

Enfoque integral para la caracterización de maíces nativos en el centro de Veracruz, México

Integrated approach to the characterization of native maize varieties in Central Veracruz, Mexico

Francisco Bustos-Vázquez¹ , Rosa M. González-Amaro^{2*} , Armando Contreras-Hernández¹ ,
Tlacaoel Rivera-Núñez¹ , Carlos Flores-Romero¹ , Rosa G. Pérez-Hernández¹ ,
Gregorio Hernández-Salinas³ , Carolina Álvarez-Peredo¹ 

¹ Instituto de Ecología A. C., carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, 91073, Xalapa, Veracruz, México.

² Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación-Instituto de Ecología A. C., carretera antigua a Coatepec 351, 91073, El Haya, Xalapa, Veracruz, México.

³ Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, km 4 carretera a la Compañía s/n, Tepetitlanapa, 95005, Zongolica, Veracruz, México.

*Autor para correspondencia: rosa.gonzalez@inecol.mx

Fecha de recepción:
23 de marzo de 2026

Fecha de aceptación:
16 de junio de 2026

Disponible en línea:
11 de julio de 2026

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Cómo citar:

Francisco Bustos-Vázquez, F., González-Amaro, R. M., Contreras-Hernández, A., Rivera-Núñez, T., Flores-Romero, C., Pérez-Hernández, R. G., Hernández-Salinas, G., Álvarez-Peredo, C. (2026). Enfoque integral para la caracterización de maíces nativos en el centro de Veracruz, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 12, e0121030. <https://doi.org/10.30973/aap/2026.12.0121030>

RESUMEN

La diversidad de maíces nativos en México se conserva en sistemas campesinos, donde el conocimiento local es fundamental para su manejo y preservación. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la diversidad de maíces nativos cultivados en dos ambientes del centro de Veracruz mediante enfoques agromorfológicos y criterios campesinos. Se recolectaron 57 muestras de 30 productores de Coacoatzintla y Emiliano Zapata. La caracterización técnica consideró 18 variables morfológicas de mazorca, grano y olote, mientras que la caracterización local se documentó mediante grupos focales que incluyeron atributos morfológicos, biológicos, económicos y culturales. Se identificaron nueve razas nativas, entre ellas Tuxpeño, Coscomatepec y Elotes Cónicos como las más representativas, además del descubrimiento de Arrocillo en la región. Los resultados mostraron amplia variación intra-racial asociada al ambiente y al manejo local, así como un sistema campesino de clasificación que integra dimensiones ecológicas, culturales y económicas, que complementan a la caracterización técnica para su identificación y conservación regional

PALABRAS CLAVE

Caracterización local, conocimiento campesino, maíces nativos, diversidad agromorfológica, conservación *in situ*.

ABSTRACT

The diversity of native maize in Mexico is preserved in smallholder farming systems, where local knowledge plays a fundamental role in its management and conservation. This study aimed to characterize the diversity of native maize cultivated in two environments in central Veracruz using agromorphological approaches and farmers' criteria. A total of 57 samples were collected from 30 producers in Coacoatzintla and Emiliano Zapata. Technical characterization considered 18 morphological variables of the corn, grain, and cob, while local characterization was documented through focus groups that included morphological, biological, economic, and cultural attributes. Nine native varieties were identified, among them Tuxpeño, Coscomatepec, and Elotes Conicos as the most representative, in addition to the identification of Arrocillo in the region. The results showed wide intra-racial variation associated with environment conditions and local management, as well as a farmer classification system integrating ecological, cultural, and economic dimensions, complementing technical characterization for regional identification and conservation.

KEYWORDS

Local characterization, farmer knowledge, native maize, agromorphological diversity, *in situ* conservation.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es una de las semillas más importantes del mundo que ha movido economías y alimentado civilizaciones. Se han registrado 417 razas a nivel internacional (National Geographic, 2025), de las cuales 133 corresponden a Europa, África y Asia (Rebourg et al., 2003; Vargas, 2014), y más de 220 a América Latina (Goodman & Bird, 1977; Vigouroux et al., 2008; Wellhausen et al., 1951). Se han identificado 64 en México, 59 de ellas son nativas (Anderson, 1946; Hernández & Alanís, 1970; Ortega Paczka, 1985; Sánchez et al., 2000; Wellhausen et al., 1951). México es reconocido mundialmente como el centro de origen y diversificación del maíz, pues aquí se domesticó hace aproximadamente 10,000 años a partir del teocintle (Kato Yamanake et al., 2009).

Los maíces nativos presentan diversidad de colores (blanco, negro, amarillo, rojo, azul o morado) y formas (cilíndricos o cónicos), esto deriva de la selección ejercida principalmente sobre las características de las mazorcas cosechadas y sus granos, pero otros rasgos están asociados genéticamente (Louette & Smale, 2000; Perales et al., 2003). La caracterización de maíces nativos es esencial para entender su vasta diversidad genética, lo que permite proponer estrategias de conservación, mejora genética y aprovechamiento sostenible (González-Martínez et al., 2020). Al analizar características físicas (como la forma de la mazorca y el color del grano) y agronómicas (días de floración, rendimiento y resistencia a plagas), se comprende cómo estas variedades se adaptan a entornos específicos y preservan la identidad biocultural de las comunidades.

Para la caracterización de germoplasma, el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y Biodiversidad Mexicana ofrecen guías detalladas para describir variantes nativas, como la *Guía para la descripción de variedades nativas: maíz* (*Zea mays* L.) (SNICS, 2024) y la *Guía práctica para la descripción preliminar de colectas de maíz* (Rincón Sánchez, 2011), mismas que tienen fundamento en *Descriptores para maíz* (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos [CIMMYT], 1991). La descripción técnica de los maíces nativos de una localidad contribuye al entendimiento científico de su diversidad y sirve de base para fines académicos, además de para el diseño de programas de conservación en campo junto con los productores de la

comunidad. No obstante, este enfoque suele evidenciar una brecha entre el conocimiento técnico-científico y el saber campesino local. En consecuencia, las denominaciones de raza y tipos de grano descritos en manuales técnicos no siempre coinciden con los criterios de identificación y comprensión que los productores aplican a sus propios maíces.

Parte de la variación en los rasgos cuantitativos se atribuye a la adaptación al ambiente (Pecina Martínez et al., 2011), en particular, en relación con la altitud y climas variados (Gómez-Espejo, 2015). Sin embargo, el contexto social, resulta relevante dado que las prácticas de manejo pueden interpretarse en términos de atributos culturales de los grupos sociales, afectando la diversidad de los cultivos (Lozada, 2014). Estudios sobre la diversidad han aportado avances significativos en la comprensión de los procesos sociales, biológicos y sus interacciones (Lazos & Chauvet, 2011). Un trabajo que destaca es el de Leclerc & Coppens d'Eeckenbrugge (2012): en su revisión de la organización social de la diversidad genética de cultivos, proponen el modelo de interacción "Genética × Ambiente × Sociedad" ($G \times E \times S$, por sus siglas en inglés), en el que la interacción clásica entre factores genéticos y ambientales ($G \times E$), se sustituye por una interacción triple ($G \times E \times S$), donde S representa los factores de diferenciación social. Esto impone una estrategia de muestreo que respete los vínculos entre determinados grupos sociales y sus poblaciones de cultivos, con el fin de poner a prueba la identidad social de los agricultores como factor organizador de la diversidad genética de los cultivos.

Los productores conocen a sus maíces por los años de experiencia en el manejo del cultivo, y los describen con base en sus intereses y condiciones locales. Distinguen las variantes por caracteres morfológicos como el color y dureza del grano, la altura de la planta (Hernández & Alanís, 1970; Ortega Paczka, 1985); fenológicos como la duración del ciclo, días de floración y fructificación (Granados Ramírez & Sarabia Rodríguez, 2013); edafológicos como el tipo de suelo en el que se desarrolla (Reyes-Jaramillo, 2016); agronómicos como el rendimiento y resistencia a sequías (Castillo-Nonato, 2016; Rodríguez et al., 2015); entre otras. Los campesinos, a través de su conocimiento tradicional, juegan un papel clave en la conservación *in situ* de los maíces nativos. López-Morales et al. (2014) mencionan que la interacción constante entre los diferentes tipos de

maíces y las prácticas agrícolas tradicionales han generado una amplia diversidad morfológica y genética que puede ser aprovechada en programas de mejoramiento de maíces, donde se consideren tanto las características morfológicas como los conocimientos locales sobre el cultivo de los maíces nativos. Entonces, la participación de los campesinos se vuelve crucial para ejecutar estrategias de conservación de maíces nativos (Caetano et al., 2015), aportando criterios importantes para el proceso de caracterización e identificación de los mejores materiales en la zona.

En este contexto, es necesario el intercambio entre productores, técnicos y académicos para lograr un diálogo equitativo sobre los maíces de la comunidad. Para que los programas de conservación no sean solo esfuerzos de documentación académica, sino herramientas funcionales para los productores, se requiere que la caracterización no sea únicamente un estudio técnico, sino una estrategia integral para preservar el patrimonio biocultural y garantizar la seguridad ali-

mentaria, especialmente en México como centro de origen del maíz.

El propósito de este artículo es contribuir al estudio de los maíces de Veracruz mediante una caracterización que integra procedimientos técnicos con el uso de manuales especializados y la participación activa de los productores para, con ello, describir y reconocer la diversidad de maíces locales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características del área estudio

El estudio se desarrolló en dos municipios de la región central del estado de Veracruz, México: Coacoatzintla y Emiliano Zapata, los cuales fueron seleccionados por representar ambientes contrastantes donde persiste el cultivo de maíces nativos (Figura 1). Coacoatzintla se ubica en la zona montañosa central, a una altitud de 1,300 y 2,600 msnm, con clima templado húmedo

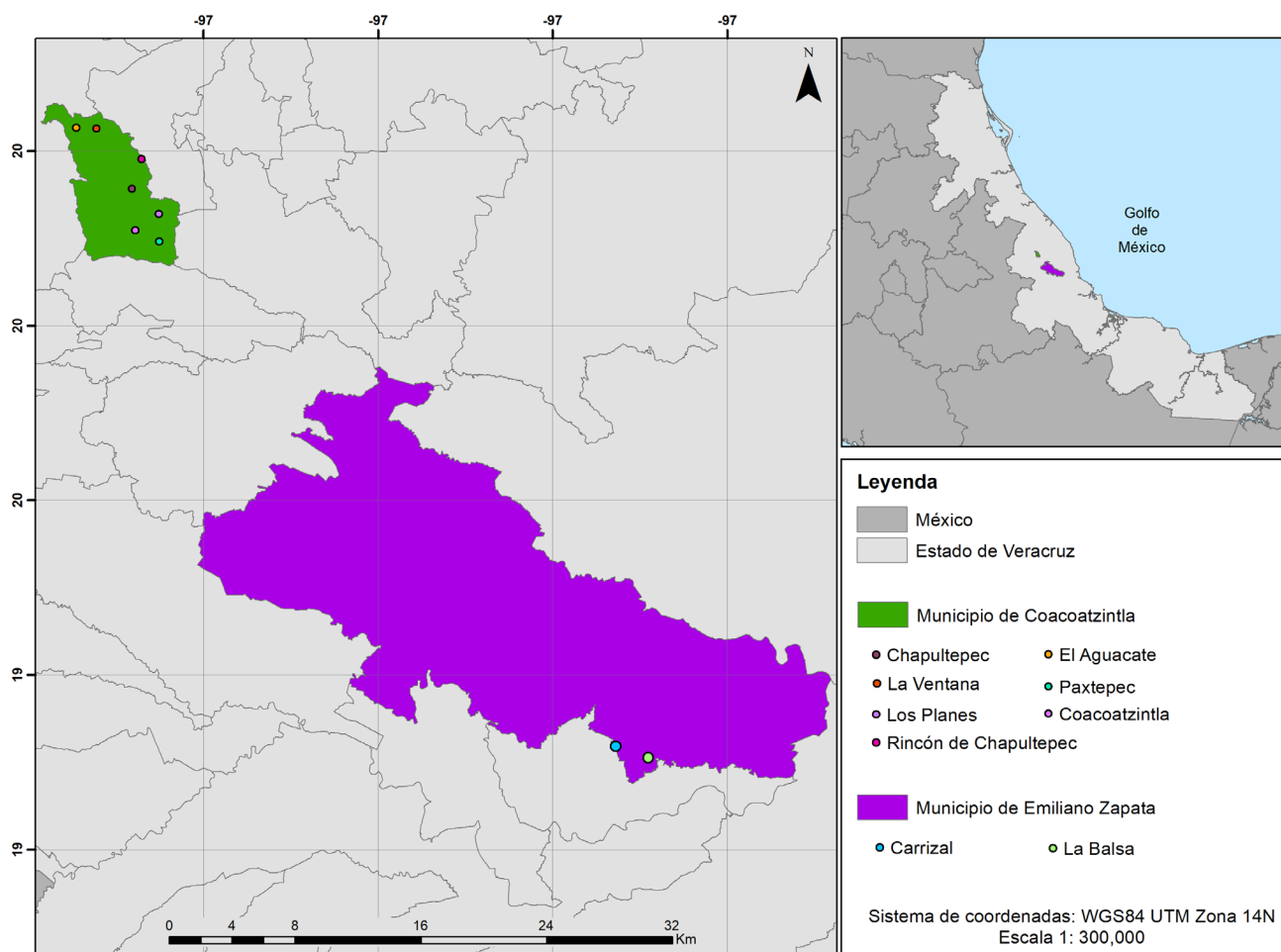


Figura 1. Ubicación de los municipios de estudio en la región central del estado de Veracruz, México.

y temperaturas promedio de 16 °C a 20 °C. En esta región, predomina el cultivo bajo el sistema milpa en condiciones de temporal con maíz nativo asociado con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), haba (*Vicia faba* L.), calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Huber), avena (*Avena sativa* L.) y diversos frutales. En el caso de Emiliano Zapata, la localidad se ubica a una altitud de 400-500 msnm, con clima cálido húmedo y temperaturas promedio de 22 °C a 25.6 °C; donde los productores establecen el sistema milpa con maíces nativos e híbridos asociados con calabaza pipián (*C. argyrosperma*), frijol, cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) y frutales tropicales.

Selección de participantes y colecta de muestras

La selección de participantes se hizo mediante un muestreo dirigido (Rendón Medel et al., 2007), orientado a identificar productores que cultivan maíces nativos en ambos municipios. Se llevaron a cabo reuniones con autoridades locales, representantes ejidales y regidores de fomento agropecuario municipal, quienes facilitaron el contacto inicial con campesinos reconocidos por mantener variedades locales. Posteriormente, se empleó la técnica de bola de nieve, solicitando a los productores que recomendaran a otros campesinos con experiencia en el manejo de maíces nativos, lo que permitió ampliar la red de colaboración (Mendieta Izquierdo, 2015). En total participaron 30 productores (15 por municipio). A cada productor se le solicitó una muestra de 40 mazorcas por cada tipo o variedad de maíz nativo que siembran. Como resultado, se obtuvieron 57 muestras, cada una integrada por 40 mazorcas representativas del maíz sembrado y seleccionado por productor, cada muestra fue registrada con su hoja pasaporte.

Caracterización técnica

La caracterización técnica morfológica de las muestras se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en *Descriptores para maíz* (IBPGR, 1991) y en la *Guía para la descripción de variedades nativas: maíz* (*Zea mays* L.) (SNICS, 2024). Con base en estas guías, se evaluaron 18 variables morfológicas relacionadas con las características de mazorca, grano y olote (Cuadro 1). Las variables medidas fueron: 1) forma de la mazorca, 2) número de hileras, 3) granos por hilera, 4) longitud

de la mazorca, 5) diámetro de la mazorca, 6) relación longitud-diámetro, 7) color del olote, 8) diámetro del olote, 9) factor de desgrane, 10) color del grano, 11) textura del grano, 12) ancho del grano, 13) grosor del grano, 14) longitud del grano, 15) longitud por ancho del grano, 16) grosor por ancho, 17) volumen de 100 granos y 18) peso de 100 granos (Aragón et al., 2012). Con base en el análisis de estos descriptores, se determinó una aproximación del nombre de raza.

Caracterización local

La caracterización local se llevó a cabo mediante grupos focales en cada municipio, con la participación de los campesinos previamente entrevistados y reconocidos por sembrar maíces nativos. Durante estas sesiones se presentaron fotografías y mazorcas provenientes de las recolectas locales y se hicieron las siguientes seis preguntas: ¿cómo se llama este maíz? ¿cómo describe a este maíz? ¿cómo se usa este maíz? ¿qué aspectos influyen en el desarrollo de este maíz? ¿cuáles son las ventajas de este maíz? y ¿cuáles son las desventajas de este maíz?, lo que detonó un ejercicio colectivo orientado a documentar la forma en que los campesinos identifican y distinguen su diversidad de maíces.

La información generada fue registrada durante las sesiones en papelógrafos. Los participantes describieron cada material desde su perspectiva, tomando en cuenta el nombre común, características de la mazorca y el grano, duración del ciclo de cultivo, tipo de suelo y clima requerido para la siembra del maíz. Se registraron 11 variables con las cuales los participantes describen sus maíces: tipo de maíz, nombre común, color, tamaño de la mazorca, tipo de grano, tipo de olote, tipo de ciclo, tipo de suelo, tipo de clima, humedad requerida y costo del grano por kilogramo (Cuadro 2).

Análisis de datos

Los datos de las 18 variables evaluadas en las mazorcas se organizaron en hojas de cálculo para determinar su promedio y error estándar (Cuadro 1). Con los datos obtenidos, se cotejó la información de las razas registradas para Veracruz; asimismo, con asistencia especializada de Flavio Aragón Cuevas (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y

Pecuarías-CIRPAS Oaxaca) se clasificó por raza cada recolecta. Se realizaron análisis descriptivos con base en los patrones, tendencias y rangos de variación para cada raza. En la raza Tuxpeño, que es la más representativa en ambos municipios, se analizó la homogeneidad y normalidad de los datos y, posteriormente, se realizó un análisis multivariado de la varianza (MANOVA), tomando en cuenta 11 variables cuantitativas: número de hileras, número de granos, diámetro de la mazorca, largo de la mazorca, diámetro del olote, relación longitud diámetro, ancho del grano, largo del grano, grosor del grano, relación ancho longitud y relación grosor ancho; con estas, es posible definir diferencias entre las recolectas de los dos ambientes. La caracterización local fue organizada en matrices comparativas para identificar regularidades y diferencias en los criterios de identificación utilizados en cada municipio.

Posteriormente, la caracterización local y la caracterización técnica se integraron en una gráfica aluvial diseñada en RAW Graphs para visualizar las correspondencias entre la caracterización técnica y la local (Figura 2) (DensityDesign, 2024).

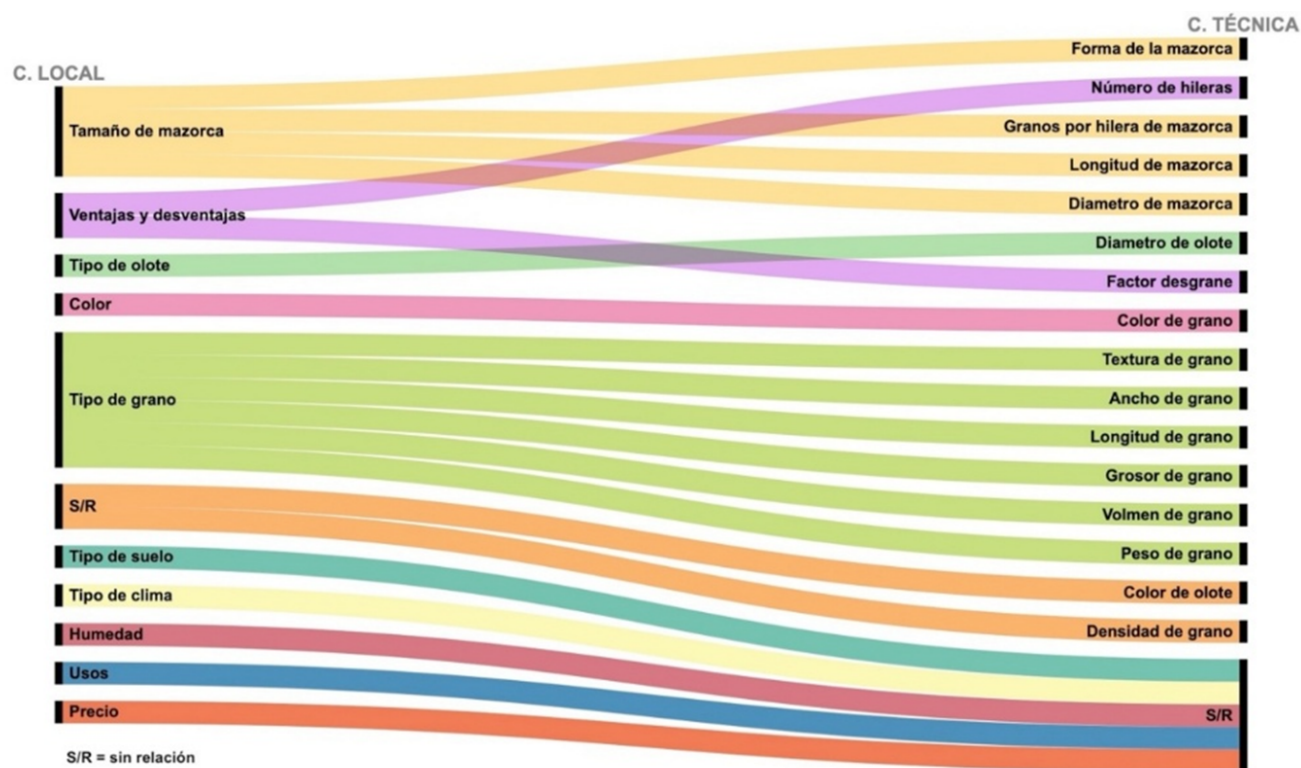


Figura 2. Relación entre criterios locales de identificación y variables técnicas utilizadas en la caracterización de maíces nativos; Veracruz, México.

Nota: C. local = caracterización local; C. técnica = caracterización técnica; S/R = sin relación.

Cuadro 1. Datos de la caracterización técnica de maíces nativos por raza en dos municipios del centro de Veracruz, México.

Raza	FM	NH	GH	LM (mm)	DM (mm)	LDM	CO	DO	FD	CG	TG	AG (mm)	LG (mm)	GG (mm)	ALG	GAG	VG (mm ³)	PG (g)
Coacoatzintla																		
Arrocillo	3	10.13 ± 0.2	32.13 ± 0.1	158.36 ± 4.8	39.38 ± 0.5	4.02 ± 0.1	B	18.10 ± 1.0	87.3	bc	SD	9.63 ± 0.2	13.21 ± 0.2	4.27 ± 0.1	0.73 ± 0.0	0.45 ± 0.0	44.30	32.94
Chalqueño	3	12.53 ± 0.4	35.33 ± 2.3	140.8 ± 4.7	40.41 ± 0.1	3.48 ± 0.0	C	18.43 ± 2.3	83.0	bc	D	8.53 ± 0.2	12.52 ± 0.1	3.53 ± 0.0	0.68 ± 0.0	0.41 ± 0.0	43.00	29.00
Coscomatepec	3	11.46 ± 0.4	34.93 ± 1.8	156.8 ± 5.1	40.40 ± 0.7	3.88 ± 0.1	B	19.25 ± 2.4	88.9	A	D, SD	8.74 ± 0.2	12.12 ± 0.3	4.21 ± 0.1	0.72 ± 0.0	0.49 ± 0.0	54.10	37.30
Elotes Cónicos	3	12.98 ± 0.3	35.82 ± 0.6	153.15 ± 2.4	42.69 ± 0.5	3.60 ± 0.1	C	22.38 ± 0.3	85.6	n	D	8.65 ± 0.1	11.83 ± 0.2	3.93 ± 0.1	0.73 ± 0.0	0.45 ± 0.0	43.33	30.55
Pepitilla	1, 3	11.72 ± 0.1	41.24 ± 0.4	170.41 ± 1.64	43.68 ± 0.3	3.92 ± 0.0	B, C	19.78 ± 0.4	87.1	bc	D	9.31 ± 0.1	12.92 ± 0.1	3.79 ± 0.0	0.72 ± 0.0	0.41 ± 0.0	51.87	33.02
Tuxpeño	1, 3	12.77 ± 0.2	41.6 ± 0.5	188.37 ± 3.1	47.15 ± 0.6	4.00 ± 0.1	B, C	23.86 ± 0.1	89.7	a, bc	D, SD	9.42 ± 0.1	12.76 ± 0.1	4.25 ± 0.1	0.74 ± 0.0	0.49 ± 0.0	64.80	37.60
Emiliano Zapata																		
Ancho	1	10.67 ± 0.5	41.33 ± 0.9	201.53 ± 5.0	50.07 ± 0.4	4.03 ± 0.1	B, C	24.02 ± 1.1	90.0	bc	D, SD	11.58 ± 0.28	13.84 ± 0.1	4.70 ± 0.1	0.84 ± 0.0	0.41 ± 0.0	86.00	51.00
Elotes Cónicos	1	12.24 ± 0.27	37.76 ± 0.71	172.27 ± 2.4	48.61 ± 0.5	3.56 ± 0.1	B	24.80 ± 1.2	84.3	n	D, SD	10.18 ± 0.1	12.72 ± 0.1	4.36 ± 0.1	0.80 ± 0.0	0.43 ± 0.0	59.05	39.70
Olotillo	1	10.24 ± 0.1	40.67 ± 0.6	183.56 ± 2.3	46.57 ± 0.4	3.96 ± 0.1	B	22.16 ± 0.5	87.2	bc	D, SD	10.87 ± 0.1	13.48 ± 0.1	4.21 ± 0.1	1.36 ± 0.1	0.39 ± 0.0	69.48	42.62
Tuxpeño	1	12.91 ± 0.2	35.70 ± 0.6	162.92 ± 1.89	48.23 ± 0.4	3.41 ± 0.1	B	25.40 ± 0.3	83.4	bc	D, SD	9.77 ± 0.1	12.80 ± 0.1	4.15 ± 0.1	0.77 ± 0.01	0.43 ± 0.01	59.11	39.07
Vandeno	1	14.27 ± 0.6	40.60 ± 1.8	188.80 ± 4.6	53.03 ± 1.1	3.60 ± 0.1	C	26.50 ± 1.1	89.7	bc	SD	9.88 ± 0.2	13.54 ± 0.2	4.48 ± 0.4	0.73 ± 0.0	0.46 ± 0.0	61.00	40.85

FM = forma de la mazorca (1: cilíndrica, 2: cónica, 3: cónica cilíndrica); NH = número de hileras en la mazorca; GH = granos por hilera; LM = largo de mazorca; DM = diámetro de mazorca; LDM = longitud por diámetro de mazorca; CO = color de olote (B: blanco, C: crema); DO = diámetro de olote; FD = factor desgrane; CG = color de grano, (bc: blanco cremoso, ac: amarillo claro, n: negro, ao: azul oscuro); TG = textura grano (C: cristalino, D: dentado, SD: semidentado); AG = ancho de grano; LG = largo de grano; GG = grosor de grano; ALG = ancho por longitud de grano; GAG = grosor por ancho de grano; VG = volumen de grano; PG = peso de grano.

Cuadro 2. Datos de la caracterización local de maíces nativos por raza en dos municipios del centro de Veracruz, México.

Raza	Nombre común	Color	Tamaño de mazorca	Tipo de grano	Tipo de olote	Tipo de ciclo	Tipo de suelo	Tipo de clima	Humedad requerida	Costo (\$) x kg
Coacoatzintla										
Arrocillo	Arrocito	Amarillo o blanco	Molcatito	Granillo o Arrocillo	Delgado	Largo (6-7 meses)	Suelo rojo barreal	Frío	50 - 80%	\$50 kg palomero y \$16 kg tortilla
Chalqueño	Criollo	Blanco	Grande (18 - 20 cm)	Grueso, gordito	Grueso	Largo (7 meses)	Arcilloso y arenoso	Frío	60 - 90 %	\$7 - \$9
Coscomatepec	Criollo amarillo	Amarillo	Grande (20 cm)	Mixto	Delgado	Largo (7-8 meses)	Arcilloso y arenoso	Frío	60 - 90 %	\$7 - \$9
Elotes Cónicos	Criollo	Blanco	Grande (20 cm)	Aplanadito	Grueso	Largo (7-8 meses)	Arcilloso y arenoso	Frío	60 - 90 %	\$7 - \$9
Pepitilla	Maíz negro o azul	Negro	Mediana (15 - 20 cm)	Alargado	Intermedio	Largo (7-8 meses)	Arcilloso y arenoso	Frío	60 - 90 %	\$15 - \$20
Tuxpeño	Criollo	Blanco y amarillo	Grande (20 cm)	Tamaño normal	Intermedio	Largo (7-8 meses)	Arcilloso y arenoso	Frío	60 - 90 %	\$8.5 - \$20
Emililiano Zapata										
Ancho	Maíz ancho	Blanco cremoso	Grande (25 - 30 cm)	Delgado, grande y ovalado	Grueso	Corto (3 meses)	Tierra negra	Cálido	50%	\$6 - 7\$
Elotes Cónicos	Maíz negro	Negro	Grande (25 - 30 cm)	Muy grueso	Grueso	Corto (3 meses)	Tierra negra o calichuda	Cálido	70%	\$10 - \$15
Olotillo	Maíz delgado	Blanco cremoso	Mediana y delgada	Alargado y grande	Delgado y frágil	Corto (3 meses)	Todo tipo de suelo	Cálido	50%	\$6 - \$/
Tuxpeño	Maíz amarillo	Amarillo	Mediana	Mediano	Grueso o delgado	Corto (3 meses)	Tierra negra	Cálido	50%	\$6 - \$7
Vandéño	Maíz delgado	Blanco cremoso	Mediana (20 cm)	Ancho y ovalado	Mediano	Corto (3 meses)	Tierra negra	Cálido	50%	\$6 - \$7

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad de maíz

Las recolectas de maíces de los municipios de Emiliano Zapata y Coacoatzintla correspondieron a nueve razas, de las cuales dos se encontraron en ambos municipios. En Coacoatzintla se determinaron seis razas: Arrocillo, Coscomatepec, Tuxpeño, pepitilla, Elotes Cónicos y chalqueño. En Emiliano Zapata, cinco razas: ancho, Elotes Cónicos, olotillo, Tuxpeño y vandeño. Cabe mencionar que la mayoría de las recolectas presentan mezcla racial, pues en Coacoatzintla se registró influencia notable de las razas Tuxpeño y pepitilla, mientras que, en Emiliano Zapata existe mayor influencia de Tuxpeño y olotillo.

De las razas identificadas en este estudio, ocho coinciden con los registros de la región central de Veracruz del *Proyecto global de maíces nativos* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2011). Asimismo, la presencia de las razas Tuxpeño, Elotes Cónicos, chalqueño y cónico concuerda con lo reportado previamente (Martínez-Sánchez et al., 2017; Sánchez-Hernández et al., 2014; Sierra-Macías et al., 2014). Adicionalmente, la identificación de la raza Arrocillo en Coacoatzintla es un hallazgo que constituye un nuevo registro regional, y sugiere que la agrobiodiversidad de maíces en Veracruz podría estar subestimada, particularmente en zonas donde los esfuerzos de colecta han sido escasos o metódicos (Flores-Hernández et al., 2022; González-Martínez et al., 2020).

La distribución de las razas evaluadas evidenció una estrecha relación entre la adaptación ambiental y las prácticas de manejo local (Figura 2). En Coacoatzintla, caracterizado por un ambiente templado y húmedo, predominaron materiales de ciclo intermedio y tardío pertenecientes al complejo cónico, los cuales se distinguen por presentar mazorcas de forma cónica, patrón congruente con las condiciones templadas y de alta humedad características de la región (Torres-Morales et al., 2022). Por el contrario, en Emiliano Zapata, bajo condiciones cálido-húmedas, se observó mayor presencia de razas de ciclo corto, como Tuxpeño y olotillo, asociadas con sistemas de producción sujetos a mayor variabilidad climática, que requieren materiales más precoces y la adaptación a suelos más heterogé-

neos (Paliwal et al., 2001). Particularmente en la raza Tuxpeño, el MANOVA, con base en 11 variables morfológicas de mazorca, reveló diferencias significativas ($p < 0.05$) entre Emiliano Zapata y Coacoatzintla. Las variables que más contribuyeron a esta diferenciación fueron el número de granos por hilera, el diámetro y la longitud de la mazorca, la relación longitud-diámetro de la mazorca, el ancho del grano y la relación longitud-ancho del grano, lo que confirma la influencia conjunta del ambiente y del manejo local sobre la expresión fenotípica de esta raza.

Resultados similares han sido documentados en maíces de regiones templadas y cálidas, donde las diferencias morfológicas y agronómicas se atribuyen principalmente a la adaptación genética a factores como la temperatura, el fotoperiodo y la presión de plagas. En ambientes templados, los maíces suelen presentar ciclos de vida más largos debido a las bajas temperaturas, lo que retrasa la maduración; asimismo, las plantas tienden a ser más bajas y robustas, características que favorecen su resistencia a los vientos en zonas de montaña (Torres-Morales et al., 2022). En contraste, en regiones cálidas predominan materiales de mayor precocidad y crecimiento acelerado, capaces de evitar periodos de humedad excesiva o el cierre de la temporada agrícola en áreas tropicales. Estas plantas suelen desarrollar mayor biomasa y mazorcas con mejor cobertura, atributos que contribuyen tanto a su aprovechamiento forrajero como a la protección frente a plagas (Paliwal et al., 2001).

Las recolectas evidenciaron una significativa variación intrarracial en el tamaño, forma y coloración de mazorcas y granos. Esta diversidad morfológica, sumada a la coexistencia de razas tropicales (Tuxpeño y olotillo) y de zonas templadas o montañosas (chalqueño y cónico), demuestra la notable plasticidad ambiental del maíz y la capacidad de los sistemas campesinos para conservar sus materiales. Dicho patrón de conservación *in situ* responde a procesos dinámicos de selección local, intercambio de semilla y adaptación continua a microambientes específicos (Louette et al., 1997; Van Heerwaarden et al., 2011). Asimismo, la magnitud de esta variabilidad morfológica coincide con los análisis moleculares de Barrera-Guzmán et al. (2020), quienes registraron 19 % de variación intrapoblacional y 38 % entre individuos en 25 razas mexicanas, lo que ratifica el papel fundamental de la selección

agrícola tradicional en la configuración actual de los agroecosistemas.

Caracterización técnica

Los maíces mostraron diferencias notables en atributos clave de la mazorca, como longitud, diámetro, número de hileras y tamaño del grano (Cuadro 1). También se registraron diferentes colores del grano y del olote, rasgos que, aunque no determinan el comportamiento agronómico, son relevantes para la identidad racial y el uso culinario.

La mayoría de los maíces de Coacoatzintla presentan mazorcas de forma cilíndrico-cónica, mientras que los maíces de Emiliano Zapata muestran principalmente forma cilíndrica. La raza vandeño registra el mayor número de hileras, mientras que olotillo presenta el menor. El maíz ancho destaca por tener el mayor número de granos por hilera. Asimismo, vandeño y ancho presentan las mazorcas de mayor tamaño, en contraste con Arrocillo y chalqueño, que muestran las más pequeñas. Por otra parte, vandeño y Tuxpeño presentan los olotes de mayor grosor.

En el factor de desgrane, los maíces ancho (90 %), Tuxpeño (89.7 %) y vandeño (89.7 %) presentaron los valores más altos, lo que sugiere que estas razas podrían asociarse con mayores rendimientos. Esta métrica determina el porcentaje del peso total de la mazorca que corresponde al grano útil; valores superiores al 85 % se consideran indicativos de razas con buen potencial de rendimiento (Pecina Martínez et al, 2011).

En cuanto al tipo de grano, encontramos que la mayoría de los maíces presentaron granos semidentados; No obstante, los de la raza Tuxpeño son granos dentados, mientras que Elotes Cónicos presentó granos semiharinosos. La raza ancho destacó por poseer los granos más anchos y grandes de acuerdo con su volumen; en cambio, chalqueño presentó los granos más delgados. En contraste, la raza Elotes Cónicos registró los granos de menor tamaño. Finalmente, resulta notable que, aunque Arrocillo en general presentó mazorcas de menor tamaño, sus granos son muy alargados.

Desde el punto de vista técnico, la caracterización agromorfológica permitió identificar patrones consistentes entre razas y describir la variación fenotípica

presente en los materiales recolectados. No obstante, la variación observada dentro de una misma raza y entre municipios evidencia una limitación conocida de los esquemas técnicos de clasificación: su dificultad para capturar la diversidad funcional que emerge bajo condiciones reales de manejo campesino. La expresión fenotípica de los materiales parece responder no solo a la base genética, sino también a la interacción con el ambiente y las prácticas agrícolas locales, como ha sido señalado en estudios previos sobre diversidad de maíces nativos (Perales et al., 2003; Van Heerwaarden et al., 2011).

Caracterización local de la diversidad de maíces nativos

El análisis de la información generada en los grupos focales mostró que los productores poseen un sistema propio y estructurado de clasificación del maíz, con base en criterios que integran atributos morfológicos visibles, desempeño agronómico, usos culinarios y apreciaciones culturales (Cuadro 2). Entre los elementos más mencionados para distinguir los materiales, se encontraron el tamaño de la mazorca, el color, la forma y el tamaño del grano, así como el grosor de olote. Para mayor detalle, los productores señalan la duración del cultivo en meses y el tipo de suelo en el que se desarrollan: de seis a ocho meses en suelo rojo, arcilloso a arenoso en el caso de Coacoatzintla, y ciclo de tres meses en suelo calichudo (con piedras) a tierra negra en Emiliano Zapata. De manera adicional, mencionaron también el porcentaje de humedad requerida para su buen crecimiento, con valores altos hasta de 90 % para Coacoatzintla y menores de 50 % en Emiliano Zapata, condiciones diferenciadas entre municipios asociadas al carácter ambiental. Los productores de Coacoatzintla destacaron criterios vinculados al comportamiento del maíz en superficies de ladera y presencia de humedad, como la resistencia al acame y la capacidad de llenar grano, mientras que en Emiliano Zapata los productores subrayaron atributos relacionados con la precocidad y la resistencia a sequía, características propias del ambiente tropical subhúmedo. Estos criterios se acercan a razas reconocidas formalmente y permiten distinguir tipos locales que no necesariamente corresponden a categorías técnicas establecidas, pero

que resultan funcionales y significativos en la práctica agrícola.

Respecto a usos, también se mencionaron valoraciones de la calidad para diferentes preparaciones culinarias y la preferencia del mercado local. Se enfatizó la importancia del tamaño y peso del grano para la elaboración de tortillas, tamales y otros alimentos tradicionales, lo cual revela una estrecha relación entre atributos morfológicos y usos culinarios. También se observó una preferencia particular hacia ciertos colores de grano, la mayoría indica que siembra maíz blanco y en menor medida los maíces amarillos o negros, lo cual se encuentra asociado a precios locales. Sobresale la importante diferencia en precio con mayores valores para los maíces pigmentados que, paradójicamente, son los que se siembran menos. El argumento es que resulta más fácil vender el maíz blanco a menor precio que el amarillo o el negro para tortillería.

Aunque ambos municipios comparten algunos criterios centrales (como el color del grano, la forma de la mazorca o el ciclo de cultivo), la manera en que estos atributos se interpretan y se priorizan difiere según el contexto productivo y cultural. Esta multiplicidad de criterios locales evidencia que los productores no clasifican sus maíces únicamente con base en características morfológicas, sino mediante una evaluación integral del material, en la que convergen funcionalidad agronómica, identidad cultural y valor económico. En consecuencia, el conocimiento campesino no solo complementa la caracterización técnica, sino que amplía la comprensión de la diversidad al incorporar dimensiones que los descriptores morfológicos no contemplan.

En este contexto, la caracterización local aporta una perspectiva complementaria al revelar que los productores emplean un sistema propio de clasificación, basado en criterios que integran rasgos morfológicos visibles, desempeño agronómico, usos culinarios y valoraciones culturales. Estos resultados son congruentes con trabajos que han destacado el papel del conocimiento campesino en la identificación y manejo de la diversidad agrícola (Castillo-Nonato & Chávez-Mejía, 2013; Fuentes Figueroa et al., 2022; Ortiz-Timoteo et al., 2014). A diferencia de los descriptores técnicos estandarizados, los criterios locales incorporan variables contextuales (como tipo de suelo, humedad, clima y aceptación en el mercado) que resultan centrales para

la toma de decisiones en el manejo cotidiano del cultivo. Además, los productores reconocen de manera explícita la variabilidad intrarracial como un rasgo esperado y funcional, lo que les permite ajustar el uso y la selección de los materiales a condiciones ambientales específicas.

Integración entre la caracterización técnica y local

Se usan 27 caracteres locales y técnicos para describir y distinguir a las variedades nativas de maíz. Los productores mencionan cuatro caracteres de la mazorca y grano para describir a su maíz, mientras que en los manuales técnicos para mazorca y grano implican hasta 14 caracteres para describirlos. De todos los criterios identificados, 19 convergen entre locales y técnicos, cinco son solo campesinos y solo dos, científicos (Figura 2).

La integración de los enfoques técnicos y locales se representa mediante la gráfica aluvial, la cual permitió visualizar con claridad la relación entre los descriptores morfológicos y los criterios campesinos de identificación (Figura 3). Esta representación evidenció que, en varios casos, existe una correspondencia directa entre ambos enfoques: atributos como el color del grano, la forma y tamaño de la mazorca, el número de hileras y el ciclo de cultivo fueron mencionados por los productores y coinciden con rasgos observados en la caracterización técnica, lo que sugiere que estos rasgos constituyen elementos centrales en la diferenciación y selección de los maíces nativos.

La correspondencia observada entre los descriptores técnicos y los criterios campesinos de identificación sugiere que los productores reconocen y seleccionan los maíces nativos a partir de atributos fenotípicos claramente distinguibles, además que evidencia cómo el conocimiento local se sustenta en una observación detallada y acumulativa del comportamiento de los materiales en campo. Estos resultados respaldan la utilidad de integrar enfoques técnicos y locales para comprender de manera integral la diversidad agrícola.

También se observa que los productores hacen una descripción morfológica gruesa de la mazorca y el grano, lo que parece suficiente para la comunicación entre locales, pero para el diálogo con personas externas es complejo, pues aquí, la caracterización

morfológica detalla los rasgos y nos acerca a la identificación de raza de maíz para una mejor comprensión.

No obstante, la gráfica también reveló zonas de divergencia, donde los criterios locales incorporan dimensiones que no se encuentran contempladas en los descriptores técnicos estándares. Entre estos criterios, destacan la aptitud culinaria, la calidad del desgrane, la resistencia a la humedad o al tipo de suelo, la capacidad para tolerar ciertas condiciones de sequía y valoraciones culturales o económicas que asignan un significado particular a determinados colores o texturas de grano. Estos criterios, ausentes en la clasificación morfológica formal, resultan fundamentales para comprender por qué ciertos materiales se mantienen y adquieren relevancia local.

La integración técnico-local mostró, además, que la variación intrarracial identificada en la caracterización morfológica encuentra paralelos en las narrativas de los productores, quienes reconocen diferencias funcionales entre materiales que, bajo un esquema técnico, podrían considerarse pertenecientes a la misma categoría racial. Esto sugiere que el conocimiento campesino opera en una resolución más fina, identificando unidades eficaces con base en desempeño, aptitud culinaria o adaptación ambiental, más allá de la taxonomía racial formal.

La integración de ambos enfoques, visualizada mediante la gráfica aluvial, refuerza la idea de que la caracterización técnica y la local no son enfoques opuestos, sino complementarios. Mientras la caracterización técnica ofrece una base estandarizada para describir la variación morfológica, la caracterización local amplía la interpretación al incorporar dimensiones ecológicas, culturales y económicas que influyen en la permanencia de los materiales en los sistemas productivos. Esta complementariedad ha sido señalada como un elemento clave para comprender la dinámica de la diversidad agrícola en sistemas tradicionales (Hernández-Salinas et al., 2024; López-Morales et al., 2021; Morris & Bellon, 2004), y permite reconocer a los productores no solo como custodios pasivos de la diversidad, sino como actores activos en su transformación y conservación (Bellon et al., 2009; Van Heerwaarden et al., 2011).

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que la diversidad de maíces nativos no puede ser comprendida únicamente a partir de criterios morfológicos

estandarizados, ya que los sistemas locales de clasificación integran elementos funcionales y contextuales que responden a las condiciones específicas de manejo y uso. En este sentido, aunque la caracterización técnica constituye una herramienta fundamental para ordenar y comparar la variabilidad fenotípica entre materiales, su alcance resulta limitado para explicar los procesos sociales, culturales y ecológicos que sostienen dicha diversidad en los agroecosistemas tradicionales.

Finalmente, los resultados subrayan la relevancia de enfoques integradores para la evaluación de la diversidad de maíces nativos en la región central de Veracruz. Las razas como Arrocillo, Tuxpeño y Elotes Cónicos presentan atributos que les confieren valor adaptativo, económico y cultural, favoreciendo su permanencia en los agroecosistemas locales (Del Rosario-Arellano et al., 2024; Purroy-Vásquez et al., 2022; Salas-Huerta & Hernández-Salinas, 2023). En conjunto, la evidencia sugiere que la comprensión de la diversidad de maíces nativos se fortalece cuando se articulan los enfoques técnico y local, ofreciendo un marco más completo para futuros estudios y para el diseño de estrategias orientadas a la conservación y uso sostenible de estos recursos genéticos.

CONCLUSIONES

La caracterización técnica permitió identificar patrones generales entre las distintas razas, mientras que la caracterización local aportó una comprensión más contextualizada de esta diversidad, incorporando dimensiones socioculturales que no son captadas por los descriptores estandarizados. La integración de ambos enfoques evidenció que esta diversidad no puede comprenderse plenamente desde una sola perspectiva. Si bien la caracterización técnica proporciona una base estructurada para la identificación racial, el conocimiento campesino opera a una escala más detallada, al reconocer variaciones intrarraciales y atributos relacionados con el desempeño agronómico, los usos culinarios y las condiciones locales de cultivo. Más que enfoques contrapuestos, ambos sistemas de conocimiento son complementarios y, al articularse, permiten una comprensión más amplia e integral de la diversidad conservada en los sistemas agrícolas tradicionales.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación por la beca de maestría otorgada a Francisco Bustos-Vázquez. A las familias rurales del municipio de Coacoatzintla y Emiliano Zapata de Veracruz por su participación y atenciones durante el desarrollo de trabajo de campo. A Flavio Aragón Cuevas por el apoyo en la identificación de razas de maíz.

LITERATURA CITADA

- Anderson, E. (1946). Maize in Mexico a preliminary survey. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 33(2), 147-247. <https://doi.org/10.2307/2394428>
- Aragón, C. F., Figueroa, J. D. C., Flores Z., M., Gaytán M., M., & Véles, M. J. J. (2012). *Calidad Industrial de Maíces Nativos de la Sierra Sur de Oaxaca*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Barrera-Guzmán, L. A., Legaria-Solano, J. P., & Ortega-Paczka, R. (2020). Diversidad genética en poblaciones de razas mexicanas de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 121-125. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.121>
- Bellon, M. R., Barrientos-Priego, A. F., Colunga-GarcíaMarín, P., Perales, H., Reyes Agüero, J. A., Rosales-Serna, R., & Zizumbo-Villarreal, D. (2009). Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. *Capital Natural de México*, 2, 355-382.
- Caetano, C. M., Peña C., R. D., Maigual J., J. L., Vázquez D., L. N., Caetano Nunes, D., & Pazdiora, B. R. C. N. (2015). Mejoramiento participativo: herramienta para la conservación de cultivos subutilizados y olvidados. *Acta Agronómica*, 64(3), 307-327. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3sup.50550>
- Castillo-Nonato, J. (2016). Conservación de la diversidad del maíz en dos comunidades de San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13, 217-235. <https://doi.org/10.22231/asyd.v13i2.327>
- Castillo-Nonato, J., & Chávez-Mejía, C. (2013). Caracterización campesina del manejo y uso de la diversidad de maíces en San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(1), 23-38.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). *Proyecto global de maíces nativos*. CONABIO. <https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices>
- Del Rosario-Arellano, J. L., Salazar-Ortiz, J., Andrés-Meza, P., Serna-Lagunes, R., Borbonio-Fernández, V., Real-Garrido, C. J., & Coria-Gil, N. A. B. (2024). Características agronómicas y forrajeras de variedades nativas de maíz en Las Montañas, Veracruz, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 10(1), e0101003. <https://doi.org/10.30973/aap/2024.10.0101003>
- Density Design. (2024). *RAWGraphs*. <https://rawgraphs.io/>
- Fuentes Figueroa, T., Parrales Quimis, A. D., Morán Morán, J., García Cabrera, J., & Ortega, J. G. (2022). Caracterización morfológica y etnobotánica del maíz criollo (*Zea mays* L.) en la comuna Sancán, Ecuador. *UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 101-116. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v6.n2.2022.631>
- Flores-Hernández, L. A., Castillo-González, F., Nieto-Sotelo, J., Vázquez-Carrillo, M. G., Livera-Muñoz, M., Benítez-Riquelme, I., & Ramírez-Hernández, A. (2022). Diversidad agro-morfológica del maíz cacahuacintle de los Valles Altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(1), 13-22. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.1.13>
- Gómez-Espejo, A. L., Molina-Galán, J. D., García-Zavala, J. J., Mendoza-Castillo, Ma. del C., & De-la-Rosa-Loera, A. (2015). Poblaciones exóticas originales y adaptadas de maíz. I: variedades locales de clima templado x variedades tropicales. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(1), 57-66. <https://doi.org/10.35196/rfm.2015.1.57>
- González-Martínez, J., Rocandio-Rodríguez, M., Contreras-Toledo, A. R., Joaquín-Cancino, S., Vanoye-Eligio, V., Chacón-Hernández, J. C., & Hernández-Bautista, A. (2020). Diversidad morfológica y agronómica de maíces nativos del altiplano de Tamaulipas, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(4), 361-370. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.4.361>
- Goodman, M. M., & Bird, R. M. (1977). The races of maize IV: tentative grouping of 219 Latin American races. *Economic Botany*, 31, 204-221. <https://doi.org/10.1007/BF02866591>
- Granados Ramírez, R., & Sarabia Rodríguez, A. A. (2013). Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(3), 435-446. <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i3.1204>
- Hernández, X. E., & Alanís, F. G. (1970). Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia*, 5(1), 3-30.

- Hernández-Salinas, G., Purroy-Vasquez, R., Rayón-Mendoza, M., Guerrero-Ortiz, C. A., & Hernández-Hernández, M. (2024). Caracterización del agroecosistema con maíz nativo en Tezonapa, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27, 39. <https://doi.org/10.56369/tsaes.4631>
- International Board for Plant Genetic Resources. (1991). *Descriptores para maíz*. CIMMYT.
- Kato Yamanake, T. Á., Mapes Sánchez, C., Mera Ovando, L. M., Serratos Hernández, J. A., & Boettler, R. A. B. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Lazos, E., & Chauvet, M. (2011). *Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México*. CONABIO. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/genes/files/analisis_socio_cultural_maices.pdf
- Leclerc, C., & Coppens d'Eeckenbrugge, G. (2012). Social organization of crop genetic diversity. The G × E × S interaction model. *Diversity*, 4(1), 1-32. <https://doi.org/10.3390/d4010001>
- López-Morales, F., Taboada-Gaytán, O. R., Gil-Muñoz, A., López, P. A., & Reyes-López, D. (2014). Morphological diversity of native maize in the humid tropics of Puebla, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17, 19-31. <https://doi.org/10.56369/tsaes.1601>
- López-Morales, F., Vázquez-Carrillo, M. G., García-Zavala, J. J., Reyes-López, D., Bonilla-Barrientos, O., Esquivel-Esquivel, G., García, L., Hernández-Salinas, G., Pérez-Jiménez, G., Herrera-Pérez, L., & Molina-Galán, J. D. (2021). Rendimiento y calidad del maíz Tuxpeño V-520C adaptado con selección masal a Valles Altos, México. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 44(2), 231-239. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.2.231>
- Louette, D., Charrier, A., & Berthaud, J. (1997). *In situ* conservation of maize in Mexico: Genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic Botany*, 51, 20-38. <https://doi.org/10.1007/BF02910401>
- Louette, D., & Smale, M. (2000). Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuizalapa, Mexico. *Euphytica*, 113, 25-41. <https://doi.org/10.1023/A:1003941615886>
- Lozada, L.-M. (2014, 23 de junio). El espíritu del maíz. Circulación anímica y cocina ritual entre los totónacos de la Sierra Norte de Puebla (México). *Nuevo Mundo Mundos Nuevos*. https://doi.org/10.4000/nuevo_mundo.66812
- Martínez-Sánchez, P., Espinosa-Paz, N., & Cadena-Iñiguez, P. (2017). Caracterización morfológica de poblaciones de maíz nativo (*Zea mays* L.) en Chiapas, México. *Agro Productividad*, 10(9), 26-33.
- Mendieta Izquierdo, G. (2015). Informantes y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andina*, 17(30), 1148-1150.
- Morris, M. L., & Bellon, M. R. (2004). Participatory plant breeding research: opportunities and challenges for the international crop improvement system. *Euphytica*, 136, 21-35. <https://doi.org/10.1023/B:EUPH.0000019509.37769.b1>
- National Geographic. (2025) *Día nacional del maíz: descubre cuántas variedades existen en México y en todo el planeta*. <https://www.nationalgeographic.com/medio-ambiente/2025/09/dia-nacional-del-maiz-descubre-cuantas-variedades-existen-en-mexico-y-en-todo-el-planeta>
- Ortega Paczka, R. (1985). Recursos genéticos para el mejoramiento del maíz en México. Primera parte: Análisis general. *Germen*, 3, 18-36.
- Ortiz-Timoteo, J., Sánchez-Sánchez, O. M., & Ramos-Prado, J. M. (2014). Actividades productivas y manejo de la milpa en tres comunidades campesinas del municipio de Jesús Carranza, Veracruz, México. *Polibotánica*, (38), 173-191.
- Paliwal, R. L., Granados, G., Lafitte, H. R., & Violic, A. D. (2001). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Pecina Martínez, J. A., Mendoza Castillo, M. del C., López Santillán, J. A., Castillo González, F., Mendoza Rodríguez, M., & Ortiz Cereceres, J. (2011). Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 34(2), 85-92. <https://doi.org/10.35196/rfm.2011.2.85>
- Perales R., H., Brush, S. B., & Qualset, C. O. (2003). Dynamic management of maize landraces in Central Mexico. *Economic Botany*, 57, 21-34. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057\[0021:DMOMLI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057[0021:DMOMLI]2.0.CO;2)
- Purroy-Vásquez, R., Martínez-Tetla, L., Contreras-Mendoza, I. R., Guerrero-Ortiz, C. A., Rocandio-Rodríguez, M., Ramírez-Rivera, E. de J., Hernández-Vásquez, L. A., Quiroz-Guerrero, I., Ramírez-Tinoco, F. J., & Hernández-Salinas, G. (2022). Maíces nativos (*Zea*

- mays* L.) de las Altas Montañas de la región Centro-Sur del estado de Veracruz. *Tendencias en Energías Renovables y Sustentabilidad*, 1(1), 60. <https://doi.org/10.56845/terys.v1i1.159>
- Rebourg, C., Chastanet, M., Gouesnard, B., Welcker, C., Dubreuil, P., & Charcosset, A. (2003). Maize introduction into Europe: the history reviewed in the light of molecular data. *Theoretical and Applied Genetics*, 106, 895-903. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1140-9>
- Rendón Medel, R., Aguilar Ávila, J., Muñoz Rodríguez, M., & Altamirano Cárdenas, J. R. (2007). *Identificación de actores clave para la gestión de la innovación: el uso de redes sociales*. Universidad Autónoma Chapingo-Ciudad de México; PIIAI
- Reyes-Jaramillo, I. (2016). Propiedades edáficas de parcelas cultivadas con milpa usando labranza mínima en la sierra de Oaxaca, donde crecía bosque mesófilo de montaña. *Polibotánica*, (41), 133-155. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.41.9>
- Rincón Sánchez, F. (2011). *Guía práctica para la descripción preliminar de colectas de maíz*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/genes/files/GuiaPracticaMaiz.pdf>
- Rodríguez, I., Flores, Y., & Carrasco, J. (2015). Dinámica de conservación en el lugar de las variedades criollas de maíz en la aldea El Trapiche, Choluteca, Honduras. *Revista Ciencia y Tecnología*, 17, 79-93. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i17.2682>
- Salas-Huerta, I., & Hernández-Salinas, G. (2023). Riqueza biológica de maíces nativos y sus usos en Las Altas Montañas de Veracruz, México. *Abanico Boletín Mexicano*, 2, e2023-3.
- Sánchez G., J. J., Goodman, M. M., & Stuber, C. W. (2000). Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany*, 54, 43-59. <https://doi.org/10.1007/BF02866599>
- Sánchez-Hernández, E., de la Cruz-Lázaro, E., & Sánchez-Hernández, R. (2014). Productividad y caracterización varietal de maíces nativos (*Zea mays* L.) colectados en Tabasco, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1(1), 7-15.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2024). *Guía para la descripción de variedades nativas (Zea mays L.)*. SNICS.
- Sierra-Macías, M., Andrés-Meza, P., Palafox-Caballero, A., Meneses-Márquez, I., Francisco-Nicolás, N., Zambada-Martínez, A., Rodríguez-Montalvo, F., Espinosa-Calderón, A., & Tadeo-Robledo, M. (2014). Variación morfológica de maíces nativos (*Zea mays* L.) en el estado de Veracruz, México. *Agro Productividad*, 7(1), 58-65.
- Torres-Morales, B., Rocandio-Rodríguez, M., Santacruz-Varela, A., Córdova-Téllez, L., Coutiño-Estrada, B., & López-Sánchez, H. (2022). Diversidad morfológica y agronómica de siete razas de maíz del estado de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 687-699. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2956>
- Van Heerwaarden, J., Hellin, J., Visser, R. F., & van Eeuwijk, F. A. (2011). Estimating maize genetic erosion in modernized smallholder agriculture *Theoretical and Applied Genetics*, 119, 875-888. <https://doi.org/10.1007/s00122-009-1096-0>
- Vargas, L. A. (2014). El maíz, viajero sin equipaje. *Anales de Antropología*, 48(1), 123-137. [https://doi.org/10.1016/S0185-1225\(14\)70492-8](https://doi.org/10.1016/S0185-1225(14)70492-8)
- Vigouroux, Y., Glaubitz, J. C., Matsuoka, Y., Goodman, M. M., Sánchez G., J., & Doebley, J. (2008). Population structure and genetic diversity of New World maize races assessed by DNA microsatellites. *American Journal of Botany*, 95(10), 1240-1253. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800097>
- Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., Hernández X., E., & Mangelsdorf, P. C. (1951). *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*. Secretaría de Agricultura y Ganadería.