

Diversidad biocultural ligada a maíces nativos del estado de Puebla, México

Biocultural diversity linked to maize landraces of Puebla state, Mexico

Oscar Pérez-García^{1*} 

¹Universidad Intercultural del Estado de Puebla. Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Calle Principal a Lipuntahuaca S/N. CP. 73475. Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla, México.

*Autor de correspondencia:
osperegrow@gmail.com

Artículo científico

Recibido: 02 de agosto 2022

Aceptado: 23 de mayo 2023

Como citar: Pérez-García O (2023) Diversidad biocultural ligada a maíces nativos del estado de Puebla, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 10(2): e3430. DOI: 10.19136/era.a10n2.3430

RESUMEN. El enfoque biocultural representa una alternativa para el conocimiento integral de la agrobiodiversidad porque considera la interrelación entre la diversidad cultural humana y la biológica. Al respecto, se realizó un estudio de caso en el cual se determinó la riqueza y composición racial de los maíces (*Zea mays* L.) que conservan los pueblos originarios y campesinos del estado de Puebla. Se realizó un análisis tipo minería de datos en el que se conjuntaron dos bases de datos, la de maíces nativos de la CONABIO 2017 y la de lenguas nativas del INPI 2008. Se encontró una mayor diversidad racial y diferente composición de maíces en los pueblos originarios que en la de campesinos. Se determinó la existencia de 21 razas de maíz en los pueblos originarios y 15 en los campesinos. La presencia de razas de maíz en los pueblos analizados se agrupó en dos conglomerados. El primero fue conformado por un grupo de maíces distintivos de los pueblos originarios y el siguiente por uno distintivo de los pueblos campesinos. De los siete pueblos originarios del estado de Puebla, los Nahuas, Mixtecos, Totonacos, Otomíes e Ngiguas cuentan con razas de maíz identificadas y registradas. Se desconoce que maíces existen en los pueblos Tepehua y Mazateco debido a la ausencia de colectas y registros. La alta riqueza y composición única de maíces de los pueblos originarios es innegable, sin embargo, los pueblos campesinos enriquecen este patrimonio biocultural.

Palabras clave: Agrobiodiversidad, campesinos, diversidad racial, minería de datos, pueblos originarios.

ABSTRACT. Biocultural approach is an alternative to implement holistic research of agrobiodiversity because links cultural diversity and biological diversity. In this regard, I determined the richness and composition of maize landraces (*Zea mays* L.) under management by indigenous and peasant communities from Puebla state, Mexico. I implemented a data mining analysis in which two database was joined together, that of maize landraces from the CONABIO 2017 and that of native languages spoken in Mexico from the INPI 2008. In contrast with the peasant communities, the number of maize landraces was significantly higher and different in indigenous communities. I determined 21 maize landraces from indigenous communities and 15 from peasant communities. Maize landraces composition was separated into two clusters, one belonging to indigenous communities and the other to peasant communities. From the seven indigenous peoples of Puebla state, the Nahuas, Mixtecos, Totonacos, Otomíes and Ngiguas have maize landraces recognized and recorded. There is no maize record from the Tepehua and Mazateco peoples. Although the relevance of indigenous communities regarding the management of maize landraces, peasant communities complement and enrich this emblematic biocultural heritage.

Key words: Agrobiodiversity, peasants, landrace diversity, data mining, indigenous communities.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad no podemos negar la interrelación dinámica entre la diversidad biológica y la diversidad cultural conocida como diversidad biocultural (Bridgewater y Rotherham 2019, Toledo *et al.* 2019). Los lugares en donde confluyen una alta variedad de organismos vivientes con una alta diversidad lingüística, genética y cognitiva de la especie humana pueden brindar ejemplos para afrontar la disminución de la agrobiodiversidad (FAO 2018). Lo anterior debido a que estos lugares ricos en agrobiodiversidad poseen una alta diversidad inter e intraespecífica de plantas domesticadas ligada a culturas ancestrales. Por lo tanto, el enfoque biocultural es imprescindible para la conservación y el desarrollo sustentable de estos lugares porque considera la naturaleza dinámica del contexto socioambiental particular (Gavin *et al.* 2015, Winter *et al.* 2020). Sin embargo, la prevaleciente visión desarticulada en estudios de la diversidad biológica y cultural impide tener el contexto integral del patrimonio biocultural de regiones con alta complejidad socioecológica. Un caso emblemático en esta problemática es el maíz (*Zea mays* L.) como patrimonio biocultural de México (Castro-Colina y Montpetit 2017). A pesar de que la diversidad intraespecífica (razas) del maíz nativo se encuentra bajo el resguardo de los pueblos originarios y campesinos, la mayor parte de los estudios y la información correspondiente se encuentran disgregados (Fenzi *et al.* 2021). Los estudios de la agrobiodiversidad del maíz en México se han enfocado a la cuantificación del número de razas y su distribución geográfica, es decir, un enfoque biocéntrico. Este enfoque dificulta detectar patrones de riqueza y composición racial de los maíces nativos que poseen las comunidades productoras. Con la finalidad de generar información de la agrobiodiversidad bajo un enfoque biocultural, se realizó un estudio de caso en cuál se determinó la riqueza y composición racial de los maíces nativos que conservan y manejan los pueblos originarios y campesinos del estado de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bases de datos consultadas

Se realizó un análisis tipo minería de datos en el que se conjuntaron dos bases de datos. Una fue la base de datos de maíces nativos de la CONABIO (CONABIO 2017) y la segunda la de lenguas nativas de México del INPI (INPI 2008). Se eligió a la lengua nativa por ser un estimador confiable de la diversidad cultural asociada a la presencia o ausencia de pueblos originarios en estudios de diversidad biocultural (Bridgewater y Rotherham 2019, Toledo *et al.* 2019). Así mismo, se eligió al estado de Puebla como estudio de caso debido a su importancia como uno de los centros de la agricultura mesoamericana temprana (Vallebuena-Estrada *et al.* 2016).

Por otra parte, el procedimiento de la fusión de las dos bases de datos se realizó para complementar la información acerca de las razas de maíz con la lengua nativa a nivel de localidad. Las localidades con predominancia de hablantes de una lengua nativa se catalogaron como pueblos originarios. Aquellas localidades sin hablantes de una lengua nativa se catalogaron como pueblos campesinos para efectos de esta investigación. Para contar con información fidedigna en la nueva base de datos, se eliminaron colectas de maíz sin clasificación racial, registros sin año de colecta y año de determinación. La información obtenida se ordenó de forma cronológica de 1940 hasta el 2010. Para contar con datos de abundancia de cada una de las razas de maíz, la base de datos se sintetizó en periodos de 30 colectas debido a que es el número promedio de colectas por año. Para lo cual se realizó la sumatoria correspondiente de los registros en el periodo indicado. El procedimiento se aplicó de manera separada para los pueblos originarios y campesinos. Una parte de las últimas colectas del 2010, en los respectivos pueblos analizados, no se contempló en los análisis estadísticos por tener una cantidad considerablemente menor a las 30 colectas.

Análisis estadísticos

Con la finalidad de evaluar la riqueza de razas de maíz y composición entre los pueblos

originarios y campesinos, se realizaron análisis de curvas de rarefacción, razas indicadoras y análisis de conglomerados.

La evaluación equiparable de la riqueza racial de maíz se realizó mediante curvas de acumulación del número de razas de maíz con respecto al tamaño de la muestra (número de periodo de colectas). Para determinar las diferencias estadísticas de dichas curvas, se estimaron intervalos de confianza del 95% alrededor de las mismas. Este análisis se realizó con 100 aleatorizaciones a través del paquete BiodiversityR y la función rarefaction del programa R (R Development Core Team 2020, Kindt 2022).

La determinación de razas indicadoras se basó en el análisis de especies indicadoras de Dufrêne y Legendre (1997) para estimar que tan abundante (A = abundancia media) y frecuente (B = frecuencia relativa) es una raza en un pueblo mediante un índice de valor indicador ($IndVal = A \times B$). El $IndVal$ puede tomar valores extremos de 0 a 1, en donde 1 es el indicador perfecto de una raza en un pueblo. La significancia estadística de los valores de $IndVal$ se determinó mediante una prueba de Monte Carlo de 1 000 aleatorizaciones con el paquete indicspecies y la función indvalori del programa R (De Cáceres y Legendre 2009).

Para detectar similitudes y/o disimilitudes en la composición de las razas de maíz en los dos pueblos analizados, se realizó un análisis de conglomerados basado en el índice de disimilitud de Bray-Curtis para datos cuantitativos (Bray y Curtis 1957). Este índice puede variar de 0 a 1, en donde 0 representa la máxima similitud y va decreciendo hasta llegar a la máxima disimilitud con el valor 1. Para el análisis de conglomerados, y su representación mediante dendrogramas con enlace completo, se utilizó el paquete vegan y la función vegdist del programa R (R Development Core Team 2020, Oksanen *et al.* 2022).

RESULTADOS

El estado de Puebla cuenta con 1 805 colectas de maíz nativo pertenecientes a 21 razas. De la totalidad de colectas, 1 537 se encuentran identificadas y registradas a nivel de raza con su respec-

tivo año de colecta y/o determinación. Esta diversidad de maíces está integrada por las razas: Arrocillo amarillo, Bolita, Cacahuacintle, Celaya, Chalqueño, Cónico, Cónico norteño, Coscomatepec, Elotes cónicos, Mushito, Nal-tel, Nal-tel de altura, Olotillo, Palomero toluqueño, Pepitilla, Ratón, Tablilla de ocho, Tepecintle, Tuxpeño, Tuxpeño norteño y Zapalote grande. La totalidad de ellas se ha registrado en los pueblos originarios. Así mismo, una proporción importante de 15 razas de esta agrobiodiversidad se encuentra en los pueblos campesinos.

De los siete pueblos originarios del estado de Puebla, los pueblos Nahuatl, Mixteco, Totonaco, Otomí e Ngigua cuentan con colectas de maíz registradas. Mientras que los pueblos Tepehua y Mazateco no cuentan con colectas ni registro alguno. Este vacío de información detectado abre la posibilidad de realizar colectas complementarias y el registro de razas de maíz adicionales a las existentes.

Por otra parte, bajo un mismo esfuerzo de muestreo en las colectas de maíz, el número de razas de maíz fue significativamente mayor en los pueblos originarios que en los pueblos campesinos (Figura 1). Esta riqueza tuvo una tendencia incremental a medida que aumentaba el número del periodo de colectas en los pueblos originarios. Dicha tendencia refleja que no han sido registradas todas las razas de maíz y que potencialmente se pueden hallar más en caso de realizar colectas adicionales en los pueblos originarios con vacíos de información. Por el contrario, en los pueblos campesinos, el número de registros de razas de maíz alcanzó a estabilizarse conforme aumentaba el número del periodo de colectas.

Para el análisis de razas indicadoras de maíz, los dos pueblos analizados tienen maíces distintivos debido a sus altos y significativos índices derivados del valor indicador (Tabla 1). En este sentido, el maíz Tuxpeño, Arrocillo amarillo, Olotillo y Coscomatepec fueron los más representativos de los pueblos originarios. Por otra parte, Elotes cónicos, Cónico, Chalqueño, Cacahuacintle y Bolita fueron las razas más representativas de los pueblos campesinos.

La composición de las razas de maíz fue muy distinta entre los pueblos originarios y los pueblos

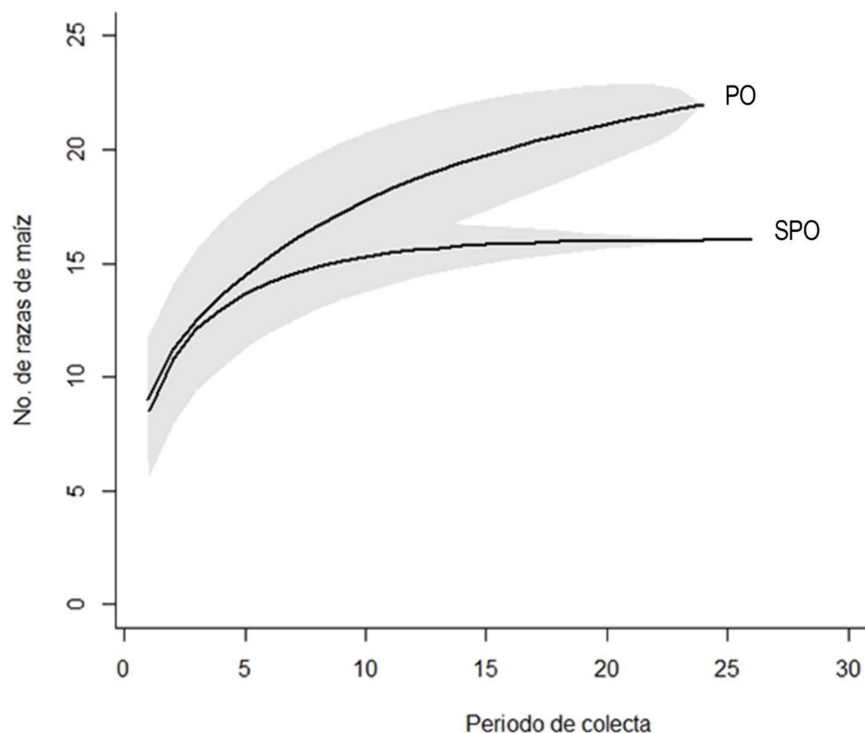


Figura 1. Curvas de rarefacción (líneas sólidas) y sus intervalos de confianza (áreas en gris) del número de razas estimadas de maíz basadas en el número de periodo de colectas en los pueblos originarios (PO) y campesinos (SPO).

Tabla 1. Razas de maíz con valores significativos del Índice del Valor Indicador (IndVal) basado en la abundancia y frecuencia de registros en los pueblos originarios (PO) y campesinos (SPO) del estado de Puebla.

Raza de maíz	Abundancia (número de colectas por pueblo)		Frecuencia de registro (% por pueblo)		IndVal
	PO	SPO	PO	SPO	
Pueblos originarios					
Tuxpeño	243	34	95.8	30.8	0.92***
Arrocillo amarillo	172	30	79.2	30.8	0.83***
Olotillo	46	11	54.2	23.1	0.67**
Coscomatepec	32	7	29.2	7.7	0.49*
Pueblos campesinos					
Elotes cónicos	29	113	54.2	100	0.89***
Cónico	109	405	70.8	100	0.88***
Chalqueño	29	92	45.8	73.1	0.74*
Cacahuacintle	6	22	20.8	53.8	0.65**
Bolita	4	14	12.5	42.3	0.57*

* = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, *** = $P < 0.001$. $n = 24$ periodos de colecta en los pueblos originarios y $n = 26$ periodos de colecta en los pueblos campesinos.

campesinos (Figura 2). Esto debido a que estas razas de maíz se agruparon en dos conglomerados. El primer conglomerado (G1) agrupó a las razas de maíz de los pueblos originarios. Mientras que el siguiente (G2) agrupó a la mayoría de las colectas realizadas en los pueblos campesinos.

DISCUSIÓN

Este enfoque permitió conocer la distribución de las razas de maíz con respecto a la presencia o ausencia de pueblos originarios. De igual manera, con este enfoque se detectaron vacíos de información en colectas y la probabilidad de registrar más razas de maíz en los pueblos originarios. En este

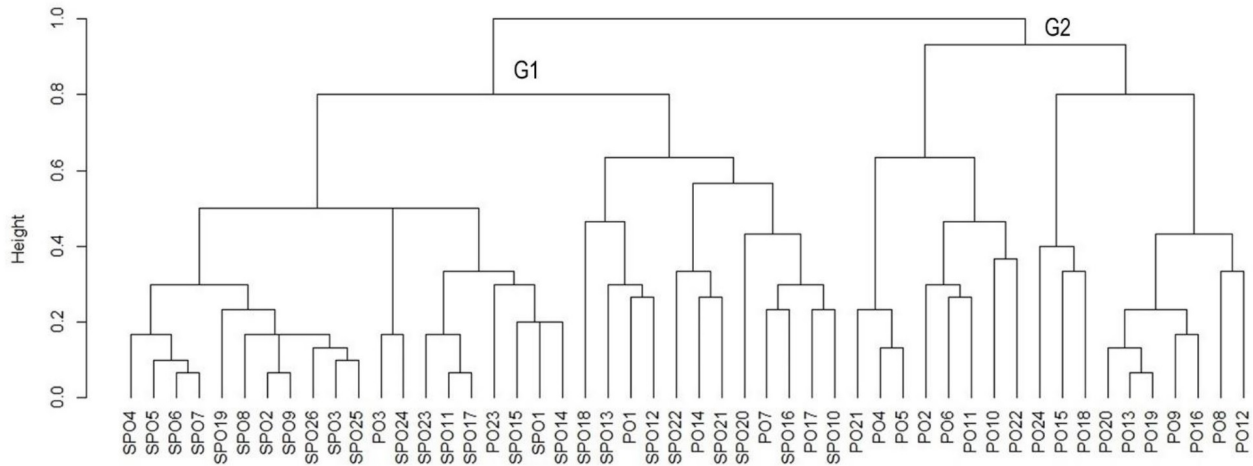


Figura 2. Dendrograma basado en el índice de (di)similitud de Bray-Curtis y el método de enlace completo de la composición de razas de maíz registradas en los pueblos originarios (PO) y campesinos (SPO).

sentido, la presencia de pueblos originarios es un factor determinante en la presencia de maíces nativos en México (Brush y Perales 2007, Ureta *et al.* 2013, Santillán-Fernández *et al.* 2021). Esto podría explicar la alta riqueza racial, la composición distinta y la probabilidad de registrar razas adicionales de maíz en los pueblos originarios que en los pueblos campesinos. Esto a pesar de la existencia de una menor cantidad de registros de colectas en los pueblos originarios que en los campesinos.

Los resultados contrastantes pueden estar asociados a las diferencias en el ámbito socioecológico de los pueblos analizados como sugieren Maass (2018) y Ortega-Rubio *et al.* (2021). En los pueblos originarios existen siete culturas ancestrales que coexisten en una gran diversidad de ecosistemas tropicales, subtropicales y templados (Boege 2008). Dichos pueblos abarcan principalmente la porción norte y sur del estado de Puebla. Esta complejidad socioecológica puede permitir el manejo y la conservación dinámica de la agrobiodiversidad de maíces nativos detectada hasta en la actualidad (Agnoletti y Rotherham 2015). De igual manera, debido a esta heterogeneidad socioambiental, existen pueblos originarios remotos e inaccesibles como los Tepehuas y Mazatecos, cuya agrobiodiversidad de maíces no ha sido documentada. Estos y otros vacíos de información podrían

incrementar el número de nuevas razas de maíz si se aumenta el esfuerzo de muestreo en estos pueblos y sitios complementarios. Por otra parte, la relativa homogeneidad socioecológica de los pueblos campesinos, puede tener una relación directa con la baja diversidad racial de maíces nativos de estos pueblos (Hortelano-Santa Rosa *et al.* 2012, Flores-Pérez *et al.* 2015). Lo anterior debido a que la gran mayoría de estos pueblos se ubican en un rango altitudinal estrecho (2200 - 3000 msnm), localizado en el altiplano de la parte central del estado de Puebla, en donde predominan los climas templado subhúmedo, semifrío subhúmedo y semiseco templado. Además, estos pueblos comparten la misma lengua materna que es el español.

A pesar de las diferencias halladas, los dos pueblos analizados son de gran importancia para la conservación y manejo de la diversidad racial de maíces nativos del estado de Puebla. Lo anterior debido a que ambos pueblos poseen diferentes razas de maíces que complementan y enriquecen el número de razas de maíz (Ureta *et al.* 2013). Así mismo, en ambos pueblos existen razas de maíces indicadoras (Tabla 1) que son de distribución geográfica restringida y potencialmente vulnerables a la erosión biocultural; fenómeno cada vez más común (Dyer *et al.* 2014, Gavin *et al.* 2015, Deb 2022). En este sentido, la raza Coscomatepec ligada a los

pueblos originarios y la raza Cacahuacintle de los pueblos campesinos pueden requerir mayores esfuerzos de conservación debido a su condición de rareza (Perales y Golicher 2011). Ambas razas requieren de condiciones edafoclimáticas y de altura sobre el nivel del mar muy específicas para prosperar y producir (Sánchez-Vega *et al.* 2019, Velázquez-López *et al.* 2021). También la raza Palomero Toluqueño requiere de una estrategia especial de conservación debido a su vulnerabilidad al cambio climático (Ureta *et al.* 2013).

Este estudio abre nuevas oportunidades locales y regionales de investigación, que pueden adaptarse a otras entidades federativas o regiones prioritarias de conservación de maíces nativos del país (Santillán-Fernández *et al.* 2021). Con la finalidad de incrementar el acervo de los maíces nativos es pertinente la realización de colectas complementarias en los pueblos originarios del estado de Puebla. Así mismo, es imprescindible iniciar estrategias locales de conservación dinámica de los maíces vulnerables a la erosión biocultural y al cambio climático.

CONCLUSIONES

La presencia o no de pueblos originarios es determinante en la diversidad racial de los maíces nativos del estado de Puebla. A pesar de la menor cantidad de colectas registradas en los pueblos originarios, estos son cruciales para la conservación

y manejo de la agrobiodiversidad de este cultivo. Lo anterior no solo por la alta riqueza racial de maíces registrada, sino también por las probabilidades de registrar más razas de maíz si se incrementa el número de colectas. Debido a las diferencias en la composición de las razas de maíces, los pueblos campesinos complementan y enriquecen este patrimonio biocultural emblemático. La diferencia composicional de la agrobiodiversidad en los pueblos analizados denotó que existen razas potencialmente vulnerables a la erosión biocultural y al cambio climático por su distribución restringida.

AGRADECIMIENTOS

Al financiamiento brindado por el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT-PRONACES 2019-03) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Se agradece la invaluable colaboración de Araceli Ramírez Juárez y Pablo César López López por la configuración de la base de datos.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Mapa de la diversidad de maíces nativos del estado de Puebla. DOI:10.13140/RG.2.2.33155.43048
https://www.researchgate.net/publication/356733859_Diversidad_de_maices_nativos_del_estado_de_Puebla

LITERATURA CITADA

- Agnoletti M, Rotherham ID (2015) Landscape and biocultural diversity. *Biodiversity Conservation* 24: 3155-3165.
- Boege E (2008) El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación *in situ* de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia - Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Mexico. 344p.
- Bray JR, Curtis JT (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Bridgewater P, Rotherham ID (2019) A critical perspective on the concept of biocultural diversity and its emerging role in nature and heritage conservation. *People and Nature* 1: 291-304.
- Brush SB, Perales H (2007) A maize landscape: ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121: 211-221.

- Castro-Colina L, Montpetit É (2017) The role of scientific excellence in the changing meaning of maize in Mexico. *Review of Policy Research* 35: 12-30.
- CONABIO (2017) Base de datos de maíz. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices>. Fecha de consulta: 12 de octubre de 2021.
- De Cáceres M, Legendre P (2009) Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology* 90: 3566-3574.
- Deb D (2022) The erosion of biodiversity and culture: Bankura district of West Bengal as an illustrative locale. *Ecology, Economy and Society-The INSEE Journal* 5: 139-176.
- Dufrêne M, Legendre P (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.
- Dyer GA, López-Feldman A, Yúnez-Naude A, Taylor JE (2014) Genetic erosion in maize's center of origin. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111: 14094-14099.
- FAO (2018) Globally important agricultural heritage systems: Combining agricultural biodiversity, resilient ecosystems, traditional farming practices and cultural identity. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 50p.
- Fenzi M, Zurita-Benavides MG, Argueta-Prado JQ (2021) Intersecting perspectives on Mexican maize landscapes: Farmers' strategies for crop diversity management. *Revue d'ethnoécologie* 1(Supplément 2): 1-8. DOI: 10.4000/ethnoecologie.7179
- Flores-Pérez L, López PA, Gil-Muñoz A, Santacruz-Varela A, Chávez-Servia JL (2015) Variación inter e intraracial de maíces nativos del altiplano de Puebla, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo* 47: 1-17.
- Gavin MC, McCarter J, Mead A, Berkes F, Stepp JR, Peterson D, Tang R (2015) Defining biocultural approaches to conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 30: 140-145.
- Hortelano-Santa Rosa R, Gil-Muñoz A, Santacruz-Varela A, López-Sánchez H, López PA, Miranda-Colín S (2012) Diversidad fenotípica de maíces nativos del altiplano centro-oriente del estado de Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35: 97-109.
- INPI (2008) Localidades con asentamientos históricos de población hablante de alguna lengua indígena, según el catálogo de lenguas indígenas nacionales. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. México. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/localidades-con-asentamientos-historicos-de-poblacion-hablante-de-alguna-lengua-indigena-segun->. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2021.
- Kindt R, Coe R (2022) BiodiversityR: package for community ecology and suitability analysis. R package version 2.14-2. <https://cran.r-project.org/web/packages/BiodiversityR/index.html>. Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022.
- Maass M (2018) Los sistemas socioecológicos (sse) desde el enfoque socioecosistémico (ses). En: Ávila Foucat VS, Perevochtchikova M (coord) *Sistemas socio-ecológicos, marcos analíticos y estudios de caso en Oaxaca, México*. UNAM. México. pp: 10-49.
- Oksanen J, Simpson GL, Guillaume-Blanchet F, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Solymos P, Stevens MHH, Szoecs E, *et al.* (2022) Vegan: community ecology package. R package version 2.6-2. <https://rdr.io/cran/vegan/>. Fecha de consulta: 7 de mayo de 2022.

- Ortega-Rubio A, Olmos-Martínez E, Blázquez MC (2021) Socioecology and biodiversity conservation. *Diversity* 13(9): 442. DOI: 10.3390/d13090442.
- Perales H, Golicher D (2011) Modelos de distribución para las razas de maíz en México y propuesta de centros de diversidad y de provincias bioculturales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 151p.
- R Development Core Team (2020) R: a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2020.
- Sánchez-Vega M, Córdova-Téllez L, Santacruz-Varela A, Castillo-González F, Castañeda-Saucedo MC, Robledo-Paz A, Méndez-López A (2019) Diversidad genética en accesiones de 10 razas mexicanas de maíz de altitudes intermedias. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10: 253-264.
- Santillán-Fernández A, Salinas-Moreno Y, Valdez-Lazalde JR, Bautista-Ortega J, Pereira-Lorenzo S (2021) Spatial delimitation of genetic diversity of native maize and its relationship with ethnic groups in Mexico. *Agronomy* 11(4): 672. DOI: 10.3390/agronomy11040672.
- Toledo VM, Barrera-Bassols N, Boege E (2019) ¿Qué es la diversidad biocultural?. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 62p.
- Ureta C, González-Salazar C, González E, Alvarez-Buylla ME, Martínez-Meyer E (2013) Environmental and social factors account for Mexican maize richness and distribution: a data mining approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 179: 25-34.
- Vallebueno-Estrada M, Rodríguez-Arévalo I, Rougon-Cardoso A, Martínez-González J, García-Cook A, Montiel R, Vielle-Calzada JP (2016) The earliest maize from San Marcos Tehuacán is a partial domesticate with genomic evidence of inbreeding. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113: 14151-14156.
- Velázquez-López J, Juárez-Sánchez JP, Ramírez-Valverde B, Ocampo-Fletes I, Jiménez-Morales J, Ramírez-Valverde G (2021) El maíz cacahuacintle. Determinación y caracterización de zonas de cultivo en México. *Revista de Geografía Agrícola* 67: 77-97.
- Winter K, Ticktin T, Quazi S (2020) Biocultural restoration in Hawai'i also achieves core conservation goals. *Ecology and Society* 25(1): 26. DOI: 10.5751/ES-11388-250126.