantes mencionaron que, cuando comenzaron a poblar la región, la vegetación era virgen, menciona un poblador del ejido Nuevo Chihuahua 'nos daba miedo entrar en la montaña, aquí en las orillas del pueblo podíamos ver árboles enormes y en las noches se podía escuchar el tigre y muchos otros animales, ahora solo vemos potreros (pastizales cultivados) y plantaciones de palma'. Décadas más tarde, con el arribo de nuevos colonos y el crecimiento de la población, la selva fue cediendo paso a las actividades ganaderas y agrícolas.

Percepción local del clima

Las personas entrevistadas mencionan que, actualmente el calor se ha intensificado, cada año es más fuerte, los periodos de sequía son más largos, las lluvias se han retrasado hasta por un

mes, la milpa ya no produce como en años anteriores, los arroyos se han secado, la canícula se ha prolongado por más días y afecta en el llenado del grano del maíz, mencionan de igual manera que, las plagas y enfermedades de la milpa son cada vez más fuertes, provocando pérdidas en la producción.

El calor es cada vez más elevado, menciona Don Javier del poblado de Nuevo Chihuahua 'yo recuerdo que cuando llegue, más o menos en los años 70 llovía mucho, había agua por todos lados, muchos arroyos, en los días que llovía fuerte hacía frío, los días eran mucho más frescos; ahora todo eso cambió, ya no hay agua en los arroyos, las lluvias llegan tarde (finales de mayo y principios de junio) y el calor es mucho más fuerte'.

La disponibilidad de agua es otro problema que se está presentando de manera recurrente en la región, comenta el joven Gerardo de la comunidad de Frontera Corozal 'durante los últimos cinco años hemos visto cómo se han empezado a secar los arroyos, el retraso de las lluvias y el calor intenso provoca que los arroyos se sequen, el año 2019 el río Usumacinta bajo mucho el nivel del agua, hasta a pensar que se iba a secar'.

El problema de sequía se ha intensificado en diversas regiones, en 2016 Bolivia presenció una de las mayores sequías en su historia (López, 2016a), en ese mismo año Perú presenció también una intensa sequía, los pueblos no tuvieron acceso al recurso hídrico (López, 2016b). Sin duda se afirma que los problemas que enfrenta la región de la Selva Lacandona no son aislados del entorno y clima global por lo que las acciones para mitigar los impactos deben ser a escala global, regional y local.

La producción agrícola en la región Lacandona se caracteriza por practicarse ampliamente el sistema roza-tumba-quema, la ganadería extensiva, la extracción de especies no maderables (palma camedor, especies comestibles y medicinales), plantaciones de palma africana, plantaciones de hule, explotación forestal, cultivo de maíz, frijol, chile, entre otros.

De acuerdo con la percepción y sentir de la población local, en los últimos diez años todas estas actividades se han visto afectadas debido a los cambios en el clima (temperatura y precipitación). Uno de los sistemas que más ha sido afectado es la milpa, de ella se obtiene maíz, plátano, yuca, frijol, quelites y otros productos que la familia consume. Las Figuras 5 y 6 muestran el calendario productivo de los 70's y otro de 2019.

Figura 5. Ciclo productivo de la milpa en los años 70's en la Selva Lacandona.

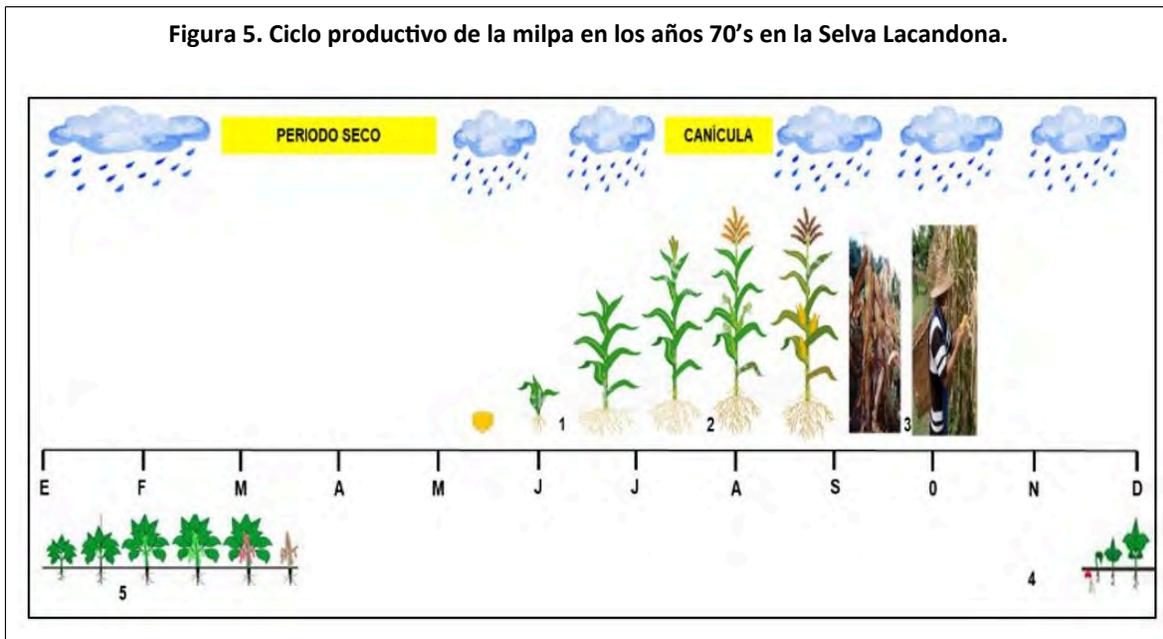
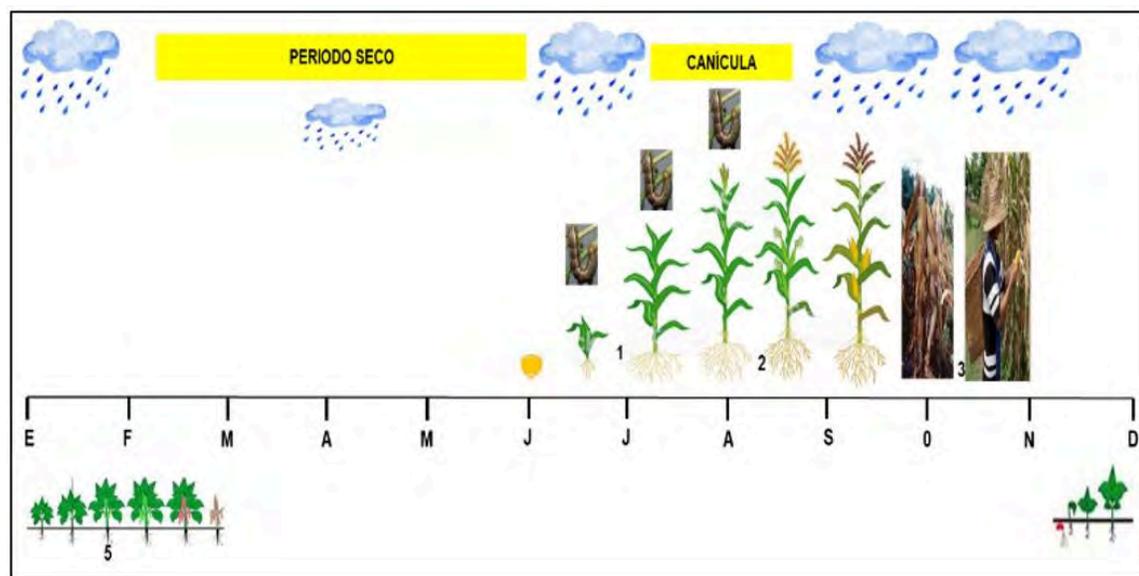


Figura 6. Ciclo productivo de la milpa del año 2018-2019 en la Selva Lacandona.



En base a los testimonios de los habitantes, se puede concluir que existen cambios en los periodos del ciclo productivo de la milpa, en los 70's, el tiempo era más estable y en los últimos años, la situación ha cambiado, se le atribuyen a la deforestación local, mandato divino, otros por el cambio climático global.

La temporada de lluvias iniciaba a principios de mayo, actualmente existe un retraso hasta de 30 días (finales de mayo o principios de junio), la canícula, que generalmente se presentaba de mediados de julio a agosto, ahora se ha prolongado hasta por 10 o 15 días más, provocando problemas en el llenado de grano del maíz. El periodo seco se presentaba en marzo y abril, recientemente está presente hasta finales de mayo.

Otro aspecto inusual fue que las primeras lluvias son intensas e incluso se presentan crecida de los ríos y arroyos. El joven Andrés de 28 años del poblado de Frontera Corozal mencionó que en 2019 'cuando la gente vio que las lluvias ya eran fuertes, algunos empezaron a sembrar, pensaron que la temporada de lluvia ya había iniciado, pero no fue así, hubo una sequía bastante fuerte y prácticamente la milpa se murió'. Historias como esta, dan cuenta que la población se encuentra confundida con los cambios percibidos en la temperatura y precipitación.

En el estado de Tlaxcala, México, también se ha trabajado la relación de las variables climáticas con la producción de cultivos básicos, Bernal-Morales *et al.* (2020), encontraron que, al relacionar el clima con la producción de maíz en condiciones de temporal, en algunas áreas había bajo la producción, en otras fue similar y en pocas un aumento.

Otro problema que se ha suscitado con los cambios en el clima es la proliferación de plagas y enfermedades. El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en los dos últimos años se ha incrementado su presencia. Los productores mencionaron que, debido a este problema, han cosechado 20-25% menos, el rendimiento promedio por hectárea pasó de 1.5 a 1.2 t. La roya (*Uromyces phaseoli*) es otra enfermedad que está afectando con mayor intensidad al frijol, provocando pérdidas hasta de 30% o a veces 100%.

Don Jesús de 65 años de la localidad de Frontera Corozal menciona 'yo recuerdo que hasta el año 2005-2006 en el día de las madres siempre llovía, a veces era la primera lluvia o de las primeras ahora, ese día ni llueve, ni señas de lluvia, solo hace bastante calor', con estos relatos se puede afirmar con certeza que, en las últimas dos décadas, el periodo lluvioso ha tenido cambios. La situación que está enfrentando la población de estas localidades, los obliga a buscar

alternativas de producción o acciones para ir adaptándose a estos cambios, dichas acciones se basan en el conocimiento ancestral o vivencias del día a día.

Autores como Altieri y Nicholls (2013), enfatizan que la agricultura campesina e indígena son alternativas en la lucha contra el CC. Por otro lado, mientras más biodiversos sean los agroecosistemas estos tienden a ser más estables y resilientes, un claro ejemplo de estos son las agriculturas tradicionales en países de África, Asia y Latinoamérica, quienes han desarrollado y heredado sistemas agrícolas complejos en ambientes hostiles (Altieri y Nicholls, 2008). Asimismo Altieri y Nicholls (2009) afirman que la tecnología indígena y tradicional son una fuente de información invaluable sobre la capacidad adaptativa frente al CC.

En el ámbito agrícola, también se ha venido realizando acciones para adaptarse a los cambios, hace aproximadamente 25 años era común el uso de una variedad de maíz de ciclo largo (seis meses a cosecha), los cambios en los patrones de precipitación han motivado a sembrar variedades de maíz de ciclo corto a intermedio (4-5 meses a cosecha) estos, además de estar adaptado a las condiciones del suelo, resisten más a las bajas precipitaciones y son rendidoras (2-3 t en suelos de mediana fertilidad).

La diversificación de la milpa está cobrando importancia nuevamente, dentro de este espacio podemos encontrar plátanos, calabazas, quelites, camotes, yuca, malanga, chiles, ñame y otras especies que son de consumo o uso local. La anterior problemática ha sido retomada por la FAO (2022), misma que plantea que el clima y su influencia en la producción agrícola es prioritaria e indica que el cambio climático amenaza la producción de alimentos, la seguridad alimentaria y puede traer problemas de hambruna, por lo que se debe actuar a nivel mundial, nacional, regional, y local, como se hace en la presente investigación.

Conclusiones

El análisis de los extremos climáticos es de suma importancia para evaluar los cambios en los elementos de clima, mismos que servirán para realizar planeaciones a corto, mediano y largo plazo. Los resultados calculados por RClimdex indican aumento de temperatura y variaciones en la precipitación, información que fue respaldada por las observaciones y percepciones de los habitantes de la zona.

En los últimos 20 años las temperaturas se han incrementado significativamente y esto se refleja en mayor cantidad de incendios forestales, desaparición de fuentes de agua, retraso de las lluvias, precipitaciones tipo aguaceros, dando como resultado variación en los ciclos agrícolas y pérdidas en maíz, frijol, plátanos, yuca, chiles y otras especies vegetales de consumo local.

Los estudios de esta índole no deben limitarse al análisis de datos climáticos, sino indagar o hacer uso de otras metodologías alternativas, como el conocimiento ancestral, mismo que proporcionan conocimientos invaluable. Los estudios sobre cambio climático generalmente están hechos a un nivel macro y no a nivel regional ni mucho menos local, por ello es de suma importancia que los estudios para comprender el impacto deben ser a nivel regional, ya que como bien señalan las investigaciones, los efectos o impactos varían de una región a otra.

El futuro de la Selva Lacandona es incierto, la agricultura de roza-tumba-quema, la ganadería y las plantaciones comerciales siguen ampliando sus fronteras año con año, sumando a esto, los incendios forestales, que cada año se vuelven más intensos. La importancia de hacer investigación de índole local, en un contexto regional, ya que sólo los estudios puntuales, pueden contribuir al mejor uso del suelo y la relación con los cultivos, adaptando la siembra de nuevas variedades de maíz o cambiando cultivos.

Bibliografía

- 1 Aguilar, A. M. y Pedraza, L. L. 2016. Análisis de índices extremos de temperatura máxima del grupo de expertos para la detección del cambio climático e índices en Andalucía. Congreso Internacional AEC: clima, sociedad riesgo y ordenación del territorio. Amorós,

- A. M. y Hernández, H. Ma. (Comps). Primera edición. Universidad de Alicante. Alicante, España. 289-299 pp. <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/48781/aguilar-alba-pedraza-aec-2016b.pdf?sequence=1&isallowed=y>.
- 2 Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología*. 3(1):7-28. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/95471/91781>.
 - 3 Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *Agroecología*. 1(1):5-8. <https://www.researchgate.net/publication/302558890-Cambio-climatico-y-agricultura-campesina-Impactos-y-respuestas-adaptativas>
 - 4 Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*. 8(1):7-20. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>.
 - 5 Atkinson, R. D. and Flint, J. 2001. Accessing hidden and hard-to-reach populations: Snowball research strategies. *Social Res. Update*. 33(1):1-5.
 - 6 Bernal-Morales, R.; Velasco-Hernández, Ma. de los A.; Morales-Acoltzi, T.; Hernández-Vázquez, M.; Orozco-Flores, S. y Jiménez-López, J. 2020. Impacto de la vulnerabilidad climática en la agricultura del estado de Tlaxcala. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. 17(4):713-733.
 - 7 Bocalandro, M.; González, I. y Hernández, D. 2021. Análisis de indicadores de extremos térmicos y su relación con algunos factores y elementos del clima en la región central de Cuba. *Revista de Climatología*. 21(27):26-41.
 - 8 Carabias, J. J.; De la Maza, J. y Cadena, R. 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. *Natura y Ecosistemas Mexicanos*. México, DF. 208-219 pp.
 - 9 Casana, B. S. y Olivares, B. O. 2020. Evolución y tendencia de la temperatura y la velocidad del viento en superficie en el Parque Nacional Doñana, España. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. 37(1):4-28.
 - 10 Cortez, A.; Rodríguez, M. F.; Rey, J. C.; Ovalles, F.; González, W.; Parra, R.; Olivares, B. y Marquina, J. 2016. Variabilidad espacio temporal de la precipitación en el estado Guárico, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 33(3):292-310.
 - 11 Fernández, L. I. Á.; Díaz, R. I.; Méndez, L. M. E.; Sánchez, I. V.; Pyhälä, A. y Reyes, G. V. 2014. Cambio climático y pueblos indígenas: estudio de caso entre los Tsimané, Amazonia boliviana. 7(1):110-119.
 - 12 FAO. 2022. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estrategia de la FAO sobre el cambio climático 2022-2031. Roma, Italia: FAO-ONU. 6-10 pp.
 - 13 García, M. E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 9-45 pp.
 - 14 Haj-Amor, Z. and Bouri, S. 2020. Climate change impacts on coastal soil and water management. CRC Press. Taylor & Francis Group. 13-20 pp.
 - 15 IDEAM y UNAL. 2018. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia. Variabilidad y cambio climáticos en Colombia. Primera edición. Bogotá D. C., Colombia. 12-19 pp. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778/variabilidad.pdf>.
 - 16 IFRC. 2022. Federación internacional de sociedades de la cruz roja y de la media luna roja. 1-16 pp. <https://www.ifrc.org/es/actualidad/centro-incidencia/crisis-climatica>.
 - 17 IPCC. 2007. Cambio climático 2007. Impacto, adaptación y vulnerabilidad. Informe de síntesis Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC.. Primera

- edición. OMM-PNUNA. Ginebra, Suiza. 2-6 pp. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>.
- 18 IPCC. 2019. Resumen para responsables de políticas: Calentamiento global de 1.5 °C. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1.5 °C. IPCC. Primera edición. OMM-PNUNA. Ginebra, Suiza 35-40 pp. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15>.
 - 19 Jori, G. 2009. El cambio climático como problema y el dialogo social como solución. *Investigaciones Geográficas*. 48(esp):125-160.
 - 20 López, T. M. 2016a. Bolivia en emergencia nacional debido una de las sequías más graves de los últimos años. *Periodismo ambiental independiente*. Mongobay Latam. 5 p. <https://es.mongabay.com/2016/11/bolivia-emergencia-sequia/>.
 - 21 López, T. M. 2016b. Perú: declaran en emergencia hídrica 37 valles de producción agrícola debido a sequías. *Periodismo ambiental independiente*. Mongobay Latam. 3 p. <https://es.mongabay.com/2016/12/sequia-emergencia-agua-peru/>.
 - 22 Olivares, B. O.; Sindoni, M. ; Valderrama, J. y Aray, J. C. 2012. Valorización del conocimiento local y ancestral mediante la percepción del clima en comunidades agrícolas indígenas del sur de Anzoátegui. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(2):407-417.
 - 23 Olivares, B. O. 2014a. Relación de la naturaleza, el clima y la espiritualidad de las comunidades indígenas agrícolas kari ña del estado Anzoátegui, Venezuela. *Tiempo y Espacio*. 24(61):129-150.
 - 24 Olivares, B. O. 2014b. Aplicación del análisis de componentes principales (ACP) en el diagnóstico socioambiental. Caso: sector campo alegre, municipio Simón Rodríguez de Anzoátegui. *Multiciencias*. 14(4):364-374.
 - 25 Olivares, B. O.; Zingaretti, M. L.; Demey Zambrano, J. A. y Demey, J. R. 2016. Tipificación de los sistemas de producción agrícola y la percepción de la variabilidad climática en Anzoátegui, Venezuela. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*. 15(2):39-50.
 - 26 Pinilla, H. M. C.; Rueda, A.; Pinzón, C. y Sánchez, J. 2012. Percepción sobre los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático entre campesinos del centro de Santander, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*. 16(31):25-37. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/323928>.
 - 27 Pinilla, H. M. C. y Pinzón, C. 2012. Caracterización de eventos extremos asociados a la precipitación usando RClindex, en la parte central del departamento de Santander. Colombia. *Ambiente y Desarrollo* . 16(31):25-31. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteysesarrollo/article/view/4330>.
 - 28 Ruiz, C. J. A.; Flores, L. H. E.; Zarazúa, V. P.; De la Mora, O. C.; Ramírez, O. G.; Medina, G. G.; Rodríguez, M. V. M. y Chávez, D. A. A. 2016. Índices de cambio climático en el estado de Chiapas, México, en el periodo 1960-2009. *Rev. Mex. Cienc. Agríc*. 13(esp):2523-2534. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7nspe13/2007-0934-remexca-7-spe13-2523.pdf>.
 - 29 Serrano, V. S.; Zuleta, D.; Moscoso, V.; Jácome, P.; Palacios, E. y Villacis, M. 2012. Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de Quito. *La granja*. Ecuador. 16(12):23-47. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/16.2012.03>.
 - 30 SMN. 2019. Servicio Meteorológico Nacional. Información Estadística Climatológica. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>.
 - 31 Yu, Z. and Li, X. 2015. Recent trends in daily temperature extremes over northeastern China. *Quaternary International*. 380:35-48.

- 32 Zhang, X. and Yang, F. 2004. RCLimdex (1.0): manual del usuario. (Santos, J. L. Trad.). Climate research branch environment Canada downsview. Ontario, Canadá. 23 p.

Análisis de indicadores extremos climáticos y la percepción local en dos comunidades de la Selva Lacandona

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 June 2023
Date accepted: 01 September 2023
Publication date: 25 October 2023
Publication date: October 2023
Volume: 14
Issue: 7
Electronic Location Identifier: e2996
DOI: 10.29312/remexca.v14i7.2996

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

cambio climático
precipitación
RCLimdex
temperatura

Counts

Figures: 6
Tables: 3
Equations: 0
References: 32
Pages: 0