



DIVERSIDAD DE MAÍCES LOCALES EN EJIDOS DE LA FRAILESCA CHIAPANECA DE MÉXICO †

[DIVERSITY OF LOCAL MAIZE IN EJIDOS OF THE FRAILESCA REGION OF CHIAPAS, MEXICO]

María de los Angeles Fonseca-Flores^{1*}, Francisco Guevara Hernández²,
Antonino García García¹, Conrado Márquez Rosano¹
and Manuel Roberto Parra Vázquez³

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México-Texcoco, Chapingo, México. Código Postal 56230. E-mail: al18128184@chapingo.mx, tonygg@prodigy.net.mx, cmarquezr@taurus.chapingo.mx

² Universidad Autónoma de Chiapas, Boulevard Belisario Domínguez, Km 1081, sin número, Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29050. E-mail: francisco.guevara@unach.mx

³ El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, Colonia María Auxiliadora, C. P. 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México Sur. E-mail: mparra@ecosur.mx

* Corresponding author

SUMMARY

Background: In studies of local maize diversity, conservation is often identified as a linear process, related to the limited analysis of the implications of technological change, especially improved commercial seed, on local maize potential and its conservation. This generates increasing socio-technical complexity. **Objective:** To characterize the potential of local maize present in two ejidos of the Frailesca region of Chiapas, considering the farmers' knowledge about them and the configurations they adopt together with other maize in the context of technological change. **Methodology:** Using the snowball technique, peasant domestic production units that conserve local maize (LM) were identified and samples were collected. The ethnographic method was used to deepen the farmers' knowledge of the local varieties and the configurations they share with other maize. The characteristics of the ear and kernel of the collected LM were described. **Results:** In the selected peasant domestic production units farmers maintain 15 varieties of LM based on a broad knowledge of these varieties; the basis of the selection process, conservation and adaptation to the conditions where they preserve them. According to the parameters of grains and cobs the LM collected are concentrated in three groups and form non-linear configurations with improved maize and other local varieties, in correspondence with the homogenizing technological flow typical of the Frailesca region. **Implications:** This productive environment where the conservation of LM is developed makes evident the importance of an integrative approach to capture their growing socio-technical complexity. **Conclusions:** The LM potential evidenced permanence and morphological variability despite the homogenizing effect of technological change in the study area, where the socio-technical framework of LM conservation becomes more complex and the broad expert knowledge of farmers on the management of maize diversity acquires greater relevance.

Keywords: local maize; diversity; local knowledge; technological change.

RESUMEN

Antecedentes: En los estudios de la diversidad de los maíces locales (ML) la conservación se identifica con frecuencia como un proceso lineal, en relación con el limitado análisis de las implicaciones del cambio tecnológico, en especial de la semilla comercial mejorada. Lo cual reduce la comprensión de su creciente complejidad socio-técnica. **Objetivo:** Caracterizar el potencial de ML presentes en dos ejidos de la región Frailesca Chiapas, considerando el conocimiento campesino sobre estos y las configuraciones que adoptan junto a otros maíces bajo contexto de cambio tecnológico. **Metodología:** Mediante la técnica Bola de nieve se identificaron unidades domésticas de producción campesina que conservan ML y se colectaron muestras de estos. A partir del método etnográfico se profundizó en el conocimiento

† Submitted June 2, 2022 – Accepted December 3, 2022. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4397>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = M.A. Fonseca-Flores: <https://orcid.org/0000-0003-3004-7179>; A. García-García: <https://orcid.org/0000-0002-3905-2858>; F. Guevara-Hernández: <http://orcid.org/0000-0002-1444-6324>; C.M. Rosano: <https://orcid.org/0000-0002-2415-5053>; M.R. Parra-Vázquez: <https://orcid.org/0000-0002-3955-7223>

por los campesinos de las variedades locales y las configuraciones que estas comparten con otros maíces. Se describieron las características de la mazorca y el grano de los ML colectados. **Resultados:** En las unidades domésticas de producción campesina seleccionadas los campesinos mantienen 15 variedades de ML a partir de un amplio conocimiento sobre estos; base del proceso de selección, conservación y adaptación a las condiciones donde los preservan. De acuerdo con los parámetros de granos y mazorcas los ML se concentran en tres grupos y forman configuraciones no lineales con maíces mejorados y otras variedades locales, en correspondencia con el flujo tecnológico homogenizante propio de la región Frailesca. **Implicaciones:** Este ambiente productivo donde se desarrolla la conservación de los ML hace evidente la importancia de un enfoque integrador para captar su creciente complejidad socio-técnica. **Conclusiones:** El potencial de ML evidenció permanencia y variabilidad morfológica a pesar del efecto homogenizante del cambio tecnológico en el área de estudio, donde el entramado socio-técnico de la conservación de ML se torna más complejo y adquiere mayor relevancia el amplio conocimiento experto de los campesinos sobre el manejo de la diversidad del maíz.

Palabras clave: maíces locales; diversidad; conocimiento local; cambio tecnológico.

INTRODUCCIÓN

En México es amplio el estudio de la variabilidad genética de los maíces locales desde diversas perspectivas y propósitos, con énfasis especial en regiones del centro-sur del país (Linares-Holguín *et al.*, 2019). En el estado de Chiapas, ubicado entre los de mayor diversidad genética del maíz la colecta y caracterización de los maíces locales (ML) se ha extendido a diferentes regiones y municipios donde ocupan alrededor de 75% de la superficie sembrada con maíz (Martínez-Sánchez *et al.*, 2016; Brush y Perales, 2007; Martínez-Sánchez *et al.*, 2017, Guevara Hernández *et al.*, 2019; Hernández-Ramos *et al.*, 2020, Coutiño Estrada *et al.*, 2015).

En la región Frailesca el estudio de los ML ha recibido un impulso importante a través de proyectos de investigación liderados por la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y con apoyo de CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) y de ICTIECH (Instituto de Ciencia Tecnología e innovación del Estado de Chiapas). Esas investigaciones han contribuido a enriquecer el conocimiento sobre la diversidad y conservación de estos maíces en diferentes contextos productivos del Estado y la región (Rodríguez-Larramendi *et al.*, 2016, Hernández-Ramos *et al.*, 2017, Guevara-Hernández *et al.*, 2019, Hernández-Ramos *et al.*, 2020). Estos estudios sobre el potencial genético de los ML parten de su riqueza agrupada en 60 razas a nivel de país, 11 razas en el estado de Chiapas y del predominio de tres razas (Tuxpeño, Olotillo y Comiteco) en la región Frailesca (Perales y Hernández-Casillas, 2005; Guevara-Hernández *et al.*, 2021; Guevara-Hernández, *et al.*, 2020). Sin embargo, a pesar de la permanencia de estos maíces en diferentes regiones del país, es cada vez mayor la preocupación acerca de su erosión o pérdida por causas diversas sobre todo en ambientes productivos bajo el flujo tecnológico orientado por la meta única de incrementar la producción de maíz (Ortega-Pazca, 1999; McLean-Rodríguez *et al.*, 2019; Guevara-Hernández *et al.*, 2020; Guzzon *et al.*, 2021). En especial en la región Frailesca de Chiapas, aunque la diversidad de sistemas agroecológicos y el vínculo

entre los ML y los intereses culturales y ambientales propios de las economías campesinas favorecen su diversidad genética, el potencial de estos maíces ha disminuido en relación con formas y prácticas del cultivo más homogéneas que utilizan paquetes tecnológicos comerciales basados en insumos industrializados y en el sistema de monocultivo (Hernández *et al.*, 2020, Guevara-Hernández *et al.*, 2020, Delgado-Ruiz *et al.*, 2018; Arias Yero *et al.*, 2022; Martínez *et al.*, 2020).

En este contexto, donde las transformaciones regionales en la producción de maíz impulsadas por la Revolución Verde y por proyectos agrícolas neoliberales han impactado en los sistemas de producción locales (Pizaña, *et al.*, 2019), la dinámica de la diversidad de los ML y la conservación de estos maíces en parcelas campesinas presenta un vacío de conocimiento en cuanto a las particularidades que adquiere en interacción con elementos tecnológicos externos, en especial con la semilla comercial mejorada de maíz. Cuyo efecto se evidencia en la reducción del área sembrada con ML y en el número de campesinos que los siembran (Bellon y Hellin, 2011). El estudio de las especificidades que adopta el potencial de los ML en este tipo de espacios productivos parte de antecedentes en la región Frailesca que evidencian la riqueza de estos maíces y la importancia de profundizar en las dinámicas de conservación por los campesinos (Guevara-Hernández *et al.*, 2020; Arias *et al.*, 2022). A partir de aquí, se plantearon los siguientes objetivos: a) identificar variedades de ML presentes en Unidades Domésticas de Producción Campesina (UDPC) ubicadas en los ejidos Benito Juárez y Jesús María Garza (J. M. Garza), municipio Villaflores, región Frailesca, y describir el conocimiento campesino sobre estos maíces en relación con el proceso de selección, bajo la presión homogenizante del cambio tecnológico externo, b) caracterizar las variedades identificadas con base en parámetros cuantitativos y cualitativos de las mazorcas y granos, y c) describir configuraciones varietales en UDPC que conservan ML en ambos ejidos. El artículo está estructurado en el orden en que se exponen los objetivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de una perspectiva cuantitativa y cualitativa se indagó sobre el potencial de los ML en manos de campesinos en los ejidos Benito Juárez y J. M. Garza ubicados en el municipio Villaflores, región Frailesca, Chiapas. Esta región es la segunda más extensa del estado de Chiapas y presenta gran diversidad climática (Gobierno del estado de Chiapas, 2014). En ella se ocupa la mayor superficie cultivada con maíz en el Estado, el cual representa la base productiva y alimentaria más importante de la región, donde se favorece el flujo de conocimientos y semillas de ML a través de la colindancia con otras regiones del Estado (Martínez *et al.*, 2020; Hernández-Ramos *et al.*, 2020). En los ejidos seleccionados el cultivo de maíz es el reglón agrícola más importante desarrollado sobre todo por campesinos de pequeña escala que producen para el mercado y para el consumo familiar (Martínez *et al.*, 2020). Desde la década de 1980, los proyectos de modernización agrícola que comenzaron a impactar con más intensidad en estos ejidos, propiciaron la co-presencia tecnológica entre ML y variedades comerciales de maíces híbridos (VCMH). Entre las más cultivadas se encuentran Pioneer (H-482, H-428, H-439, H-366) y Dekalb (H-457 y H-7500). Lo que ha propiciado la deliberación constante por los campesinos respecto a los tipos de maíces que siembran. En esta investigación se asume el término maíz local de acuerdo con Guevara-Hernández *et al.* (2019, p. 379): “Integra la riqueza y la diversidad de esta especie, ya sean razas, variedades (nativas, tradicionales mejoradas) o cultivares que están presentes en los campos de los agricultores (por más de dos años continuos), y las cuales han sido creadas, adoptadas o adaptadas por su valor económico o cultural, a través de criterios construidos socialmente, por una población o individuos, en un determinado contexto geográfico y cultural específico, como resultado de la asociación ambiente-cultura-genotipo”

El trabajo de campo se desarrolló entre noviembre 2020-marzo 2021, previamente se informó al comisariado ejidal sobre la investigación y se solicitaron datos generales del ejido sobre la producción de maíz y los campesinos que conservan variedades locales de maíz. A partir de esta información y con apoyo del método Bola de nieve (Guevara-Hernández *et al.*, 2020) se localizaron 32 UDPC que conservan ML por más de dos años. De los campesinos participantes en la investigación 75% son ejidatarios y 25 % avecindados. Tienen en promedio 64.68 de edad y cuatro años de nivel primario de escolaridad. Se dedica 88% solo a la agricultura y cuentan con superficies de tierra entre 2 y 45 ha. Para la descripción de las variedades de ML, desde la perspectiva de los campesinos, se partió del enfoque de la etnoecología como herramienta teórica y metodológica (Toledo y Alarcón-Chaires, 2012). Se

encuestaron 32 campesinos que conservan ML (CCML) sobre variables de la mazorca (tamaño y color del grano), crecimiento y desarrollo del cultivo (días a la floración y días a la cosecha, altura y rendimiento). Así como sobre la resistencia a la sequía y a organismos nocivos, plagas y enfermedades, y acerca del manejo del cultivo (sistema de cultivo, método y fecha de siembra, fertilización, control de plagas y destino de la producción). A partir de la información sobre las variedades que conservan se revisó en la base de datos GRIN-Global del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (2020), la existencia de registros anteriores de accesiones relacionadas con los maíces identificados.

Además, desde el mismo enfoque, se profundizó en las configuraciones entre tipos de maíces en las UDPC estudiadas, a través de los campesinos encuestados, quienes respondieron también a preguntas abiertas, y a través de visitas a parcelas de cultivo. La caracterización de las variedades de ML partió de muestras de cada una colectadas en ambos ejidos. Se consideraron para los análisis 14 variedades por no contar con una muestra representativa de la variedad Jarocho + Tuxpeño. Estas consistieron de 6-10 mazorcas donadas por CCML, de las cuales se describieron características de la mazorca y el grano, de acuerdo con la metodología del IBPGR (1991) y la Guía técnica para la descripción varietal de maíz (*Zea mays* L.) (SAGARPA, 2014). En las mazorcas se midieron ocho parámetros cuantitativos: Número de hileras de la mazorca (NH), longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM), peso de la mazorca (PM); diámetro del olote (DO), peso de los granos de la mazorca (PGM, y peso de 100 granos (P100g). Además, de diez granos ubicados en la parte central de cada mazorca se midió el largo (LG), ancho (AG) y grosor (GG). Se evaluaron también cinco características cualitativas de granos y mazorcas. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza entre variedades, la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), análisis factorial de componentes principales y análisis de conglomerados jerárquicos de ligamiento completo y la distancia euclidiana para el agrupamiento de variedades. Todos los análisis se realizaron con el software STATISTICA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 15 variedades de ML conservadas por campesinos, ocho presentes en el ejido J.M. Garza, tres en el ejido Benito Juárez y siete coincidieron para ambos ejidos. Del total, cuatro son variedades acriolladas (Rocamey, Tacsá, Precoz y Morales) y dos son mezclas entre variedades locales y mejoradas híbridas (Tabla 1). Esta variabilidad se considera significativa a pesar del entorno socio-productivo poco habilitante para la conservación de estos maíces. Un rasgo común con otras regiones del país donde se

conservan ML bajo el impacto de la modernización agrícola (McLean-Rodríguez *et al.*, 2019).

Las variedades identificadas se han cultivado y conservado en ambos ejidos entre 2 y 40 años. El 60% de los campesinos conservan solo una variedad local y 39.28% conservan entre 2-3. Guevara *et al.*, (2020) encontraron en la región Frailesca que 66.2% de los campesinos han conservado sus ML por al menos diez años. Del total de los ML identificados, según la información analizada, 12 tienen características más afines con la raza Tuxpeño (Tabla 1), reconocida entre las más productivas en México y frecuente en la región Frailesca (CONABIO, 2011; Martínez *et al.*, 2020).

La presencia más frecuente de las variedades Morales, Jarocho y Olotillo coincide con el registro de estos maíces en el municipio Villaflores por Guevara *et al.*, (2020) y Martínez Sánchez *et al.* (2018 p. 9). En especial, Jarocho y Olotillo han tenido presencia significativa en la región Frailesca desde la década de 1980. Mientras las variedades Chimbo amarillo (Sesentano), Precoz, Maíz Blanco, Chimbo blanco (Cuarentano), Tacsá, Amarillo, Mezcla y Precoz

coinciden con reportes anteriores en la región (Bellon, 1991, Guevara-Hernández, 2019; Martínez-Sánchez *et al.*, 2016). El número mayor de accesiones (seis) encontradas en los registros de GRIN-GLOBAL correspondió al maíz Jarocho en el municipio Villaflores. Otros registros de accesiones en este municipio correspondieron a Olotillo (dos), Chimbo (dos), Amarillo (uno), Precoz (uno), Morales (uno) y Negrito (uno). Todos se corresponden con ML localizados en los ejidos de estudio.

De acuerdo con la descripción de los campesinos, entre las variedades colectadas (Tabla 2) predominan ML de grano blanco (53.33%) y amarillo (33.33%); solo 6.67% tienen grano morado. En cuanto al tamaño de la mazorca, en 80% de las variedades apreciaron mazorcas grandes y en 20% entre medianas o pequeñas. Delgado-Ruiz *et al.* (2018) encontraron que el tamaño mayor de la mazorca es un rasgo común entre ML de la región Frailesca. Por su parte, los granos grandes representaron el 60% de las variedades, mientras en 73.33% de estas la floración masculina ocurre entre 55-60 días después de la siembra (dds). Así

Tabla 1. Variedades de maíces locales identificadas en los ejidos Benito Juárez y Jesús María Garza, municipio Villaflores, Chiapas

Raza predominante	Variedad de maíz local	Nombre del campesino	Comunidad
Tuxpeño	Amarillo	Filiberto Cano, Luis Pérez, Isidro Vicente	JMG
	Maíz Blanco	Faustino Hernández	BJ
	Jarocho amarillo	Nelson Nucamendi	JMG
	Jarocho blanco	Ausencio Hernández, Eligain Samayoa, Domingo Sánchez, Mariano Gutiérrez, Luis Pérez, Manuel Reyes, Daniel Hernández, María Teresa Fernández, Juan Manuel Herrera	JMG y BJ
	Jarocho + Tuxpeño	Lutein Figueroa	JMG
	Jarocho + Cristian	Víctor Gómez	BJ
	Morales	Carlos Najera, Ausencio Hernández, Onésimo Conde, Rosario Molina, Salvador Hernández, Adan González, María Teresa Fernández, Juan Manuel Herrera, Adan González	BJ, JMG
	Morales + Jarocho	Ramiro Vázquez	JMG
	Negrito	Eligain Samayoa, José Gordillo, Imar Alfaro, María Teresa Fernández, Juan Manuel Herrera	JMG
	Precoz	Raúl Conde, Felipe Valencia, Hildeberto Villanueva	JMG, BJ
	Chimbo amarillo	Imar Alfaro, Faustino Hernández	BJ, JMG
	Chimbo blanco	Imar Alfaro	JMG
	Híbrido Tepecintle	Tacsá	Milton Hidalgo
Olotillo	Sin nombre	Víctor Gómez	
	Olotillo	Isidro Vicente, María Guadalupe, José Angel Molina, María Teresa Fernández, Juan Manuel Herrera	JMG

BJ= ejido Benito Juárez, JMG= ejido Jesús María Garza, ⁴

también señalaron los días a la cosecha entre 140-150 dds en 73.33% de los ML. En esta variable es notable que el ciclo de desarrollo menor lo presentan las variedades Chimbo blanco y Chimbo amarillo (40-60 días). Junto a la variedad Precoz, Martínez *et al.* (2018) encontraron la variedad Chimbo amarillo entre las de mayor precocidad. Esta es una cualidad muy valorada por los campesinos para disponer del grano casi todo el año y para sortear la canícula; la cual “[...] se caracteriza por un período de sequía estacional de intensidad variable que tiene lugar a mediados de la época de lluvias [...] afecta a la capacidad productiva

de los sistemas agrícolas debido a un decremento en el suministro de agua a los cultivos” (López Corral, 2012, p.261). Además, es apreciada por programas de mejoramiento científico para reducir el ciclo de cultivo en variedades mejoradas. Los que no siempre consideran la diversidad de significados que los campesinos confieren al maíz híbrido comercial desde las condiciones donde protegen el potencial genético básico para el mejoramiento científico del maíz. Lo que está representando una extracción sin retorno o con retorno poco accesible para quienes sostienen el potencial local del maíz.

Tabla 2. Características de variedades de maíces locales desde la perspectiva de los campesinos en dos ejidos del municipio Villaflores, región Frailesca, Chiapas.

Característica		Variedad	%*
Color del grano	Blanco	Jarocho, Morales, Chimbo blanco, Precoz, Blanco, Tacsá, Jarocho + Tuxpeño, Morales + Jarocho	53.33
	Amarillo	Amarillo, Olotillo amarillo, Jarocho amarillo, Jarocho+Cristian, Chimbo amarillo	33.33
	Amarillo con rojo	Sin nombre	6.67
	Morado	Negrito	6.67
Tamaño de la mazorca	Grande	Jarocho blanco, Jarocho amarillo, Morales, Olotillo, Negrito, Precoz, Blanco, Tacsá, Sin nombre, Jarocho + Cristian, Jarocho + Tuxpeño, Morales + Jarocho	80
	Mediana	Amarillo	6.67
	Pequeña	Chimbo amarillo y Chimbo blanco	13.33
Tamaño del grano	Grande	Jarocho blanco, Jarocho amarillo, Morales, Olotillo, Blanco, Jarocho+Tuxpeño, Jarocho+Cristian, Morales + Jarocho, Tacsá	60.00
	Mediano	Precoz, Sin nombre, Amarillo, Negrito	26.67
	Pequeño	Chimbo blanco, Chimbo amarillo	13.33
Días a la floración masculina	31-52 dds	Chimbo amarillo, Chimbo blanco, Precoz, Tacsá	26.67
	55-60 dds	Jarocho blanco, Jarocho amarillo, Olotillo amarillo, Negrito, Sin nombre, Morales + Jarocho, Blanco, Jarocho+ Tuxpeño, Jarocho + Cristian, Amarillo, Morales	73.33
Días a la cosecha	40 dds	Chimbo blanco	6.67
	60 dds	Chimbo amarillo	6.67
	100 dds	Sin nombre, Precoz	13.33
	140-150 dds	Morales, Amarillo, Olotillo amarillo, Negrito, Tacsá, Morales + Jarocho, Jarocho blanco, Jarocho amarillo, Blanco, Jarocho + Tuxpeño, Jarocho + Cristian	73.33
Altura de la planta	Muy alta	Jarocho blanco, Jarocho amarillo, Negrito, Tacsá	26.67
	Alta	Morales, Precoz, Blanco, Sin nombre, Jarocho+ Cristian, Morales + Jarocho, Jarocho + Tuxpeño, Olotillo, Amarillo, Chimbo blanco, Chimbo amarillo	73.33
Resistencia a la sequía	Baja	Negrito	6.67
	Alta	Jarocho blanco, Jarocho amarillo, Negrito, Sin nombre	26.67
	Media	Morales, Amarillo, Olotillo, Chimbo amarillo, Chimbo blanco, Precoz, Morales + Jarocho, Blanco, Tacsá, Jarocho+ Cristian	73.33
Rendimiento	1-3 t ha ⁻¹	Amarillo, Chimbo amarillo, Chimbo blanco, Sin nombre, Negrito, Morales, Morales + Jarocho, Maíz Blanco, Tacsá, Olotillo, Jarocho+Cristian	73.33
	4-6 t ha ⁻¹	Jarocho amarillo, Jarocho blanco, Jarocho+Tuxpeño, Precoz	26.67

El signo positivo indica mezcla entre variedades locales o entre estas y VCMH. * Es el porcentaje del total de variedades locales (15) que representa cada característica.

Respecto a la altura de la planta, los campesinos consideran que las variedades locales son altas (73.33%) o muy altas (26.67%) (Tabla 2), y que esto representa una gran limitante para el cultivo de los ML. Mientras la resistencia a la sequía de los ML la clasifican entre alta (26.67%) y media (73.33%), y con alta resistencia a plagas y enfermedades (93.33%), superior a los maíces mejorados. Para el rendimiento señalaron valores entre 1-3 t ha⁻¹ (73.33%) y entre 4-6 t ha⁻¹ (26.67%). En esta variable destacaron la variedad local Jarocho por su rendimiento entre 3-6 t ha⁻¹ y su potencial para alcanzar hasta 8 t ha⁻¹ bajo condiciones de riego. La siguiente expresión ilustra el planteamiento anterior: “El Jarocho me puede dar 7-8 t ha⁻¹ bajo riego, si pudiéramos sembrar también con riego no sufriríamos, pero es solo en temporal” (Lutein, campesino del ejido J. M. Garza). El potencial más alto de rendimiento de este maíz se vincula a la productividad atribuida a la raza Tuxpeño (Martínez *et al.*, 2018, p.9). De acuerdo con Bellon *et al.* (2018, p.8), se pueden obtener rendimientos adecuados de los maíces nativos con cambios no significativos en el manejo del cultivo.

Respecto al manejo agrotécnico de los ML, los campesinos expusieron que 100% de las variedades se siembran bajo sistema milpa, de forma manual, entre los meses de mayo-junio, en parcelas entre 0.5-4.5 ha⁻¹. De acuerdo con datos de campo esta superficie representa reducción de 50% del área sembrada con ML. Para la fertilización, control de plagas, de maleza y el tratamiento de la semilla, 100% de los campesinos encuestados emplean agroquímicos. En cuanto al destino de la producción de grano seco, solo la variedad Negro se utiliza exclusivamente para consumo, el resto se destina a la venta y a la alimentación animal.

La descripción por los campesinos de los ML identificados evidencia el conocimiento amplio que tienen sobre estos y su importancia para el proceso de selección en las condiciones cambiantes donde los conservan. Como parte importante de la biodiversidad de este cultivo (Burgo Bencomo, 2021; Barrera-Bassols *et al.*, 2009). Sin embargo, es necesario considerar las especificidades que adquiere el conocimiento local sobre los ML en contextos de uso creciente de VCMH. Donde la acción de sembrar ML y VCMH en condiciones desventajosas, puede generar condicionamientos que solapan las verdaderas intenciones de los CCML en relación con sus lógicas tradicionales de vida y producción. Así como cierta duda sobre la legitimidad de la *adopción* de las variedades mejoradas. La disparidad socioeconómica donde se conservan los ML de acuerdo con Bellon (1991) interfiere la dirección del conocimiento tradicional y media la relación con la naturaleza. De cualquier manera, el extenso conocimiento de los campesinos sobre los ML refuerza la intencionalidad

del proceso de selección y su utilidad para sostener la base alimentaria de la UDPC.

Selección. “El corazón de la milpa está vivo”

La diversidad de ML identificados y descritos por los campesinos en ambos ejidos es resultado del proceso de selección que llevan a cabo, de cuyo acierto depende en buena medida la subsistencia de la UDPC. Se basa en el conocimiento y habilidades que desarrollan para elegir, a través de la conjugación de criterios, los ML que mejor respondan a sus condiciones, intereses y preferencias. La expresión, frecuente entre los campesinos entrevistados: “Yo no cambiaría la variedad que tengo” indica la efectividad de los criterios clave para la selección tradicional. Es así que la permanencia y predominio de las variedades Jarocho, Morales y Olotillo se corresponde con criterios favorables respecto a estos maíces, relacionados sobre todo con el tamaño y peso de la mazorca y el grano, y con la mayor resistencia a la sequía respecto a las VCMH (Tabla 2). Sobre este criterio se refirió un campesino del ejido J. M. Garza:

“El Jarocho es bueno, muy aguantador, si le hubiera tocado al híbrido esa sequedad se hubiera muerto, porque no aguanta mucho. La caña de maíz tiene un algodón en medio, es el corazón, en la sequedad el maíz de clase, se seca ese corazoncito, al hacerse hueco, ahí se acaba la milpa. El Jarocho tiene ese mismo corazón, pero es tallado, ya está seco pero su corazón ahí está, aunque se está secando no se hace polvo, el de bolsa (maíz híbrido comercial) se hace polvito, el Jarocho ahí está aguantando, viene el agua y se restablece. El corazón de la milpa está vivo” (Mariano, campesino, ejido J. M. Garza).

Mientras en la variedad Olotillo, el menor grosor del corazón de la mazorca (olote) es un criterio clave de selección. Además, las tres variedades mencionadas son preferidas para la elaboración de alimentos; en especial el maíz Jarocho por el sabor del grano, la suavidad, el tamaño mayor y el color de las brácteas (jolochi) de la mazorca para elaborar tamales. Respecto a la variedad Morales la altura menor de la planta decide en su elección, respecto a otros ML. Cabe además destacar la importancia de la precocidad como criterio de selección. En este caso destacan las variedades Chimbo amarillo y Chimbo blanco, con las que disponen del grano durante todo el año. Sin embargo, es limitada su distribución en estos ejidos debido a su bajo rendimiento. Como se destaca en la siguiente expresión: “Algunos ingenieros nos dicen siembran su maíz que han sembrado, pero nos gusta que rinda, este rinde, pero no se compara con el de bolsa” (Majin, campesino ejido J. M. Garza).

Respecto a criterios relacionados con el manejo agrotécnico, los campesinos valoran mucho la

adaptabilidad de los ML a suelos “malos”, de baja fertilidad y pedregosos, a diferencia de las VCMH. Así lo reflejan estas expresiones: “En tierra cansada el maíz criollo no crece mucho, es de tierra cansada como el Amarillo, el criollo supera al híbrido en la tierra cansada” (Luis Pérez, ejido J. M. Garza). “Si tiene mucho jugo la tierra crece mucho porque lo fertiliza chiquito, se va, se envanece (crece rápido y se elonga) se va alto y el viento lo tumba” (Majin, campesino, ejido J. M. Garza). Con este criterio de adaptabilidad de los ML a condiciones edáficas desfavorables los campesinos tratan de compensar la limitación que significa la mayor altura de los ML. Es decir, una desventaja (suelos infértiles) la aprovechan como oportunidad para limitar la altura de los ML y disminuir el riesgo productivo por acame. Esta es una de las maneras en que los campesinos se las arreglan para adaptarse a las condiciones desfavorables de producción, cuyo reconocimiento con frecuencia se asocia con resistencia. Sin embargo, cabe alertar sobre el riesgo de alabar una resistencia sufrida.

En este caso, el hecho de que los CCML valoren la adaptabilidad de estos maíces a suelos deficientes, no excluye su aspiración de disponer de insumos adecuados para dar un manejo equilibrado al germoplasma local. Pues actualmente dan preferencia, con los escasos insumos de que disponen, al manejo de las VCMH. Las siguientes expresiones ilustran esta realidad: “He pesado el Pioneer, es igual el peso que el criollo; pero con su fertilizante” (Luis Pérez, campesino ejido J. M. Garza). “El criollo le pueden echar lo que sea de acuerdo a la paga y al de bolsa tienen que echarle todo, por eso le rinde. Algunos recargan más el de bolsa, el que tiene dinero lo mejora” (Manuel Reyes, campesino ejido J. M. Garza). “Da menos el criollo porque le ponen poca atención” (Lutein, campesino ejido J. M. Garza). “Este maíz criollo tiene solo una fertilización, cuando estaba de 50-60 días que empezó a puntear, le puse un pase (una aplicación) de fertilizante y dio su grano, si le hubiera echado más tal vez sería más grande la mazorca” (Luis Pérez, campesino del ejido J. M. Garza).

“No se le puede pedir más al maíz, yo soy el que fallo, el maíz es bueno, yo soy el que no funciona, no le pongo completo su fertilizante, el foliar, no utilizo arado, ni surco. Pero Monsanto dice que el criollo no sirve” (Filiberto, campesino, ejido J.M. Garza).

Por otra parte, la reproducción de la semilla local ciclo tras ciclo es otro criterio agrotécnico valorado por los campesinos. En general estos criterios se encuentran entre los más valorados por los campesinos para la selección y conservación de los ML (Espinoza *et al.*, 2013; D’Alessandro-Nogueira y González-Cabañas, 2014; Delgado-Ruiz *et al.*, 2018). Y representan un *anclaje* importante frente a las mediaciones que

implica la distribución de semillas mejoradas en los propios ejidos.

La selección consciente de los ML por los campesinos, se sustenta en el conocimiento tradicional, especializado y enfocado a las especificidades económicas, culturales y ambientales donde conservan estos maíces. El cual respalda las estrategias de los CCML, las que de acuerdo con Bellon (1991) parten de las características contrastantes de los ML, respecto a la homogeneidad de las VCMH. La selección consciente refuerza además el lazo tradicional entre campesinos y ML a pesar de las limitaciones de estos maíces para cubrir las exigencias básicas de la UDPC y frente a las ventajas de las VCMH. Lo cual expone al campesino al debate constante entre tradición (ML) y modernización (VCMH) (Bellon y Hellin, 2011). Este dilema, consideró Bellon (1991) que el campesino puede manejarlo aprovechando las ventajas y desventajas de los tipos de maíces. Sin embargo, esta perspectiva reduce la disyuntiva a la simple elección de los tipos de maíz en base a necesidades. Lo cual soslaya la complejidad socio-técnica que adquiere este proceso, debido a la creciente co-presencia entre elementos tecnológicos externos y objetos técnicos locales, y a las múltiples mediaciones que se derivan de esto. De manera que la comprensión del proceso de selección constante y consciente de las variedades locales por los campesinos implica considerar su dinamismo a partir del entrecruzamiento con otras lógicas, objetos y representaciones que median la conservación de estos maíces en entornos bajo creciente impulso tecnológico (Bellon *et al.*, 2005; Arias Yero *et al.*, 2022). El proceso de selección que los campesinos desarrollan en entornos heterogéneos y versátiles sustenta la variabilidad morfológica y genética de los ML encontrada en ambos ejidos.

Caracterización morfológica de mazorcas y granos de las variedades de maíces locales

La descripción del patrón de variación morfológica y la variabilidad genética producto de la asociación ambiente-cultura-genotipo (Guevara-Hernández *et al.*, 2019), muestra que las variedades de ML colectadas en los ejidos J. M. Garza y Benito Juárez presentan una amplia diversidad de formas y dimensiones de granos y mazorcas (Tabla 3 y 4), sobre todo en el peso de la mazorca (Tabla 5), lo cual es muy común en la descripción de la diversidad de estos tipos de maíces (Hernández *et al.*, 2020; Angeles-Gaspar *et al.*, 2010 y Chávez-Servia *et al.*, 2011). Las variedades Jarocho blanco, Jarocho con Cristian y Blanco se caracterizan por granos más largos (12.50-12.96 mm) y con valores intermedios de ancho (8.84-9.02 mm), mientras que Sin nombre y Morales poseen granos más anchos (9.48-10.70 mm) (Tabla 3). Estas características al parecer no son relevantes para el proceso de selección campesina, pues los campesinos

se orientan más hacia el peso de los granos. Sin embargo, la significativa correlación encontrada entre las dimensiones de los granos, sobre todo entre el largo de los granos y el peso de granos (Tabla 5), presupone que los campesinos intuitivamente al seleccionar variedades con granos de mayor dimensión confieren relevancia al incremento en la producción de granos.

Tabla 3. Análisis de varianza para las variables morfológicas de los granos de variedades de maíces locales en los ejidos J. M. Garza y Benito Juárez, Chiapas, México.

Variedades	LG	AG	GG	n
	mm			
Amarillo	11.64 bc	8.81 cd	3.72 de	100
Blanco	12.50 a	8.84 cd	3.57 e	80
Chimbo amarillo	8.93 h	8.07 e	3.93 cd	99
Chimbo blanco	10.61 ef	8.46 de	2.86 f	100
Jarocho amarillo	11.31 cd	9.07 bc	4.02 bc	60
Jarocho blanco	12.96 a	9.02 c	3.66 de	60
Jarocho con Cristian	12.67 a	8.93 c	3.95 cd	100
Morales	11.60 bc	9.48 ab	4.26 ab	200
Morales+jarocho	11.96 b	9.07 c	3.47 e	100
Negrilo	9.71 g	9.15 bc	4.36 a	70
Olotillo amarillo	10.26 f	9.06 c	3.99 c	100
Precoz	10.96 de	8.26 e	3.56 e	100
Sin nombre	11.87 bc	10.70 a	4.16 abc	100
Tacsa	11.89 bc	8.34 e	3.58 e	80
CME	1.10	0.80	0.28	
F	107.10	52.8	55.40	
p	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	

LG: largo del grano, AG: ancho del grano, GG: grosor del grano

Medias con letras iguales en las columnas no difieren para $p \leq 0.01$

CME: Cuadrado medio del error

F: F de Fisher

P: probabilidad de error

En cuanto a las dimensiones de la mazorca (Tabla 4), la cantidad de hileras por mazorcas varió significativamente entre variedades, siendo Tacsa, Jarocho blanco y Jarocho con Cristian las que mostraron los mayores valores. Por su parte, Sin nombre, Negrilo y Chimbo blanco presentaron menor número de hileras por mazorca. Jarocho amarillo, Olotillo y Morales + Jarocho desarrollaron mazorcas de mayor longitud, mientras que Chimbo blanco, Chimbo amarillo y Precoz se caracterizaron por mazorcas más pequeñas (9.57-14.42 cm). El diámetro

de la mazorca fue mayor en las variedades Tacsa, Jarocho con Cristian y Morales, mientras que Chimbo amarillo, Morales + Jarocho y Negrilo fueron las de mazorcas de menor diámetro. Las mayores dimensiones de la mazorca se correlacionaron positivamente con el peso de los granos por mazorca (Tabla 5), esto se tradujo en que las variedades que mayor peso de granos por mazorca presentaron fueron Jarocho con Cristian, Morales, Tacsa y Morales + Jarocho (Tabla 5). Mientras las variedades Chimbo blanco y Chimbo amarillo apenas sobrepasaron 60 g por mazorca, debido fundamentalmente a que desarrollan granos más pequeños y de menor peso.

El análisis factorial de componentes principales permitió reducir la dimensionalidad de las variables a dos factores o variables ficticias (Tabla 6), las cuales extrajeron el 84.71 % de la varianza total. El primer componente agrupó las variables que caracterizan las dimensiones de las mazorcas con el peso de los granos; todas relacionadas con el largo de los granos, lo cual corrobora la alta correlación existente entre las dimensiones de las mazorcas de los ML, y revela el significado que tiene la longitud de los granos con dichas dimensiones.

El componente dos, además de explicar el 22.71 % de la varianza total demostró, a través de la asociación observada, la relación que existe entre el número de hileras y el ancho de los granos, pero en forma negativa. Este hallazgo concuerda con los resultados encontrados por Contreras-Molina *et al.* (2016) en la Sierra Nororiental de Puebla y según estos autores, esta relación, junto a otras variables como el índice altura de mazorca/altura de la planta, longitud del grano/ancho del grano y hojas abajo/hojas arriba, se han considerado importantes en otros estudios de diversidad en maíz (Hortelano *et al.*, 2008; Hortelano *et al.*, 2012; López-Morales *et al.*, 2014). Las mazorcas que poseen mayor número de hileras generalmente son aquellas que poseen granos menos anchos y viceversa.

En el plano formado por ambos componentes se puede observar (Figura 1) que las variedades Chimbo (amarillo y blanco) así como Precoz, se agrupan claramente de acuerdo con los caracteres morfológicos analizados, siendo las tres que presentaron menores dimensiones de granos y mazorcas.

La variedad Tacsa, una de las que consistentemente mostró mayores dimensiones de las mazorcas, así como mayor peso de granos, se asoció mayormente con el número de hileras. Mientras que el ancho y el grosor del grano se asociaron más con la variedad Sin nombre.

Tabla 4. Análisis de varianza de las dimensiones de las mazorcas de maíces locales colectados en los ejidos J. M. Garza y Benito Juárez, Chiapas, México.

Variedades	NH	LM	DM	PM	DO	PGM	P100g
	-	(cm)	(mm)	(g)	(mm)	(g)	(g)
Amarillo	13.30 abc	16.72 ab	45.32 bc	179.70 cde	26.90 abcd	154.00 bcd	31.40 c
Blanco	14.25 abc	15.78 ab	48.88 ab	194.13 bcd	28.00 abc	162.73 abc	34.88 bc
Chimbo amarillo	12.40 bcd	11.64 c	36.81 f	71.00 g	22.32 e	60.6 g	21.9 d
Chimbo blanco	12.00 cd	9.97 c	40.49 cdef	70.90 g	22.68 e	60.4 g	21.40 d
Jarocho amarillo	12.67 abcd	18.32 a	44.16bcde	187.67 bcde	23.97 cde	157.50 abcde	33.50 c
Jarocho blanco	15.33 ab	16.78 ab	50.37 ab	237.67 ab	25.32 bcde	194.00 abc	38.00 abc
Jarocho con Cristian	15.00 ab	16.99 ab	50.90 a	236.20 ab	28.97 ab	201.11 a	36.30 abc
Morales	14.10 abc	17.58 a	50.81 a	244.05 ab	29.29 a	198.23 a	41.70 ab
Morales +Jarocho	13.30 abc	17.95 a	38.35 ef	229.40 ab	26.49 abcd	189.80 abc	34.10 c
Negrito	11.43 cd	17.89 a	39.17 def	127.43 ef	23.15 de	107.29 ef	32.86 c
Olotillo amarillo	11.78 cd	18.13 a	42.60 cde	131.44 ef	23.45 de	101.67 fg	31.33 c
Precoz	14.40 abc	14.42 b	45.60 bc	129.70 f	26.50 abcd	113.30 def	22.70 d
Sin nombre	10.40 d	16.60 ab	44.86 bcd	171.00 def	24.80 cde	149.46 cde	43.40 a
Tacsa	16.00 a	15.54 ab	52.13 a	225.13 abc	30.38 a	195.09 ab	35.50 abc
CME	3.52	3.22	11.60	1038.00	6.06	7.42	26.0
F	6.57	18.83	22.14	35.56	11.45	33.71	19.60
p	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01

NH: Número de hileras, LM: Largo de la mazorca, DM: Diámetro de la mazorca, DO: Diámetro del olote, PGM:

Peso de granos por mazorca, P100g: Peso de 100 granos

Medias con letras iguales en las columnas no difieren para $p \leq 0.01$

CME: Cuadrado medio del error

F: F de Fisher

P: probabilidad de error

Tabla 5. Matriz de correlación entre las variables de la mazorca y los granos de las variedades locales de las comunidades La Garza y Benito Juárez, Chiapas.

Variables	NH	LM	DM	PM	DO	PGM	P100g	LG	AG
NH	1.00								
LM	0.06	1.00							
DM	<u>0.73</u>	0.28	1.00						
PM	<u>0.62</u>	<u>0.67</u>	<u>0.72</u>	1.00					
DO	<u>0.76</u>	0.30	<u>0.80</u>	<u>0.78</u>	1.00				
PGM	<u>0.63</u>	<u>0.65</u>	<u>0.73</u>	1.00	<u>0.80</u>	1.00			
P100g	0.12	<u>0.72</u>	0.57	<u>0.80</u>	0.49	<u>0.79</u>	1.00		
LG	<u>0.59</u>	0.38	<u>0.75</u>	<u>0.84</u>	<u>0.69</u>	<u>0.85</u>	<u>0.64</u>	1.00	
AG	-0.46	0.54	0.12	0.34	0.00	0.33	<u>0.78</u>	0.32	1.00
GG	-0.27	<u>0.63</u>	0.06	0.20	-0.01	0.18	0.52	-0.17	0.52

NH: Número de hileras, LM: Largo de la mazorca, DM: Diámetro de la mazorca, DO: Diámetro del olote, PGM:

Peso de granos por mazorca, P100g: Peso de 100 granos, LG: Largo del grano, AG: Ancho del grano, GG: Grosor del grano.

Coefficientes de correlación subrayados son significativos ($p \leq 0.05$).

Tabla 6. Factores de carga y proporción total de la varianza explicada por componentes principales.

Variables	Componente	
	1	2
NH	-0.48	-0.86
LM	-0.87	0.27
DM	-0.78	-0.35
PM	-0.97	-0.05
DO	-0.85	-0.48
PGM	-0.98	-0.06
P100g	-0.88	0.42
LG	-0.86	-0.07
AG	-0.49	0.81
GG	-0.51	0.52
Varianza explicada	6.20	2.27
Proporción total	62.00	22.71
Varianza acumulada	62.00	84.71

NH: Número de hileras, LM: Largo de la mazorca, DM: Diámetro de la mazorca, DO: Diámetro del olote, PGM: Peso de granos por mazorca, P100g: Peso de 100 granos. LG: largo del grano, AG: Ancho del grano, GG: Grosor del grano.

El dendograma que refleja el agrupamiento de las variedades locales en función de las características morfológicas del grano y la mazorca (Figura 2) define claramente una variabilidad interracial observada

previamente por Sánchez-Hernández *et al.* (2015). A pesar de que la mayoría de las variedades pertenecen a la raza Tuxpeño, se observa un agrupamiento en el cual predomina el criterio duración del ciclo biológico, lo que ubica a las variedades Chimbo blanco, Chimbo amarillo y Precoz en un mismo clúster; aun cuando en la información suministrada a la base de datos no hay ninguna variable que caracterice la duración del ciclo. Sin embargo, previamente Contreras-Molina *et al.* (2016) reportaron que un indicador importante para el agrupamiento de variedades es la precocidad, además de las características de la planta. Se infiere entonces que las características de las variedades relacionadas con la menor dimensión de sus mazorcas y granos, así como la menor productividad (menor peso de granos), tienen efecto discriminatorio que las ubica en un grupo aparte, donde se ubican las variedades más precoces.

El análisis de varianza entre grupos (Tabla 7) no mostró diferencias significativas entre los grupos de maíces locales para las variables LM, AG y GG. Las variedades del Grupo I mostraron los mejores indicadores del rendimiento de granos, sobre todo aquellos relacionados con el peso de la mazorca y el rendimiento de granos por mazorca (Tabla 7), características directamente relacionadas con el número de hileras y el diámetro de las mazorcas (Sánchez-Hernández *et al.*, 2015). En cuanto a las dimensiones de los granos, no se observaron diferencias entre grupos para el AG y GG; mientras que las variedades que conforman el Grupo III, que reúne las

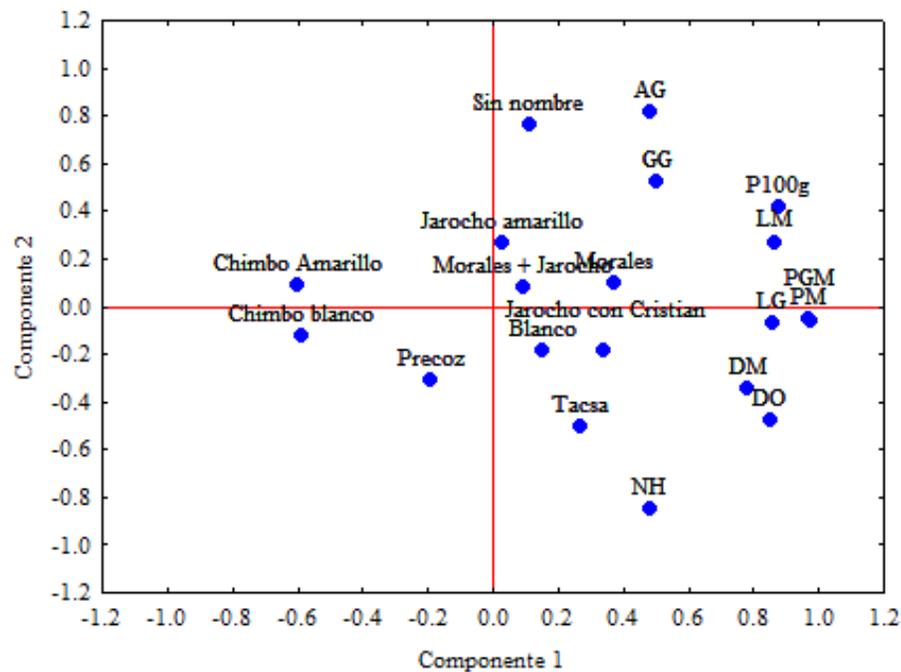


Figura 1. Distribución de las variables que caracterizan la morfología de las mazorcas y granos de las variedades de maíces locales en el plano formado por las componentes I y II (Biplot). NH: Número de hileras, LM: Largo de la mazorca, DM: Diámetro de la mazorca, DO: Diámetro del olote, PGM: Peso de granos por mazorca, P100g: Peso de 100 granos, LG: Largo del grano, AG: Ancho del grano, GG: Grosor del grano.

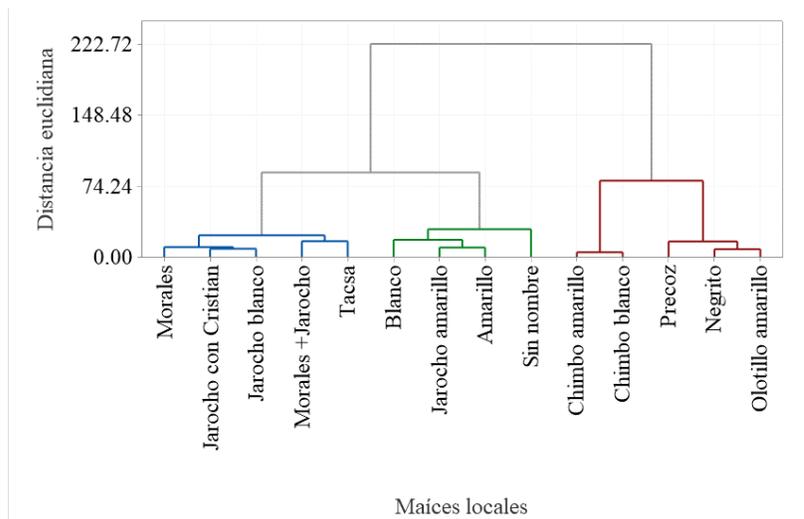


Figura 2. Dendrograma de agrupamiento de maíces locales colectados en los ejidos J.M. Garza y Benito Juárez, Chiapas.

Tabla 7. Análisis de varianza de las variables que caracterizan morfológicamente los granos y mazorcas en los tres grupos de maíces locales formados con el análisis de clúster.

Grupos	NH	LM	DM	PM	DO	PGM	P100g	LG	AG	GG
I	14.54 a	17.15	48.67 a	236.37 a	28.43 a	196.26 a	37.96 a	12.06 a	9.08	3.89
II	12.56 b	16.74	45.82 b	181.94 b	26.02 b	155.34 b	36.12 a	11.85 a	9.42	3.87
III	12.48 ab	14.10	41.01 ab	104.15 c	23.66 ab	87.15 c	25.48 b	10.12 b	8.57	3.70
CME	1.64	5.47	17.17	422.20	3.56	261.50	21.98	0.42	0.37	0.17
F	4.93	1.85	4.28	49.37	7.01	55.80	8.14	14.96	1.71	0.11
p	0.03	0.20	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.22	0.90

NH: Número de hileras, LM: Largo de la mazorca, DM: Diámetro de la mazorca, DO: Diámetro del olote, PGM: Peso de granos por mazorca, P100g: Peso de 100 granos, LG: largo del grano, AG: Ancho del grano, GG: Grosor del grano.

Medias con letras iguales en las columnas no difieren para $p \leq 0.01$

CME: Cuadrado medio del error

F: F de Fisher

P: probabilidad de error.

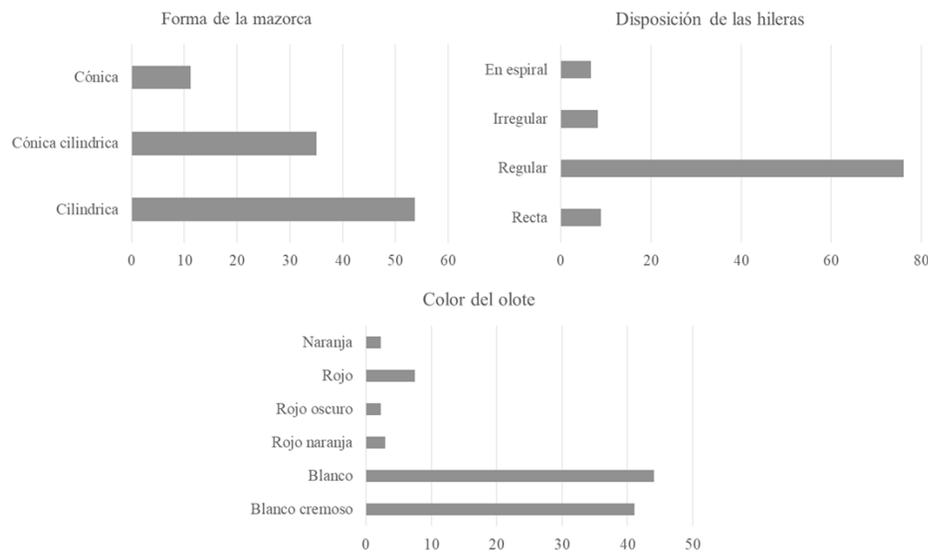


Figura 3. Frecuencias relativas de las características cualitativas de las mazorcas de las variedades de maíces locales colectadas en los ejidos Benito Juárez y J.M. Garza.

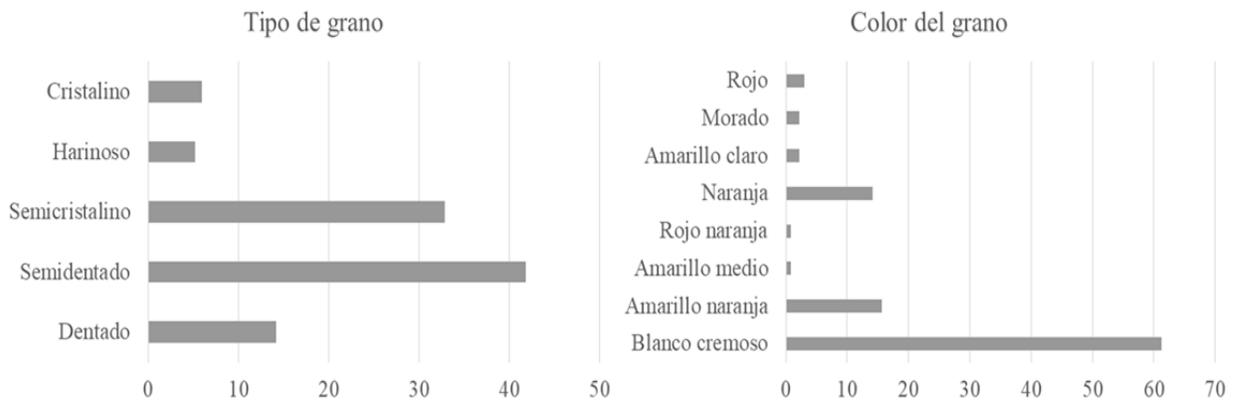


Figura 4. Frecuencias relativas de las características cualitativas los granos de las variedades de maíces locales colectadas en los ejidos Benito Juárez y J.M. Garza.

variedades más precoces, concentró las de menor productividad (producción de granos) y dimensiones, tanto de granos como de mazorcas. Así como una gran diversidad de características cualitativas (Figura 3, 4 y 5). Entre las variedades predominaron las mazorcas cilíndricas (53.73%), disposición regular de las hileras (76.11%), olote de color blanco (44.03%), así como los granos blanco cremoso (61.19%) y semidentados (41.79%) (Figura 3 y 4).

De las 15 variedades de ML encontradas en los dos ejidos, cuatro coinciden con las identificadas en otros municipios por Hernández-Ramos, *et al.* (2020) en la

región Frailesca: Morales (municipio Villaflores), Chimbo (municipio Ángel Albino Corzo), Jarocho (municipios Villa Corzo, El Parral y La Concordia), Olotillo (municipios Villa Corzo, La Concordia y Ángel Albino Corzo), Precoz (municipio Villa Corzo). Destaca que la variedad Morales solo se observó en el municipio Villaflores. Estudios más amplios de la diversidad genética de los ML en Chiapas señalaron la presencia en Chiapas de la raza Olotillo (Ortega-Paczka, 2003, Perales y Hernández (2005). Otros en la región Frailesca resaltan la diversidad genética de los ML (Guevara Hernández *et al.*, 2020).



Figura 5. Maíces locales colectados en los ejidos Jesús María Garza y Benito Juárez.

Configuraciones entre tipos de maíces en unidades domésticas de producción campesina

Cada población de ML, resultado de la conjugación entre elementos heterogéneos, integra con otros tipos de maíces configuraciones diferentes en cada UDPC, lo que refleja permanencias, reemplazos y entrecruzamientos entre objetos técnicos diferentes (variedades locales, variedades de polinización libre y VMHC). En la Tabla 8 se ilustran configuraciones en 16 UDPC que conservan ML en ambos ejidos. Es notable en estas un patrón donde los ML constituyen punto de partida en 100 % de las unidades. De estas, 41.17% iniciaron con la variedad Olotillo y 29.41% con el maíz Jarocho; ambas variedades, así como los ML Rocamey y Amarillo se cultivaron también por los padres de los campesinos en 64.70% de las unidades. Lo que denota la influencia patrilínea como elemento importante en la transmisión de semillas locales de padres a hijos.

Por su parte, en 35.29 % de las UDPC las variedades de polinización libre (VPL) formaron parte también de

las configuraciones mostradas; pero en ninguna unidad los campesinos señalaron co-presencia de estas con ML (Tabla 8). Al parecer las ventajas ampliamente aceptadas por los campesinos de estas variedades, provocó cierta exclusión de los ML, hasta que las VPL fueron abandonadas por la introducción de VCMH en ambos ejidos. Un testimonio de esto es la siguiente expresión: “Sembré Tuxpeño blanco en los 90’s, era bajito y de gran mazorca, como dos años sembré, perdimos la semilla, lo echamos todo en la bodega, nos dijeron que venía una semilla mejor, nos engañaron” (Luis Pérez, campesino ejido J. M. Garza). Otra tendencia observada en las configuraciones entre tipos de maíces, es la co-presencia actual de ML y VCMH en 93.75% de las unidades y el predominio de la VCMH Pioneer (87.5%). Esta co-presencia, no observada con las VPL, refleja la asignación de funciones diferentes a ambos tipos de maíz (Bellon y Hellin, 2011). Además, es notable también la permanencia de los ML Olotillo y Jarocho, con los que la mayoría de las UDPC iniciaron el cultivo de maíz.

Tabla 8. Configuraciones entre tipos de maíces (locales, variedades de polinización libre y variedades híbridas comerciales) en unidades domésticas de producción campesina (UDPC) en los ejidos Benito Juárez y J. M. Garza, región Frailesca, Chiapas

UDPC	Padre del campesino	Campesino
RC	Poblano, Higuera, Negrito, Chimbo	Olotillo-Tuxpeño-Tacsá-Precoz/Pioneer*
OC	Olotillo	Olotillo-Morales/Pioneer
AH	Olotillo crema	Olotillo-Jarocho-Olotillo-Rocamey-Tuxpeño** Dekalb*Morales/Dekalb
AG	Olotillo, Amarillo, Morales	Olotillo amarillo- <i>Amarillo</i> /Morales/ <i>Olotillo</i> - Olotillo amarillo/Pioneer
DS	Jarocho, Rocamey, Diente de Venado, Olotillo	Jarocho-Rocamey-Jarocho/Pioneer
IV	Jarocho, Híbrido blanco	Jarocho-Morales-Olotillo amarillo /Amarillo/Pioneer
LF	Olotillo crema, Rocamey	Jarocho-Rocamey-Jarocho + Tuxpeño/ Pioneer
SH	Olotillo crema	Olotillo-Morales/Tuxpeño-Olotillo/Morales/ Pioneer
MR	No recordó	Jarocho-Tuxpeño-Pioneer/Jarocho
TF/JM	Jarocho, Olotillo, V-507** y 534**, Tuxpeño	Jarocho/Morales/Olotillo/Negrito/Pioneer
FC	Siete hojas, Chimbo, Negrito, Híbrido, Olotillo amarillo y blanco	Morales/Amarillo
DH	Olotillo, Jarocho, Negro	Olotillo-Tuxpeño-Novacen*/Dekalb-Jarocho/ Pioneer
ES	Jarocho, Olotillo	Olotillo-Jarocho/Olotillo/Negrito/American/Pioneer
IA	Maíz crema	
RV	Rocamey	Morales- Jarocho + Morales/Pioneer
AG	Olotillo, Amarillo, Morales	Amarillo-Morales-Olotillo-Morales/Pioneer

El guión indica cambio de variedad o de tipo de maíz; el signo positivo la mezcla entre variedades y la barra diagonal co-presencia de variedades en la UDPC. Con las siglas de la primera columna se indica el nombre del campesino entrevistado en cada UDPC.

UDPC: Unidad doméstica de producción campesina, VMHC*: Variedades de maíces híbridos comerciales, VPL**: Variedades de polinización libre.

De forma general las configuraciones entre tipos de maíces (Tabla 8) muestran la dinámica en la que se inserta el manejo del potencial de los ML en contextos de cambio tecnológico, reflejada a través de pérdidas, reemplazos y abandonos de estos maíces. En contraste con el patrón varietal más lineal con predominio de ML, propio de comunidades indígenas en el Estado, donde Perales y Hernández (2005) señalaron la presencia de condiciones más seguras y favorables para la conservación *in situ* de estos maíces. Las dinámicas en las unidades estudiadas se asocian sobre todo con características morfológicas y agronómicas desfavorables de ML que los campesinos han dejado de cultivar. Como la altura mayor de la planta (Napalú y Crema), el peso menor del grano (Napalú y Huesito), número menor de hileras de la mazorca (Napalú), poco desarrollo de raíces adventicias (Oro). Mientras el mayor grosor del corazón de la mazorca (olote) lo asocian con el abandono de los maíces Rocamey y Crema. De acuerdo con Herrera, et al. (2000) los estudios comparativos de colectas de ML con frecuencia demuestran que la colecta más reciente es superior en cuanto a rendimiento. Es así que los ML que predominan actualmente en el área de estudio (Jarocho, Morales y Olotillo) tienen parámetros vinculados al rendimiento más favorables que los ML que dejaron de cultivar.

En resumen, las combinaciones de tipos de maíces que se muestran en la Tabla 8 son un indicador de la pérdida de linealidad del proceso de conservación de los ML en el área de estudio, interrumpida con la introducción primero de VPL y luego de VMHC. Además, evidencia la tendencia a metas más plurales, más allá de la subsistencia de los CCML, y por tanto la búsqueda constante de mejores características en los maíces que cultivan, a los que asignan funciones y destinos diferentes. El carácter dinámico de los arreglos entre tipos de maíces en las UDPC que conservan ML refleja también el uso más frecuente por los campesinos de vías diferentes para mejorar el germoplasma local, como es el acriollamiento, por ejemplo, de variedades mejoradas, las que se han mantenido por años bajo manejo campesino (Bellon *et al.*, 2006), así como la mezcla entre ML o entre estos y VCMH. Generando ensambles entre variedades y tipos de maíces para la adaptación a las condiciones cambiantes en los espacios de conservación del maíz (Barrera-Bassols *et al.*, 2009). Esta gestión propia del mejoramiento del potencial local por los campesinos a partir de germoplasma externo se asocia con la introducción en área de estudio de VCMH entre 1970-1980 (Guevara Hernández *et al.*, 2020). En general esta vía de mejoramiento es objeto de opiniones

diversas en relación con su aporte al mantenimiento y fortalecimiento del germoplasma local (Hellin y Bellon, 2007; Guevara Hernández *et al.*, 2020; Guzzon *et al.*, 2021; D'Alessandro y González, 2014). Pero compensa el escaso retorno de los aportes del potencial local al mejoramiento científico del maíz. Esta complejidad requiere una mirada más atenta a las transiciones que experimentan los espacios de conservación de los ML a partir de los cambios tecnológicos externos y a las implicaciones en el potencial genético local y su conservación.

CONCLUSIONES

La presencia de 15 variedades de ML en los ejidos Benito Juárez y J. M. Garza, región Frailesca, Chiapas, muestra permanencia y variabilidad del potencial genético local del maíz en espacios productivos impactados por el cambio tecnológico. Donde los campesinos realizan el proceso de selección para adecuar el germoplasma local a sus condiciones, estrategias, preferencias e intereses. La diversidad de ML en estos ejidos presenta gran variabilidad de caracteres morfológicos de granos y mazorcas, lo que propicia mayores opciones a los campesinos para la selección de estos maíces. Los que formaron tres grupos bien definidos en función de las dimensiones y el peso de granos y mazorcas. En el grupo III se ubicaron los maíces con mazorcas de menores dimensiones, coincidente con los de menor precocidad. Los maíces ubicados en el grupo I presentan mayor número de hileras y mayor dimensión y peso de las mazorcas. La ubicación de las variedades en los tres grupos, se relacionó con razas de ML identificadas en el estado de Chiapas.

En UDPC que conservan ML bajo influencia tecnológica externa, las configuraciones entre tipos de maíces muestran un patrón que invariablemente parte del uso de variedades locales, con tendencia al entrecruzamiento entre estas y con maíces mejorados. Esta mayor complejidad socio-técnica en los contextos donde los campesinos continúan conservando los ML implica un acercamiento mayor y más integral a las particularidades que imprime la co-presencia del potencial local con otras materialidades técnicas que han alterado la linealidad propia de la conservación *in situ* de los ML. Generando un entramado socio-técnico de este proceso cada vez más complejo, donde es mayor la relevancia de análisis integradores y la vigencia del campesino experto en el manejo de la diversidad del maíz.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los campesinos en los ejidos Benito Juárez y Jesús María Garza que donaron muestras de los ML que conservan y ofrecieron información sobre estos y su manejo.

Funding. This research received support from the project Regional transformations in the face of the crisis of the rural world in Mexico, local responses and perspectives in the new context, from the Institute for Research on Regional Agriculture and Rural Development (IIAREDER), Key: 19012-ECI-68. We are also grateful for the support of the National Council of Science and Technology (CONACYT) through the Doctoral Program in Science in Regional Rural Development (DCDRR) of the Universidad Autónoma Chapingo.

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest.

Compliance with ethical standards. The characteristics of this research do not require ethics committee approval. The farmers surveyed agreed to participate by informed consent were subject to informed consensus.

Data availability. Data are accessible through the corresponding author Maria de los Angeles Fonseca Flores, flowerfonseca64@gmail.com

Author contribution statement (CRediT).

M.A. Fonseca-Flores: Conceptualization, data collection, visualization, writing, editing. **A. García-García:** Conceptualization, supervision, writing, review. **F. Guevara-Hernández:** Conceptualization, supervision, review. **C. Márquez-Rosano:** Conceptualization, supervision, review. **M.R. Parra-Vázquez:** Conceptualization, supervision, review.

REFERENCIAS

- Acevedo-Osorio, A., Ortiz Przychodzka, S. and Ortiz Pinilla, J.D., 2020. Aportes de la agrobiodiversidad a la sustentabilidad de la agricultura familiar en Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23 (2), pp. 1-18. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2992/1444>
- Angeles-Gaspar, E., Ortíz-Torres, E., López, P.A. and López-Romero, G., 2010. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33, pp. 287-296. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/33-4/2a.pdf>
- Arias Yero, I., Guevara Hernández, F., La O Arias, M. A. and Cadena-Iñiguez, P., 2022. Caracterización y tipo de familias productoras de maíz local en la Frailesca, Chiapas. *Ciencia UAT*, 16(2), pp. 155-171. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i2.1525>
- Barrera-Bassols, N., Astier, M., Orozco, Q. and Boege Schmidt, E., 2009. Saberes locales y defensa de la agrobiodiversidad: maíces nativos vs maíces transgénicos en México. *Papeles*, 107, pp. 77-91. https://www.fuhem.es/papeles_articulo/saberes-locales-y-defensa-de-la-agrobiodiversidad-maices-nativos-vsmaices-transgenicos-en-mexico/
- Bellon, M., 1991. The ethnecology of maize variety management: A case study from México. *Human Ecology*, 19(3), pp. 389-418. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00888984.pdf>
- Bellon, M. R. and Hellin, J., 2011. Planting hybrids, keeping landraces: Agricultural modernization and tradition among small-scale maize farmers in Chiapas, México. *World Development*, 39(8), pp. 1434-1443. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.12.010>
- Bellon, M.R., Mastretta-Yanes, A., Ponce-Mendoza, A., Ortiz-Santamaría, D., Oliveros-Galindo, O., Perales, H., Acevedo, F. and Sarukhán, J., 2018. Evolutionary and food supply implications of ongoing maize domestication by Mexican campesinos. *Proceedings of the Royal Society*, 285, pp. 1-10. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.1049>
- Bellon, M. R., Adato, M., Becerril, J. and Mindek, D., 2006. Poor Farmers' Perceived Benefits from Different Types of Maize Germplasm: The Case of Creolization in Lowland Tropical Mexico. *World Development*, 34 (1), pp. 113-129. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.05.012>
- Brush, S.B. and Perales, H.R., 2007. A maize landscape: ethnicity and agrobiodiversity in Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121, pp. 211-221. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.018>
- Burgo Bencomo, O. B., 2021. El conocimiento tradicional y la etnobotánica en la gestión de la agricultura familiar. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), pp. 431-438. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=s2218-36202021000400431

- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), 2020. Germoplasma Resource Information Network (GRIN-Global). Accesible desde: <https://wgb.cimmyt.org/gringlobal/search> [Consultado 30 de mayo 2022].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2011. Razas de maíz de México. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices>
- Chávez-Servia, J.L., Diego-Flores, P. and Carrillo-Rodríguez, J.C., 2011. Complejos raciales de poblaciones de maíz evaluadas en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca. *Ra Ximhai*, 7, pp. 107-115. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116742010.pdf>
- Contreras-Molina, O., Gil-Muñoz, A., López, P.A., Reyes-López, D. and Guerrero-Rodríguez, J.D., 2016. Caracterización morfológica de maíces nativos de la Sierra Nororiental de Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (17), pp. 3633-3647. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263149506019.pdf>
- Coutiño-Estrada, B., Vidal Martínez, V.A., Cruz Vázquez, C. and Gómez González, M., 2015. Características eloteras y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (5), pp. 1119-1127. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/603/476>
- D'Alessandro-Nogueira, R. and González-Cabañas, A.A., 2014. Siete controversias capitales: análisis de la implementación del Programa Maíz Solidario en Los altos de Chiapas. *Revista Liminar. Estudios Sociales y Humanísticos*, XII (2), pp. 129-147. <https://doi.org/10.29043/liminar.v12i2.347>
- Delgado-Ruiz, F., Guevara-Hernández, F. and Acosta-Roca, R., 2018. Criterios campesinos para la selección de maíz (*Zea mays*, L.) en Villaflores y Villa Corzo, Chiapas. *Ciencia UAT*, 13 (1), pp. 123-134. <https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/985>
- Espinoza, L.C., Casillas, J.M.H., Sangerman, D.M., Hirán, S. and Bañuelos, M., 2013. Los maíces criollos y su conservación desde la perspectiva de los productores. In: Rangel Lucio, José Antonio; Juan Carlos Raya Pérez; Francisco Cervantes Ortíz; César Leonardo Aguirre Mancilla; Juan Gabriel Ramírez Pimentel; Mariano Mendoza Elos (Editores). 1er. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. SOMECTA. ISBN 978-607-96093-1-3. Roque, Celaya, Guanajuato, de 14 a 16 de noviembre de 2012. pp. 26-37.
- Gobierno del Estado de Chiapas 2014. Programa Regional de Desarrollo 2013-2018: Región VI Frailesca. <http://www.haciendachiapas.gob.mx/planeacion/Informacion/Desarrollo-Regional/prog-regionales/FRAYLESCA.pdf> [Consultado 15 de abril de 2022].
- Guevara-Hernández, F., Hernández Ramos, M.A., Pinto Ruiz, R., Arias Yero, I., Rodríguez Larramendi, L.A., Medina Sansón, L. and Rodríguez Rodríguez, S., 2019. Oportunidades para la innovación de sistemas tradicionales de producción agropecuaria: un análisis socioantropológico retrospectivo. *CIENCIA ergo-sum*, 26 (1), pp. 1-18. <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/11398>
- Guevara-Hernández, F., Hernández-Ramos, M.A., Ortíz-Pérez, R.H., Acosta-Roca, R., Rosabal-Ayan, L., La O-Arias, M.A., Pinto-Ruiz, R., Martínez-Aguilar, F. B. and Reyes-Sosa, M. B., 2021. *Maíces locales de la Frailesca chiapaneca: diversidad, usos múltiples y distribución*. Ediciones INCA y Unidad de Divulgación Científica-UNACH. <https://isbnmexico.indautor.cerlalc.org/catalogo.php?mode=detalle&nt=349818>
- Guevara-Hernández, F., Hernández-Ramos, M.A., Basterrechea-Bermejo, J.L., Fonseca-Flores, M.A., Delgado-Ruiz, F., Ocaña Grajales, M.J. and Acosta-Roca, R., 2020. Riqueza de maíces locales (*Zea mays* L.) en la región Frailesca, Chiapas, México: un estudio etnobotánico. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 37(3), pp. 223-243. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/32660/34136>
- Guzzon, F., Arandía Rios, L.W., Caviedes Cepeda, G.M., Céspedes Polo, M., Chavez Cabrera, A., Muriel Figueroa, J., Medina Hoyos, A.E., Jara Calvo, T.W., Molnar, T.L., Narro León,

- L.A., Mejía Kerguelén, S.L., Ospina Rojas, J.G., Vázquez, G., Preciado-Ortiz, R.E., Zambrano, J.L., Palacio Rojas, N. and Pixley, K.V., 2021. Conservation and Use of Latin American Maize Diversity: Pillar of Nutrition Security and Cultural Heritage of Humanity. *Agronomy*, 11 (172), pp. 1-22. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010172>.
- Hellin, J. and M. Bellon. 2007. Manejo de semillas y diversidad del maíz. *LEISA. Revista de Agroecología*, 23(2), pp. 9-11. <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-23-numero-2/1800-manejo-de-semillas-y-diversidad-del-maiz>
- Hernández-Ramos, M.A., Guevara-Hernández, F., Basterrechea-Bermejo, J.L., Coutiño-Estrada, B., La O-Arias, M.A. and Pinto-Ruiz, R., 2020. Diversidad y conservación de maíces locales de la Frailesca, Chiapas, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(4), pp. 471-479. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/43-4/12a.pdf>
- Hernández-Ramos, M.A., Rodríguez-Larramendi, L.A., Guevara-Hernández, F., Rosales-Esquincas, M.A., Pinto-Ruiz, R. and Ortiz-Pérez, R. (2017). Caracterización molecular de maíces locales de la reserva de la Biosfera La Sepultura, México. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), pp. 69-83. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v28i1.21612>
- Herrera-Cabrera, B. E., Castillo González, F., Sánchez González, J. J., Ortega Paczka, R. and Goodman, M. M. (2000). Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones de maíz en una región: caso de la raza chalqueño. *Revista Fitotecnia Mexicana*, (23), pp. 335-354. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/23-2/13a.pdf>
- Hortelano, R.R., Gil M.A., Santacruz V.A., Miranda C.S. and Córdova T.L., 2008. Diversidad morfológica de maíces nativos en el Valle de Puebla. *Agricultura Técnica en México*, 34 (2), pp. 189-200. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60834206>
- Hortelano, S.R., Gil, A.M, Santacruz, V.A., López, S.H., López P.A. and Miranda, C.S., 2012. Diversidad fenotípica de maíces nativos del altiplano centro-oriente del estado de Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(2), pp. 97-109. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/35-2/1a.pdf>
- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), 1991. *Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center*. Rome: International Board for Plant Genetic Resources. https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/104.pdf
- Linares-Holguín, O.O., Rocandio-Rodríguez, M., Santacruz-Varela, A., López-Valenzuela, J.A., Córdova-Téllez, L., Parra-Terraza, S., Leal-Sandoval, A., Maldonado-Mendoza, I.E. and Sánchez-Peña, P., 2019. Caracterización fenotípica y agronómica de maíces (*Zea mays* ssp. *mays* L.) nativos de Sinaloa, México. *Interciencia*, 44(7), pp. 421-428. https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2019/08/421_Com_Linares_v44n7.pdf
- López-Morales, F., Taboada, G.O.R., Gil, M.A., López, P.A. and Reyes, L.D., 2014. Morphological diversity of native maize in the humid tropics of Puebla, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(1), pp. 19-31. <https://www.revista.coba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1601/852>
- López-Corral, A., 2012. El impacto de la canícula en poblaciones agrícolas de Tepeaca, Siglo XVI. *ITINERARIOS*, 15, pp. 261-278. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5912924>
- Martínez, F. B., Guevara, F., Aguilar, C.E., Pinto, R., La O, M.A., Rodríguez, L.A. and Aryal, D.R., 2020. Energy and economic efficiency of maize agroecosystems under three management strategies in the Frailesca, Chiapas (México). *Agriculture*, 10(81), pp. 1-15. <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/3/81>
- Martínez-Sánchez, J., Espinosa-Paz, N. and Cadena-Iñiguez, P., 2017. Caracterización morfológica de poblaciones de maíz nativo (*Zea mays* L.) en Chiapas, México. *Agroproductividad*, 10 (9), pp. 26-33. <https://revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/186>

- Martínez-Sánchez, J., Espinoza Paz, N. and Villegas Aparicio, Y., 2016. Interacción genotipo-ambiente en poblaciones de maíz nativo de Chiapas. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 3(1), pp. 38-48. <https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/articulos-volumen-3-n-1/>
- Martínez Sánchez, J., Espinoza Paz, N., Ramírez Cordoba, A. L., Camas Gómez, R. and Villegas Aparicio, Y., 2018. Expresión fenotípica y estabilidad en poblaciones de maíz nativo de Chiapas. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 5 (1), pp. 1-11. <https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/articulos-volumen-5-n-1/>
- Ortega- Paczka, R., 1999. Genetic erosion in Mexico. In: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Technical Meeting on the Methodology of the FAO World Information on Early Warning System on Plant Genetic Resources. Prague, Czech Republic, 21-23 June. Research Institute of Crop Production and FAO. <https://www.fao.org/wiews-archive/Prague/Paper10.jsp>
- Ortega-Paczka, R., 2003. La diversidad del maíz en México: En: G. Esteva y C. Marielle, eds. 2003. *Sin maíz no hay país*. México: CONACULTA- Museo de Culturas Populares, pp. 123-154.
- Perales, H.R. and Hernández-Casillas, J.M., 2005. Diversidad del maíz en Chiapas. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial, L. Ruiz-Montoya, eds. 2005. *Diversidad biológica de Chiapas*. México, Distrito Federal: Plaza y Valdés/ECOSUR/COCYTECH, pp. 337-355.
- Pizaña-Vidal, H.A., Fletes-Ocón, H.B. and González-Cabañas, A. A., 2019. Agronegocios y campesinos maiceros en la Frailesca: vulnerabilidad y resistencias. *Eutopia. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, 15, pp. 11-31. <https://doi.org/10.17141/eutopia.15.2019.3865>
- Rodríguez-Larramendi, L., Hernández, G.F. Cruz, J., Marto, J. and Ortiz, R., 2016. Crecimiento e índice de cosecha de variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) en comunidades de la Región Frailesca de Chiapas, México. *Cultivos Tropicales* 37(3), pp. 137-145. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193246976015>
- SAGARPA. 2014. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Guía técnica para la descripción varietal de maíz (*Zea mays* L.). Tlalnepantla, Estado de México. 39 p.
- Sánchez-Hernández, E., Cruz-Lázaro, E. D., and Sánchez-Hernández, R., 2015. Productividad y caracterización varietal de maíces nativos (*Zea mays* L.) colectados en Tabasco, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1(1), pp. 7-15. <http://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/2/3>
- Toledo, V.M. and Alarcón-Chaires, P., 2012. La Etnoecología hoy: Panorama, avances, desafíos. *Etnoecológica*, 9(1), pp. 1-17. <http://etnoecologia.uv.mx/json/imagenesjson/etnoecologica2012.pdf>