

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ

TESIS

Conocimiento tradicional de los indicadores ecológicos sobre la predicción climática en Campeche, México

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES

PRESENTA
Mónica Jocelyn Sima Te

Chiná, Campeche, México a noviembre de 2024

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ

TESIS

Conocimiento tradicional de los indicadores ecológicos sobre la predicción climática en Campeche, México

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES

PRESENTA
Mónica Jocelyn Sima Te

Chiná, Campeche, México a noviembre de 2024

Chiná, Campeche, 05/noviembre/2024

Oficio: DIR/1121/2024
ASUNTO: Aprobación

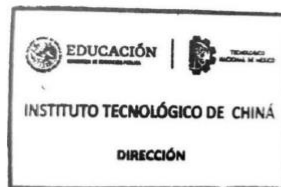
**MÓNICA JOCELYN SIMA TE
PRESENTE**

El que suscribe, manifiesta que el Dictamen emitido por el Comité Revisor que integra el sínodo del trabajo de tesis denominado **“Conocimiento tradicional de los indicadores ecológicos sobre la predicción climática en Campeche, México”** es aprobado como requisito parcial para obtener el Grado de Maestra en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles.

Sin más por el momento le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
“Aprender Produciendo”

**MARCO GABRIEL ROSADO ÁVILA
DIRECTOR**



MGRA/RACHM/EGGL/zapl



COMITÉ REVISOR

Este trabajo fue revisado y aprobado por este Comité y presentado por la C. Mónica Jocelyn Sima Te como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles el día 05 del mes de noviembre de 2024.

Noel Antonio González Valdivia
Presidente



Fernando Casanova Lugo
Secretario



Alicia Eugenia Puertovannetti Arroyo
Vocal



Carina Rocha Méndez
Vocal Suplente



DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en el presente documento deriva de los estudios realizados para alcanzar los objetivos planteados en mi trabajo de tesis, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Chiná. De acuerdo a lo anterior y en contraprestación de los servicios educativos o de apoyo que me fueron brindados, dicha información, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná. Por otro parte, de acuerdo a lo manifestado, reconozco de igual manera que los productos intelectuales o desarrollo tecnológicos que se deriven de la información generada en el desarrollo del presente estudio, le pertenecen patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná de manera que si se derivasen de este trabajo productos intelectuales o desarrollos tecnológicos, en los especial, estos se registrarán en todo caso por la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, en el tenor de lo expuesto en la presente Declaración.

Firma: 

Mónica Jocelyn Sima Te

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Chiná por brindarme las herramientas y conocimiento a lo largo de mi formación, en especial al Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable (LAAOS) por otorgarme las facilidades para realizar el proyecto de investigación.

Agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por la beca otorgada para el financiamiento de mis estudios de maestría (No. CVU 1230378).

Agradezco a mis asesores Dr. Fernando Casanova Lugo, Dra. Alicia Puertovannetti Arroyo y Dra. Carina Rocha Méndez por ayudarme en el desarrollo del proyecto y por los consejos brindados para la mejora del trabajo de investigación. Muy especialmente mi director de tesis Dr. Noel Antonio González Valdivia por permitirme colaborar y darme las herramientas para el desarrollo del proyecto, por brindarme su conocimiento, experiencia, confianza y amistad durante mis estudios de maestría.

Agradezco a mis compañeros y colegas de LAAOS Josué Israel Dzib Chan, Diego Armando May Ayil, Damián Alberto Escamilla Hernández, Miguel Ángel Moo Jurado, Federico Gonzáles Ortiz y Eliel A. Caamal Luna por apoyarme en el trabajo de campo, pero sobre todo por brindarme su amistad a lo largo de estos años.

Agradezco a los habitantes de las comunidades rurales por su colaboración y gran aportación de conocimientos para que este trabajo de investigación pudiera ser realizado. ¡Muchas gracias!

DEDICATORIA

A Dios que en su infinita bondad me ha dado bendiciones en la vida y la oportunidad de cumplir mis sueños y metas.

A mis amados padres, Magdalena Te Huicab y Arturo Sima Díaz por impulsarme a cumplir mis sueños, por creer, confiar en mí y nunca dejarme sola en mi vida personal y profesional.

A mis adorados bebés, Regina y Arturo, por ser mi inspiración y el motivo para no rendirme.

A mi compañero de vida, Cristian Obed, por apoyarme incondicionalmente y por motivarme a ser mejor cada día.

A mi hermana Pricila Sima y mi tía Magdalena Sima, por ser parte importante en mi vida y en mis sueños.

A mis tíos Antonio, Tomás y Lucio; a mis abuelitos Cristina, Victoria y Maximiliano por guiarme desde el cielo.

A mi abuelito Ignacio que siempre vio en mí cosas increíbles, me cuidó y amó para verme cumplir mis sueños.

¡Lo logramos!

RESUMEN

El cambio climático amenaza a la humanidad al desestabilizar el hábitat global. En años recientes, nuevas tecnológicas y métodos de producción han promovido la adaptación, pero sin incluir los conocimientos sobre indicadores ecológicos y climatológicos tradicionalmente utilizados por los pueblos originarios. Estos aún conservan saberes predictivos y para la toma de decisiones, incluso adaptativas. Entonces, el objetivo fue rescatar estos saberes aplicables a la adaptación del agro en Campeche. Se utilizó la metodología etnográfica mediante cuestionarios semiestructurados aplicados en entrevistas a una muestra de 353 habitantes de nueve comunidades rurales, autóctonos o residentes por al menos 30 años en la localidad y vinculados a la producción agropecuaria o forestal. La información representó tres distancias respecto a San Francisco de Campeche: <15, de 15 a 30 y >30 km, para estudiar si la proximidad o lejanía al centro urbano capitalino ejercía un efecto sobre el nivel de conocimientos que tiene la población rural. Los resultados demostraron que este tipo de saberes persiste en todas las comunidades con 93% de los entrevistados mencionando al menos un indicador. Cuatro categorías de indicadores fueron descritas e incluyen a los zooindicadores, fitoindicadores, indicadores astronómicos (luna, sol y estrellas) e indicadores atmosféricos (nube y viento). De los 163 indicadores reportados, los zoo (62) y fitoindicadores (46) predominan por su diversidad y, mayoritariamente se utilizan en la predicción del estado del tiempo y del clima. Solamente se encontraron diferencias estadísticas significativas para la cantidad de zooindicadores, con las localidades intermedias presentando menos conocimiento que las más próximas o lejanas a la ciudad. La luna y sus fases fueron más frecuentemente mencionados y utilizadas en las decisiones sobre las actividades agrícolas, pecuarias y forestales. La información resguarda parte de la cultura de Campeche, México, y la hace disponible para las actuales y nuevas generaciones.

Palabras clave: Ambiente, clima, cultura, sistemas de producción, sociedad rural.

ABSTRACT

Climate change threatens humanity by destabilizing the global habitat. In recent years, new technologies and production methods have promoted adaptation, but without including knowledge about ecological and climatological indicators traditionally used by indigenous peoples. They still retain predictive knowledge and for decision-making, even adaptive ones. Therefore, the objective was to recover this knowledge applicable to the adaptation of agriculture in Campeche. Ethnographic methodology was used through semi-structured questionnaires applied in interviews to a sample of 353 inhabitants of nine rural communities, native or resident for at least 30 years in the locality and linked to agricultural or forestry production. The information represented three distances from San Francisco de Campeche: <15, from 15 to 30 and >30 km, to study whether proximity or distance to the capital's urban center had an effect on the level of knowledge of the rural population. The results showed that this type of knowledge persists in all communities with 93% of the interviewees mentioning at least one indicator. Four categories of indicators were described and include zooindicators, phytoindicators, astronomical indicators (moon, sun and stars) and atmospheric indicators (cloud and wind). Of the 163 indicators reported, zoo (62) and phytoindicators (46) predominate due to their diversity and are mostly used in weather and climate prediction. Statistically significant differences were only found for the number of zooindicators, with intermediate localities presenting less knowledge than those closer or farther from the city. The moon and its phases were more frequently mentioned and used in decisions about agricultural, livestock and forestry activities. The information preserves part of the culture of Campeche, Mexico, and makes it available to current and new generations.

Keywords: Environment, climate, culture, production systems, rural society.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE TABLAS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	15
2. ANTECEDENTES	17
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. HIPÓTESIS	21
5. OBJETIVOS	21
5.1 Objetivo general	21
5.2 Objetivos específicos	21
6. REFERENCIAS	22
7. CAPITULOS.....	24
7.1 Capítulo 1.....	24
7.2 Capítulo 2.....	63
8. CONCLUSIONES	100
9. RECOMENDACIONES	101
10. ANEXOS	102

INDICE DE FIGURAS

Capítulo 1:

Figura 1. Porcentaje de literatura encontrada por idiomas.....	31
Figura 2. Número de publicaciones por año, en el periodo de 1990 a 2024.....	31
Figura 3. Número de publicaciones por continentes (1990-2024).....	32
Figura 4. Ordenación dimensional no métrica para el conocimiento sobre indicadores tradicionales climatológicos entre los continentes.....	36
Figura 5. Agrupamiento del conocimiento medio sobre indicadores climatológicos tradicionales en función de los continentes geográficos.....	36

Capítulo 2:

Figura 1. Ubicación de las nueve comunidades muestreadas marcadas por extrarradios de distancia (>15 km, 15 a 30 km y <30 km) al centro urbano principal San Francisco de Campeche.....	68
Figura 2. Porcentaje de conocimiento sobre fitoindicadores (A), zooindicadores (B), descritos en las comunidades rurales en un gradiente de distancia respecto a la capital del estado de Campeche.....	73
Figura 3. Porcentaje de conocimiento sobre indicadores astronómicos (C), indicadores atmosféricos (D) y otros indicadores (E), descritos en las comunidades rurales en un gradiente de distancia respecto a la capital del estado de Campeche.....	74
Figura 4. Número de fitoindicadores reportados en las comunidades de Campeche	75
Figura 5. Zooindicadores mencionados en las comunidades de Campeche.....	76
Figura 6. Número de indicadores astronómicos descritos en las distintas comunidades de Campeche.....	76
Figura 7. Indicadores atmosféricos reportados por los habitantes en las distintas comunidades de Campeche.....	77
Figura 8. Otros indicadores mencionados por los entrevistados en las distintas comunidades de Campeche.....	77

INDICE DE TABLAS

Capítulo 1:

Tabla 1. Resumen de los documentos se incluyeron en la revisión sobre indicadores tradicionales climatológicos..... 32

Tabla 2. Distribución del conocimiento de indicadores publicados por continentes (1990-2024)..... 33

Capítulo 2:

Tabla 1. Características demográficas de la muestra de entrevistados sobre el conocimiento de indicadores tradicionales asociados a la predicción del estado del tiempo o clima y al éxito en las actividades agropecuarias y forestales en función del género y la pertenencia étnica en un gradiente de distancia con respecto a la ciudad capital del estado de Campeche, México..... 69

Tabla 2. Asignación proporcional de las muestras a las localidades rurales incluidas en el estudio sobre indicadores tradicionales para la predicción climática en el extrarradio de San Francisco de Campeche, México..... 70

Tabla 3. Indicadores tradicionales conocidos en las comunidades rurales que circundan a la capital del estado de Campeche, en un gradiente de distancia respecto a esta..... 86

1. INTRODUCCIÓN

La experiencia y conocimientos sobre la flora y fauna por la sociedad Maya han sido transmitidos transgeneracionalmente, de manera práctica u oral, acumulándose en una rica tradición cultural (Guerrero, 2016). Este acervo representa al menos 3000 años de construcción de saber por los mayas en Mesoamérica. En la península de Yucatán, los mayas han utilizado los recursos naturales en distintos ámbitos, pero principalmente en la producción agrícola y forestal, donde algunos representan importantes indicadores predictivos de los fenómenos climáticos (Toledo y Barrera Bassols, 2009). Este paradigma cultural entonces propicia el equilibrio entre sociedad y naturaleza, que más recientemente ha recibido el significado de sustentabilidad.

La denominada Cultura Occidental, se contrapone a la anteriormente mencionada cultura Maya, porque tiene como rasgo principal, el alto consumo de bienes y servicios, con la sobreexplotación recurrente de los recursos naturales disponibles y accesibles, orientados principalmente a satisfacer las necesidades de una sociedad dominada por la lógica del mercado capitalista (Gómez-Espinoza y Gómez-González, 2006). Esta forma de apropiación de los recursos naturales es, según Leff (2004), irracional e insustentable.

Existe una amplia literatura relacionada con los saberes ancestrales de los pueblos originarios, porque resultan de importancia e interés para la comunidad científica, que por décadas ha investigado los conocimientos tradicionales, sin embargo, falta mucha sistematización sobre este vasto conocimiento (Toledo y Barrera-Bassols, 2009). Pocos autores han tratado el tema de la aplicación de este conocimiento para resolver o enfrentar problemáticas actuales, por ejemplo, la gestión de riesgos por desastres naturales en un contexto de cambio climático, es decir; no se están generando soluciones para la realidad en la que actualmente nos encontramos (Barton e Irarrázaval, 2016).

La adaptación de los sistemas sociales y económicos a las condiciones críticas que impone el cambio climático actual puede encontrar fundamentos o rutas de acción en las culturas originales. El conocimiento y uso de indicadores climatológicos con

base en las tradiciones predictivas del tiempo y clima futuro podrían, por ejemplo, predecir la ocurrencia de lluvias, heladas y sequías y otros fenómenos, algunos de ellos influidos por el cambio climático (Ibáñez-Blancas et al. 2020).

La percepción y anticipación a tales eventos mediante los citados indicadores, podría facilitar la toma de decisiones y la gestión de riesgos, así como la adaptación al cambio climático por las comunidades y sistemas productivos locales. Por tanto, como sugieren Jarrín-Zambrano et al. (2018), se debe, en primera instancia, recopilar estos saberes tradicionales de los pueblos originarios y, en el caso que ocupa este trabajo de investigación, en el estado de Campeche dentro de la península de Yucatán.

Con este objetivo, se espera que toda la información recopilada respecto a conocimientos ancestrales sobre el uso de indicadores ecológicos aplicados en la producción agrícola y forestal en las comunidades de Campeche, incluidas en este estudio, brinden una visión más integral del manejo del entorno, que propicie así el desarrollo sustentable y respetuoso con el ambiente (Jarrín-Zambrano et al. 2018), y coadyuve al surgimiento de un paradigma sustentable y adaptativo dentro de la crisis ambiental conocida como cambio climático.

2. ANTECEDENTES

Los saberes tradicionales y ancestrales de una cultura que esta influencia y dominada por otra que incluso niega a la primera provocan, según Leff (2004), un malestar social que impide a esta parte de la sociedad, la otredad, manifestarse de forma plena y coherente con su esencia. La negación del otro impide el diálogo entre saberes con lo que se frena la posibilidad de construir aprendizajes trascendentes, sinérgicos, que compatibilicen las cosmovisiones y así si obstaculiza el avance en el equilibrio entre los sistemas complejos sociales y ambientales. Un primer paso para resolver esta problemática debe darse en el reconocimiento de las características del otro, de su cosmovisión, sus saberes y sus estrategias de vida, para así; poder construir una ruta dialógica.

La investigación realizada por Faust (2016), muestra que el aprendizaje en los saberes ambientales de los mayas campechanos incluye componentes sobre indicadores tradicionales, así como la percepción sobre los mismos. Entre estos saberes se incluyen las experiencias con cambios climáticos vividos previamente, y que potencialmente podrían ser usados como predictores de catástrofes climáticas. Los saberes ambientales aportan información biofísica (predicción de cambios en el tiempo o el clima, epidemias, óptimos de siembra, plantación y cosecha, entre otros), y muestran la identidad cultural de un grupo, comunidad o región específico. Expresan en parte el limitado conocimiento de nuevas tecnologías y por otro el dominio del conocimiento holístico de los recursos naturales y su manejo por la sociedad rural, así como su persistencia en el tiempo y el territorio (resiliencia cultural) (Granderson, 2017).

Un estudio realizado por Sima-Te (2022) en la comunidad de Castamay, Campeche, México, demostró que existen conocimientos locales sobre diferentes categorías de indicadores ecológicos que siguen orientando las actividades productivas o de prevención de riesgos, entre otras relevantes para la vida en esta comunidad rural. También se determinó que al menos el 20% de la población de esta localidad desconocía totalmente de este tema, lo que puede sugerir una pérdida gradual de conocimientos.

La recuperación de este conocimiento y saber local, podría ser útil en generar nuevas aplicaciones, estrategias, técnicas y prácticas sustentables dentro de las actividades agrícolas y forestales, mismas que aún se conservan por su certeza y eficacia en la predicción de eventos climáticos. Como sugiere Barton e Irarrázaval (2016), el reconocimiento y sistematización de estos saberes facilitaría su transferencia y aplicación práctica en los procesos de adaptación de los sectores productivos hacia modelos sustentables.

3. JUSTIFICACIÓN

El cambio climático actual es resultado, en gran medida, de las actividades antropogénicas como la industria, la minería, la urbanización, así como la agricultura y la deforestación. Estas dos últimas cubren las necesidades alimenticias y económicas de la población, y representan el uso intensivo de los recursos naturales para alcanzar estos fines. El incremento de la presión social por la obtención de más productos agropecuarios y forestales, han sido usados como excusa para incorporar técnicas de producción intensivas que han dejado de lado las técnicas tradicionales de producción que eran más equilibradas con el medio ambiente (Caicedo-Aldaz et al. 2020; Altieri y Toledo, 2011).

La modificación de la cultura de producción y la sustitución de las técnicas agrícolas causan una acelerada pérdida de los conocimientos tradicionales locales considerados sustentables porque su única finalidad es el satisfacer necesidades básicas de la población en menor escala (autosuficiencia). Por tanto, la importancia del rescate de conocimientos se deriva a evitar las actividades agrícolas extensivas que de alguna manera generan un impacto negativo dentro de la región donde se localizan dichas acciones.

Los saberes ancestrales acerca de los indicadores climatológicos constituyen una parte del rescate de la cultura y la tradición, que a su vez busca el mejoramiento en la obtención de recursos con mínimo impacto, daño o perturbación de los ecosistemas existentes. Sin embargo, a través del tiempo el proceso de cambio tecnológico ha conllevado a la modificación de los métodos tradicionales por otros, lo que ha causado el aprovechamiento desmedido de los recursos cambiando totalmente el modelo ideal de producir sin destruir, y con efectos perceptibles en el entorno (Castillo et al. 2020).

No obstante, algunos pueblos originarios aún conservan este conocimiento y es visible una menor degradación de los recursos y además mantienen un alto grado de productividad, una mayor diversidad de especies y un modelo de producción sustentable. De esto deriva el interés de rescatar estos saberes tradicionales y sobre todo conocer los factores que influyen en el nivel de conocimiento de los

productores de estas comunidades, partiendo de la idea de que mucho se relaciona la distancia de estos pueblos a las zonas urbanizadas, sin embargo, no se descartan otros factores de influencia y serán obtenidos dentro del mismo estudio (Otero-Valle, 2014; Berkes et al. 2000).

Por lo anterior es necesario, de realizar una investigación y recopilación de datos acerca del conocimiento tradicional asociado al uso de indicadores climáticos y del tiempo meteorológico, que puedan así rescatarse para su inclusión innovadora en métodos de predicción anticipada de los fenómenos ambientales que inciden en el éxito o fracaso de la producción futura, coadyuvando al rescate del conocimiento tradicional los pueblos originarios, y su aplicación en modelos de gestión de riesgos ante desastres predecibles.

4. HIPÓTESIS

El nivel de conocimiento tradicional acerca de los indicadores (agro)ecológicos y climatológicos depende de múltiples factores, dentro de los cuales destacan por su relevancia la cercanía de los individuos con la naturaleza (urbanidad o ruralidad), la cultura o la cercanía a un centro urbano.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Compilar el acervo de conocimientos tradicionales relacionados con el uso de los indicadores ecológicos sobre la predicción climatológica y también sobre indicadores útiles en la toma de decisiones agropecuarias y forestales (agroecológicas) en nueve comunidades rurales en Campeche, México.

5.2 Objetivos específicos

Recopilar y sistematizar los conocimientos tradicionales relacionados con el uso de indicadores ecológicos en la predicción climática y también de aquellos indicadores ancestrales que fuesen considerados importantes con respecto a las actividades agropecuarias y forestales en la zona centro de Campeche.

Reconocer patrones de cambio en el nivel de conocimientos sobre indicadores ecológicos y de los indicadores asociados al agro, en función de distintos factores explicativos de las comunidades rurales en un gradiente de distancia respecto al centro urbano más importante, la capital San Francisco de Campeche.

Distinguir los indicadores y sus clasificaciones desde la perspectiva del conocimiento local, así como sus utilidades para los distintos ámbitos de la vida rural.

6. REFERENCIAS

- Altieri MA, Toledo VM (2011) The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants, *Journal of Peasant Studies*, 38(3): 587-612 p. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>
- Barton JR, Irarrázaval F (2016). Adaptación al cambio climático y gestión de riesgos naturales: buscando síntesis en la planificación urbana. *Revista de Geografía Norte Grande*, (63), 87-110.
- Berkes F, Colding J, Folke C (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological applications*, 10(5), 1251-1262 p. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)
- Caicedo-Aldaz JC, Puyol-Cortez JL, López MC, Ibáñez-Jacome SS (2020). Adaptabilidad en el sistema de producción agrícola: Una mirada desde los productos alternativos sostenibles. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 26(4): 308-327.
- Castillo L, Rostagno CM, Ladio A (2020). Ethnoindicators of environmental change: Local knowledge used for rangeland management among smallholders of Patagonia. *Rangeland Ecology & Management*, 73(5), 594-606 p. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.06.001>
- Faust BB (2016). Introducción: el aprendizaje en los saberes ambientales de los mayas campechanos. En Faust, B. B y Folan W. J. (Eds.), *Pasos largos al futuro: Contribuciones de los Mayas Campechanos la Resiliencia Socio-Ecológica* (13-38).
- Gómez-Espinoza JA, Gómez González G (2006) “Saberes tradicionales agrícolas indígenas y campesinos: rescate, sistematización e incorporación a la IEAS”, *Ra Ximhai*, 2 (1): 97-126.
- Guerrero-Martínez F (2016) “Concepciones sobre los animales en grupos Mayas contemporáneos”, *Revista Pueblos y Fronteras. Digital*, 10: 6-43.

- Granderson, AA (2017). The role of traditional knowledge in building adaptive capacity for climate change: Perspectives from Vanuatu. *Weather, Climate, and Society*, 9(3): 545-561.
- Ibáñez-Blancas N, Isch E, Panario D, Gutiérrez O, Zambrano A (2020) El cambio climático y los conocimientos tradicionales, miradas desde Sudamérica. *Terra (Nueva Etapa)*, 36(59): 1-15.
- Jarrín-Zambrano GS, Altamirano-Balseca M, Balseca-Castro JE, Heredia-Guaño AJ, Aguirre-Merino CP (2018) Saberes ancestrales y agroecología, contribuciones para el desarrollo sostenible. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* 1-23.
- Leff E (2004). Racionalidad ambiental y dialogo de saberes: significancia y sentido en la construcción de un futuro sustentable. *Polis Revista Latinoamericana* 7: 1-35.
- Sima-Te MJ (2020) Rescate de conocimientos tradicionales acerca de indicadores ecológicos y climatológicos en la comunidad de Castamay, Campeche, México. Tesis Ingeniería Forestal, Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México. 50 p.
- Sosa E (2009). La otredad: una visión del pensamiento latinoamericano contemporáneo. *Letras*, 51(80), 349-372.
- Otero-Valle MN (2014) Saberes locales ancestrales y el monitoreo agroclimatológico en el municipio de Tiahuanaco o Tiwuanaku provincia Ingavi Departamento de la Paz. *Revista Tecnológica* 10 (16), 36-44 p. http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322014000200006&lng=es&nrm=iso
- Toledo VM, Barrera-Bassols N (2009) La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. España: Icaria editorial S.A. (Perspectivas agroecológicas).

7. CAPITULOS

7.1 Capítulo 1

Indicadores y predictores tradicionales del clima en el ámbito rural: una perspectiva global

Traditional climate indicators and predictors in rural areas: a global perspective

Noel Antonio González-Valdivia¹ (<https://orcid.org/0000-0003-0989-1789>), Mónica Jocelyn Sima-Te² (<https://orcid.org/0000-0003-3996-5259>), Fernando Casanova-Lugo^{3*} (<https://orcid.org/0000-0003-2485-9170>), Alicia Eugenia Puertovannetti-Arroyo¹ (<https://orcid.org/0000-0002-5694-5578>), Isidra Pérez-Ramírez⁴ (<https://orcid.org/0009-0009-8927-9864>), Carina Rocha-Méndez¹ (<https://orcid.org/0000-0002-5619-3492>)

¹Cuerpo Académico en Agroecología y Desarrollo Sustentable. Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable. Departamento de Ingenierías. Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, San Francisco de Campeche, Campeche, México. CP 24520.

²Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, San Francisco de Campeche, Campeche, México. CP 24520.

³Cuerpo académico en Agroecosistemas y Biodiversidad, Laboratorio de Estudios Avanzados en Agroecosistemas, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. CP 77960.

⁴Investigadora Independiente. Especialista en Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Lerma, San Francisco de Campeche, Campeche, México. CP 24500.

*Autor de correspondencia: fkzanov@gmail.com

RESUMEN

Los saberes tradicionales de las culturas originarias persisten, pero, la negación sistemática de los mismos amenaza con la desaparición de éste. Esta investigación se propone indagar sobre el estado actual, tipología y distribución geográfica del conocimiento que sobre indicadores y predictores climatológicos y ambientales ancestrales, ha sido sistematizado en publicaciones científicas. Para este fin se realizó una revisión sistemática con base en el buscador de acceso libre “Google Scholar” en su herramienta “Advances search” para ubicar un total de 166 artículos científicos descargables en PDF publicados entre 1990 y 2024. Los resultados principales mostraron que la información publicada y disponible no es explícita ni detallada por los tipos de indicadores. Mayoritariamente en inglés con el mayor cúmulo en América seguido por África y Asia. Se identificaron: Fito y Zooindicadores, así como indicadores Astronómicos y Atmosféricos. Se concluye que, la acumulación de información sobre indicadores tradicionales ha incrementado en la literatura científica, con mayor importancia en América, pero, expandiéndose más recientemente en África y Asia. Los datos demuestran un escaso nivel de detalle en la mayoría de las publicaciones respecto a la tipología de los indicadores, por tanto, aún es necesario profundizar en este conocimiento. La información recabada debe validarse para luego incorporarse en las estrategias educativas y formativas en la gestión de riesgos, así como en el desarrollo rural sustentable y respetuoso de la identidad cultural.

Palabras clave: agricultura, cosmovisión, riesgos ambientales, saberes ancestrales.

ABSTRACT

The traditional knowledge of the original cultures persists, but its systematic denial threatens its disappearance. This research aims to investigate the current state, typology and geographical distribution of knowledge about ancestral climatological and environmental indicators and predictors, which has been systematized in scientific publications. For this purpose, a systematic review was carried out based on the free access search engine “Google Scholar” in its “Advances search” tool to locate a total of 166 downloadable scientific articles in PDF published between 1990 and 2024. The main results showed that the Published and available information is not explicit or detailed by the types of indicators. Mostly in English with the largest concentration in America followed by Africa and Asia. The following were identified: Phyto and Zooindicators, as well as Astronomical and Atmospheric indicators. It is concluded that the accumulation of information on traditional indicators has increased in scientific literature, with greater importance in America, but expanding more recently in Africa and Asia. The data demonstrate a low level of detail in most publications regarding the typology of the indicators, therefore, it is still necessary to deepen this knowledge. The information collected must be validated and then incorporated into educational and training strategies in risk management, as well as in sustainable rural development that respects cultural identity.

Key words: agriculture, ancestral knowledge, environmental risks, worldview.

INTRODUCCIÓN

El creciente efecto del cambio climático ha generado un gran número de propuestas para minimizar los impactos de este fenómeno global (Espejo 2010). La agricultura es sensible a estos cambios negativos, en todos los niveles económico, ambiental y social. Esto se traduce en continuas pérdidas y baja producción, con el consecuente empobrecimiento rural y la sucesión de cambios en el modo de vida y el olvido de las prácticas ancestrales (Muñoz-López et al. 2017).

La perspectiva que las comunidades originarias tienen acerca del cambio climático, influye en la elección de sus estrategias para enfrentar los efectos del fenómeno, basadas en sus conocimientos empíricos y prácticas ancestrales (Ascencio-López y Velasco-Hernández 2023). La combinación de la observación y la experimentación campesina, permite respuestas adaptativas a las condicionantes dinámicas del entorno natural en el que se inserta y evoluciona individual y socialmente y, configura el diálogo de saberes ancestrales y actuales que definen su cultura. Estos resultan tan diversos como lo es la individualidad y experticia de cada productor a través del tiempo, que expresan la relación del sujeto y su entorno biofísico (Miranda-Trejo et al. 2009).

Los conocimientos campesinos acumulados se convierten en herramientas de uso y manejo de los recursos naturales que, en el caso de las actividades agrícolas, se emplean como parte de un conjunto de métodos aplicados para la prevención de riesgos (Miranda-Trejo et al. 2009). Forman parte de la cultura de los pueblos, de la herencia y legado histórico de los ancestros a las nuevas generaciones (Cruz-Hernández et al. 2020). Adquiere relevancia en la actual realidad dominada por el cambio climático, porque ante este, los pueblos encuentran soluciones probadas contra eventos semejantes que enfrentaron en su pasado histórico (Berkes et al., 2000; Luque et al., 2020).

Aunque en la actualidad el conocimiento ecológico indígena (IEK por sus siglas en inglés), ha sido identificado como parte importante del manejo de los recursos, no se ha podido consolidar un sistema en el que pueda trabajar en conjunto con los conocimientos y tecnología actual (Gratani et al. 2011). La diferencia epistemológica

que separa evidentemente al paradigma del conocimiento ancestral del paradigma de la ciencia occidental “moderna”, dificulta la sinergia entre ambas visiones. Berkes y Kislalioglu-Berkes (2009), mencionan que los saberes tradicionales expresan la suma total del conocimiento y prácticas acumulados a través de los años (método cualitativo), más que la repetibilidad, es decir; la comprobación (datos cuantitativos), que procede, según estos autores, de la ciencia occidental. En este abordaje se comete un error, puesto que el conocimiento tradicional además de holístico (porque incluye muchas variables de tipo cualitativo para comprender un fenómeno o tomar una decisión), también incluye la repetibilidad o comprobación cuantitativa. Esto es que cada individuo, para conformar su base informativa, recurre a la memoria histórica de la repetición de los eventos y a la asignación probabilística y empírica del éxito o fracaso de su predicción o aplicación. La experiencia individual se suma, además, a la acumulación de procesos comprobatorios por todos los individuos con los cuales el sujeto interactúa y comparte saberes dentro de su comunidad. Por tanto, existe un doble proceso de comprobación: uno desde el plano individual y otro desde la colectividad. Ambos abordajes dan una mayor flexibilidad y adaptabilidad a los modelos mentales basados en lo que podría denominarse “ciencia tradicional”. Esa característica permite la sinergia entre abordajes, puesto que los modelos de aprendizaje ancestrales pueden incorporar lo “moderno” dentro de su complejidad (Berkes et al., 2000; Kendrick y Manseau, 2008; Campero-Marín y Guzmán-Vega, 2023).

Más recientemente, el conocimiento y cosmovisión de los pueblos rurales acerca del cambio en el estado del tiempo, el clima y eventos climáticos extremos, despiertan el interés en distintas áreas de investigación, principalmente en la antropología (Ulloa 2014). La sistematización del conocimiento ecológico local (LEK) resulta importante para generar nuevas estrategias y mejora en la producción agropecuaria y el manejo de los recursos locales. Es una manera de crear interés en temas sociales, desarrollo y derecho de las comunidades indígenas desde su cultura (Miranda-Trejo et al. 2000).

Por lo anteriormente planteado, el objetivo de este manuscrito fue recopilar y analizar el estado de los conocimientos sobre indicadores y predictores climáticos, en distintos países del mundo y su dinámica desde la década de los 90 hasta la actualidad, como punto de partida para futuros estudios sobre este ámbito y su inclusión en la gestión de riesgos ante el cambio climático.

METODOLOGÍA

La investigación documental o revisión fue la principal herramienta de recolección de datos relevantes al tema central. Se hizo una revisión bibliográfica en línea a través del buscador de acceso libre “Google Scholar” accediendo a libros o capítulos, artículos, tesis y memorias de congreso, con la finalidad de sistematizar el conocimiento acerca de los indicadores asociados a la predicción de cambios en el clima. Asimismo, se incluyeron como temas a los conocimientos ancestrales aplicados en la indicación climatológica rural.

La búsqueda fue orientada por las palabras clave: “Indicadores tradicionales climatológicos”, “Indigenous Ecological Knowledge”, “Traditional Ecological Knowledge”, “Indigenous Knowledge”, “Local Ecological Knowledge”, “Traditional Environment Knowledge”. Se consideró el periodo de años comprendido de 1990 a 2024. Todos estos documentos debieron ser accedidos libremente y en textos completos para incluirse en el análisis.

Seleccionados todos los títulos e información bibliográfica, se procedió a la evaluación de los textos y de la información contenida en ellos, descartándose aquellos que no tuviesen relación directa con el concepto de indicadores climatológicos tradicionales.

Finalmente, se procedió a la redacción coherente y comprensiva de resultados basados en la información que fue revisada. Esta fue dividida en cinco subtemas: (i) Indicadores tradicionales para predecir el clima; (ii) Fitoindicadores; (iii) Zooindicadores; (iv) Indicadores astronómicos; (v) Indicadores atmosféricos. Para el análisis estadístico de esta información se utilizaron los índices bibliométricos de Shannon-Wiener (H), dominancia de Simpson (D) y equidad de Pielou (J) que

representan aproximaciones a la recurrencia o frecuencia con que un determinado tipo de ítem, en este caso indicadores climatológicos tradicionales, aparece en un conjunto amplio de textos. También se exploraron los datos mediante métodos multivariados de ordenación dimensional no métrica (NMDS) así como de análisis de agrupamiento de medias (UPGMA) ambos con distancia Bray-Curtis para evitar el efecto doble cero en las bases. El programa utilizado fue Past 4.17 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS

Los documentos útiles revisados totalizaron 204, con información relevante sobre indicadores o predictores del clima, seleccionados de un total de 1, 720 ,200 direcciones electrónicas encontradas en la búsqueda con base a las palabras clave usadas para la búsqueda (Tabla 1). Se encontró información procedente de distintos países y continentes. La literatura en lengua inglesa predominó en este análisis (82%), con respecto a las publicaciones en español (18%) (Figura 1). El comportamiento de las publicaciones en función del tiempo, demuestra que esta fue acumulativa hasta la década de los 2010, y tiende a disminuir hacia la década de los 2020 (Figura 2). El continente americano es dominante en este tema, acumulando la mayor cantidad de documentos publicados hasta la fecha, más que duplicando a Asia, continente que está en segunda posición general. El continente africano ha demostrado una tendencia a incrementar publicaciones al respecto ubicando sus publicaciones en un tercer puesto, pero superando a Europa y Oceanía (Figura 3, Tabla 2).

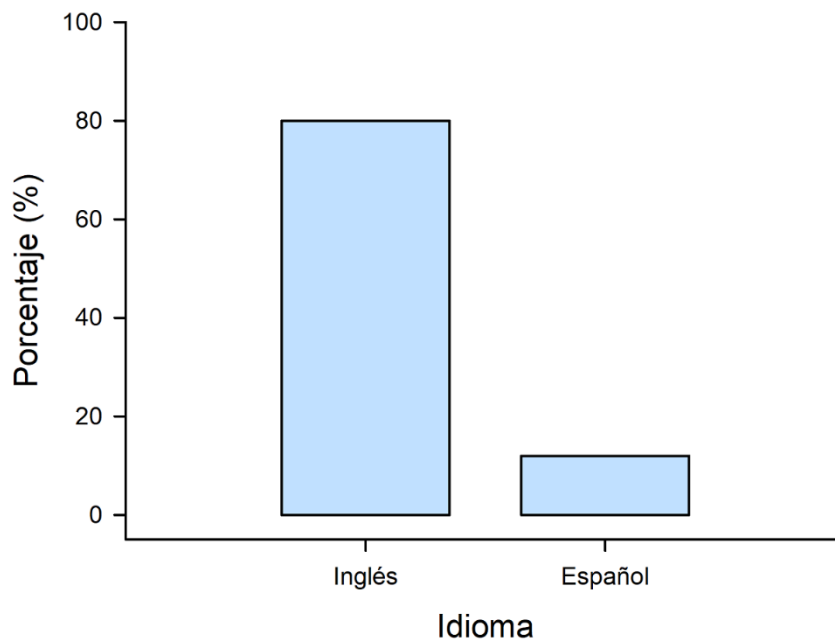


Figura 1. Porcentaje de literatura encontrada por idiomas.

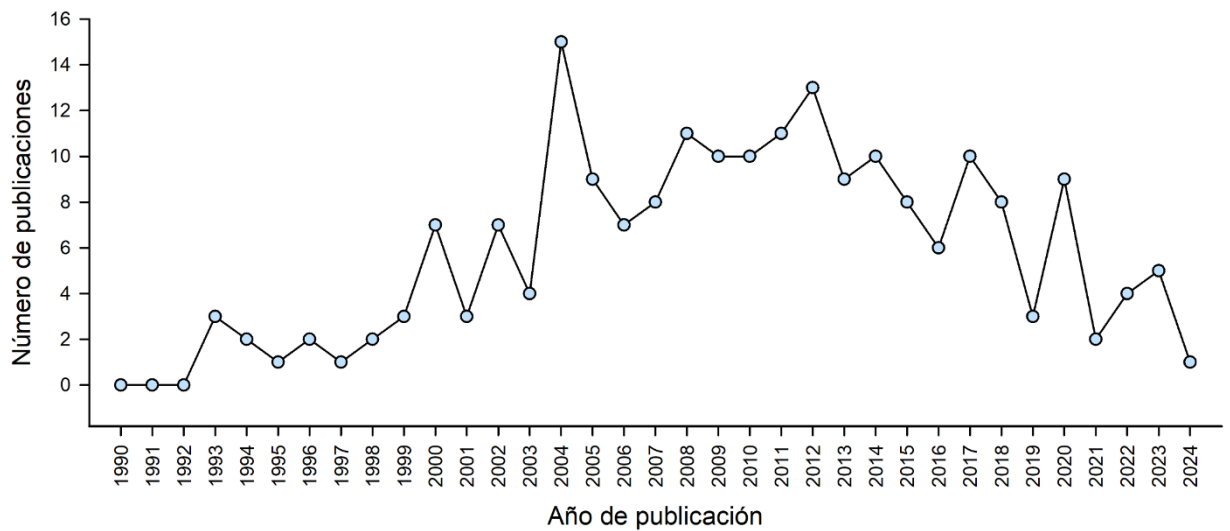


Figura 2. Número de publicaciones por año, en el periodo de 1990 a 2024.

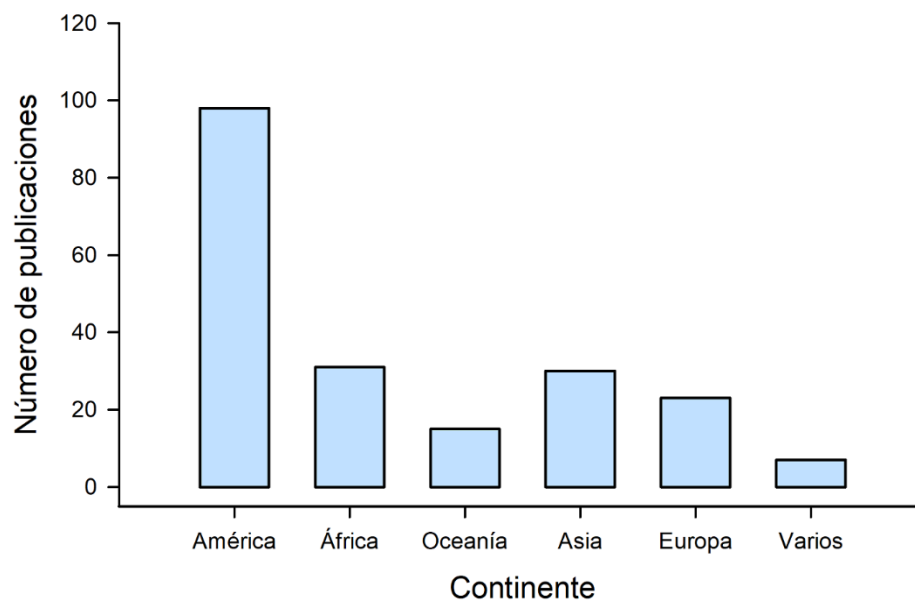


Figura 3. Número de publicaciones por continentes (1990-2024).

Tabla 1. Resumen de los documentos se incluyeron en la revisión sobre indicadores tradicionales climatológicos.

Palabras clave	Direcciones electrónicas	Bibliografía	Artículos	Libros	Capítulos de Libros	Tesis	Memorias de Congreso
Indicadores tradicionales climatológicos	13,300	37	16	5	3	10	3
Indigenous Ecological Knowledge (IEK)	143,000	74	65	7	2	0	0
Traditional Ecological Knowledge (TEK)	109,000	52	47	3	0	2	0

Indigenous Knowledge (IK)	1,170,000	36	29	6	0	2	0
Local Ecological Knowledge (LEK)	97,900	22	21	1	0	0	0
Traditional Environment Knowledge	187,000	20	18	0	0	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Distribución del conocimiento de indicadores publicados por continentes (1990-2024)

Continente	Número de artículos	Referencias
África	26	Sofowora (1996); Roncoli et al. (2002); Briggs (2005); Stave et al. (2006); Moahi (2007); Nyong et al. (2007); Ishaya y Abaje (2008); Green (2008); Thornton (2009); Lwoga et al. (2010); Orlove et al. (2010); Yirga (2010); Ziervogel y Opere (2010); Dweba y Mearns (2011); Zerabruk y Yirga (2011); Enock (2013); Nyantakyi-Frimpong (2013); Okonya y Kroschel (2013); Mashavave et al. (2013); Antwi-Agyei et al. (2014); Obiora y Emeca (2015); Bouyahya et al. (2017); Roland et al. (2018); Mugambiwa (2018); Gakuya et al. (2020); Wanjohi et al. (2020)
América	72	Stevenson (1996); Escobar (1998); Nadasdy (1999); Sefa-Dei (2000); Turner et al. (2000); Snively y Corsiglia (2000); Berkes et al. (2000); Huntington (2000); Pierotti y Wildcat (2000); Gunderson (2000); Agrawal (2002); Begossi et al. (2002); Wall-Kimmerer (2002); Robyn (2002); Davis y Wagner (2003); Berkes (2003); Garibaldi y Turner (2004); Newhouse (2004); Altieri (2004); Berkes y Turner (2004); Battiste (2004); Orlove et al. (2004); Barnhardt-Kawagley (2005); Coombe

		(2005); Maffi (2005); Battiste (2005); Nadasdy (2005); Brush (2005); Reyes-García et al. (2007); Houde (2007); Sipos et al. (2007); Mooradian et al. (2008); El-Hani y Souza de Ferreira Bandeira (2008); Altieri (2009); Berkes y Kislalioglu-Berkes (2009); Turner y Clifton (2009); Berkes (2009); Recht (2009); Miranda-Trejo et al. (2009); Magis (2010); Espejo (2010); Altieri y Toledo (2011); Chapin III et al. (2011); Chan et al. (2012); Kapyrka y Dockstator (2012); Bartlett et al. (2012); Thomas (2012); Orcherton (2012); Van-Lopik (2012); Ruiz et al. (2013); Doxtater (2014); González-Coto (2014); Otero-Valle (2014); Kendrick y Manseau (2008); Ulloa (2014); Wildcat et al. (2014); Padilla y Kofinas (2014); Rocha-Camargo (2015); Corzo y Schwartz (2016); Muñoz-López et al. (2017); Finn et al. (2017); Arsenault et al. (2019); Castillo et al. (2020); Espinosa-Romero et al. (2020); Winter et al. (2020); Cruz-Hernández et al. (2020); Chavarría-Ríos et al. (2021); Apaza-Ticona et al. (2022); López y Calero (2022); Campero-Marín y Guzmán-Vega (2023); Kassam et al. (2023); Ascencio-López y Velasco-Hernández (2023)
Asia	30	Gadgil et al. (1993); Roth (2004); Özesmi y Özesmi (2004); Muthu et al. (2006); Senanayake (2006); Aikenhead y Ogawa (2007); Langenberger et al. (2008); Nagenthirarajah y Thiruchelvam (2008); Yaofeng et al. (2009); Parkash y Aggarwal (2010); Anthwal et al. (2010); Gupta (2011); Ugulu (2011); Negi et al. (2011); Manoj et al. (2012); Kala (2013); Hasan et al. (2013); Hiwasaki et al. (2014); Chander-Dutt et al. (2015); Hilhorst et al. (2015); Dahliani et al. (2015); Liao y Hui-Chan (2016); Ma et al. (2016); Chakraborty (2017); Ingty (2017); Jamshidi-Kia et al. (2018); Ozturk et al. (2018); Dharmono et al. (2013) Kumar et al. (2021); Darmawan et al. (2022)

Europa	21	Berkes y Folke (1994); Olsson y Folke (2001); Hamilton (2003); Ellen (2004); Olsson et al. (2004); Folke (2004); Cottier y Panizzon (2004); Wanzala et al. (2005); Mazzocchi (2006); Reed et al. (2006); Mazzocchi (2008); Pretty et al. (2009); Riseth et al. (2010); Gadgil et al. (2012); Gómez-Baggethun et al. (2015); García-Allut (2016); Folke et al. (2016); Vegas-Fernández (2017); Tengö et al. (2017) Gaup-Eiram et al. (2018); Cebrián-Piqueras et al. (2020); Mattalia et al. (2020)
Oceanía	14	Moller et al. (2004); Fazey et al. (2006); Marinova y Raven (2006); Agrawal (2009); Raymond et al. (2010); Gratani et al. (2011); Mercer et al. (2007); Robinson y Wallington (2012); Chand Chambers et al. (2014); Birch (2016); Herriman (2017); Schultz et al. (2018); Mcleod et al. (2018); Sangha et al. (2024)
Varios	3	Berkes et al. (1995); Chapin (2004); Pecl et al. (2017)

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de ordenación dimensional no métrico (NMDS Stress 0.229) muestra una marcada separación entre el conocimiento sobre indicadores tradicionales con un grupo muy próximo formado por África, Asia y Oceanía y separado de América y Europa que también se diferencian entre sí (Figura 4). El UPGMA confirma el agrupamiento antes descrito con América distinguiéndose con una disimilitud de más del 90% con respecto a los demás continentes mientras Europa se distingue con el 80% del conglomerado formado por Asia, Oceanía y África (Figura 5). Para estos análisis se excluye a la categoría otros ya que es una combinación de conocimiento de varios países de distintos continentes.

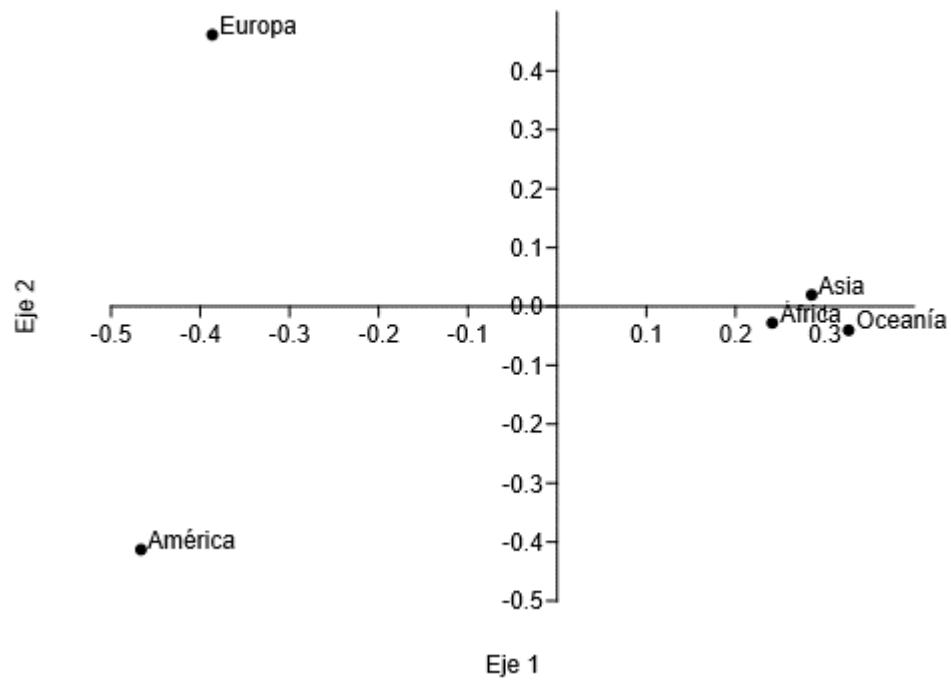


Figura 4. Ordenación dimensional no métrica para el conocimiento sobre indicadores tradicionales climatológicos entre los continentes.

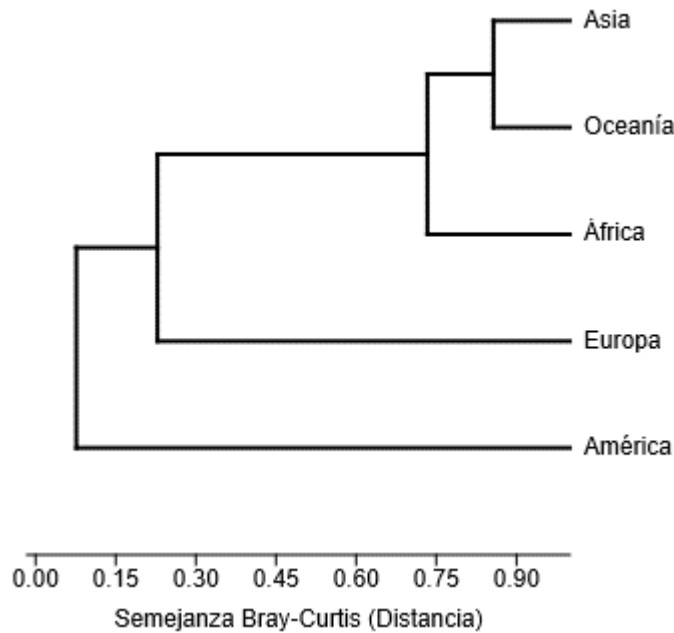


Figura 5. Agrupamiento del conocimiento medio sobre indicadores climatológicos tradicionales en función de los continentes geográficos.

DISCUSIÓN

Indicadores tradicionales para predecir el clima

Los resultados demuestran que los conocimientos tradicionales sobre indicadores climatológicos, mayoritariamente asociados a los pueblos originarios, continúan vigentes y, como sugiere Espejo (2010), se transmiten intergeneracionalmente en las comunidades. Las comparaciones sobre estos conocimientos convergen en que provienen del intercambio de saberes campesinos en las diferentes culturas y naciones, que promueven la continuidad de las costumbres, tradiciones, valores, ideologías y creencias espirituales que, como Berkes y Kislalioglu-Berkes (2009) y Stevenson (1996) afirman, resultan en la acumulación de saber indígena.

La observación de estos indicadores, por ejemplo; del adelanto en la floración o pérdida del follaje en los árboles (fitoindicadores), la presencia y conducta de los animales (zooindicadores), el comportamiento de los astros (astronómicos), el viento y color del cielo (meteorológicos) son los más destacados dentro de la predicción climática (Cruz-Hernández et al. 2020). Con base en esta información, la población rural toma decisiones con respecto a distintas actividades agrícolas, pecuarias y/o forestales, ya que perciben con antelación si se aproxima o habrá en el futuro algún evento climático (lluvia, helada, sequía, inundación, entre otros) que pueda influir positiva o negativamente en sus actividades y metas.

En concordancia con Otero-Valle (2014), los documentos revisados confirman que las poblaciones e individuos utilizan a estos indicadores ancestrales en la práctica, dentro de sus costumbres y creencias. No obstante, las referencias que especifican cuales son y como se usan los indicadores son más bien escasas entre todos los documentos incluidos en esta revisión. Los documentos revisados son generales con poco nivel de detalle respecto a los distintos tipos de tipología de indicadores, aunque en algunos textos fue posible identificar puntualmente a los mismos.

Dentro de este conjunto de indicadores, se distingue una clasificación por su función y precisión. Por un lado, están las que funciona como predictoras de buena y mala cosecha se denominan “indicadores generales”, mientras que, por otro lado, están

los que sirven para la identificación e interpretación de la lluvia, la sequía y las heladas, mismos que se conocen como “indicadores específicos” (Espejo 2010).

Otra clasificación que se identifica respecto a los predictores climáticos los distingue con base en criterios relacionados con el origen histórico geográfico. Dentro de los más conocidos destacan el uso de los calendarios agrícolas, las cabañuelas, la observación de las estrellas (o fenómenos astronómicos) y la forma de las nubes (Cruz-Hernández et al. 2020).

Como lo sugiere Ulloa (2014), la percepción, interpretación y conocimiento de los indicadores climáticos presenta una variabilidad en las distintas regiones continentales y países, comúnmente vinculadas a la perspectiva cultural de cada lugar, la cosmovisión, relación y conexión del hombre con la naturaleza que lo rodea. Más allá del uso de los indicadores climáticos como predictores, los pobladores de comunidades originarias relacionan estos saberes con la espiritualidad y concepción del mundo natural, las comunidades Amazónicas, por ejemplo, mencionan la relación humana, divina y natural con la manifestación de eventos climáticos misma que es transmitida por una máxima autoridad “yetarafue” por medio de sus prácticas y saberes.

La comunidad de Tiawanacu, Bolivia conserva dentro de sus actividades de siembra el uso del calendario Aymará, dividido en cuatro épocas: época fría (Jyphi-Pacha), época de calor (Lapaka-Pacha), época de lluvia (Jallu-Pacha) y época seca (Awti-Pacha), este calendario marca las actividades de manejo para el cultivo de la papa (Campero-Marín y Guzmán-Vega 2023).

Fitoindicadores

Es uno de los indicadores más conocidos, llamados también bioindicadores, se refiere al cambio presentado en el ciclo de vida de las distintas especies vegetales frente a los distintos estados del tiempo (Ulloa 2014). En la comunidad Llanos de Serdán, Puebla, México, los pobladores identifican especies de árboles, para pronosticar las lluvias durante la temporada, mencionan principalmente las especies: *Prunus capulia* Cav., *Prunus domestica* L., *Prunus persica* L, *Pinus* spp.,

Yucca spp. y *Senecio salignus* DC; las características que sirven para identificar la indicación son la floración y fructificación adelantada o tardía (Miranda-Trejo et al. 2009).

Zooindicadores

La característica principal que destaca en los zooindicadores es el cambio de hábitat de especies, que hace referencia al cambio de clima en una región o país específico (Ulloa 2014). La etnia Aymará (Perú y otros países Andinos) destaca que las distintas especies animales poseen la cualidad de percibir cambios en el ambiente en el que se encuentren, principalmente en el clima, por medio de su comportamiento y reacción es fácil identificar los posibles cambios que se acercan, dentro de las especies más conocidas como zooindicadores destacan Jamp'atu-sapo (*Bufo spinolosus*), Liqi liqui-centinela (*Ptilesclys resplendes*), Chhuqa-focha (*Fulica americana*), Qanlli-hormigas (*Acromirmex lundii*) y Qamaqi o tiwula-zorro (*Lycolapex inca*), en cuales han identificado características en el pelaje en el caso de aves, alas en los insectos, ladridos, entre otros cambios, observados en distintas épocas del año (Apaza-Ticona et al. 2022).

En comunidades rurales de Colombia mencionan la observación y cambio de comportamiento de insectos como hormigas, cucarachas y comejenes, como indicadores de lluvias, así como también el “canto” de los sapos (Ulloa 2014). En la cultura Andina identifican una especie de ave conocida como Leque-Leque (*Vallenus chilensis*), describen que, si sus huevos presentan manchas claras, indican que será un mal año, si son muy oscuros el año será bueno, así mismo el lugar donde construyan sus nidos, si lo hacen en pastes bajas habrá sequía y si los ubican en las lomas será un año lluvioso (Otero-Valle 2014).

Indicadores astronómicos

Dentro de este grupo de indicadores se considera el sol, la luna y las estrellas, principalmente destacan características específicas identificadas en distintos momentos y temporadas del año como el color, halos (alrededor), brillo u opacidad,

que son claves para identificar el estado del tiempo durante la temporada (Ulloa 2014).

Los agricultores de los Llanos de Serdán, Puebla, México, consideran la toma de decisiones con la luna y sus distintas fases, mismas que marcan el momento ideal para realizar distintas prácticas agrícolas y agropecuarias, dentro de este tipo de indicadores en esta localidad destaca el uso de la luna llena como el momento ideal de siembra, ya que consideran que las plantas crezcan, produzcan mejor y no tendrán problemas de plagas (Miranda-Trejo et al. 2009).

En los pueblos Aymará de Perú, destaca el conocimiento de los astros, parte importante de sus saberes tradicionales. Observan la constelación de la Vía Láctea (pacha jawira), la cruz del sur (kurusa), pléyades (qutu), ojo de la llama (qarwa nayra) y lucero de la mañana (qhantati ururi) (Apaza Ticona et al. 2022). Aunque el conocimiento es señalado por estos autores, no expresan el uso o aplicación de estas observaciones sobre las predicciones o decisiones que toman con base en ellos.

Indicadores atmosféricos

Este tipo de indicadores fueron los menos reconocidos en los distintos textos revisados. Entre estos se mencionan el viento y las nubes, destacando características como la humedad, intensidad y cambio de la corriente para el primero; color, y forma para el caso de las nubes. Los pescadores de comunidades en Colombia identifican que la combinación de estos dos indicadores anuncia un cambio drástico en clima (Ulloa 2014).

CONCLUSIONES

El estado del conocimiento mundial sobre indicadores tradicionales climatológicos descrito en esta revisión muestra un incremento en las publicaciones con el máximo en la primera década del milenio. En esta etapa geográficamente se publicó más en Latinoamérica, pero más recientemente África destaca por la cantidad de sus escritos publicados. La mayoría de los textos consultados son meramente

descriptivos con muy escasa información que describa detalles de la aplicación del conocimiento y es escasa la comprobación o validación de este por el método científico moderno.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a CONAHCYT, la beca de estudios y los fondos del Fortalecimiento Académico para Mujeres Indígenas, otorgadas a la segunda autora de este artículo. Asimismo, se agradece al Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable (LAAOS), del Tecnológico Nacional de México campus Chiná, por facilitar las herramientas para llevar a cabo este proyecto.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaramos que no tenemos conflictos de interés.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

No aplica.

LITERATURA CITADA

- Adams J, Jackson L, Marshall S (2007) Bibliometric analysis of interdisciplinary research. Report to the Higher Education Funding Council for England. 1-35 p. <https://greekuniversityreform.wordpress.com/wpcontent/uploads/2008/03/reinterdisc.pdf>
- Agrawal A (2002). Indigenous knowledge and the politics of classification. International Social Science Journal, 54(173): 287-297 p. <https://doi.org/10.1111/1468-2451.00382>
- Agrawal A (2009) Why “indigenous” knowledge? Journal of the Royal Society of New Zealand 39(4): 157-158 p. <https://doi.org/10.1080/03014220909510569>
- Luque-Agraz D, Gay C y Ortiz-Espejel B (2020) Complejos bioculturales de México: bienestar comunitario en escenarios de cambio climático. Benemérita

- Universidad Autónoma de Puebla. Ave Editorial. Puebla de Zaragoza, Puebla, México. 350 p.
- Aikenhead GS, Ogawa M (2007) Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education* 2: 539-620 p. <https://doi.org/10.1007/s11422-007-9067-8>
- Altieri MA (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(1): 35-42 p. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- Altieri MA (2009). Agroecology, small farms, and food sovereignty. *Monthly Review* 61(3): 102-113 p.
- Altieri MA, Toledo VM (2011) The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies* 38(3): 587-612 p. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>
- Anthwal A, Gupta N, Sharma A, Anthwal S, Kim KI-H (2010) Conserving biodiversity through traditional beliefs in sacred groves in Uttarakhand Himalaya, India. *Resources, Conservation and Recycling* 54(11): 962-971 p. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.02.003>
- Antwi-Agyei P, Dougill AJ, Stringer LC (2014) Barriers to climate change adaptation: evidence from northeast Ghana in the context of a systematic literature review. *Climate and Development* 7(4): 297-309 p. <http://dx.doi.org/10.1080/17565529.2014.951013>
- Apaza-Ticona J, Alanoca-Arocutipa V, Cutipa-Añamuro G, Calderón-Torres A, Quenta-Paniagua RA, Apaza-Chino G (2022) Sabiduría tradicional para la crianza de cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) y uso en las comunidades aymaras (Puno-Perú). *Anales de geografía de la Universidad Complutense* 42(1): 11-30 p. <https://dx.doi.org/10.5209/aguc.81793>
- Arsenault R, Bourassa C, Diver S, McGregor D, Witham A (2019) Including indigenous knowledge systems in environmental assessments: Restructuring

- the process. *Global Environmental Politics* 19(3): 120-132 p.
https://doi.org/10.1162/glep_a_00519
- Ascencio-López WJ, Velasco-Hernández MA (2023). La percepción del cambio climático y su importancia en los saberes tradicionales en la agricultura. *RD-ICUAP*, 9(27),13-21 p. <https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2023.27.1171>
- Barnhardt R, Kawagley OA (2005) Indigenous knowledge systems and Alaska Native ways of knowing. *Anthropology & Education Quarterly* 36(1): 8-23 p.
<https://doi.org/10.1525/aeq.2005.36.1.008>
- Barrera-Luna R (2013). El concepto de la Cultura: definiciones, debates y usos sociales. *Revista de claseshistoria*, No. 343, 1-24 p.
<http://www.claseshistoria.com/revista/index.html>
- Bartlett C, Marshall M, Marshall A (2012) Two-eyed seeing and other lessons learned within a co-learning journey of bringing together indigenous and mainstream knowledges and ways of knowing. *Journal of Environmental Studies and Sciences* 2: 331-340 p. <https://doi.org/10.1007/s13412-012-0086-8>
- Battiste M (2004) Respecting postcolonial standards of indigenous knowledge: Toward “a shared and sustainable future”. *Journal of Aboriginal Economic Development* 4(1): 59-67 p.
- Battiste M (2005). Indigenous knowledge: Foundations for first nations. *WINHEC: International Journal of Indigenous Education Scholarship*, (1), 1-17 p.
- Begossi A, Hanazaki N, Tamashiro JY (2002). Medicinal plants in the Atlantic Forest (Brazil): knowledge, use, and conservation. *Human ecology*, 30, 281-299 p.
<http://www.jstor.org/stable/4603435>
- Berkes F (2009). Indigenous ways of knowing and the study of environmental change. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 39 (4), 151-156 p.
<https://doi.org/10.1080/03014220909510568>

- Berkes F, Berkes MK (2009). Ecological complexity, fuzzy logic, and holism in indigenous knowledge. *Futures*, 41(1), 6-12 p. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2008.07.003>
- Berkes F, Folke C (1994). Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. *Beijer Discussion Paper Series* (52), 1-16 p. <https://hdl.handle.net/10535/4352>
- Berkes F, Turner NJ (2004). Knowledge, learning and the resilience of social-ecological systems. Knowledge for the development of adaptive co-management, 23-27 p. <https://hdl.handle.net/10535/2385>
- Berkes F (2003). Rethinking community-based conservation. *Conservation Biology*, 18(3), 621-630 p. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00077.x>
- Berkes F, Colding J, Folke C (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological applications*, 10(5), 1251-1262 p. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)
- Berkes F, Folke C, Gadgil M (1995). Traditional ecological knowledge, biodiversity, resilience and sustainability. *Biodiversity conservation: Problems and policies. Papers from the Biodiversity Programme Beijer International Institute of Ecological Economics Royal Swedish Academy of Sciences*, 269-287 p. https://doi.org/10.1007/978-94-011-1006-8_15
- F, Kislalioglu BM (2009). Ecological complexity, fuzzy logic, and holism in indigenous knowledge. *Futures*, 41(1), 6-12 p. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2008.07.003>
- Birch T (2016). Climate change, mining and traditional indigenous knowledge in Australia. *Social Inclusion*, 4(1), 92-101 p. <https://doi.org/10.17645/si.v4i1.442>
- Bouyahya A, Abrini J, Et-Touys A, Bakri Y, Dakka N (2017). Indigenous knowledge of the use of medicinal plants in the North-West of Morocco and their biological activities. *European Journal of Integrative Medicine*, 13, 9-25 p. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eujim.2017.06.004>

- Briggs J (2005). The use of indigenous knowledge in development: problems and challenges. *Progress in development studies*, 5(2), 99-114 p.
<https://doi.org/10.1191/1464993405ps105oa>
- Brush SB (2005). Protecting traditional agricultural knowledge. *Journal of Law & Policy*, 17 (59), 59-109 p.
- Campero-Marín SA, Guzmán-Vega G (2023) Metodología para la articulación deficiencia ancestral y ciencia moderna para la construcción de la modelación climática de la comunidad Tiawanacu (UAC-UCB) PIA-ACC UTO-61. 1-17 p.
<https://www.researchgate.net/publication/375718875>
- Castillo L, Rostagno CM, Ladio A (2020). Ethnoindicators of environmental change: Local knowledge used for rangeland management among smallholders of Patagonia. *Rangeland Ecology & Management*, 73(5), 594-606 p.
<https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.06.001>
- Cebrián-Piqueras MA, Filyushkina A, Johnson DN, Lo VB, López-Rodríguez MD, March H, Otero-Rozas E, Peppler-Lisbach C, Quintas-Soriano C, Raymond CM, Ruíz-Mallen I, van Riper CJ, Zinngrebe Y, Plieninger T (2020). Scientific and local ecological knowledge, shaping perceptions towards protected areas and related ecosystem services. *Landscape Ecology*, 35(11), 2549-2567 p.
<https://doi.org/10.1007/s10980-020-01107-4>
- Chakraborty SK (2017). Protection of Traditional Knowledge and Plant Intellectual Property Rights: Emerging Challenges and Issues in India. *Amity International Journal of Juridical Sciences*, (3), 1-14 p.
- Chan KM, Guerry AD, Balvanera P, Klain S, Satterfield T, Basurto X, Bostrom A, Chuenpagdee R, Gould R, Halpern BS, Hannahs N, Levine J, Norton B, Ruckelshaus M, Russell R, Tam J, Woodside U (2012). Where are cultural and social in ecosystem services? A framework for constructive engagement. *BioScience*, 62(8), 744-756 p. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.8.7>
- Chand SS, Chambers LE, Waiwai M, Malsale P, Thompson E (2014). Indigenous knowledge for environmental prediction in the Pacific Island countries.

- Weather, Climate, and Society, 6(4), 445-450 p.
<https://doi.org/10.1175/WCAS-D-13-00053.1>
- Chander-Dutt H, Bhagat N, Pandita S (2015). Oral traditional knowledge on medicinal plants in jeopardy among Gaddi shepherds in hills of northwestern Himalaya, J&K, India. *Journal of ethnopharmacology*, 168, 337-348 p.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.03.076>
- Chapin FS, Pickett ST, Power ME, Jackson RB, Carter DM, Duke C (2011). Earth stewardship: a strategy for social–ecological transformation to reverse planetary degradation. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 1, 44-53 p. <https://doi.org/10.1007/s13412-011-0010-7>
- Chapin M (2004). A challenge to conservationists. *World Watch: Vision for a Sustainable World*, 17-31 p.
- Chavarría-Ríos CS, Ruiz-Cayetano G, Villalba -Huaman P, Zuñiga-Jimenez C, Pérez-Saenz N (2021) Efecto de las percepciones del cambio climático de pequeños agricultores de maíz del valle del Mantaro en sus estrategias de adaptación. *Ciencia Tecnológica Agropecuaria*, 1, (1-7) p.
- Coombe RJ (2005). Protecting Traditional Environmental Knowledge and New Social Movements in the Americas: Intellectual Property, Human Right, Or Claims for an Alternative Form of Sustainable Development? *Florida Journal of International Law*, 17(1), 115-136 p.
<https://scholarship.law.ufl.edu/fjil/vol17/iss1/6>
- Corzo Amilcar R, Schwartz NB (2016). Milpas y huertos de traspatio tradicionales en Petén, Guatemala y el problema de la seguridad alimentaria. *Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2), 7-24 p.
<https://doi.org/10.36829/63CHS.v3i2.272>
- Cottier T, Panizzon M (2004). Legal perspectives on traditional knowledge: The case for intellectual property protection. *Journal of International Economic Law*, 7(2), 371-399 p. <https://doi.org/10.1093/jiel/7.2.371>
- Cruz-Hernández S, Torres-Carral GA, Cruz-León A, Salcedo-Baca I, Victorino-Ramírez L (2020). Saberes tradicionales locales y el cambio climático global.

- Revista mexicana de ciencias agrícolas, 11(8), 1917-1928 p.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2748>
- Dahliani S, Ispurwono, Setijanti P (2010). Local Wisdom Inbuilt Environment in Globalization Era. *International Journal of Education and Research*, 3(6), 157-166 p.
- Darmawan W, Mulyana A, Winarti M, Kurniawati Y (2022) Study of local wisdom based on disaster mitigation in the community of traditional villages in West Java as materials. *Journal Pendidikan dan Peneliti Sejarah*, 5(1), 21-26 p.
<https://doi.org/10.17509/historia.v5i1.40123>.
- Davis A, Wagner JR (2003). Who knows? On the importance of identifying “experts” when researching local ecological knowledge. *Human ecology*, 31, 463-489 p. <http://www.jstor.org/stable/4603485>
- Dharmono A, Sofyan, Wahyu, Herita W (2013). Indigenous knowledge of Dayaks Bakumpai in Barito Kuala District on the management of plant diversity growing at streams and swamps. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 1(1), 25-32 p. <https://repo-dosen.ulm.ac.id//handle/123456789/16562>
- Doxtater MG (2014). Indigenous knowledge in the decolonial era. *American Indian Quarterly*, 28 (3/4), 618-633 p. <http://www.jstor.org/stable/4138935>
- Dweba TP, Mearns MA (2011). Conserving indigenous knowledge as the key to the current and future use of traditional vegetables. *International Journal of Information Management*, 31(6), 564-571 p.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2011.02.009>
- El-Hani, Charbel N, Souza de Ferreira Bandeira FP (2008). Valuing indigenous knowledge: to call it “science” will not help. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 751-779 p. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9129-6>
- Ellen R (2004). From ethno-science to science, or 'What the indigenous knowledge debate tells us about how scientists define their project'. *Journal of Cognition and Culture*, 4(3-4), 409-450 p. <https://doi.org/10.1163/1568537042484869>

- Enock CM (2013). Indigenous knowledge systems and modern weather forecasting: exploring the linkages. *Journal of Agriculture and Sustainability*, 2(2).
- Escobar A (1998). Whose knowledge, whose nature? Biodiversity, conservation, and the political ecology of social movements. *Journal of Political Ecology*, 5(1), 53-82. <https://doi.org/10.2458/v5i1.21397>
- Espejo R (2010). El potencial de los saberes andinos para enfrentar los efectos del cambio climático: Prácticas y Estrategias Andinas en Respuesta a los Riesgos Climáticos. *Temas Sociales*, (30), 44-62 p. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29152010000100003&lng=es&nrm=iso
- Espinosa-Romero AP, Salazar-Pulido WA, Rodríguez-Miranda JP (2020). Desarrollo rural: Influencia de la variabilidad climática en las prácticas productivas ancestrales de una comunidad indígena. *Revista ESPACIOS*, 41 (38), 69-81 p. <http://asesoresvirtualesalala.revistaespacios.com/a20v41n38/a20v41n38p08.pdf>
- Fazey I, Fazey JA, Salisbury JG, Lindenmayer DB, Dovers S (2006). The nature and role of experiential knowledge for environmental conservation. *Environmental conservation*, 33(1), 1-10 p. <https://doi.org/10.1017/S037689290600275X>
- Finn S, Herne M, Castille D (2017). The value of traditional ecological knowledge for the environmental health sciences and biomedical research. *Environmental Health Perspectives*, 125(8), 1-9 p. <https://doi.org/10.1289/EHP858>.
- Folke C (2004). Traditional knowledge in social–ecological systems. *Ecology and society*, 9(3): 7. <https://www.jstor.org/stable/26267675>
- Folke C, Biggs R, Norström AV, Reyers B, Rockström J (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3):41. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
- Gadgil M, Berkes F, Folke C (1993). Indigenous knowledge for biodiversity conservation. *Ambio. Biodiversity: Ecology, Economics, Policy*, 22 (2/3), 151-156 p. <http://www.jstor.org/stable/4314060>

- Gakuya DW, Okumu MO, Kiama SG, Mbaria JM, Gathumbi PK, Mathiu PM, Nguta JM (2020). Traditional medicine in Kenya: past and current status, challenges, and the way forward. *Scientific African*, 8, 1-7 p. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00360>
- García-Allut A (2016). Compartición de conocimiento tradicional y científico para una gestión más adecuada de las pesquerías. *Etnográfica. Revista do Centro em Rede de Investigação em Antropologia*, 3(2), 309-332 p. <https://doi.org/10.4000/etnografica.3043>
- Garibaldi A, Turner N (2004). Cultural keystone species: implications for ecological conservation and restoration. *Ecology and Society*, 9(3): 1. <https://www.jstor.org/stable/26267680>
- Gaup-Eira IM, Oskal A, Hanssen-Bauer I, Mathiesen DS (2018). Snow cover and the loss of traditional indigenous knowledge. *Nature Climate Change*, 8(11), 928-931 p. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0319-2>
- Gómez-Baggethun E, Corbera E, Reyes-García V (2015). Traditional ecological knowledge and global environmental change: research findings and policy implications. *Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 18(4), 1-12 p. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06288-180472>
- González-Coto JD(2014). Bioindicadores como aliados en el monitoreo de condiciones ambientales. *CEGESTI Éxito Empresarial*, 252, 1-4 p.
- Gratani M, Butler JR, Royee F, Valentine P, Burrows D, Canendo WI, Anderson AS (2011). Is validation of indigenous ecological knowledge a disrespectful process? A case study of traditional fishing poisons and invasive fish management from the Wet Tropics, Australia. *Ecology and Society*, 16(3): 25. <https://www.jstor.org/stable/26268947>
- Green LJ (2008). 'Indigenous knowledge' and 'science': Reframing the debate on knowledge diversity. *Archaeologies: Journal of the World Archeological Congress*, 4, 144-163 p. <https://doi.org/10.1007/s11759-008-9057-9>

- Gunderson LH (2000). Ecological resilience in theory and application. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31(1), 425-439 p. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.425>
- Gupta AD (2011). Does indigenous knowledge have anything to deal with sustainable development? *Cultural Anthropology*, 7(1), 57-64 p.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1), 1-9 p. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Hamilton AC (2003). Medicinal plants, conservation and livelihoods. *Biodiversity & Conservation*, 13, 1477-1517 p. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000021333.23413.42>
- Hasan MK, Gatto P, Jha PK (2013). Traditional uses of wild medicinal plants and their management practices in Nepal-A study in Makawanpur district. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3(1), 102-112 p.
- Herriman N (2017). Management of biodiversity: Creating conceptual space for indigenous conservation. *Journal of Ecological Anthropology*, 19 (1), 42-52 p. <https://scholarcommons.usf.edu/jea/vol19/iss1/6>
- Hilhorst D, Baart J, van der Haar G, Leeftink FM (2015). Is disaster “normal” for indigenous people? Indigenous knowledge and coping practices. *Disaster Prevention and Management*, 24(4), 506-522 p. <http://dx.doi.org/10.1108/DPM-02-2015-0027>
- Hiwasaki L, Luna E, Syamsidik, Shaw R (2014). Process for integrating local and indigenous knowledge with science for hydro-meteorological disaster risk reduction and climate change adaptation in coastal and small island communities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 10, 15-27 p. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdrr.2014.07.007>
- Houde N (2007). The six faces of traditional ecological knowledge: challenges and opportunities for Canadian co-management arrangements. *Ecology and Society*, 12(2): 34. <https://www.jstor.org/stable/26267900>

- Huntington HP (2000). Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications. *Ecological Applications*, 10(5), 1270-1274 p. <http://www.jstor.org/stable/2641282>
- Ingty T (2017). High mountain communities and climate change: adaptation, traditional ecological knowledge, and institutions. *Climatic Change*, 145(1), 41-55 p. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2080-3>
- Ishaya S, Abaje IB (2008). Indigenous people's perception on climate change and adaptation strategies in Jema'a local government area of Kaduna State, Nigeria. *Journal of Geography and Regional Planning*, 1(8), 138-143 p.
- Jamshidi-Kia F, Lorigooini Z, Amini-Khoei H (2018). Medicinal plants: Past history and future perspective. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 7(1), 1-7 p. [10.15171/jhp.2018.01](https://doi.org/10.15171/jhp.2018.01)
- Kala CP (2013). Traditional ecological knowledge on characteristics, conservation and management of soil in tribal communities of Pachmarhi Biosphere Reserve, India. *Journal of soil science and plant nutrition*, 13(1), 201-214 p. <http://www.scielo.cl/pdf/jssp/v13n1/aop1813.pdf>
- Kapyrka J, Dockstator M (2012). Indigenous knowledges and western knowledges in environmental education: Acknowledging the tensions for the benefits of a "two-worlds" approach. *Canadian Journal of Environmental Education (CJEE)*, 17, 97-112 p. <http://doi.org/10.1007/s13412-012-0086-8>
- Kassam, Karim-Aly S, Charles MT, Johnson, Steven M (2023). Significance of different ways of knowing in responding to the climate crisis: The necessity for Indigenous knowledge. *PLOS Climate* 2 (7), 1-4 p. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000237>
- Kendrick A, Manseau M (2008). Representing traditional knowledge: Resource management and Inuit knowledge of barren-ground caribou. *Society and Natural Resources*, 21(5), 404-418 p. <http://dx.doi.org/10.1080/08941920801898341>

- Kimmerer RW (2002). Weaving traditional ecological knowledge into biological education: a call to action. *BioScience*, 52(5), 432-438 p. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0432:WTEKIB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0432:WTEKIB]2.0.CO;2)
- Kumar NS, Mishra S, Kumar S (2021). Documentation of indigenous traditional knowledge (ITK) on commonly available plants in Koira range, Bonai Forest Division, Sundargarh, Odisha, India. *Asian Plant Research Journal*, 8(4), 83-95 p. <https://doi.org/10.9734/aprj/2021/v8i430188>
- Langenberger G, Prigge V, Martin K, Belonias B, Sauerborn J (2008). Ethnobotanical knowledge of Philippine lowland farmers and its application in agroforestry. *Advances in Agroforestry*, 76, 173-194 p. <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9189-3>
- Liao KH, Chan JKH (2016). What is ecological wisdom and how does it relate to ecological knowledge? *Landscape and Urban Planning*, 155, 111-113 p. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.006>
- López MF, Calero D (2022) Conocimiento híbrido sobre cambio climático en América Latina. *FLACSO*, 77-97 p. www.flacso.edu.uy.
- Lwoga ET, Ngulube Patrick, Stilwell C (2010). Understanding indigenous knowledge: Bridging the knowledge gap through a knowledge creation model for agricultural development. *South African Journal of Information Management*, 12(1), 1-8 p. https://hdl.handle.net/10520/AJA1560683X_332
- Ma Y, Zhou K, Fan J, Sun S (2016). Traditional Chinese medicine: potential approaches from modern dynamical complexity theories. *Frontiers of medicine*, 10(1), 28-32 p. <https://doi.org/10.1007/s11684-016-0434-2>
- Maffi L (2005). Linguistic, cultural, and biological diversity. *Annual Review of Anthropology*, 34, 599-617 p. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.34.081804.120437>
- Magis K (2010). Community resilience: An indicator of social sustainability. *Society and Natural Resources*, 23(5), 401-416 p. <http://dx.doi.org/10.1080/08941920903305674>

- Manoj Y, Anupama Y, Ekta G (2012). Ethno-veterinary practices in Rajasthan, India- A Review. *International Research Journal of Biological Science*, 1(6), 80-82 p. <http://www.isca.in/IJBS/v1i6.php>
- Marinova D, Raven M (2006). Indigenous knowledge and intellectual property: A sustainability agenda. *Journal of Economic Surveys*, 20(4), 587-605 p. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2006.00260.x>
- Mashavave T, Mapfumo P, Mtambanengwe F, Gwandu T, Siziba S (2013). Interaction patterns determining improved information and knowledge sharing among smallholder farmers. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 8(1), 1-12 p. <https://ageconsearch.umn.edu/record/156980>
- Mattalia G, Corvo P, Pieroni A (2020). The virtues of being peripheral, recreational, and transnational: local wild food and medicinal plant knowledge in selected remote municipalities of Calabria, Southern Italy. *Ethnobotany Research and Applications*, 19(38), 1-44 p. <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/1953>
- Mazzocchi F (2006). Western science and traditional knowledge: Despite their variations, different forms of knowledge can learn from each other. *EMBO reports*, 7(5), 463-466 p. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400693>
- Mazzocchi F (2008). Analyzing knowledge as part of a cultural framework: the case of traditional ecological knowledge. *Environments: A Journal of Interdisciplinary Studies*, 36(2), 39-57.
- Mcleod E, Arora-Jonsson S, Masuda YJ, Bruton-Adams M, Emaurois CO, Gorong B, Hudlow CJ, James R, Kuhlken H, Masike-Liri B, Musrasrik-Carl E, Otzelberger A, Relang K, Reyuw BM, Sigrah B, Stinnett C, Tellei J, Whitford L (2018). Marine policy, 93, 178-185 p. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.03.011>
- Mercer J, Dominey-Howes D, Kelman I, Lloyd K (2007). The potential for combining indigenous and western knowledge in reducing vulnerability to environmental hazards in small island developing states. *Environmental Hazards*, 7(4), 245-256 p. <https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2006.11.001>

- Miranda-Trejo J, Herrera-Cabrera BE, Paredes-Sánchez JA, Delgado-Alvarado A (2009). Conocimiento tradicional sobre predictores climáticos en la agricultura de los llanos de Serdán, Puebla, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(2), 151-160 p. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912989003>
- Moahi KH (2007). Globalization, knowledge economy and the implication for indigenous knowledge. *The International Review of Information Ethics*, 7, 55-62 p.
- Moller H, Berkes F, Lyver-Philip OB, Kislalioglu M (2004). Combining science and traditional ecological knowledge: monitoring populations for co-management. *Ecology and society*, 9(3): 2. <https://www.jstor.org/stable/26267682>
- Mooradian JK, Cross SL, Stutzky GR (2008). Across generations: Culture, history, and policy in the social ecology of American Indian grandparents parenting their grandchildren. *Journal of Family Social Work*, 10(4), 81-101 p. http://dx.doi.org/10.1300/J039v10n04_04
- Mugambiwa SS (2018). Adaptation measures to sustain indigenous practices and the use of indigenous knowledge systems to adapt to climate change in Mutoko rural district of Zimbabwe. *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 10(1), 1-9 p. <https://doi.org/10.4102/jamba.v10i1.388>
- Muñoz-López AL, Vega CA, Martínez JC (2017). Redes de conocimiento como estrategia de transferencia de tecnología para la adaptación al cambio climático. *Ingenio Magno*, 8(2), 10-20 p. <https://bit.ly/3USWPLh>
- Muthu C, Ayyanar M, Raja N, Ignacimuthu S (2006). Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu, India. *Journal of Ethnobiology and ethnomedicine*, 2(43), 1-10 p. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-43>
- Nadasdy P (1999). The politics of TEK: Power and the "integration" of knowledge. *Arctic Anthropology*, 36 (1/2) 1-18 p. <http://www.jstor.org/stable/40316502>

- Nadasdy P (2005). The anti-politics of TEK: The institutionalization of co-management discourse and practice. *Anthropologica*, 47 (2), 215-232 p. <https://www.jstor.org/stable/25606237>
- Nagenthirarajah S, Thiruchelvam S (2008). Knowledge of farmers about pest management practices in Pambaimadu, Vavuniya District: an ordered probit model approach. *Sabaramuwa University Journal*, 8(1), 79-89 p.
- Negi VS, Maikhuri RK, Vashishtha DP (2011). Traditional healthcare practices among the villages of Rawain valley, Uttarkashi, Uttarakhand, India. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 10(3), 533-537 p. <http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/12034>
- Newhouse D (2004). Indigenous knowledge in a multicultural world. *Native Studies Review*, 15(2), 139-154 p. <https://www.researchgate.net/publication/284680208>
- Nyantakyi-Frimpong H (2013). Indigenous knowledge and climate adaptation policy in Northern Ghana. *Africa Portal Backgrounder*, 48.
- Nyong A, Adesina F, Osman-Elasha B (2007). The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel. *Mitigation and Adaptation strategies for global Change*, 12, 787-797 p. <https://doi.org/10.1007/s11027-007-9099-0>
- Obiora AC, Emeka EE (2015). African indigenous knowledge system and environmental sustainability. *International Journal of Environmental Protection and Policy*, 3(4), 88-96 p. <https://doi.org/10.11648/j.ijepp.20150304.12>
- Okonya JS, Kroschel J (2013). Indigenous knowledge of seasonal weather forecasting: A case study in six regions of Uganda. *Agricultural Sciences*, 4, 641-648 p. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2013.412086>
- Olsson P, Folke C (2001). Local ecological knowledge and institutional dynamics for ecosystem management: a study of Lake Racken watershed, Sweden. *Ecosystems*, 4(2), 85-104 p. <http://www.jstor.org/stable/3659010>

- Olsson P, Folke C, Berkes F (2004). Adaptive comanagement for building resilience in social–ecological systems. *Environmental management*, 34 (1), 75-90 p. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0101-7>
- Orcherton D (2012). Traditional ecological knowledge (TEK) and biodiversity conservation. *The Journal of Pacific Studies*, 32, 83-98 p.
- Orlove B, Roncoli C, Kabugo M, Majugu A (2010). Indigenous climate knowledge in southern Uganda: the multiple components of a dynamic regional system. *Climatic change*, 100, 243-265 p. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9586-2>
- Orlove BS, Chiang JCH, Cane MA (2004). Etnoclimatología de los Andes. *Investigación y Ciencia*, 330(330), 77-85 p. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9586-2>
- Özesmi U, Özesmi SL (2004). Ecological models based on people’s knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach. *Ecological Modelling*, 176(1-2), 43-64 p. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.10.027>
- Ozturk M, Altay V, Altundağ E, Ibadullayeva SJ, Aslanipour B, Gönenç TM (2018). Herbs in Iğdır (Turkey), Nakhchivan (Azerbaijan), and Tabriz (Iran). *Plant and Human Health, Volume 1: Ethnobotany and Physiology*, 197-266 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93997-1_6
- Padilla E, Kofinas GP (2014). “Letting the leaders pass” barriers to using traditional ecological knowledge in comanagement as the basis of formal hunting regulations. *Ecology and Society*, 19(2):7. <https://www.jstor.org/stable/26269525>
- Parkash V, Aggarwal A (2010). Traditional uses of ethnomedicinal plants of lower foot-hills of Himachal Pradesh-I. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 9(3), 519-521 p. <http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/9785>
- Pech GT, Araújo MB, Bell JD, Blanchard J, Bonebrake TC, Chen IC, Clark TD, Colwell RK, Danielsen F, Evengård, Falconi L, Ferrier S, Frusher S, García RA, Griffis RB, Hobday AJ, Janion-Scheepers C, Jarzyna MA, Jennings S, Lenoir J, Linnetved HI, Martin VY, McCormack PC, McDonald J, Mitchell NJ, Mustonen T, Pandolfi JM, Pettorelli N, Popova E, Robinson SA, Scheffers BR,

- Shaw JD, Sorte-Cascade JB, Strugnell JM, Sunday JM, Tuanmu MN, Vergés A, Villanueva C, Wernberg T, Wapstra E, Williams SE (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332), 1-9 p. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aai9214>
- Pierotti R, Wildcat D (2000). Traditional ecological knowledge: the third alternative (commentary). *Ecological applications*, 10(5), 1333-1340 p. <http://www.jstor.org/stable/2641289>
- Pretty J, Adams B, Berkes F, Ferreira de Athayde S, Dudley N, Hunn E, Maffi L, Milton K, Rapport D, Robbins P, Sterling SS, Tsing A, Vintinner E, Pilgrim S (2009). The intersections of biological diversity and cultural diversity: towards integration. *Conservation and Society*, 7(2), 100-112 p. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.58642>
- Ramirez CR (2007). Etnobotánica y la Pérdida de Conocimiento Tradicional en el Siglo 21. *Ethnobotany Research and Applications*, 5, 241-244 p. www.ethnobotanyjournal.org/vol5/i1547-3465-05-241.pdf
- Raymond CM, Fazey I, Reed MS, Stringer LC, Robinson GM, Evelyn AC (2010). Integrating local and scientific knowledge for environmental management. *Journal of environmental management*, 91(8), 1766-1777 p. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.03.023>
- Recht J (2009). Hearing indigenous voices, protecting indigenous knowledge. *International Journal of Cultural Property*, 16(3), 233-254 p. <https://doi.org/10.1017/S0940739109990166>
- Reed MS, Fraser ED, Dougill AJ (2006). An adaptive learning process for developing and applying sustainability indicators with local communities. *Ecological economics*, 59(4), 406-418 p. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.008>
- Reyes-García V, Vadez V, Huanca T, Leonard WR, McDade T (2007). Economic development and local ecological knowledge: a deadlock? Quantitative research from a native Amazonian society. *Human ecology*, 35, 371-377 p. <http://www.jstor.org/stable/27654198>

- Riseth JÅ, Tømmervik H, Helander-Renvall E, Labba N, Johansson C, Malnes E, Bjerke JW, Jonsson C, Pohjola V, Sarri LE, Schanche A, Callaghan TV (2010). Sámi traditional ecological knowledge as a guide to science: snow, ice and reindeer pasture facing climate change. *Polar Record*, 47(242), 202-217 p. <https://doi.org/10.1017/S0032247410000434>
- Robinson CJ, Wallington TJ (2012). Boundary work: engaging knowledge systems in co-management of feral animals on Indigenous lands. *Ecology and Society*, 17(2):16. <https://www.jstor.org/stable/26269039>
- Robyn L (2002). Indigenous knowledge and technology: Creating environmental justice in the twenty-first century. *American Indian Quarterly*, 26 (2), 198-220 p. <http://www.jstor.org/stable/4128459>
- Rocha-Camargo YD (2015). La percepción social del cambio climático. Biodiversidad y cambios climáticos según el conocimiento científico tradicional. Universidad Iberoamericana de Puebla Repositorio Institucional, 40-55 p. <http://hdl.handle.net/20.500.11777/245>
- Roland B, Rubens A, Azupogo HA (2018). Combining indigenous wisdom and academic knowledge to build sustainable future: An example from rural Africa. *Journal of African Studies and Development*, 10(2), 8-18 p. <https://doi.org/10.5897/JASD2017.0481>
- Roncoli C, Ingram K, Kirshen P (2002). Reading the rains: Local knowledge and rainfall forecasting in Burkina Faso. *Society & Natural Resources*, 15(5), 409-427 p. <https://doi.org/10.1080/08941920252866774>
- Roth R (2004). Spatial organization of environmental knowledge: conservation conflicts in the inhabited forest of northern Thailand. *Ecology and Society*, 9(3):5. <https://www.jstor.org/stable/26267686>
- Ruiz-Mallén I, Morsello C, Reyes-García V, De Faria Marcondes-Barros R (2013). Children's use of time and traditional ecological learning. A case study in two Amazonian indigenous societies. *Learning and Individual Differences*, 27, 213-222 p. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.012>

- Sangha KK, Dinku Y, Costanza R, Poelina A (2024). A comprehensive analysis of well-being frameworks applied in Australia and their suitability for Indigenous peoples. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being*, 19(1), 1-18 p. <https://doi.org/10.1080/17482631.2024.2321646>
- Schultz R, Abbott T, Yamaguchi J, Cairney S (2018). Australian indigenous land management, ecological knowledge and languages for conservation. *EcoHealth*, 16, 171-176 p. <https://doi.org/10.1007/s10393-018-1380-z>
- Sefa Dei GJ (2000). Rethinking the role of indigenous knowledges in the academy. *International Journal of Inclusive Education*, 4(2), 111-132 p. <http://dx.doi.org/10.1080/136031100284849>
- Senanayake SGJN (2006). Indigenous knowledge as a key to sustainable development. *The Journal of Agricultural Sciences*, 2(1), 87-94 p.
- Sipos Y, Battisti B, Grimm K (2008). Achieving transformative sustainability learning: engaging head, hands and heart. *International journal of sustainability in higher education*, 9(1), 68-86 p. <https://do.org/10.1108/14676370810842193>
- Snively G, Corsiglia J (2000). Discovering indigenous science: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 6-34 p. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200101\)85:1<6::AID-SCE3>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200101)85:1<6::AID-SCE3>3.0.CO;2-R)
- Sofowora A (1996). Research on medicinal plants and traditional medicine in Africa. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2(3), 365-372 p. <https://doi.org/10.1089/acm.1996.2.365>
- Stave J, Oba G, Nordal I, Stenseth NC (2007). Traditional ecological knowledge of a riverine forest in Turkana, Kenya: implications for research and management. *Biodiversity and Conservation*, 16, 1471-1489 p. <https://doi.org/10.1007/s10531-006-9016-y>
- Stevenson MG (1996). Indigenous knowledge in environmental assessment. *Arctic*, 49 (3) 278-291 p. <http://www.jstor.org/stable/40512004>
- Tengö M, Hill R, Malmer P, Raymond CM, Spierenburg M, Danielsen F, Elmqvist T, Folke C (2017). Weaving knowledge systems in IPBES, CBD and beyond—

- lessons learned for sustainability. Current opinion in environmental sustainability, 26-27, 17-25 p. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.005>
- Thomas E (2012). The impact of traditional lifestyle, provenance and contact history on plant use knowledge and management: A cross-cultural comparison of two small-scale societies from the Bolivian Amazon. Human Ecology, 40(3), 355-368 p. <https://doi.org/10.1007/s10745-012-9488-1>
- Thornton R (2009). The transmission of knowledge in South African traditional healing. Africa, 79(1), 17-34 p. http://journals.cambridge.org/abstract_S0001972000087921
- Turner NJ, Clifton H (2009). "It's so different today": Climate change and indigenous lifeways in British Columbia, Canada. Global Environmental Change, 19(2), 180-190 p. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.01.005>
- Turner NJ, Ignace MB, Ignace R (2000). Traditional ecological knowledge and wisdom of aboriginal peoples in British Columbia. Ecological Applications, 10(5), 1275-1287 p. <http://www.jstor.org/stable/2641283>
- Ugulu I (2011). Traditional ethnobotanical knowledge about medicinal plants used for external therapies in Alasehir, Turkey. International Journal Medical Arom. Plants, 1(2), 101-106 p.
- Ulloa A (2014). Dimensiones culturales del clima: Indicadores y predicciones entre pobladores locales en Colombia. Batey: una revista cubana de Antropología Social, 6(6), 17-33 p.
- Otero-Valle MN (2014) Saberes locales ancestrales y el monitoreo agroclimatológico en el municipio de Tiahuanaco o Tiwuanaku provincia Ingavi Departamento de la Paz. Revista Tecnológica 10 (16), 36-44 p. http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322014000200006&lng=es&nrm=iso
- Valladares L, Olivé L (2015). ¿ Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad. Cultura y representaciones sociales, 10(19), 61-101 p.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102015000200003&lng=es&nrm=iso

- Van-Lopik W (2012). Traditional ecological knowledge in the tribal college classroom. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 2, 341-345 p. <https://doi.org/10.1007/s13412-012-0095-7>
- Vegas-Fernández F (2017). Sistema de información de riesgos: Factor de Visibilidad. *El Profesional de la Información*, 26(6), 1065-1075 p. <https://doi.org/10.3145/epi.2017.nov.06>
- Wanjohi BK, Njenga EW, Sudoi V, Kipkore WK, Moore HL, Davies MI (2020). Ecological knowledge of indigenous plants among the Marakwet Community (Embobut Basin), Elgeyo Marakwet County (Kenya). *Ethnobotany Research and Applications*, 20(1), 1-16 p. <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/2043>
- Wanzala W, Zessin KH, Kyule NM, Baumann MPO, Mathia E, Hassanali A (2005). Ethnoveterinary medicine: a critical review of its evolution, perception, understanding and the way forward. *Livestock Research for Rural Development*, 17(11). <https://www.researchgate.net/publication/288359282>
- Wildcat M, McDonald M, Irlbacher-Fox S, Coulthard G (2014). Learning from the land: Indigenous land-based pedagogy and decolonization. *Decolonization: Indigeneity, Education & Society*, 3(3), 1-15 p. <https://jps.library.utoronto.ca/index.php/des/article/view/22248/18062>
- Winter KB, Ticktin T, Quazi SA (2020). Biocultural restoration in Hawai'i also achieves core conservation goals. *Ecology & Society*, 25(1):26. <https://doi.org/10.5751/ES-11388-250126>
- Yaofeng L, Jinlong L, Dahong Z (2009). Role of traditional beliefs of Baima Tibetans in biodiversity conservation in China. *Forest ecology and management*, 257(10), 1995-2001 p. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.001>
- Yirga G (2010). Assessment of indigenous knowledge of medicinal plants in Central Zone of Tigray, Northern Ethiopia. *African Journal of Plant Science*, 4(1), 6-11 p. http://www.academicjournals.org/article/article1380106233_Yirga.pdf

- Zerabruk S, Yirga G (2011). Traditional knowledge of medicinal plants in Gindeberet district, Western Ethiopia. South African Journal of Botany, 78, 165-169 p.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.06.006>
- Ziervogel G, Opere A (2010). Integrating meteorological and indigenous knowledge-based seasonal climate forecasts for the agricultural sector: Lessons from participatory action research in sub-Saharan Africa. CCAA Learning Paper, 1. . <http://hdl.handle.net/10625/46185>

7.2 Capítulo 2.

Indicadores tradicionales ecológicos y climatológicos relacionados con actividades de la vida rural en Campeche, México

Noel Antonio González Valdivia¹, Mónica Jocelyn Sima Te², Fernando Casanova Lugo^{3*}, Alicia Eugenia Puertovannetti Arroyo¹, Carina Rocha Méndez¹, Brígido Manuel Lee Borges¹, Isidra Pérez Ramírez⁴

1 Cuerpo académico en Agroecología y Desarrollo Sustentable, Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable, Departamento de Ingenierías, Campus Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México. Chiná, San Francisco de Campeche, Campeche, México. CP 24520.

2 Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles, División de estudios de posgrado e investigación, Campus Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México. Chiná, San Francisco de Campeche, Campeche, México. CP 24520.

3* Cuerpo académico en Agroecosistemas y Biodiversidad, Laboratorio de Estudios Avanzados en Agroecosistemas, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. CP 77960.

4 Investigadora Independiente. Especialista en Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Lerma, San Francisco de Campeche, Campeche, México. CP 24500.

RESUMEN

Los conocimientos tradicionales sobre la indicación y predicción climática, o relacionados con las prácticas agropecuarias y forestales forman parte del acervo cultural de los pueblos. México, país megadiverso biológica, ecológica y culturalmente es uno de los territorios con mayor acervo histórico y saber ancestral. En Campeche, región Maya, es posible encontrar rasgos culturales sobre la predicción del futuro estado del tiempo o clima, así como de otros indicadores utilizados para la toma de decisiones en las actividades del sector rural. Rescatar estos fue el objetivo principal de esta investigación, mediante la entrevista a informantes clave (n=353) tomados mediante muestreo aleatorio simple para poblaciones finitas y asignación proporcional según el tamaño de cada una de las nueve comunidades incluidas en el estudio. Tres de estas representaron a cada uno de tres segmentos de distancia respecto a la ciudad capital San Francisco de Campeche (menos de 15 km, de 15 a 30 km y más de 30 km). Los resultados principales indican que del total de entrevistados un (93%) conocía al menos un indicador, de un total de 163 reportados. Predomina en diversidad el uso de zoo (62) y fitoindicadores (46) en ese mismo orden asociados a la predicción en la modificación del patrón climático o del estado del tiempo, pero por la frecuencia con que es mencionado, resulta más conocida la luna en sus distintas fases y asociadas a actividades agropecuarias y forestales. En general no hubo diferencia significativa relacionada con el conocimiento de indicadores respecto a la distancia al centro urbano más importante, con la excepción de los zooindicadores, cuyo número es mayor, a la menor y a la mayor distancia con respecto a la ciudad. No obstante, si hay diferencias cualitativas, es decir que los organismos indicadores o los indicadores no biológicos (atmosféricos y astronómicos) presentan variaciones entre comunidades.

Palabras clave: Agroecología, etnociencia, predicción climática, rescate cultural, saber tradicional, sureste de México.

ABSTRACT

Traditional knowledge about weather prediction and indication, or related to agricultural and forestry practices, is part of the cultural heritage of peoples. Mexico, a biologically, ecologically and culturally megadiverse country, is one of the territories with the greatest historical heritage and ancestral knowledge. In Campeche, in the Mayan region, it is possible to find cultural traits about the prediction of future weather or climate, as well as other indicators used for decision-making in rural sector activities. To recover these was the main objective of this research, through interviews with key informants (n=353) taken by simple random sampling for finite populations and proportional assignment according to the size of each of the nine communities included in the study. Three of these represented each of three distance segments from the capital city of San Francisco de Campeche (less than 15 km, from 15 to 30 km and more than 30 km). The main results indicate that of the total number of interviewees, one (93%) knew at least one indicator, out of a total of 163 reported. The use of zoo (62) and phytoindicators (46) predominates in diversity, in that same order, associated with the prediction of the modification of the climatic pattern or the state of the weather, but due to the frequency with which it is mentioned, the moon is better known in its different phases and associated with agricultural and forestry activities. In general, there was no significant difference related to the knowledge of indicators regarding the distance to the most important urban center, with the exception of zooindicators, whose number is greater, at the shortest and the longest distance from the city. However, there are qualitative differences, that is, the indicator organisms or the non-biological indicators (atmospheric and astronomical) present variations between communities.

Key words: Agroecology, ethnoscience, climate prediction, cultural rescue, traditional knowledge, southeastern Mexico.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades campesinas son las primeras en resentir los efectos del cambio climático actual, sin embargo, logran adaptarse a este debido a que en su historia han superado situaciones previas similares (Rodríguez y Van der Hammen, 2014). Ante estos escenarios, el saber ancestral comunitario forma parte fundamental de las estrategias de adaptación (Granderson, 2017). Los saberes ancestrales son conocimientos prácticos que los pobladores de comunidades, principalmente rurales, han incorporado a su quehacer diario transmitido de manera oral y práctica de generación en generación sin que exista hasta la actualidad la documentación de estos conocimientos (Chinlapianga, 2011; Hofstede, 2014).

La riqueza cultural de los pueblos originarios de la península de Yucatán es muy diversa, e incluye diferentes prácticas ancestrales, dentro de las cuales y vinculadas al sector agrícola, resalta el uso de indicadores climáticos tradicionales (Castillo-López y Torres-Carral, 2022). La percepción acerca del clima y sus indicadores de modificación, han estado vinculados a la relación que mantienen las comunidades locales con la naturaleza (plantas y animales) y a los astros, las que influyen en las decisiones que toman en sus actividades cotidianas en función del comportamiento observado en los mismos (Cruz-Hernández et al., 2020). Un ejemplo que ilustra lo antes mencionado es la importancia de las fases lunares en la realización de distintas actividades agropecuarias y del comportamiento humano (Mera-Andrade et al., 2017).

Los indicadores climatológicos están ampliamente relacionados con la conducta de especies de árboles o plantas (fitoindicadores) y animales (zooindicadores), el movimiento de los astros (indicadores astronómicos) y fenómenos atmosféricos (nubes y viento), y sirven principalmente para la toma de decisiones con respecto a las fechas de siembra en las actividades agrícolas (Claverías, 2000; Ulloa, 2014). Si bien existe una extensa literatura en relación a los conocimientos tradicionales e indicadores climáticos, no se enfoca a la sistematización ni comprobación de estos saberes, sino que se centra en la descripción (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

El rescate del conocimiento acerca de indicadores climáticos permite un intercambio de saberes dentro de las comunidades, haciendo que este se adapte a las nuevas estrategias de producción existente propiciando que los habitantes puedan gestionar sus recursos (Miranda Trejo et al., 2009). Existen diversos estudios descriptivos en los que se muestra el nivel de conocimiento y vigencia que actualmente tienen las practicas ancestrales dentro de las actividades agrícolas, en las que se evidencia la importancia que tienen dentro del patrimonio cultural de los pueblos originarios (Ascencio-López y Velasco Hernández, 2023).

El objetivo central del presente estudio fue identificar el conocimiento que nueve comunidades rurales ubicadas a diferentes distancias respecto al centro urbano más importante, la capital del estado de Campeche, reportan al ser entrevistados y consultados sobre los indicadores ecológicos y climatológicos que usan en relación a actividades agropecuarias, forestales u otras propias de la vida rural. Todo esto con la finalidad de, por un lado, rescatar el saber ancestral tradicional para que esté disponible y accesible para las futuras generaciones y, por otro lado, configurar una línea de base de conocimientos locales que por tradición se han utilizado en la planificación o toma de decisiones agropecuarias y forestales en la zona centro del estado de Campeche, susceptible de futuros procesos de validación científica.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Ubicación

El proyecto se realizó en nueve comunidades rurales del estado de Campeche, México, que fueron elegidas a partir de la distancia en que se ubican desde el centro urbano más importante del estado, la ciudad de San Francisco de Campeche, resultando un gradiente por distancia de: a) menos que 15 m, b) entre 15 y 30 km y, c) más de 30 km desde la capital del estado (Figura 1).

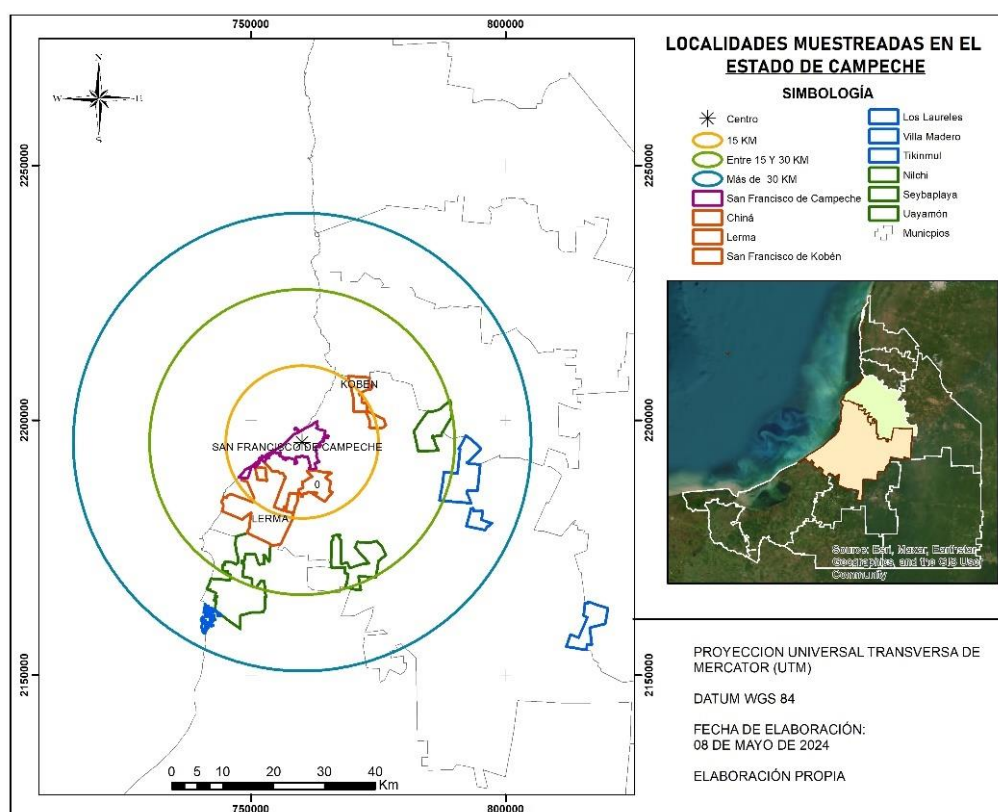


Figura 1. Ubicación de las nueve comunidades muestreadas marcadas por extrarradios de distancia (>15 km, 15 a 30 km y <30 km) al centro urbano principal San Francisco de Campeche

Adicionalmente se consideró como criterios de inclusión de los individuos que integran la muestra a aquellos hombres y mujeres que tuviesen vinculación con actividades productivas agropecuarias o forestales. La hipótesis planteada fue que a medida que disminuye la distancia a la ciudad se incrementa la pérdida de conocimiento tradicional sobre indicadores climatológicos, por desplazamiento de saberes tradicionales rurales por aquellos predominantes de la sociedad en la urbe.

b) Diseño de la herramienta de investigación

Se elaboró un cuestionario semiestructurado de preguntas abiertas, el cual se dividió en cuatro secciones de datos: la primera sección comprendió datos generales (nombre, escolaridad, actividad productiva, etc.). En la segunda parte se realizaron preguntas acerca de indicadores ecológicos, la tercera se orientó a indagar sobre el conocimiento de indicadores astronómicos y en la cuarta se recopiló información acerca de los zooindicadores.

c) Selección de informantes clave

Se definieron los siguientes criterios de selección para informantes claves: 1) mayores de 30 años (>30 años); 2) procedentes de la comunidad por nacimiento o al menos con antigüedad de residir ahí superior a los 30 años; 3) tener énfasis en aquellos descendientes de la etnia Maya, y 4) preferente con ocupación relacionada con el manejo de recursos agropecuarios o forestales. En la tabla 1 se expresan los datos descriptivos sobre algunos aspectos que caracterizan las comunidades que integraron la muestra.

Tabla 1. Características demográficas de la muestra de entrevistados sobre el conocimiento de indicadores tradicionales asociados a la predicción del estado del tiempo o clima y al éxito en las actividades agropecuarias y forestales en función del género y la pertenencia étnica en un gradiente de distancia con respecto a la ciudad capital del estado de Campeche, México.

Comunidad	Género		Etnia	
	Mujer	Hombre	Maya	No Maya
Chiná	27	35	23	39
Kobén	7	6	7	6
Lerma	48	52	30	70
Uayamón	5	6	7	4
Nilchi	4	6	7	3
Seybaplaya	26	48	16	58
Los laureles	6	15	12	9
Tikinmul	6	12	13	5
Villamadero	19	25	17	27

d) Estimación y asignación de la muestra

Con base en los criterios establecidos, se estimó el número de muestras, de decir el número de personas de personas a entrevistar por cada comunidad, mediante la fórmula para poblaciones finitas: $n = \frac{Z^2 N p q}{(N - 1) e^2 - Z^2 p q}$ donde; $Z = 1.65$, $e = 10\%$, p y q iguales a 50% , para hacer el cálculo del número de muestras total de todas las comunidades, después el número total ($n = 353$) fue distribuido de manera proporcional en relación con el total de la población mayor de 30 años presente en cada comunidad (Tabla 2).

Tabla 2. Asignación proporcional de las muestras a las localidades rurales incluidas en el estudio sobre indicadores tradicionales para la predicción climática en el extrarradio de San Francisco de Campeche, México.

Extraradio	Comunidad	Muestras
< 15 km	Chiná	62
	Koben	13
	Lerma	100

>15 < 30 km	Uayamón	11
	Nilchi	10
	Seybaplaya	74
>30 km	Los Laureles	21
	Tikinmul	18
	Villamadero	44

e) Aplicación de entrevistas

Después de tener el número total de muestras por comunidad, se llevó a cabo el proceso de entrevistas a personas de las distintas comunidades que cumplieran con los criterios de selección y que estén dispuestos a ser cuestionados sobre el conocimiento de indicadores ecológicos, astronómicos y atmosféricos, para ello se realizaron visitas programadas a cada una de las localidades seleccionadas, en horarios flexibles y que se adaptasen a los quehaceres de los entrevistados, con el fin de no perjudicarlos en sus actividades laborales.

f) Procesamiento de datos

Finalmente, al concluir con el proceso de entrevistas se procedió a la organización de las respuestas que se obtuvieron por cada comunidad, y se digitalizó la información de las encuestas en una base de datos y posteriormente se consolidó en función de los tipos de indicadores obtenidos: ecológicos, astronómicos y atmosféricos. Los valores sobre el número de entrevistados que mencionan uno u otro tipo de indicador permitieron hacer análisis de varianza para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas en función de la distancia respecto a ese conocimiento. Para este análisis se utilizó Past 4.17 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS

Los indicadores ecológicos y climatológicos fueron identificados para cada comunidad y así como extrarradio respecto al centro urbano principal sin encontrar diferencias ($p > 0.05$) en cuanto al número total y la frecuencia de reportes de estos en función del gradiente de distancia respecto a la capital del estado de Campeche. La excepción fue el caso de zooindicadores, que presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) con un menor registro de este tipo de conocimiento en las comunidades a distancia intermedia, respecto de las más cercanas y más lejanas del centro urbano, mismas que fueron semejantes entre sí.

De manera general, los entrevistados que conocen al menos un tipo de indicador representan el 93% del total. El porcentaje de conocimiento fue mayor en los casos de Zooindicadores y Fitoindicadores, rebasando el 60% y 50% de conocimiento en cada comunidad, respectivamente (Figura 2). En tanto con los indicadores astronómicos las respuestas positivas fueron por arriba de 50% para el caso de la luna, mayor al 40% para el sol y menor al 20% para las estrellas. Dentro de los indicadores atmosféricos se consideraron las nubes y el viento, el porcentaje de conocimiento fue mayor al 50% y menor del 60%, con respecto a esos indicadores. También se consideró un apartado para otro tipo de indicación como orientación auxiliada por astros o para la determinación de la zona horaria, identificación de usos horarios y señales folclóricos de la mitología y leyendas regionales, pero el porcentaje de respuestas afirmativas no rebasa el 20% en ese caso (Figura 3).

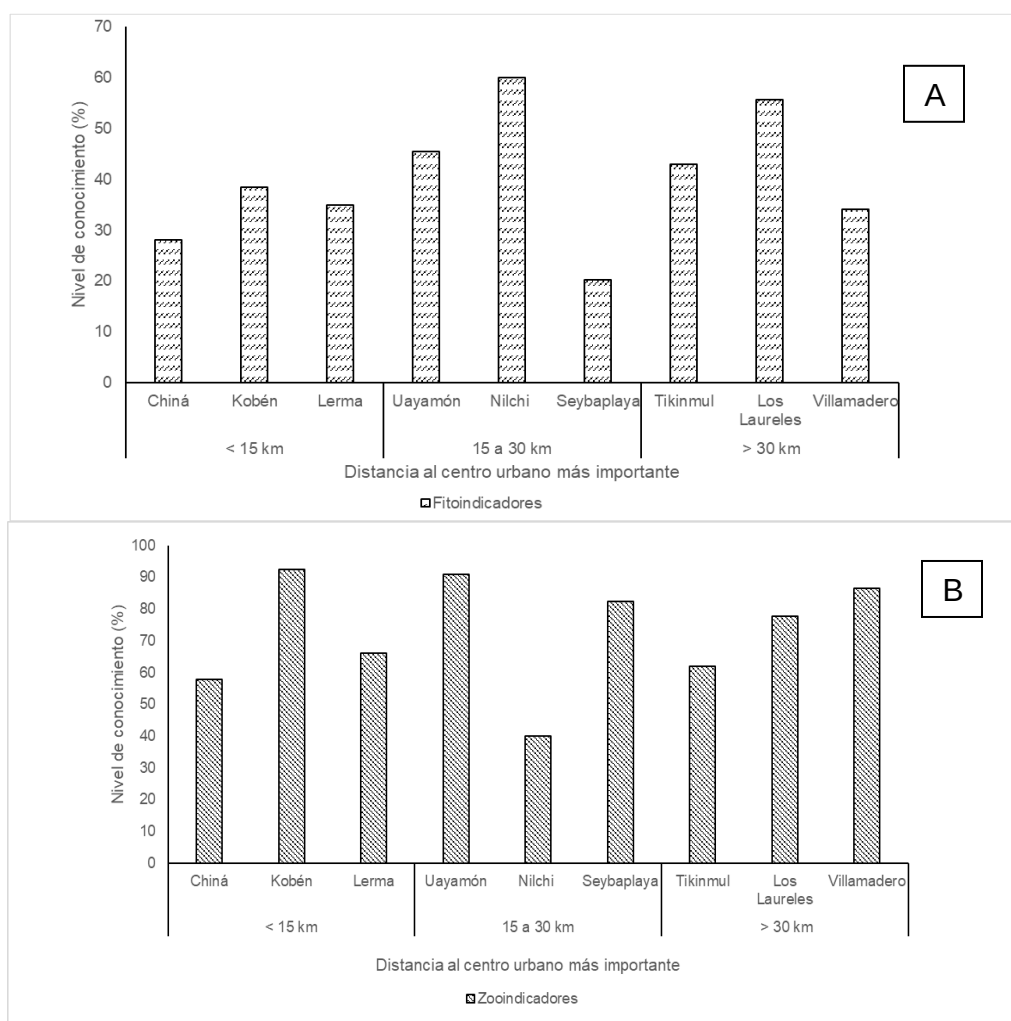


Figura 2. Porcentaje de conocimiento sobre fitoindicadores (A) y zooindicadores (B), descritos en las comunidades rurales en un gradiente de distancia respecto a la capital del estado de Campeche.

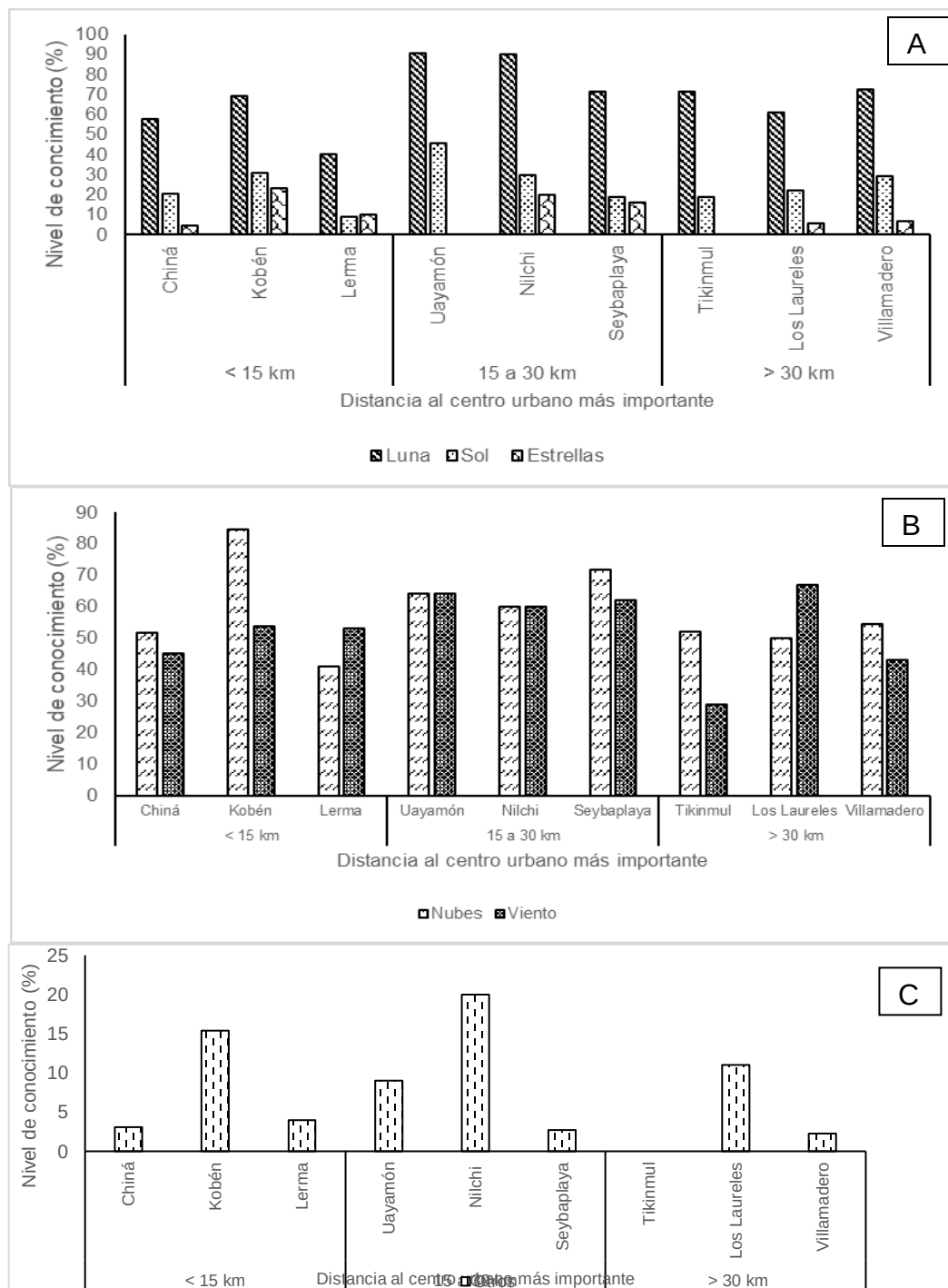


Figura 3. Porcentaje de conocimiento sobre indicadores astronómicos (A), indicadores atmosféricos (B) y otros indicadores (C), descritos en las comunidades rurales en un gradiente de distancia respecto a la capital del estado de Campeche.

Un total de 62 especies fueron mencionadas como zooindicadores mientras 46 lo fueron como fitoindicadoras importantes para la predicción de cambio en las condiciones del tiempo e incluso el clima (Figura 4 y 5). Además, en todas las comunidades se reportaron indicadores de tipo astronómico: la luna, el sol y las estrellas, aunque se encontraron diferencias en cómo se identifican como predictores (Figura 6). También los indicadores atmosféricos fueron mencionados en todas las comunidades. Las nubes y el viento también variaron en la forma en como son descritos en función de la indicación del estado del tiempo (Figura 7). Se consideraron otros indicadores, sin embargo, su número de reportes fue menor, con apenas 8 indicaciones adicionales (Figura 8).

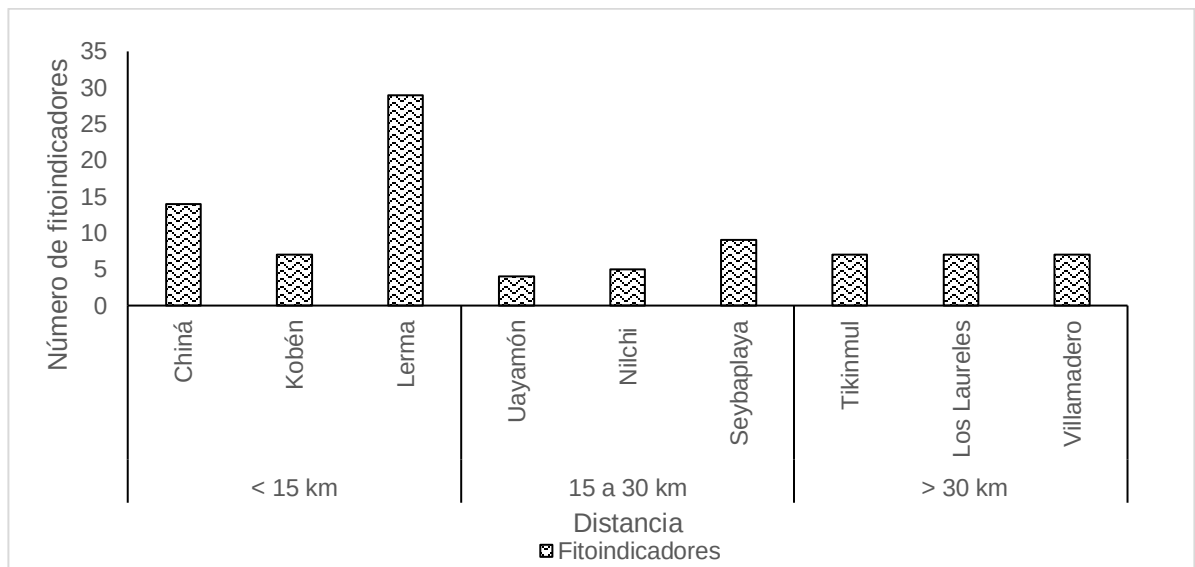


Figura 4. Número de fitoindicadores reportados en las comunidades de Campeche.

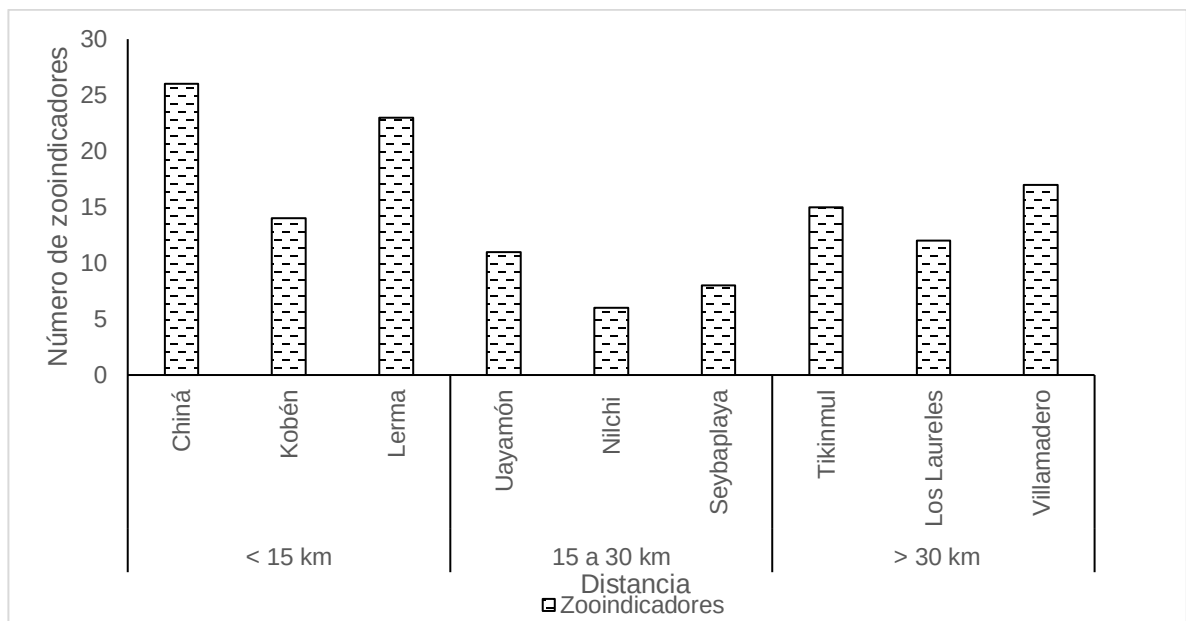


Figura 5. Zooindicators mencionados en las comunidades de Campeche.

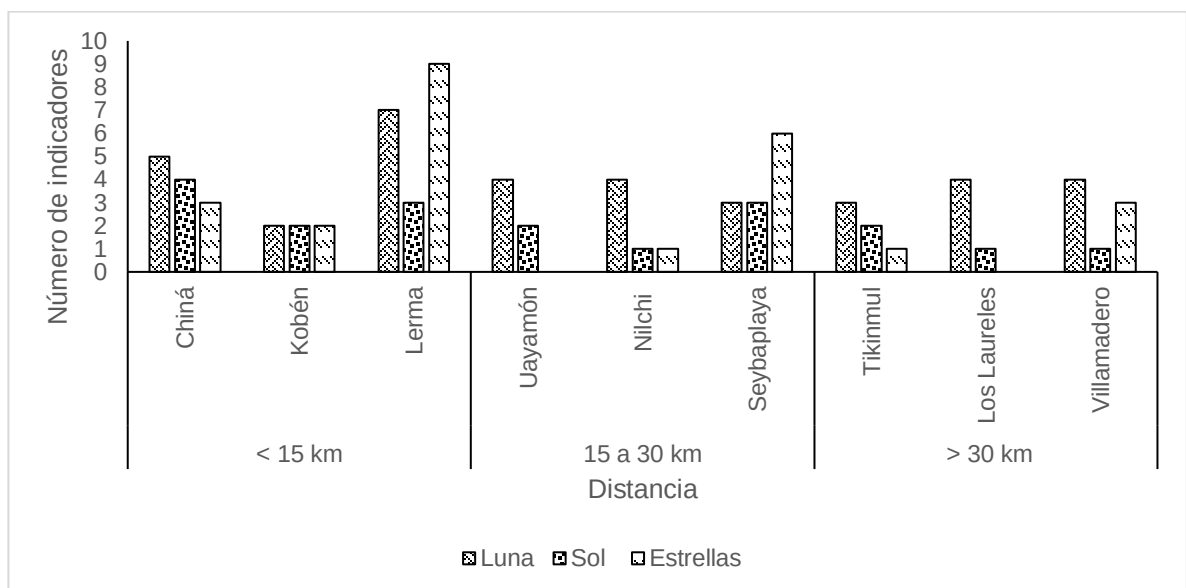


Figura 6. Número de indicadores astronómicos descritos en las distintas comunidades de Campeche.

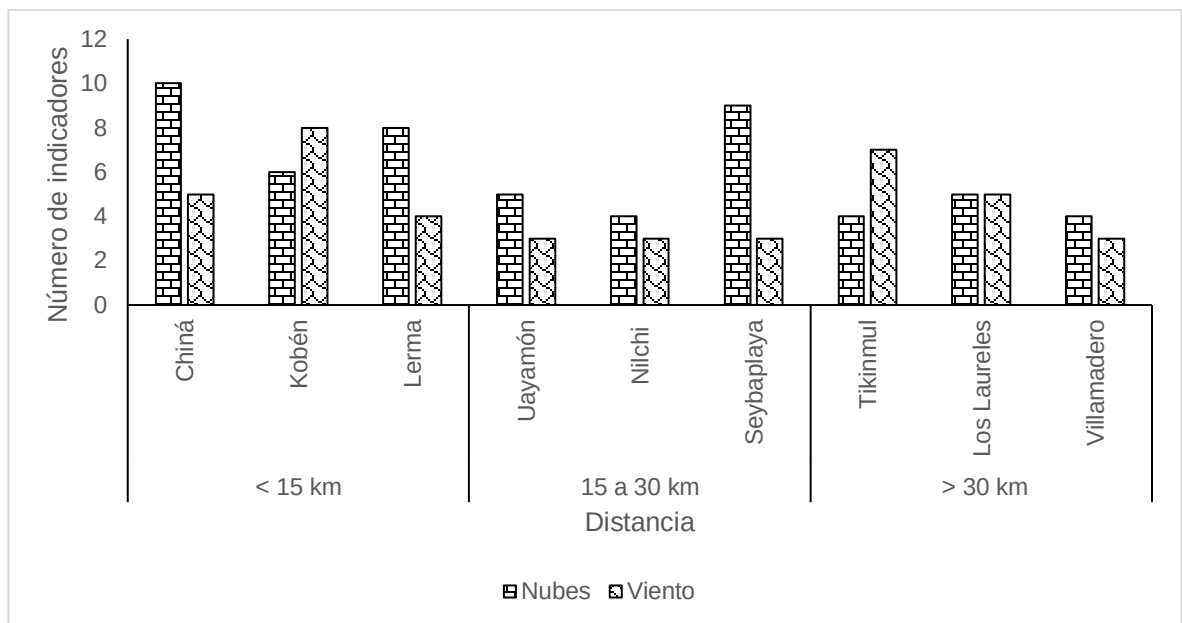


Figura 7. Indicadores atmosféricos reportados por los habitantes en las distintas comunidades de Campeche.

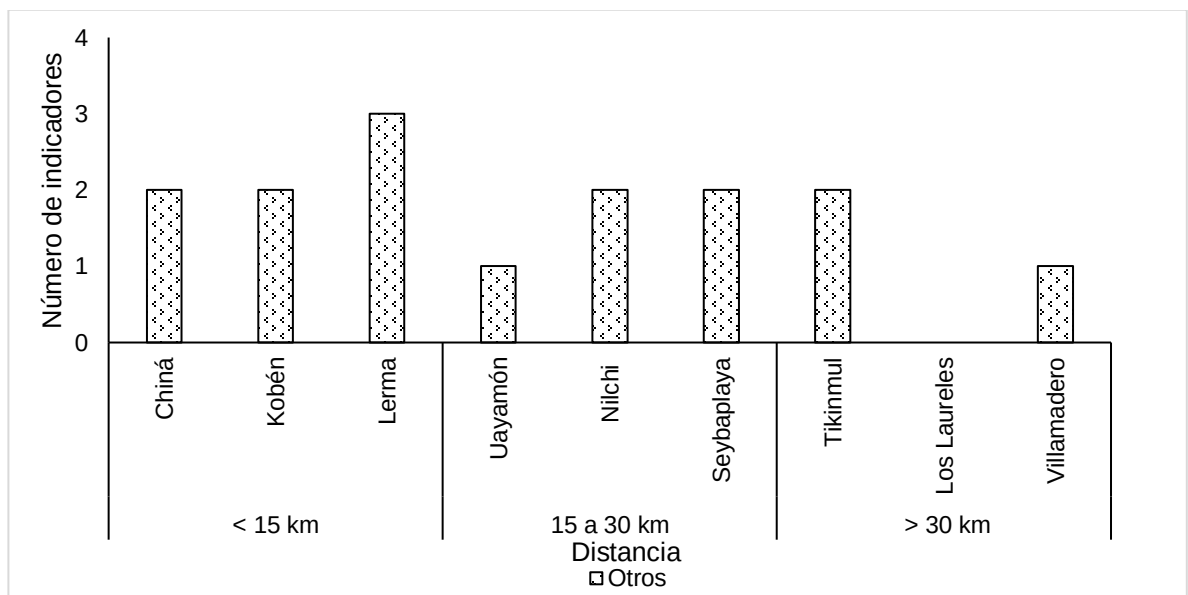


Figura 8. Otros indicadores mencionados por los entrevistados en las distintas comunidades de Campeche.

Fitoindicadores: Los habitantes de las comunidades identificaron distintos tipos de fitoindicadores y describieron el uso para cada uno de ellos en esta categoría, y se registraron en su mayoría especies de árboles frutales y forestales, algas y hierbas, asimismo, los pobladores describieron características que se asocian a la indicación de un fenómeno por venir, por ejemplo, pérdida del follaje, apariencia y/o exuberancia de la floración o fructificación.

El jabín, *Piscidia piscipula*, fue mencionada en todas las comunidades, donde destacan la sincronía de la floración de este árbol en el paisaje como indicio de la intensidad de la temporada de lluvias, es decir como indicador de si esta será buena, regular o mala. Si los árboles de jabín presentan abundante floración individual pero también colectiva (sincronizada) se prevé que las lluvias serán abundantes. Por el contrario, si los árboles presentan una floración escasa o irregular, con algunos individuos con flores y otros sin flores, la indicación se concibe como una estación de lluvias irregular. Para esta especie también se describe el sonido “cascabeleante” de las vainas como señal de que vendrán buenas lluvias en la temporada, sin embargo, si estas no emiten sonido alguno, es decir, si se encuentran vacías de granos, se interpreta que será un año de intensa sequía.

El bek, *Ehretia tinifolia*, descrita en siete comunidades en los distintos gradientes de distancia como un árbol que destaca por su abundante y uniforme floración como predictor de buena temporada de lluvias. Otra característica mencionada fue la pérdida de hojas como indicio de la llegada de una temporada seca. *Cedrela odorata* emite un fuerte olor que se reconoce como predictor de lluvias próximas o inmediatas, que coincide también con la pérdida de follaje en el árbol. Esta característica fue reportada de manera concordante por los entrevistados en siete comunidades de la zona de estudio.

El mango, *Mangifera indica*, fue mencionado en cuatro comunidades que representan las tres categorías de gradientes de distancias, coincidiendo en que es un buen predictor de sequía. Los entrevistados describen contradictoriamente que, si el árbol se presenta cubierto de hojas o si este presenta una pérdida excesiva de hojas, se aproxima una sequía. Lo antes expresado para el mango sucede para otro

árbol frutal, *Melicoccus oliviformis*, en el que la presencia de mucho follaje y posterior pérdida de este indica sequía. Otra descripción hecha por los pobladores de cuatro comunidades fue que la floración de este árbol marca el inicio de la temporada de calor.

En *Brosimum alicastrum* y *Caesalpinia gaumeri* se presenta fuerte pérdida de hojas que indican el inicio de la temporada seca y la cantidad de frutos en estos árboles puede predecir en forma proporcional como serán las lluvias de la temporada. *Citrus x aurantium* cuando el árbol de naranja agria no presenta frutos en la época productiva, avisa del inicio de la sequía. *Enterolobium cyclocarpum* presenta frutos grandes y abundantes antes del advenimiento de una temporada de lluvias abundante. *Leucaena leucocephala* y *Spondias purpurea* tienen pérdida de hojas anunciando que la temporada de seca ha llegado, pero en el caso del ciruelo si las hojas permanecen o surgen junto a los frutos en madurez indican una irregular temporada de lluvias. El maculis, *Tabebuia rosea*, florece durante la temporada seca (febrero-marzo) y en dependencia de la abundancia o escasez de la floración o la sincronía o la asincronía de estas se puede decir si las lluvias serán regulares o irregulares. El tamarindo, *Tamarindus indica*, presenta pérdida de hojas en la sequía y si presenta abundante fructificación en la época seca (marzo-mayo) entonces las lluvias serán abundantes. El yaxnic, *Vitex gaumeri*, al presentar mucha floración en la estación seca indica buenas lluvias futuras. Estas especies se mencionaron en distintas comunidades, pero solamente en dos gradientes de distancia más próximos a la ciudad de Campeche.

Para el caso de la guanábana, *Annona muricata*, los entrevistados mencionaron que si el árbol no tiene frutos avisa que la temporada de sequía será muy larga. El Yaxché, *Ceiba pentandra*, con una profusa floración anuncia que la temporada de lluvias será buena para la agricultura. El bojón, *Cordia alliodora*, si florece abundantemente durante la época seca y produce gran cantidad de frutos, indica que las lluvias serán abundantes en la temporada. El dzidzilché, *Gymnopodium floribundum*, cuando pierde sus hojas y frutos indica el inicio de la sequía. El chicozapote, *Manilkara zapota*, si exuda o muestra resina sobre la corteza, anuncia

la cercanía de las lluvias. El taj, *Viguiera dentata*, cuando muestra una tupida floración representa para los entrevistados la abundancia de las lluvias por venir. La mayoría estas especies fueron descritas en distintas comunidades, pero comparten entre sí el ser exclusivas de un solo gradiente de distancia que con la excepción del bojón que fue identifica en el rango de distancia mayor a 30 km, las demás fueron mencionadas en comunidades del primer segmento de distancia (Tabla 3).

Zooindicadores: Los pobladores de las comunidades mencionaron distintos animales como predictores de cambios en el clima. En este listado se incluyen especies de aves, mamíferos e insectos, a través de los cuales y por observación de los cambios en su comportamiento los entrevistados identifican modificaciones en el estado del tiempo o incluso de la manifestación de la sequía estacional o la regularidad de las lluvias. Entre estos comportamientos destacan, por ejemplo, el canto o grito, el movimiento de lugar o migración o comportamientos fuera de lo habitual en estos organismos.

La familia Formicidae, es decir de las hormigas, fue una de los zooindicadores más frecuentemente mencionados. La observación de su comportamiento, particularmente relacionado con la próxima llegada de fuertes lluvias o Nortes (lluvias en tiempos de frío polar), se manifiesta como filas de hormigas moviendo sus huevecillos a lugares altos como árboles, paredes y techos. Destacan como especies de hormigas indicadoras las Xula, *Eciton burchelli*, que se distingue además por su mayor tamaño. En este estudio fue mencionada en tres comunidades de las distancias más próximas a la ciudad.

El gallo, *Gallus gallus domesticus* y la chachalaca, *Ortalis vetula*, fueron dos aves que se mencionaron en la mayoría de las comunidades. En ambas se identifica un canto en la tarde-noche o fuera de su horario habitual avisando que llegarán lluvias en los próximos días. La cigarra o ch'och lim, *Quesada gigas*, fue un insecto mencionado dentro de los tres gradientes de distancia, en las cuales los habitantes de las comunidades describen que si el "grito" (estridencia) es extenso en duración

cercano a los 10 minutos, indica días secos o sequía estacional, sin embargo, si este se escucha descompuesto o corto anuncia lluvias.

Otras especies que fueron descritas en todos los gradientes por al menos una comunidad fueron: *Bufo bufo* L., *Columbina talpacoti* Temminck, *Rhinophrynus dorsalis* Duméril & Bibro, *Icterus cucullatus* Swainson, de estos se describen los cantos, principalmente en las tardes, como indicadores de que la lluvia, mal tiempo o Norte se acerca. Con respecto al caso bolsero, calandría o yuya, *I. cucullatus*, se describe que sus nidos cuando se elaboran cortos se dice que las lluvias están cerca sin embargo cuando son largos, avisa que las lluvias tardarán en llegar.

Las aves marinas (*Larus* spp., *Leucophaea atricilla*, *Fregata magnificens*) pueden ser observadas buscando refugio tierra adentro o bien lugares protegidos ante las tormentas ciclónicas. Otras, como *Dendrocygna autumnalis*, *Egretta thula* o *E. caerulea* forman cadenas o “V” cuando migran porque las lluvias están cerca. Cuando a las golondrinas, *Tachycineta bicolor*, se les observa volar cerca del suelo o tierra es indicio de que llegará un Norte o mal tiempo. El koos, *Micrastur semitorquatus*, cuando canta en un árbol seco anuncia sequía, pero, si lo hace en árboles verdes avisa de lluvias próximas. La lechuza de campanario o xooch', *Tyto alba*, no fue relacionado con eventos climáticos, pero si como un ave que relaciona directamente con desgracias e incluso la muerte. Otros zooindicadores que fueron mencionados incluyen en su mayoría indicaciones con mitos y leyendas (Tabla 3).

Indicadores atmosféricos: Se consideraron para esta categoría tres indicadores distintos: la luna, el sol y las estrellas. De los cuales se obtuvieron descripciones de características específicas, conocidas y observadas por los pobladores de las comunidades.

Luna: Las fases de luna llena y cuarto menguante fueron las dos mencionadas en todas las comunidades en las distintas distancias. En el caso de la primera, los pobladores describen que usan esta fase lunar principalmente para el corte de postes, ya que aseguran, serán más duraderos y se apolillarán menos. Asimismo, realizan actividades de siembra de árboles frutales y trasplante tres días después

de ocurrida esta fase. En las localidades donde se realizan actividades de pesca, los habitantes dicen que la luna llena no es buena para pescar ya que ocurren cambios en la marea y la luz hace que los peces se escondan.

Los productores consideran que la fase cuarto menguante es la adecuada para sembrar árboles frutales, cultivos y hortalizas, pues afirmarían que producirán más rápido sin que las plantas crezcan demasiado. Asimismo, en esta fase se realizan injertos y en menor cantidad se hacen corta de madera o postes, no obstante, comentaron que la especie de *Bursera simaruba* L. (chaka), puede enraizar más rápido en esta luna. La fase de cuarto menguante es la ideal para la actividad de pesca, así como para bajar el “Ek” o panal de abejas (*Brachygastra mellifica* Say), este último considerado un platillo tradicional de la gente de las comunidades mayas.

En seis comunidades y en los tres segmentos de distancia respecto a la ciudad de Campeche, la fase lunar de cuarto creciente, es considerada propicia para la realización de dos actividades: la poda de árboles y cosecha de frutos. Por otro lado, la fase de luna nueva fue mencionada en tres comunidades, pero solo en los gradientes de distancias más cercano y más lejano a la ciudad, en donde se consideró como apropiada para la realización de podas en los árboles y en menor importancia para la siembra. De igual manera la gente mencionó que en esta luna se acostumbra a capar (castrar) a los animales.

Una característica muy particular de la luna que fue mencionada en siete comunidades fue la presencia de un “aro” o “halo” en la luna, cuando el aro es blanco o claro anuncia que habrá días lluviosos y si se observa en un tono rojo anuncia días secos. Las personas en la comunidad de Lerma identifican que el cambio de fases lunares tiene una relación muy estrecha a los cambios que se observan en los árboles, animales, la marea e incluso con los seres vivos, no obstante, no pudieron identificar las distintas fases y relacionarlas con actividades en específicas, así mismo vinculan los eclipses con cambios en las corrientes marinas (Tabla 3).

Sol: La aparición de un “halo” o “aro” alrededor del sol fue una característica mencionada en todas las comunidades estudiadas. Este fenómeno está relacionado

con la llegada de lluvias en los siguientes días a la aparición de esta señal, sin embargo, otros entrevistados comentan que puede ser indicio de sequía, dependiendo de la temporada en que sea observado, es decir si la señal ocurre en la época seca indicaría proximidad de lluvias y si ocurriese en la estación lluviosa significaría la proximidad de sequía. La intensidad del sol fue otra descripción encontrada en seis comunidades, y es fuertemente relacionada con la llegada de lluvia, describen que los días con soleado intenso serán días lluviosos (Tabla 3).

El sol despejado fue mencionado en dos comunidades del gradiente de distancia más cercano como una característica perceptible de que los días durante la época seca serán más calurosos. Otra característica en esta temporada es el color rojo intenso del sol en las tardes, que se relaciona con lo descrito anteriormente. El sol también es usado por la población para indicar las horas del día.

Estrella: Las estrellas fueron los indicadores menos mencionados y conocidos por los pobladores, no obstante, destacaron algunas descripciones. En los tres gradientes de distancia, los entrevistados mencionaron a la estrella o lucero de la madrugada, como aviso de que pronto amanecerá. Para la predicción del inicio de temporada de lluvias destacan la poca o nada visibilidad de estrellas y la observación de la constelación llamada “Cruz de Mayo” mencionada solo en dos comunidades de dos gradientes distintos, que puede asociarse al 3 de mayo.

La “Osa Mayor” es usada solo para hora y orientación, principalmente en actividades pesqueras así mismo mencionan las estrellas de los “Siete Sacramentos” (pléyades) con una relación de la religión católica, ya que se observa la formación de la virgen de Guadalupe. Cuando en el cielo se encuentran muchas estrellas es relacionada con la llegada de la época invernal.

Otras constelaciones mencionadas dentro del estudio en solo una comunidad, destacan la “Osa Menor”, “Cuadro con Cola”, “Estrella del Oeste”, “Papalote” fueron descritas como guías para ubicación y horas en el sector pesquero. Dos estrellas cerca de la luna y las 7 Marías (pléyades) fueron mencionadas para indicar lluvia y finalmente se describe la observación de cometas cuando será un año con intensa sequía o bien se relaciona con alguna catástrofe natural en el planeta (Tabla 3). La

mayoría de las comunidades que mencionan el uso de estrellas como indicadores están próximas al mar.

Indicadores atmosféricos: Las nubes y el viento como indicadores atmosféricos fueron reconocidos por los entrevistados en menor proporción que los demás antes descritos. Entre las características importantes descritas para estos se encuentran el color y la forma de las nubes, así como la dirección en que fluye el viento en determinadas temporadas del año.

Nubes: Las características más mencionadas por los pobladores son el color negro, el cielo gris (nublado) y una característica muy peculiar de nubes en forma de “bolitas” “aborregadas” o “escamosas” éstas indican que llegaran lluvias, las dos primeras en el momento inmediato de ser vistas y la última, en días posteriores a ser observadas en el cielo.

La presencia de muchas nubes es otra característica que fue mencionada como indicador de lluvias, por el contrario, si se observa el cielo sin nubes es señal de que habrá días secos y si se percibe nubes muy blancas es indicio de que los días posteriores serán fríos. Estos indicadores fueron descritos en todos los gradientes de distancia, pero no en todas las comunidades que los representaban.

El color rojizo de las nubes fue relacionado con los días lluviosos o fríos, principalmente cuando es observado en las tardes. Las nubes que se encuentran bajas indican lluvias y cuando se ven nubes pequeñas y aisladas durante muchos días este es una señal de que la temporada de lluvias será buena. Estas tres fueron mencionadas en dos gradientes de distancia. Por su parte, las nubes altas solo fueron mencionadas en el segmento de distancia más cercano a la ciudad de Campeche, pero en dos de las tres comunidades que lo representan y se relaciona con los días en los que no habrá lluvias.

Los entrevistados de una comunidad predominantemente asociada a la actividad de pesca, Seybaplaya, ubicada en el segmento intermedio de distancia desde Campeche, mencionaron que el color amarillo que se percibe en las nubes durante el mes de enero, está relacionado con las denominadas “cabañuelas mayas” y que

las nubes en forma de “cola de gallo” indican la venida de días con mucho viento. (Tabla 3).

Viento: Los encuestados de todas las comunidades concuerdan en la identificación de dos tipos de vientos útiles para la diferenciación de cambios en el estado del tiempo, el Xamankán, también reconocido como “brisa” y el Chikinha, conocido como “sueste”. El primero es relacionado con la llegada de lluvias o Nortes y se percibe como un viento fresco o frío y la mayoría de las veces es muy fuerte, los pobladores coinciden en que este viento proviene del mar. Por su parte, el sueste es el viento cálido que se siente en los días secos e incluso en el verano. Este tipo de viento, según los entrevistados, “viene del monte” en referencia a que procede del interior del continente.

La fuerza con que se manifiesta o “sopla” el viento fue otra característica que, según la descripción realizada por los habitantes, ayuda a distinguir con mayor facilidad al sueste de la brisa, pues esta es leve comparada con la fuerza propia del primero. Los remolinos son una forma de viento que se presenta en los días secos y son bastante fuertes en esta época. Otros tipos de viento mencionados en dos distintas distancias fueron Laakin, Nohol y las suradas. Los primeros dos fueron descritos como vientos que provienen de distintas direcciones y con relación a los puntos cardinales, mientras que las suradas se presentan como vientos fuertes en la temporada seca. Por otro lado, al viento frío que solo se percibe en la época invernal se le denomina Nortes. En la comunidad de Los Laureles mencionaron que existen días en los que no existe presencia de viento, y que después de esos días vendrá algún cambio en el clima (Tabla 3).

Otros indicadores: Un conjunto de indicadores menos frecuentes incluye a las Cabañuelas que, según los entrevistados, es una técnica de planeación usada por los productores para calendarizar predictivamente la distribución de lluvias y la sequía para todo el año. Bajo este mismo sistema pueden definir las fechas del inicio de la lluvia, que también fue mencionado como un indicador y la fecha más conocida fue el 3 de mayo que según pobladores se marca como el inicio de

temporada de lluvias y comienzan a sembrar, así como la formación de remolinos que se espera en las fechas de sequía.

Se mencionaron como características importantes a la aparición del arcoíris que determina el final de la tormenta en una jornada. El mar que se aleja de la costa anuncia la llegada de un mal tiempo o Norte. Con fechas específicas se reconoce al inicio de la canícula que se asocia a su vez con un periodo de calor intenso y muchas enfermedades estomacales. El sol es útil para conocer la hora durante el día y si se percibe que un día es extraordinariamente cálido es indicativo de que próximamente habrá lluvias (Tabla 3).

Tabla 3. Indicadores tradicionales conocidos en la predicción del estado del tiempo y el clima, así como en la guía de actividades agropecuarias y forestales en nueve comunidades rurales que circundan, en un gradiente de distancia, a la capital del estado de Campeche.

Indicador Tradicional	Distancia/Comunidad (Frecuencia)		
	< 15 km	≥ 15 y ≤ km	> 30 km
Fitoindicadores			
<i>Annona muricata</i> L.	1 (1), 2 (4)		
<i>Acacia pennatula</i> (Cham. & Schlechtendal) Benth.			7(1)
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	3(1)	5(1)	
<i>Bucida buceras</i> L.	3(1)		
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm		6(1)	9(2)
<i>Cedrela odorata</i> L.	1(1), 2(2), 3(4)	4(1), 5(1), 6(5)	8(1)
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	1(1), 2(2)		
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandeggee ex Standl	2(1)		
<i>Citrus x aurantium</i> L.	2(1)		8(1)
<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	2(1)		
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	1(1)		

<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)			8(1), 9(1)
Oken			
<i>Cordia dodecandra</i> DC.	1(1), 2(1)		
<i>Cymbopogon citratus</i> DC.	2(1)		
Stapf			
<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq.)	3(1)		9(1)
Schinz			
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.)	2(1)		
Raf.			
<i>Ehretia tinifolia</i> L.	1(2), 2(1), 3(4)	5(1), 6(4)	8(5), 9(3)
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		4(1)	3(1)
Griseb.			
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth		5(1)	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	2(1)		
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1(3), 2(2)		
Rolfe			
<i>Helianthus</i> spp. L.		5(1)	
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	2(1)		9(1)
de Wit			
<i>Mangifera indica</i> L.	1(6), 2(2)	5(1)	7(4)
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	1(1), 2(2)		
<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	1(3), 2(2)	5(1)	8(3)
<i>Mimosa pudica</i> L.	2(1)		
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	2(1)		
<i>Musa x paradisiaca</i> L.	1(1)		
<i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth)			7(1)
Nees			
<i>Persea americana</i> Mill.	2(2)		
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	1(4), 2(2), 3(12)	4(2), 5(4), 6(5)	7(4), 8(10), 9(9)

<i>Plumeria rubra</i> L.	2(1)		
<i>Pouteria sapota</i> Jacq.	1(1)		
<i>Sargassum</i> spp. C. Agardh	2(1)		
<i>Spondias purpurea</i> L.	2(1)	5(1)	
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.)			7(1)
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	1(1), 2(1)		7(1)
<i>Tamarindus indica</i> L.	2(1)	7(1)	
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth	2(1)		
<i>Terminalia catappa</i> L.	2(2)		
<i>Viguiera dentata</i> (Cav. Spreng)	2(1), 3(1)		
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	3(1)	4(1), 6(1)	
Zooindicadores			
<i>Acridiidae</i>			9(1)
<i>Anser anser</i> Linnaeus	2(1)		
<i>Ascalapha odorata</i> Linnaeus	3 (1)		9 (1)
<i>Blattella germanica</i> Linnaeus,	1(2)		
<i>Periplaneta americana</i> Linnaeus, <i>Blatta orientalis</i> Linnaeus			
<i>Brachypelma</i> spp. Simon	1 (1)		9 (1)
<i>Bubo virginianus</i> Gmelin	1 (1), 2(1), 3(2)	4 (1)	
<i>Bufo bufo</i> L.	1 (1), 2 (2), 3 (1)	6 (1)	7 (1), 9 (2)
<i>Canis familiaris</i> Linnaeus	1(3)		8(1)
<i>Centruroides</i> spp. Marx	1(1), 2(1)	4(1)	
<i>Cardinalis cardinalis</i> Linnaeus			8(1)
<i>Colinus nigrogularis</i> Gould			9(1)
<i>Columbina talpacoti</i> Temminck	1(1), 2(1), 3(1)	4(1)	8(1)

<i>Coragyps atratus</i> Bechstein	1(1)		
<i>Crotophaga sulcirostris</i>		4(1)	8(1)
Swinson			
<i>Culicoides</i> spp. Latreille			8(1)
<i>Dasypus novemcinctus</i>	1(1)		
Linnaeus			
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	3(1)		7(1), 9(2)
Linnaeus			
<i>Eciton burchelli</i> Westwood	1(4), 3(1)	6(2)	
<i>Egretta thula</i> Molina, E.			7(1)
<i>caerulea</i> Linnaeus			
<i>Equus equus</i> Linnaeus	1(1)		
<i>Eumomota superciliosa</i>		4(1)	
Sandbach			
<i>Eupsittula nana</i> Vigors			7(1),9(1)
<i>Formicidae</i> Latreille	1(14), 2(26), 3(1)	4(1), 5(14)	7(3),8(10), 9(3)
<i>Fregata magnificens</i> Mathews	2(2)		
<i>Gallus gallus domesticus</i> L.	1(5), 2(11), 3(1)	4(1), 5(46)	7(3), 8(17)
<i>Geococcyx velox</i> Wagner			9(1)
<i>Gryllidae</i> Bolivar		4(1)	7(1), 8(1)
<i>Icterus cucullatus</i> Swainson	1(2), 2(1), 3(1)	5(2)	8(1)
<i>Larus</i> spp. Linnaeus,	1(3), 2(11)	5(11)	8(2), 9(1)
<i>Leucophaceus atricilla</i>			
Linnaeus			
<i>Luscinia megarhynchos</i> Brehm	2(1)		9(1)
<i>Meleagris ocelata</i> Cuvier	1(1), 2(1)		8(1)
<i>Melopsittacus undulatus</i> Shaw	2(1)		
<i>Melozone fusca</i> Swainson	1(2)		8(1)

<i>Metlapilcoatlus nummifer</i> Rüppell	3(1)		
<i>Micrastur semitorquatus</i> Vieillot	3(1)	4(7), 6(1)	8(7)
<i>Myiozetetes similis</i> Spix, <i>Pitangus sulphuratus</i> Linnaeus, <i>Megarynchus</i> <i>pitangua</i> Linnaeus	2(1)		7(1)
<i>Mimus gilvus</i> Vieillot	2(2)		8(1)
<i>Odocoileus virginianus</i> Zimmermann	1(1), 2(4)		9(2)
<i>Odonata</i> spp. Fabricius	1(1)		
<i>Ortalis vetula</i> Wagler	1(7), 2(6), 3(4)	4(5), 6(1)	7(4), 9(5)
<i>Ovis aries</i> Linnaeus	3(1)		7(1)
<i>Pavo cristatus</i> Linnaeus	1(1)		
<i>Pelecanus occidentalis</i> L.	2(3)	5(2)	
<i>Psilorhinus morio</i> Wagler	1(1)		
<i>Quesada gigas</i> Olivier	1(2), 2(5), 3(4)	6(2)	7(3), 8(4), 9(2)
<i>Quiscalus mexicanus</i> Gmelin		4(2)	
<i>Ramphastos sulfuratus</i> Lesson	1(1)		
<i>Rhinophrynus dorsalis</i> Duméril & Bibro	2(2)	5(1)	9(1)
<i>Schistocerca</i> spp. Stål	2(1)		
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen)	1(1)		
<i>Tachycineta bicolor</i> Vieillot	2(4)	6(1)	7(1), 8(1)
<i>Tyto alba</i> Scopoli	2(1)	5(1)	8(1)
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> Schreber	1(1)		

Astronómico: Luna			
Aro o Halo	1(8), 2(4)	4(5), 6(1)	7(3), 8(4), 9(4)
Cambio de estaciones lunares	2(2)		
Eclipse	2(1)		
Luna creciente	1(1), 2(5)	4(1), 5(1), 6(1)	7(4)
Luna cuarto menguante	1(15), 2(16), 3(4)	4(10), 5(22), 6(7)	7(3),8(13),9 (8)
Luna llena	1(25), 2(23),3(6)	4(3), 5(43), 6(2)	7(10), 8(27),9(8)
Luna nueva	1(2), 2(1)		8(2)
Astronómico: Sol			
Coloración rojiza	1(2)		
Despejado	1(1), 2(1)		
Halo o Aro	1(4),2(5),3(3)	4(2),5(12),6(2)	7(5),8(12),9 (4)
Indica la hora		5(1)	
Intensidad	1(3),2(3),3(1)	4(3),5(1)	9(1)
Astronómico: Estrellas			
Cometa			8(1)
Cruz de Mayo	2(1)	5(1)	
Cuadro con cola	2(1)		
Dos estrellas cerca de la luna			9(1)
Estrella de la madrugada	1(1),2(3),3(1)	5(9)	8(2)
Estrella del Oeste	2(2)		
Muchas estrellas	1(1), 2(1)		
Osa mayor	2(1)	5(1)	
Osa menor	2(1)		
Papalote		5(1)	

Pocas estrellas	1(1),2(1)		
Siete estrellas (sacramentos)	2(1)	5(1)	
Sin estrellas	3(2)	6(1)	
7 Marías			8(1)
Atmosférico: Nubes			
Amarillo (color)	1(1)		
Cielo aborregado (escamoso)	1(4), 2 (5)	4 (1), 5(1), 6 (1)	7(1), 8(3)
Colas de gallo		5(4)	
Color negro	1 (20), 2 (20), 3 (5)	4 (3),5 (15),6 (2)	7(7),8(6),9(4)
Color rojizo	1(3)	6(1)	
Muchas nubes	1(1),2(4),3(1)	5(3)	8(3)
Nubes altas	1(1),2(5)		
Nubes bajas	1(2),2(1),3(1)	4(1),5(1)	
Nubes blancas	1(1),2(2),3(1)	5(3)	7(1),9(2)
Nubes pequeñas y aisladas	1(1)	4(2),5(1)	
Nublado (gris)	1(5),2(6),3(3)	5(27), 6(2)	7(2),8(12),9(4)
Sin nubes	2(1), 3(1)	4(1), 5(2)	7(1)
Atmosférico: Viento			
Ausencia de viento			7(2)
Brisa (Xamankán)	1(16),2(47),3(4))	4(5),5(43),6(5)	7(1),8(17),9(3)
Frío	1(1),3(1)		
Fuerza	1(5),3(1)	4(1), 6(1)	7(4), 8(3), 9(1)
Laakin	3(2)	9(2)	
Nohol	3(2)	9(3)	
Remolinos	1(3), 2(5)		7(1)

Sueste (Chikinha)	1(14),2(41),3(3)	4(3),5(33),6(1)	7(1),8(11),9(7)
Surada	2(5)	5(1)	
Otros indicadores			
Arcoíris	2(1)		
Cabañuelas	1(2),3(1)		8(1),9(1)
Clima cálido		6(1)	
Fecha de inicio de lluvias	2(1)	5(1), 6(1)	
Formación de remolinos		4(1)	9(1)
Inicio de la canícula (sequía)	3(1)		
Mar lejos de la costa	2(1)		
Sol para horarios		5(1)	
Código de localidades: 1=Chiná, 2=Lerma, 3=Kobén, 4=Uayamón, 5=Seybaplaya, 6=Nilchi, 7=Los Laureles, 8=Villamadero, 9=Tikinmul			

DISCUSIÓN

Fitoindicadores: Es predominante el uso de la apariencia, sincronía y profusión con que se presenta tanto la floración como el follaje en los árboles, como herramienta de la indicación sobre el comportamiento del clima en un determinado año. En términos generales, si la floración de los árboles es abundante en los individuos de una especie botánica y además se presenta de manera sincrónica, es indicación lluvias uniformes durante la temporada próxima. La relación entre estas características observables sobre las plantas y las futuras manifestaciones climáticas en un territorio constituyen respuestas adaptativas de estos organismos sésiles que han sido aprovechadas para optimizar recursos y entonces su éxito reproductivo (March-Salas et al., 2019). Los mecanismos genéticos, fisiológicos o de otra naturaleza que facilitan a las plantas estas respuestas aún no se conocen

bien y constituyen objetos de estudios en la actualidad, así como de debate por los derechos de acceso a esa información entre naciones (Barber *et al.*, 2002).

Otra forma de comprender como un organismo sésil, como las plantas, avanza en su adaptación proviene de la deriva continental y del cambio climático biológico relacionado a los fenómenos de glaciación en una perspectiva evolutiva. Los cambios en las formaciones vegetales se presentan recurrentemente en la historia geológica de la Tierra, por ejemplo, durante las glaciaciones las plantas adaptadas al frío avanzan hacia las regiones intertropicales mientras la flora tropical retrocede hacia la zona ecuatorial. El proceso se presenta de manera inversa al retroceder los hielos glaciales (Caballero *et al.*, 2010; Zimmer *et al.*, 2014). Los humanos pueden percibir los cambios que las plantas están atravesando gradualmente en el proceso de su adaptación y, utilizan esa información como herramienta de indicación y predicción climatológica. Dicho conocimiento adopta diferentes nombres en función de las culturas y regiones del planeta, pero es constante en las comunidades rurales y en las naciones que mantienen sus vínculos con la naturaleza más cercana (Moahi, 2007; Kendrick y Manseau, 2014; Liao y Hui-Chan, 2016).

Zooindicadores: Los animales han evolucionado para su adaptación al ambiente dinámico en el que habitan y en este proceso, adquirido sensibilidad a los cambios en el clima. Esta característica ha evitado la extinción de numerosos grupos de fauna, por ejemplo, las aves que emigran cuando las condiciones climáticas de su entorno cambian (Apaza-Ticona *et al.*, 2022). En este estudio se recopiló información de numerosas especies de animales, incluyendo la migración de las aves, como predictoras del clima. No obstante, predominaron los organismos residentes dentro de la categoría indicadora, lo que puede estar asociado al amplio conocimiento local por los entrevistados respecto a los recursos que se presentan con más permanencia en sus territorios, en particular aquellos que son fuente de alimentación o de algún material importante para las actividades cotidianas (Rocha-Camargo, 2015).

Indicadores astronómicos: Coincidentemente con lo afirmado por Apaza-Ticoná *et al.* (2022) sobre el uso que los productores de las comunidades rurales han usado las señales del cielo (la luna, el sol, las estrellas) como guías para realizar actividades agropecuarias, los entrevistados en Campeche, también tienen un alto conocimiento sobre este tipo de indicación. Particularmente, está muy extendido el uso de la luna en sus diferentes fases para la ejecución de distintas actividades agropecuarias, que van desde la siembra hasta la cosecha de árboles frutales y hortalizas. Estos hallazgos coinciden con otros autores que han reconocido la utilidad de la luna en la agricultura (Higuera-Moros *et al.*, 2002; Restrepo-Rivera, 2005; Mera-Andrade *et al.*, 2017). Por otro lado, la mayoría no identificó a las estrellas como indicador útil en la agricultura y solamente fue para la localización de puntos de referencia, con más utilidad en las labores de pesca y navegación marítima.

Indicadores atmosféricos: Dentro de este tipo de indicadores, las nubes por su forma, color, altitud y movimiento fueron reconocidas como útiles para predecir cambios a corto y mediano plazo en las condiciones ambientales. Durante la estación seca se presentan nubes “cola de gallo”, que se forman en combinación con vientos de tipo “sueste” y que anuncian sequía durante la estación lluviosa. Cuando las nubes forman borlas grandes a baja altura en la época seca, se prevé que la estación lluviosa iniciará pronto. Pero si las nubes están altas y con forma de un “barrido”, puede asociarse con sequía. Otro dato mencionado en Campeche, verificado en septiembre de 2024 por los autores de este documento, fue el hecho de que cuando las nubes presentan color rojo o naranja las siguientes jornadas tendrán elevadas temperaturas.

Los vientos principalmente se asocian a cambios de estación regulares, destacando entre estos a los vientos que soplan desde el Sur Este (denominados suestes), que además de ser fuertes y cálidos, se caracteriza por presentarse en la época seca. Los vientos fríos o Nortes, están asociados al descenso de la temperatura por efecto de tormentas polares que se presentan entre noviembre y febrero, aunque

recientemente han modificado sus patrones llegando a meses antes cálidos. La brisa, que es un viento moderado a fuerte ordinariamente se presenta en mayo puede afectar la pesca y la navegación.

CONCLUSIONES

Los indicadores tradicionales asociados al conocimiento y predicción del tiempo y el clima, así como a el éxito o no de actividades agropecuarias y forestales está presente en todas las comunidades rurales del extrarradio de la ciudad capital del estado de Campeche de manera semejante entre estas, con la única excepción de los zooindicadores que difieren dado que entre más cerca de la ciudad están las poblaciones o por el contrario entre más lejos se ubiquen, el conocimiento es mayor. Las comunidades ubicadas en zonas intermedias, tienden a conocer menos animales asociados a la indicación agroambiental.

Esta más extendido el conocimiento tradicional sobre la influencia de las fases lunares sobre distintas actividades agrícolas y forestales, de manera que es determinante en el éxito o fracaso de estas. Por otro lado, respecto a los demás indicadores, puede afirmarse que, en Campeche, los zoos y fitoindicadores fueron más diversos y principalmente se utilizan para la predicción climática o del estado del tiempo.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a CONAHCYT, la beca de estudios (CVU 1230378) y los fondos del Fortalecimiento Académico para Mujeres Indígenas, otorgadas a la segunda autora de este artículo. Asimismo, se agradece al Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable (LAAOS), del Tecnológico Nacional de México campus Chiná, por facilitar las herramientas para llevar a cabo este proyecto.

LITERATURA CITADA

Apaza-Ticoná J, Alanoca-Arocutipa V, Cutipa-Añamuro G, Calderón-Torres A, Quenta-Paniagua RA, Apaza-Chino G (2022). Sabiduría tradicional para la

- crianza de cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) y uso en las comunidades aymaras (Puno-Perú). *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 42(1), 11-30.
- Barber CV, Glowka L & La Viña AGM (2002) Developing and implementing national measures for genetic resources access regulation and benefit-sharing. Pp 363-416. *En: Laird SA (Ed.) Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice*. London, United Kingdom.
- Caballero M, Lozano-García S, Vázquez-Selem L, Ortega B (2010) Evidencias de cambio climático y ambiental en registros glaciales y en cuencas lacustres del centro de México durante el último máximo glacial. *Boletín de la sociedad geológica mexicana* 62 (3): 359-377.
- Casiano-Dominguez M, Paz-Pellat F (2018) Patrones espectrales de la fenología del desarrollo vegetativo y reproductivo de árboles de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.). *Terra Latinoamericana* 36: 393-409. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.417>
- Castillo-López S, Torres-Carral GA (2022). Milpa y saberes mayas en San Sebastián Yaxché, Peto, Yucatán. *Estudios de cultura maya*, 59, 171-189.
- Chinlapianga M (2011). Traditional knowledge, weather prediction and bioindicators: A case study in Mizoram, Northeastern India. *India Journal of traditional Knowledge*. Vol. 10 (1) pp. 207-211.
- Claverías R (2000). Conocimientos de los campesinos andinos sobre los predictores climáticos: elementos para su verificación. Seminario-Taller organizado por Proyecto NOAA (Missouri). Chucuito-Puno.
- Cruz-Hernández S, Torres-Carral G A, Cruz-León A, Salcedo-Baca I, Victorino-Ramírez, L (2020). Saberes tradicionales locales y el cambio climático global. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(8), 1917-1928.
- Granderson AA (2017). The role of traditional knowledge in building adaptive capacity for climate change: Perspectives from Vanuatu. *Weather, Climate, and Society*, 9(3), 545-561.

- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1), 1-9 p. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Hofstede R (2014). Adaptación al cambio climático basada en los conocimientos tradicionales. *Sabiduría y Adaptación: El Valor del Conocimiento Tradicional en la Adaptación al Cambio Climático en América del Sur*, 59-79.
- March-Salas M, van Kleunen M, Fitze PS (2019) Rapid and positive responses of plants to lower precipitation predictability. *Proceedings of the Royal Society B* 286: 2019-1486. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2019.1486>
- Mera Andrade RI, Artieda Rojas J, Muñoz-Espinoza M, Romero-Viamonte K (2017) Influencia lunar en cultivos, animales y ser humano. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación* 4 (1): 37-47. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/520>
- Miranda-Trejo J, Herrera-Cabrera BE, Paredes-Sánchez JA, Delgado-Alvarado A (2009). Conocimiento tradicional sobre predictores climáticos en la agricultura de los llanos de Serdán, Puebla, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(2), 151-160.
- Restrepo-Rivera J (2005) *Luna: El sol nocturno en los trópicos y su influencia en la agricultura*. Impresora Feriva, Bogotá, Colombia. 220 p.
- Rodríguez CA, Van der Hammen MC (2014). Cuando el tiempo no hace caso: la memoria profunda de los eventos climáticos extremos y adaptación al cambio climático en comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. *Sabiduría y adaptación: el valor del conocimiento tradicional en la adaptación al cambio climático en América del Sur*, 81-99.
- Toledo VM, Barrera-Bassols N (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales* (Vol. 3). Icaria editorial.
- Ulloa A (2014). Dimensiones culturales del clima: Indicadores y predicciones entre pobladores locales en Colombia. *Batey: una revista cubana de Antropología Social*, 6(6), 17-33.

- Valero-Garcés B, González-Sampériz P, Moreno A, Aranbarri J, Barreiro F, Bortolomé M, Corella JP, Frugone M, García-Prieto E, Gil-Romera G, Jambrina M, Leunda M, Martí-Bono C, Morellón M, Oliva B, Pérez-Sanz A, Pérez-Mejías C, Rico MT, Sevilla M (2014) Paisajes y climas del último ciclo glacial en el NE de la Península Ibérica: Una visión desde la evolución de los glaciares, lagos y espeleotemas. En Vadillo, J. A.; González-Sampériz, P.; Martínez, T. L. y Valero-Garcés, B. L. (eds.): Geoecología, cambio ambiental y paisaje: homenaje al prof. J. M. García Ruiz. Logroño: CSIC-Universidad de La Rioja, pp 19-45.
- Zimmer A, Meneses RI, Rabatel A, Soruco A y Anthelme F (2014) Caracterizar la migración altitudinal de las comunidades vegetales altoandinas frente al calentamiento global mediante cronosecuencias post-glaciales recientes. *Ecología en Bolivia* 49(3): 27-41.

8. CONCLUSIONES

Se compiló un acervo de conocimientos tradicionales relacionados con el uso de indicadores útiles para la toma de decisiones respecto a actividades agropecuarias y forestales (agroecológicas) así como de indicadores relacionados con la predicción climatológica en nueve comunidades rurales en Campeche, México. Se identificaron al menos 135 tipos de indicadores que representan el rescate de saberes locales, de los cuales 62 zooindicadores y 46 fitoindicadores principalmente asociados con la predicción de cambios del estado del tiempo o incluso del clima, mientras que la luna y sus fases alcanzaron la mayor frecuencia de respuestas, vinculándolas con decisiones relacionadas con las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

Se reconoció que, en general, no existen distinciones estadísticamente significativas entre la cantidad de indicadores tradicionales que se conocen en las comunidades rurales circunvecinas al centro urbano más importante, San Francisco de Campeche, en función al gradiente de distancia que se consideró en el estudio. La excepción se presenta con los zooindicadores que si fueron diferentes entre las comunidades intermedias con respecto a las comunidades más cercanas y lejanas. No obstante, hay diferencias cualitativas entre que indicadores biológicos o indicadores no biológicos se reconocen en cada gradiente e incluso entre comunidades dentro de un mismo segmento de distancia y entre estos.

Los indicadores reconocidos a través de las entrevistas a los habitantes por comunidad y segmento coinciden en la inclusión de las siguientes categorías: zooindicadores, fitoindicadores, indicadores atmosféricos e indicadores astronómicos. Se describieron, además, a partir de las entrevistas sus utilidades para los distintos ámbitos de la vida rural, que incluyen además de la predicción del estado del tiempo o clima, la orientación de las actividades agropecuarias o la guía en la navegación marítima y la pesca. La información reunida constituye un aporte importante al resguardo histórico de la cultura de Campeche, México que será ahora disponible para las actuales y nuevas generaciones.

9. RECOMENDACIONES

Esta información puede ser incluida en los planes y programas educativos de los centros de estudio en el estado y en el país, con lo cual se enriquecería la cultura general y se fortalecería la identidad nacional con la consecuente mejora en la inclusión de enfoques holísticos en la construcción de una sociedad más instruida y preparada para las adversidades que plantea la crisis climática global.

Es altamente recomendable continuar con este tipo de estudios en el estado de Campeche y en México, para el rescate del acervo de saberes tradicionales presentes en la actualidad, para su utilización en los esfuerzos de adaptación de nuestra sociedad a las incertidumbres que plantea en cambio climático y sus amplios efectos sobre los sistemas productivos del agro en la actualidad y en el futuro.

Se sugiere validar el conocimiento tradicional a través del método científico y entonces promocionar el dialogo entre saberes que permitan el surgimiento de nuevos paradigmas para el desarrollo sustentable, desde la perspectiva local, regional y nacional.

10. ANEXOS

Evidencia de envío del artículo 1: Indicadores y predictores del clima en el ámbito rural: una perspectiva global, a la revista ERA (Ecosistemas y Recursos Agropecuarios).

Ecosistemas y Recursos Agropecuarios

Envíos

Mi lista 2

Archivado 16

Ayuda

Mis envíos asignados

Buscar

Filtros

Nuevo envío

4229

González-Valdivia et al.

Indicadores y predictores tradicionales del clima en el ámbito rural: una perspectiva global

1/4

Revisión

Ver

1/4

Revisiones asignadas completadas

0

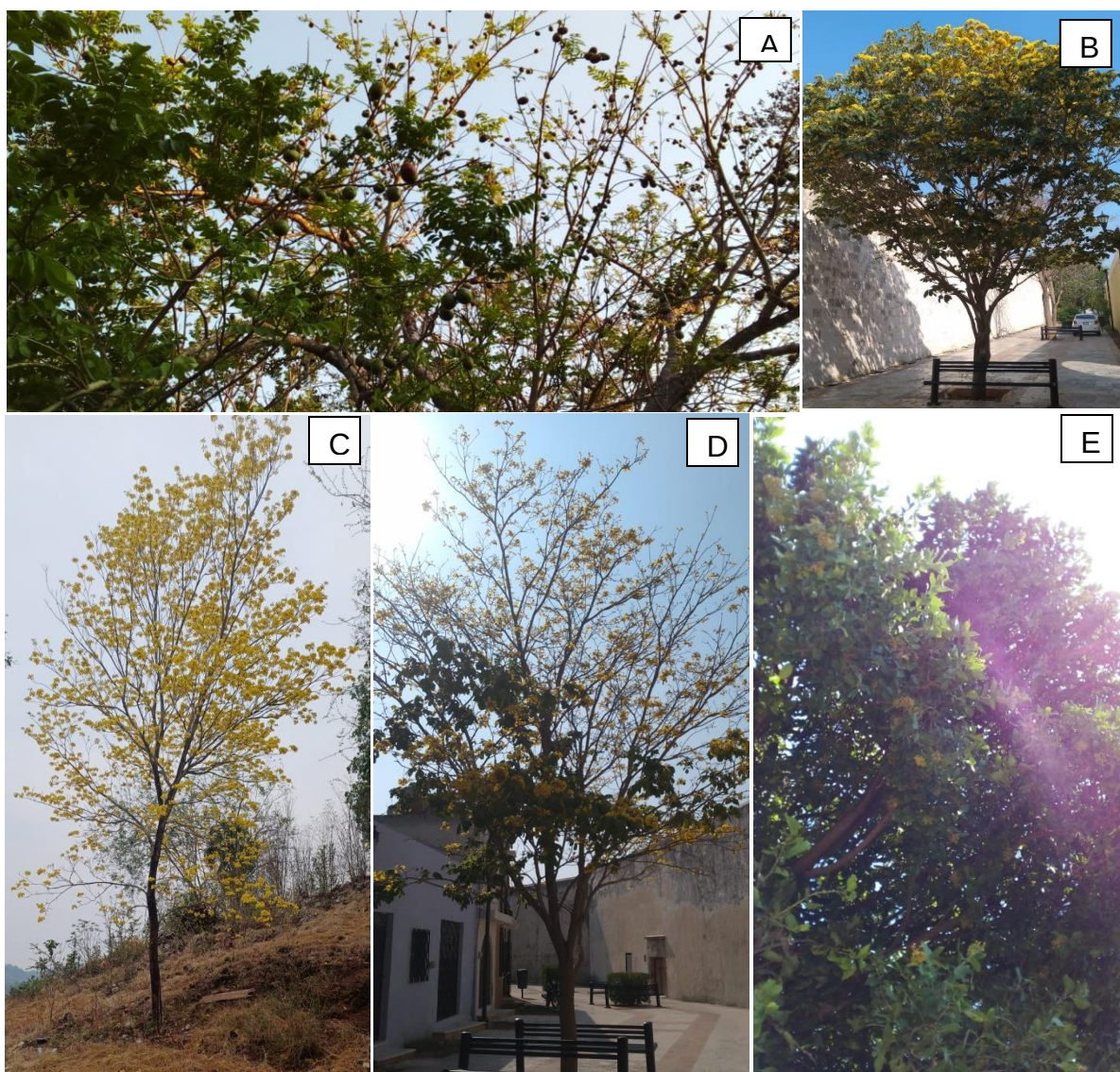
Revisiones enviadas

0

Discusiones abiertas

Última actividad registrada el viernes, 19 de julio de 2024.

FITOINDICADORES



Fotografías: Noel Antonio González Valdivia (A y E), Caleb Asaí Kantún (C), Miguel Ángel Moo Jurado (B y D).

ZOOINDICADORES



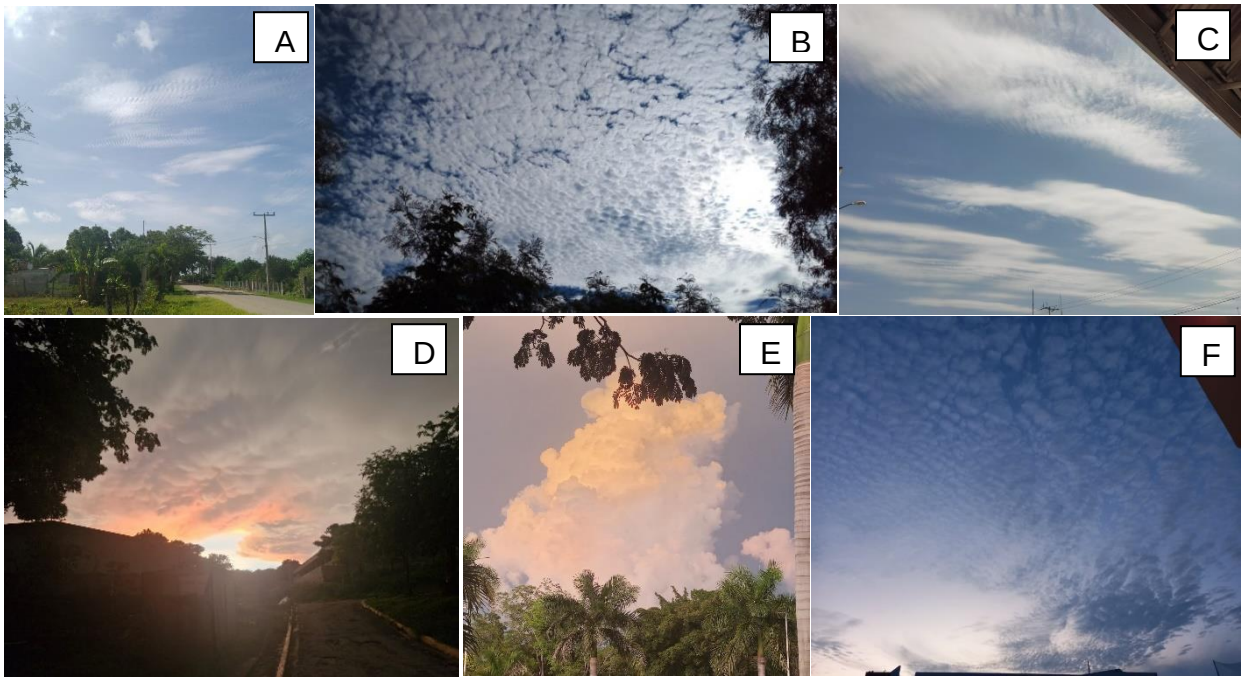
Fotografías: Noel Antonio González Valdivia (A), Gadiel Antonio Chan Aké (B)

INDICADORES ASTRONÓMICOS



Fotografías: Gadiel Antonio Chan Aké (A, B, C y D), Álvaro Omar Cima Sima (E),
Mónica Jocelyn Sima Te (F).

INDICADORES ATMOSFÉRICOS



Fotografías: Monica Jocelyn Sima Te (A y B), Gadiel Antonio Chan Aké (D y E), Noel Antonio González Valdivia (C y F).

ENTREVISTAS EN LAS COMUNIDADES



Fotografías: Mónica Jocelyn Sima Te (A), Josué Israel Dzib Chan (B), Diego Armando May Ayil (C), Damián Alberto Hernández Escamilla (D)