



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
UNIDAD DURANGO

**Caracterización morfológica y etnobotánica de maíces
nativos de San Bernardino de Milpillas Chico, Pueblo Nuevo,
Durango, México**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

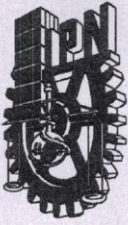
PRESENTA

Alejandra Cavada Alba

DIRECTORES:

Dr. Jesús Guadalupe González Gallegos

Dr. Arturo Castro Castro



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Dirección de Posgrado

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

Ciudad de México, a de del

El Colegio de Profesores de Posgrado de en su Sesión
(Unidad Académica)

No. celebrada el día del mes de conoció la solicitud presentada por el (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Cavada	Apellido Materno:	Alba	Nombre (s):	Alejandra
-------------------	---------------	-------------------	-------------	-------------	------------------

Número de boleta:

del Programa Académico de Posgrado:

Referente al registro de su tema de tesis

1.- Se acordó aprobar el tema de tesis:

Objetivo general del trabajo de tesis:

2.- Se designa como Directores de Tesis a los profesores:

Director: Director:
No aplica:

3.- El Trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente, hasta la aprobación de la versión completa de la tesis por parte de la Comisión Revisora correspondiente.

Director(a) de Tesis

Dr. Jesús Guadalupe González Gallegos

Director de Tesis (en su caso)

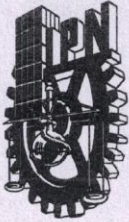
Dr. Arturo Castro Castro
Presidente del Colegio

Alumno

Alejandra Cavada Alba

Dr. Eduardo Sánchez Ortiz





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Dirección de Posgrado

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Durango, Dgo. siendo las 15:30 horas del día 26 del mes de Noviembre del 2025 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Posgrado de: IPN CIIDIR Unidad Durango para examinar la tesis titulada:

"Caracterización morfológica y etnobotánica de maíces nativos de San Bernardino de Milpillas Chico, Pueblo Nuevo, Durango, México" del (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Cavada	Apellido Materno:	Alba	Nombre (s):	Alejandra
--------------------------	--------	--------------------------	------	--------------------	-----------

Número de boleta: B 2 3 1 2 1 5

Alumno del Programa Académico de Posgrado: Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene 12 % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo **SI** **NO** **SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.**

JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN: *(Por ejemplo, el % de similitud se localiza en metodologías adecuadamente referidas a fuente original)*

El mayor porcentaje de similitud se encuentra en el apartado de metodología donde se encuentran técnicas tomadas de otros autores, por lo que se considera que el trabajo es original del alumno.

Finalmente y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** **SUSPENDER** **NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD** o **MAYORÍA** en virtud de los motivos siguientes:

Se lograron los objetivos planteados en el tema de tesis a través de los resultados y conclusiones, además se obtuvo un bajo porcentaje de similitud, por lo que hay originalidad del alumno.

COMISIÓN REVISORA DE TESIS

Dr. Jesús Guadalupe González Gallegos

Director de Tesis
Nombre completo y firma

M. en C. Edgar Abraham Lozano Mendoza

Nombre completo y firma

Dra. Martha González Elizondo

Nombre completo y firma

Dr. Arturo Castro Castro

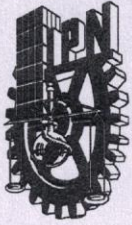
2º Director de Tesis (en su caso)
Nombre completo y firma

M. en C. Heriberto Ávila González

Nombre completo y firma

Dr. Eduardo Sánchez Ortiz

Nombre completo y firma
PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE OBRA PARA DIFUSIÓN

En la Ciudad de Durango, Dgo., el día **12** del mes de **diciembre** del año **2025**, la que suscribe **Alejandra Cavada Alba** alumna del programa de **Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental** con número de registro **B231215**, adscrita al **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional**, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del **Dr. Jesús Guadalupe González Gallegos** y el **Dr. Arturo Castro Castro** y cede los derechos del trabajo titulado "**Caracterización morfológica y etnobotánica de maíces nativos de San Bernardino de Milpillas Chico, Pueblo Nuevo, Durango, México**", al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expresado del autor y/o directores. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones de correo: **xanergo@gmail.com**, **art.castroc@hotmail.com** y **alecavada24@gmail.com**. Si el permiso se otorga, al usuario deberá dar agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.

Alejandra Cavada Alba

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional, bajo la dirección del Dr. Jesús Guadalupe González Gallegos y el Dr. Arturo Castro Castro.

DEDICATORIA

A mi mamá, por su amor incondicional y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi hermana, por su apoyo incondicional y estar siempre en cada etapa de la vida.

A mi sobrina, que siempre me recuerda la importancia de soñar.

Gracias por acompañarme en mis días difíciles y celebrar conmigo cada pequeño avance.

Y a Dios, por darme la sabiduría, la fuerza y las oportunidades que hicieron posible este logro.

AGRADECIMIENTOS

La culminación de esta tesis no habría sido posible sin el apoyo invaluable y la colaboración de numerosas personas e instituciones que, de diversas maneras, contribuyeron tanto a mi formación como al desarrollo de esta investigación. A cada uno de ellos, expreso mi más profundo y sincero agradecimiento.

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a los miembros de mi Comité: al Dr. Jesús González por las aportaciones y sugerencias que enriquecieron esta investigación; al M. en C. Abraham Lozano por su orientación, apoyo constante, disponibilidad y su tiempo dedicado a este trabajo. De igual forma, al Dr. Arturo Castro, mi director de tesis, por la confianza que depositó en mí desde el inicio de esta investigación, así como por su disposición y paciencia para orientarme en cada etapa del proceso. Asimismo, al M. en C. Heriberto Ávila, mi asesor y amigo, por invitarme a formar parte de este proyecto de investigación y por su valioso acompañamiento.

Al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR IPN Unidad Durango), por su formación académica y profesional. De manera particular, extendo mi agradecimiento al Herbario-CIIDIR, por su hospitalidad y facilitar el acceso a sus instalaciones y equipos. Así mismo, al Jardín Etnobiológico Estatal de Durango (JEED) por el valioso respaldo institucional y el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el apoyo financiero brindado a través de la beca de posgrado.

A los agricultores y autoridades de la Comunidad de San Bernardino de Milpillas Chico, por compartir generosamente sus muestras y conocimientos tradicionales sobre los maíces nativos y demostrar una hospitalidad invaluable. Sin ellos no hubiera sido posible este proyecto.

A mis compañeros y amigos que ayudaron en ciertas etapas de esta investigación: Diego Mayagoitía, Norma, Heriberto, Paty, Max y alumnos del JEED. Así como a mis amigos de posgrado que hicieron más llevadero este proceso.

Finalmente, agradezco a mi familia por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

GLOSARIO

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE CUADROS

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
2.1 Centros de origen y domesticación del maíz	4
2.1.1 Centros de origen del maíz.....	4
2.1.2 Centros de domesticación	6
2.2 Taxonomía, clasificación y diversidad del maíz.....	7
2.2.1 Taxonomía.....	7
2.2.2 Clasificación del maíz	8
2.2.3 Diversidad de maíces nativos en México y Durango	10
2.3 Caracterización morfológica	12
2.3.1 Importancia de la caracterización morfológica.....	12
2.3.2 Variables morfológicas utilizadas en la caracterización del maíz	12
2.4 Importancia, usos y valores del maíz	14
2.4.1 Usos del maíz	14
2.4.2 Valor económico del maíz	16
2.4.3 Simbolismo y valor cultural del maíz.....	17
2.5 Conservación y cultivo del maíz en México	18
2.5.1 Conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de maíces nativos en México	18
III. JUSTIFICACIÓN	21
IV. OBJETIVOS.....	22

4.1 Objetivo general	22
4.2 Objetivos específicos.....	22
V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	23
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
6.1 Definición del área de estudio	24
6.2 Obtención de datos y muestras	26
6.3 Caracterización morfológica y determinación de las razas.....	27
6.3.1 Análisis de los datos	28
6.3.2 Determinación de las razas	32
6.4 Caracterización etnobotánica	32
6.5 Elaboración del catálogo de razas de maíces	33
6.6 Estrategias de conservación <i>ex situ</i>	34
VII. RESULTADOS.....	35
7.1 Sitios y número de muestras	35
7.2 Caracterización morfológica y determinación de las razas.....	37
7.2.1 Análisis de los datos	37
7.2.2 Descripción morfológica de cada grupo.....	46
7.3 Caracterización etnobotánica	63
7.4 Elaboración del catálogo de razas de maíces	72
7.5 Estrategias de conservación <i>ex situ</i>	72
VIII. DISCUSIÓN	74
IX. CONCLUSIONES	83
X. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS.....	85
XI. LITERATURA CITADA.....	86
XII. ANEXOS	97

GLOSARIO

Raza: grupo de individuos emparentados que comparten características suficientes para ser reconocidos como tal.

Nixtamalización: técnica ancestral mesoamericana que consiste en cocer granos de maíz en una solución alcalina, tradicionalmente agua con cal (hidróxido de calcio) o ceniza, para luego dejarlo reposar y molerlo.

Coamil: terreno o parcela agrícola que se ubica sobre terrenos pedregosos y/o con mayor o menor pendiente que no permite el uso de maquinaria o arado, por lo que se cultiva con métodos manuales como el azadón o chuzo.

Chuzo: herramienta agrícola de hierro, cilíndrica y puntiaguda, usada para romper o abrir suelos para la siembra de semillas, principalmente de maíz.

Gavilla: conjunto agrupado de cañas, mieses, ramas o hierba.

Tazolera: estructura construida cerca de las parcelas de cultivo, para almacenar la caña de maíz cuando aún tiene la mazorca o para el rastrojo (la caña sin la mazorca).

Troje/troja: lugar de almacenamiento construido para guardar productos agrícolas como maíz, granos o frutos, en algunas regiones se utiliza también para guardar la leña.

Piznate: bebida tradicional a base de maíz cocido, tostado o molido, en ocasiones endulzado con piloncillo.

Chuales: granos de maíz que se cuecen y luego se secan al sol para su conservación. Son especialmente populares durante la cuaresma en estados como Durango, Coahuila y Chihuahua.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio.	24
Figura 2. Variables ambientales y fisiográficas del área de estudio. a) Clasificación climática. b) Tipos de suelo. c) Rangos de humedad. d) Precipitación media anual (mm). e) Pendiente (grados). f) Elevación (msnm).....	25
Figura 3. Mapa de uso de suelo y vegetación del área de estudio. Fuente: INEGI, Conjunto de Datos Vectoriales, Serie VII (2021). Escala 1:250 000, 2021. ..	26
Figura 4. Representación de la morfología típica de una mazorca del maíz con los rasgos analizados y mediciones realizadas. a. Mazorca. b. Pedúnculo. c. Raquis. d. Olote. e. Raquilla. f. Pericarpio. g. Endospermo harinoso. h. Cascarilla. i. Endospermo cristalino. j. Embrión/germen. k. Pedicelo. l. Gluma superior. m. Gluma inferior. n. Cúpula/copilla. Ilustración de Alejandra Cavada-Alba.....	31
Figura 5. Localización geográfica de los sitios de colecta.	36
Figura 6. Localización geográfica de las parcelas de cultivo muestreadas.	36
Figura 7. Análisis CLUSTER (método de clasificación UPGMA usando el índice de Gower) basado en 12 variables morfológicas.	39
Figura 8. Análisis de coordenadas principales de 12 variables morfológicas entre grupos de maíces.....	40
Figura 9. Estimaciones de los modelos lineales generalizados para 12 variables morfológicas entre grupos de maíces. Intervalos de confianza al 95% (barras).	44
Figura 10. Variables morfológicas en su escala original. Gráficas de cajas mostrando el rango, mediana y cuartiles para variables morfométricas, los puntos indican valores atípicos (datos aberrantes). Gráficas de barras apiladas en porcentaje para variables merísticas.....	45
Figura 11. Distribución temporal de la fecha de siembra del cultivo.	68
Figura 12. Periodo de cosecha reportado por los productores.	68
Figura 13. Distribución temporal de la época de floración del cultivo.	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables morfológicas utilizadas para la identificación de las variedades de maíces. Treinta y cuatro variables utilizadas en el primer análisis estadístico (número 1), 12 variables utilizadas en el segundo análisis estadístico (número 2).....	30
Cuadro 2. Detalle de la recolección de datos: cantidad de muestras y número de entrevistas por localidad.....	35
Cuadro 3. Análisis de funciones discriminantes de 12 variables morfológicas entre grupos de maíces. Correlaciones entre el primer eje canónico y variables morfológicas.....	41
Cuadro 4. Resultados generales de modelos lineales generalizados para 12 variables morfológicas. Prueba de razón de verosimilitud (likelihood ratio test, LRT) y R^2 de McFadden. Variables con mayor variación explicada por el modelo en negritas.....	43
Cuadro 5. Distribución del rango de edad de los productores por localidad.....	63
Cuadro 6. Características de valor y preferencias de los productores sobre sus variedades de maíz.....	64
Cuadro 7. Principales productos alimenticios elaborados a base de maíz por localidad.....	64
Cuadro 8. Procedencia de la semilla utilizada por los agricultores de cada localidad.....	65
Cuadro 9. Tiempo de manejo (antigüedad) de la semilla de la misma línea por localidad.....	65
Cuadro 10. Denominación de las variedades de maíz reportadas por los productores encuestados.....	66
Cuadro 11. Destino de la producción de maíz (autoconsumo y venta) por localidad.....	66
Cuadro 12. Preferencias de los agricultores sobre el sistema de cultivo (monocultivo y policultivo) por localidad.....	67
Cuadro 13. Combinaciones de cultivos más comunes en los sistemas de policultivo reportados por localidad.....	67
Cuadro 14. Superficie promedio de siembra por productor en cada localidad. ...	68

Cuadro 15. Uso y aplicación de fertilizante en el cultivo por agricultor en cada localidad.....	69
Cuadro 16. Tipo de fertilizante aplicado por localidad.....	69
Cuadro 17. Incidencia de plagas en los cultivos reportadas por los agricultores en cada localidad.....	70
Cuadro 18. Tipos de plagas presentes en los cultivos reportadas por los agricultores en cada localidad.....	70
Cuadro 19. Manejo post-cosecha: métodos y tipos de almacenamiento del maíz por localidad.....	71
Cuadro 20. Tipos de plagas predominantes en el almacenamiento de maíz por localidad.....	71
Cuadro 21. Estrategias de manejo y métodos de control de plagas en el almacenamiento de maíz por localidad.....	71
Cuadro 22. Prácticas de labranza reportadas por los productores en cada localidad.....	72

RESUMEN

El maíz nativo es esencial para la cultura y economía de México, sin embargo, su diversidad está amenazada por las prácticas agrícolas modernas. En el estado de Durango existe una alta diversidad de maíces nativos, adaptados y conservados por comunidades indígenas. En esta investigación se caracterizaron morfológicamente las variedades nativas de maíz y las técnicas de cultivo empleadas en San Bernardino de Milpillas Chico. Además, se desarrollaron actividades para informar a los productores y construir una colección científica de semillas para su conservación en el Jardín Etnobiológico Estatal de Durango. El trabajo se desarrolló en cinco fases: 1) caracterización del área de estudio; 2) obtención de muestras de maíces con los productores; 3) aplicación de entrevistas para reunir información sobre técnicas de cultivo y datos etnobotánicos; 4) caracterización de maíces e identificación de grupos raciales mediante análisis multivariados de 12 caracteres morfológicos de la mazorca y grano; 5) análisis de datos sobre técnicas de cultivo y etnobotánica. Como resultado se obtuvieron 214 muestras donadas por 84 productores en 6 localidades. El análisis morfológico permitió la delimitación de 14 grupos, todos estadísticamente diferentes entre sí. En estos grupos se lograron identificar once razas de maíces nativos. El Análisis de Funciones Discriminantes (DFA) determinó seis variables como las más importantes: forma de la mazorca, textura del grano, diámetro de la mazorca, diámetro del olote, la relación ancho/longitud del grano y número de hileras de granos; estas variables fueron confirmadas por los Modelos Lineales Generalizados (GLM). La identificación y descripción detallada de las características morfológicas permitió comprender mejor la variabilidad existente y su relación con el entorno local y el conocimiento tradicional de la comunidad. Además, con los datos etnobotánicos se logró detallar los usos y prácticas de manejo de los agricultores de la zona, las cuales influyen en cierta forma a la diversidad fenotípica encontrada.

ABSTRACT

Native maize is essential to Mexico's culture and economy, but its diversity is threatened by modern agricultural practices. The state of Durango has a high diversity of native maize varieties, adapted, and conserved by indigenous communities. This research characterized the morphological traits of native maize varieties and the cultivation techniques used in the community of San Bernardino de Milpillas Chico. In addition, activities were developed to inform producers and build a scientific seed collection for conservation in the Durango State Ethnobiological Garden. The work was developed in five phases: 1) characterization of the study area; 2) obtaining corn samples from producers; 3) conducting interviews to gather information on cultivation techniques and ethnobotanical data; 4) characterization of maize and identification of racial groups through multivariate analysis of 12 morphological characteristics of the ear and grain; 5) analysis of data on cultivation techniques and ethnobotany. As a result, 214 samples were obtained from 84 producers in six localities. Morphological analysis allowed the delimitation of 14 groups, all statistically different from one another. Eleven native maize races were identified within these groups. Discriminant Function Analysis (DFA) determined six variables as the most important: ear shape, grain texture, ear diameter, cob diameter, grain width/length ratio, and number of rows of grains. These variables were confirmed by Generalized Linear Models (GLM). The identification and detailed description of morphological characteristics provided a better understanding of existing variability and its relationship to the local environment and the community's traditional knowledge. In addition, ethnobotanical data provided details on the uses and management practices of farmers in the area, which influence, to some extent, the phenotypic diversity found.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos ancestrales hasta la actualidad, el maíz ha sido un elemento esencial para la alimentación y la cultura de México convirtiéndose en un pilar fundamental de la sociedad y su economía (Wellhausen et al., 1951). México al ser considerado centro de origen y domesticación de esta planta, alberga una gran riqueza de variedades nativas. Estas variedades son producto de milenios de selección por parte de los productores o agricultores de comunidades campesinas y pueblos indígenas, aunado a la buena adaptación de esta planta a condiciones ambientales específicas (Kato et al., 2013).

Sin embargo, en gran medida la diversidad genética del maíz nativo en México está en peligro a causa de la introducción de variedades mejoradas genéticamente, la transformación del uso del suelo, la pérdida de conocimientos tradicionales relacionados con su manejo y conservación y la migración de los agricultores hacia las ciudades (Ortega-Paczka, 2011; Ávila-González et al., 2024).

En este contexto la caracterización morfológica es una herramienta que ha sido de gran ayuda para documentar, identificar, clasificar y entender la riqueza de las variedades nativas que hay en el país o en regiones específicas y comprender sus interrelaciones e historia evolutiva (Sánchez & Goodman, 1992). Así mismo, la caracterización morfológica es muy útil dentro de la investigación, ya que permite a los científicos observar los cambios en las variedades de maíz a lo largo del tiempo y adaptar estrategias de mejoramiento (Wellhausen et al., 1951).

El estado de Durango, ubicado al noroeste de México, alberga una importante diversidad de maíces nativos, los cuales están adaptados a las distintas condiciones ambientales propias de la región. En este sentido, las comunidades campesinas e indígenas del estado han desempeñado un papel importante en la conservación de estas variedades a lo largo del tiempo, manteniendo el conocimiento de las técnicas de cultivo y usos tradicionales (Kato et al., 2013).

Además, en Durango el maíz representa una fuente importante de ingresos, en 2021, se dedicaron cerca de 126 000 hectáreas a este cultivo. De esta superficie el 74% se sembraron bajo condiciones de temporal, lo que supone una alta proporción de variedades de nativas de maíz (Ávila-González et al., 2024). En Durango se ha registrado el cultivo de 25 razas de maíz en 28 de los 39 municipios del estado (Perales & Golicher, 2011).

No obstante, la diversidad de las razas nativas de maíz que se cultivan en el estado aún es ambigua. Esto se debe a que la mayoría de las investigaciones realizadas en la región, particularmente en San Bernardino de Milpillas Chico, han priorizado el aporte cultural y tradicional del cultivo (Cramaussel, 2010) por encima de una clasificación racial rigurosa. Por ejemplo, Reyes-Valdez (2024) muestra una clasificación más simple, basando la identificación del maíz únicamente en el color del grano y el tipo de terreno de cultivo.

En este sentido, la comunidad indígena de San Bernardino de Milpillas Chico, perteneciente al municipio de Pueblo Nuevo, Durango, se distingue por su fuerte vínculo con la agricultura tradicional y la conservación de variedades nativas de maíz, también es considerada de gran importancia por su heterogeneidad ambiental y aporte cultural (Cramaussel, 2010). A pesar de su importancia, el conocimiento detallado sobre las características morfológicas de las variedades de maíz cultivadas en esta zona aún es limitado.

Por lo anterior, en la presente investigación se propuso llevar a cabo la caracterización morfológica de las variedades nativas de maíz presentes en San Bernardino de Milpillas Chico, Pueblo Nuevo, Durango. Este estudio buscó contribuir al conocimiento de la diversidad local del maíz, proporcionando información valiosa que pueda ser utilizada para estrategias de conservación *in situ* y *ex situ*, así como para fortalecer las prácticas agrícolas tradicionales y el aprovechamiento sostenible. La identificación y descripción detallada de las características morfológicas de las variedades nativas de maíz permiten una mejor comprensión de la variabilidad

existente y su relación con el entorno local y el conocimiento ancestral de la misma comunidad.

II. ANTECEDENTES

2.1 Centros de origen y domesticación del maíz

Al hablar de "centros de origen" y "centros de domesticación" se abordan dos conceptos diferentes, pero estrechamente relacionados, por lo cual es importante tener clara la diferencia. Cada uno representa una etapa distinta en el proceso de domesticación de una planta y en ocasiones suelen usarse como sinónimos (Kato et al., 2013). Al referirse a un "centro de origen" se habla del lugar donde se originó el taxón de la planta silvestre antes de someterse al proceso de domesticación, siendo solo resultado de un proceso evolutivo natural (Kato et al., 2013), donde además podemos encontrar una gran diversidad genética (Vavilov, 1931). Para el estudio y definición de estos centros se deben tomar en cuenta todos los componentes geográficos y biológicos que hay en el entorno de la planta (Kato et al., 2013). En cuanto a los "centros de domesticación", son regiones donde se inició el proceso de domesticación de una especie silvestre, la cual por intervención humana a través de la selección artificial ha sufrido modificaciones. Dichos centros son de gran importancia para comprender la historia evolutiva de los cultivos y su distribución en diferentes áreas (Vallebuena-Estrada, 2023).

2.1.1 Centros de origen del maíz

En épocas anteriores algunos investigadores señalaron a México como el centro de origen del maíz, basados principalmente en la presencia de teocintle en varias regiones del país (Wellhausen et al., 1951). Lo anterior se sustenta por lo dicho por Vavilov (1931), el cual menciona que, en un centro de origen de plantas cultivadas, además de contar con una gran diversidad genética, también coexisten o coexistieron sus parientes silvestres. Esta teoría se fundamenta principalmente en el hallazgo de teocintle, el ancestro del maíz, en esta región (Wellhausen et al., 1951), principalmente en Mesoamérica, en particular en las regiones que incluyen el sur de México y parte de Centroamérica (Rosado-Ortega & Villasante-Serrano, 2021). Siendo la cuenca hidrográfica del río Balsas, donde convergen los estados de Michoacán, Guerrero y el

Estado de México, un centro primario de domesticación del maíz (Perales & Golicher, 2014). Sin embargo, la teoría del origen del maíz como descendiente del teocintle ha sido descartada por ciertos investigadores como Mangelsdorf y Smith (1949), quienes, basados en evidencias prehistóricas localizadas en Nuevo México, encontraron que el maíz primitivo fue un maíz tunicado y no uno derivado del teocintle. A la par de esta surgieron otras teorías, como la multicéntrica, la cual ha sido discutida y apoyada por varios investigadores a lo largo del tiempo. Esta dice que el maíz pudo tener múltiples centros de origen, lo que implica que podría haber sido domesticado de forma independiente en diversos lugares geográficos (Kato, 2009).

La teoría multicéntrica fue desarrollada principalmente por McClintock (1978) y Kato (1984), se apoya de estudios cromosómicos en el maíz y sus parientes silvestres (teocintles), los cuales han revelado ciertos patrones en los nudos cromosómicos (Kato et al., 2013). Dichos análisis genéticos han permitido identificar cinco centros principales de domesticación del maíz: Mesa Central de México, regiones de mediana altitud de Morelos y Guerrero, Centro-norte de Oaxaca, el área entre Oaxaca y Chiapas y las tierras altas de Guatemala (Kato, 2009; Kato et al., 2013). Para esta teoría es importante la observación de las regiones en las cuales convergen múltiples complejos cromosómicos, los cuales tienden a exhibir mayor diversidad genética en el maíz. Lo anterior indica que la hibridación y posterior selección en estas zonas propició el surgimiento de nuevas razas de maíz (Kato, 2009).

Otros investigadores como Wilkes (2004), enfatizan que la clave para comprender el origen del maíz está en imaginar un teocintle ancestral a partir del cual evolucionaron tanto el maíz como el teocintle, en lugar de basarse únicamente en las poblaciones actuales de teocintle para identificar los orígenes del maíz. También destacan la posibilidad de domesticaciones múltiples de maíz de diferentes poblaciones de teocintle. Por otro lado, Allaby et al. (2008) apoyan la idea de que los cultivos con múltiples orígenes pueden presentar una agrupación monofilética en análisis genéticos, argumentando también que la diversidad genética del maíz puede atribuirse a múltiples eventos de domesticación, lo que resulta un aspecto importante que apoya a la teoría multicéntrica. En resumen, la teoría multicéntrica del maíz nos

dice que, este fue domesticado en múltiples regiones de Mesoamérica, apoyándose principalmente de una combinación de estudios cromosómicos, variación genética, evidencia histórica y estudios de isoenzimas (Kato, 2009).

Sin embargo, existen otras teorías, como la llamada “anfidiplóide”, la cual explica cómo el maíz se originó en el sureste de Asia, producto de la hibridación y duplicación genómica de dos especies dando como resultado un maíz primitivo (Kato, 2009). En la actualidad no existe certeza de cuál es el centro de origen del maíz, siendo la teoría más aceptada la primera que aquí se menciona, del teocintle de la región del río Balsas en México, como ancestro directo del maíz como hoy lo conocemos (Vavilov, 1931; Kato, 2009).

2.1.2 Centros de domesticación

Al hablar de la domesticación, se hace referencia a aquel proceso a través del cual las plantas y animales transitan de las formas silvestres a variedades con atributos clave modificados y fijados por las prácticas de cultivo humanas (Kato et al., 2013). La integración de datos históricos y arqueológicos con el análisis genético proporciona una comprensión más integral del proceso de domesticación. Esto puede ayudar a identificar el momento y la naturaleza de los eventos de domesticación de las especies. En algunos casos, las poblaciones situadas fuera de la presunta área de domesticación podrían ser formas domesticadas antiguas o parientes silvestres que aportaron diversidad genética a los cultivos actuales (Muller et al., 2003).

El teocintle como ancestro silvestre del maíz, desempeña un papel crucial en la comprensión de su proceso de domesticación. Los antiguos cazadores y recolectores encontraron características atractivas en esta planta la cual comenzaron a seleccionar y cultivar hasta que obtuvieron rasgos deseables (Cutler & Cutler, 1948; Noriega & Autrey, 2011). En el proceso, se presentaron cambios morfológicos significativos, especialmente en el grano el cual estaba cubierto de una membrana gruesa y dura que comenzó a desaparecer con el proceso de domesticación, lo que llevó al desarrollo del maíz cultivado como lo conocemos hoy en día (Noriega & Autrey, 2011).

No obstante, evaluar la diversidad genética dentro de las poblaciones silvestres es crucial. La alta diversidad en la presunta zona de origen, aunada a una baja diferenciación geográfica, puede complicar la identificación de un centro de domesticación específico (Muller et al., 2003). Para determinar dichos centros de domesticación Vavilov (1931) consideró los siguientes puntos clave: en primer lugar, deben ser áreas donde el cultivo se sigue produciendo, también se debe considerar regiones donde se encuentra la mayor diversidad de la planta, además de ser áreas de grandes extensiones y finalmente, contar con un considerable número de endemismos (Vavilov, 1931; Kato et al., 2013; Ortega-Paczka, 2020). Es importante mencionar que, aun cuando la dinámica de cada centro de origen varíe, son generalmente las comunidades campesinas e indígenas quienes cumplen la función de mantener la agrobiodiversidad y asegurar la supervivencia de las líneas genéticas originales resultantes del proceso de domesticación (Boege, 2022). Por lo que, desde su domesticación, el maíz se convirtió en una planta apta para proporcionar a los grupos humanos cantidades de granos suficientes para su alimentación, donde México supera a cualquier otro país en la riqueza y diversidad de razas (Wellhausen et al., 1951).

2.2 Taxonomía, clasificación y diversidad del maíz

2.2.1 Taxonomía

El maíz es una subespecie del género *Zea* perteneciente a la familia Poaceae, la cual incluye otros cereales importantes como el trigo, la cebada, la avena, el centeno y el arroz. Dentro de *Zea* existen cinco especies nativas de México y Centroamérica (Kato et al., 2009), entre estas se encuentra la especie *Z. mays* L., en la cual se reconocen cuatro subespecies: *Z. mays* L. subsp. *huehuetenangensis*, *Z. mays* L. subsp. *mexicana*, *Z. mays* L. subsp. *parviglumis* y *Z. mays* L. subsp. *mays*. Esta última es a la que pertenece el maíz que conocemos y se cultiva en México (Mera-Ovando & Mapes-Sánchez, 2009; Noriega & Autrey, 2011).

Un aspecto importante que define a *Z. mays* L. subsp. *mays* es el hecho de haber sido domesticada, por lo que su taxonomía es un campo complejo que reúne

perspectivas genéticas, morfológicas e históricas para su entendimiento (Noriega & Autrey, 2011). Desde el punto de vista morfológico *Z. mays* L. subsp. *mays*, se puede identificar por alcanzar alturas de entre 1-5 metros, desarrollar raíces primarias robustas y raíces adventicias que dan soporte a las plantas, las hojas de las plantas pueden variar en tamaño y amplitud y se encuentran unidas al tallo mediante una vaina que envuelve los entrenudos y cubre la yema floral (órgano que dará lugar a la flor), presenta flores masculinas (espigas) y femeninas (mazorca), las inflorescencias femeninas o pistiladas, se componen de espigas cilíndricas con una medida de 2-5 cm de espesor y con más de 8 hileras de espiguillas en par (Mera-Ovando & Mapes-Sánchez, 2009; Noriega & Autrey, 2011; Arrieta & Peterson, 2019).

2.2.2 Clasificación del maíz

Existe una marcada diferencia entre la clasificación que se le da a las plantas en estado silvestre y a las cultivadas. En estado silvestre las especies presentan una variación con frecuencia discontinua, con diferencias morfológicas definidas. Al contrario, en los taxa cultivados es menos frecuente encontrar límites discretos y no existen líneas bien definidas entre las variedades o razas de una especie o el género al que pertenecen (Wellhausen et al., 1951). Los fitotaxónomos suelen ignorar las plantas cultivadas, subestimando su relevancia botánica. Esto podría deberse a la dificultad que presentan al aplicar únicamente métodos sistemáticos convencionales (Wellhausen et al., 1951).

En el caso de los maíces, la complejidad radica en que, además de pertenecer a una misma especie, son de libre polinización por lo que su clasificación quedó olvidada por un largo tiempo. Sturtevant (1899) fue el pionero en abordar la clasificación del maíz y catalogó las variedades conocidas en seis grupos principales, donde cinco de estos grupos se basan principalmente en las características del grano (Anderson & Cutler, 1942). La clasificación de Sturtevant (1899), que considera la composición del grano, permite reconocer a los grupos: maíz reventador, maíz duro, maíz dentado, maíz harinoso y maíz dulce. Aunque, esta clasificación fue criticada por su excesiva simplicidad y por no considerar otras características morfológicas

relevantes de la planta de maíz (Anderson & Cutler, 1942), la propuesta se mantuvo prácticamente sin cambios durante casi 50 años (Anderson & Cutler, 1942; Wellhausen et al., 1951).

Otro de los aportes significativos a la clasificación del maíz fue el trabajo de Anderson y Cutler (1942). Estos investigadores argumentaron que la clasificación de Sturtevant (1899) era artificial, ya que se basaba únicamente en las características del endospermo del grano y no reflejaba las relaciones naturales entre las variedades. Por su parte, plantearon una clasificación natural basada en el plasma germinal, integrando una mayor cantidad de datos genéticos (Wellhausen et al., 1951). Además, Anderson y Cutler (1942) establecieron el concepto de raza en el maíz, para facilitar la clasificación. El trabajo define una raza como “un grupo de individuos emparentados que comparten características suficientes para ser reconocidos como tal”, este concepto destaca la relevancia de identificar grupos en lugar de centrarse exclusivamente en las variaciones individuales.

Debido a la gran diversidad del maíz en México, en la actualidad se optó por la clasificación racial para facilitar su estudio, sistematización y organización del material colectado. Esta clasificación se realiza con base en las características morfológicas y rasgos ecológicos, genéticos y de la historia del mismo cultivo (CONABIO, 2020). El uso de las razas ha facilitado a los investigadores analizar la diversidad genética del maíz y sus características a nivel paisaje, considerando también su distribución geográfica. Así mismo, representa una herramienta importante para la comprensión de su diversidad y el estatus actual de los maíces nativos en México (Perales & Golicher, 2011). Dentro de la clasificación por razas, se distinguen grupos o complejos raciales, los cuales están asociados a una distribución geográfica y características climáticas específicas (CONABIO, 2020). Sin embargo, esta categorización no toma en cuenta las diferencias individuales o pequeñas variaciones dentro de cada grupo racial. La mayoría de las razas presentan variaciones en color, forma y textura, así como en su fisiología, pero no se consideran suficientes como para reconocer nuevas razas (Perales & Golicher, 2011).

Uno de los primeros intentos de clasificación por razas para los maíces mexicanos fue el propuesto por Wellhausen et al. (1951), quienes colectaron alrededor de 2000 muestras por todo el país, siendo la colecta más numerosa realizada hasta entonces. Esta clasificación se basó en las supuestas relaciones históricas entre las razas (Perales & Golicher, 2011). La clasificación realizada por Wellhausen et al. (1951) divide las razas de maíz en función de su origen y evolución histórica en el país en cuatro grupos: 1) razas indígenas antiguas, con siglos de cultivo en el país; 2) razas exóticas precolombinas, introducidas antes de la llegada europea; 3) razas mestizas prehistóricas, surgidas de la hibridación entre las indígenas y las exóticas; y 4) razas modernas incipientes, derivadas de las mestizas. Además, reconocen un grupo o complejo de razas no bien definidas.

2.2.3 Diversidad de maíces nativos en México y Durango

Para el continente americano se tiene registro que se cultivan hasta 350 razas de maíz (Vigouroux et al., 2008). Por su parte, México se reconoce como uno de los centros de origen y domesticación de parte importante de esta diversidad, con estimaciones que varían entre 59 y 65 razas (Sánchez et al., 2000; Noriega & Autrey, 2011). Esta riqueza se debe en parte a la antigüedad del cultivo de maíz en este país (Wellhausen et al., 1951). Sin embargo, la identificación y clasificación de las razas es un proceso complejo que aún no se ha completado, por esta razón existen discrepancias en el número de razas reconocidas (Noriega & Autrey, 2011).

Para México se determinaron siete complejos raciales que agrupan todas las razas que se cultivan dentro del país. Estos grupos están determinados con base en caracteres morfológicos, genéticos y de adaptación y se nombran según sus características principales: Cónico, Sierra de Chihuahua, Ocho Hileras, Chapalote, Tropicales Precoces, Dentados Tropicales y la raza de Maduración Tardía (CONABIO, 2020). La amplia diversidad de razas de maíz que hay en México es una muestra clara de la capacidad de adaptación a los diversos ecosistemas, resultado de miles de años de domesticación (Vallebuena-Estrada, 2023).

El trabajo de Wellhausen et al. (1951) en México, se considera el punto de partida del estudio organizado y sistemático de la diversidad del maíz (Sánchez et al., 2000). En esta investigación se reconocieron por lo menos 25 razas, tres sub-razas y algunas con datos insuficientes que se clasificaron en la categoría de “razas no bien definidas”. Más tarde Hernández-X. y Alanís (1970), describieron cinco nuevas razas de maíz (Apachito, Azul, Gordo, Bofo y Tablilla de Ocho), como resultado de nuevas exploraciones que fueron realizadas a finales de la década de 1960 en la zona montañosa del noroeste de México.

A finales de los 70s, Cervantes et al. (1978) corroboraron mediante taxonomía numérica las 25 razas encontradas por Wellhausen et al. (1951). En esta investigación se buscó cuantificar las similitudes genéticas y ambientales entre razas de maíz, utilizando efectos parentales promedio (habilidades de combinación), efectos específicos e interacciones genotipo-ambiente en diversos caracteres (Cervantes et al., 1978; Sánchez et al., 2000). Años después Ortega-Paczka (1985), describió cinco nuevas razas de la Sierra Madre Occidental: Ratón, Tuxpeño Norteño, Onaveño, Cristalino de Chihuahua y Palomero de Chihuahua.

Posteriormente, Sánchez et al. (2000) clasificaron 59 razas de maíz en cuatro grupos principales por medio de análisis de datos isozimáticos y morfológicos de 209 accesiones representativas. En este trabajo también se encontró que las razas mexicanas de maíz se ubican entre las más variables en sus patrones isoenzimáticos.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por su parte, realizó la actualización más reciente a través del Proyecto Global de Maíces Mexicanos, en este proyecto se incluyeron datos de 22,697 colectas de todo México realizadas entre 1927 y 2010 (CONABIO, 2011a). El informe establece que México cuenta con 47 razas nativas y que la mayor diversidad se ubica en las sierras de la vertiente del Pacífico, en la Mesa Central y en los estados de Chiapas y Chihuahua. Además, se detectaron seis razas que pueden considerarse en peligro de extinción puesto que su presencia es escasa (Perales & Golicher, 2011).

Para el estado de Durango se registraron 25 razas de maíz colectadas entre los años de 1961 y 2009. Las razas más comunes son: Celaya, Ratón, Tuxpeño Norteño y Cónico Norteño. Para esta última, Durango es su centro de distribución y se comparte con los estados de Zacatecas y Guanajuato (Perales & Golicher, 2011).

2.3 Caracterización morfológica

2.3.1 Importancia de la caracterización morfológica

La caracterización morfológica consiste en analizar las características físicas de un organismo, particularmente en las plantas se considera su tamaño, forma y estructura; lo anterior con el fin de comprender su diversidad y facilitar su clasificación (Rocandio-Rodríguez et al., 2014). La caracterización morfológica es fundamental en el estudio de la genética vegetal y el mejoramiento, particularmente en cultivos como el maíz.

Dentro de este contexto, la caracterización morfológica del maíz es de utilidad ya que facilita el reconocimiento de las distintas razas y su clasificación (Anderson & Cutler, 1942), dando un enfoque sistemático para comprender los rasgos físicos en las poblaciones, considerando su diversidad genética y la influencia del ambiente en este cultivo (Olvera-Aguilar et al., 2023). Sin embargo, la clasificación del maíz va más allá de la simple observación de sus características físicas, se debe integrar también información genética, citológica, fisiológica y agronómica. Según Wellhausen et al. (1951) esta visión integral es fundamental para lograr una clasificación precisa y confiable.

2.3.2 Variables morfológicas utilizadas en la caracterización del maíz

Durante años, varios investigadores han sostenido que las variables morfológicas son un instrumento valioso, que sirven como indicadores clave para la clasificación de las razas de maíz (Anderson y Cutler, 1942; Wellhausen et al., 1951; Hernández-X y Alanís, 1970). Esto se debe a que ofrecen características observables que reflejan la base genética de la planta, permitiendo así identificar y describir claramente los diferentes grupos raciales. Por esta razón, la selección de las variables morfológicas

adecuadas es crucial para una mayor precisión en la clasificación (Anderson y Cutler, 1942). Lo anterior nos asegura que los rasgos que se midan sean los menos influenciados por factores externos y por lo tanto sean más confiables para caracterizar (Wellhausen et al., 1951; Rocandio-Rodríguez et al., 2014).

En el trabajo realizado por Sánchez et al. (1993) se identificaron caracteres morfológicos de mayor importancia en la clasificación racial del maíz, centrándose en la importancia relativa del genotipo, las condiciones ambientales y su interacción en la expresión de los caracteres. En los análisis realizados en esta investigación se sugirió una lista de caracteres apropiados entre los que se incluyen: el número de hojas por planta, longitud de la parte ramificada/longitud de la espiga, longitud del entrenudo de la espiga central, longitud de la gluma de la espiga, ancho del grano, longitud del segmento del raquis, diámetro de la médula, diámetro y longitud de la mazorca y anchura/longitud del grano.

Para otros investigadores, las características de la mazorca son consideradas las más relevantes para la diferenciación racial (Anderson & Cutler, 1942; Wellhausen et al., 1951; Kato et al., 2009). Entre las características que se toman en cuenta son: la longitud, el diámetro y número de hileras de la mazorca, características del pedúnculo, dimensiones del grano, color, textura, depresión y estrías del grano, diámetro del olote y raquis y longitud de la raquilla. Se considera también valiosos algunos índices como el del olote/raquis y gluma/grano (Wellhausen et al., 1951).

Pero también, como lo mencionan Sánchez et al. (1993), es importante incluir otras características como: variables vegetativas, estas incluyen rasgos propios de la estructura de la planta como, longitud y ancho de la hoja, altura de la planta, número de hojas, venación y entrenudos. También se deben tomar en cuenta la longitud y ramificación de la espiga y la longitud del pedúnculo (Wellhausen et al., 1951).

Además de las variables antes mencionadas también es importante incluir factores como la distribución geográfica de las razas. Este aspecto nos ayuda a entender cómo los diferentes factores ambientales influyen en ciertos rasgos morfológicos del maíz (Wellhausen et al., 1951). A la par, es necesario considerar que

las variables morfológicas y agronómicas adecuadas son distintas para cada grupo de razas, por lo que se deben definir para cada caso en específico (Rocandio-Rodríguez et al., 2014).

2.4 Importancia, usos y valores del maíz

Históricamente, el maíz ha sido una pieza central en la cosmovisión de los pueblos mesoamericanos, llegando incluso a estar vinculado con el origen del universo. De ahí que, se convirtió en el protagonista de diversas manifestaciones culturales como mitos, leyendas, códices, esculturas, cerámicas, pinturas y rituales (Noriega & Autrey, 2011). A pesar de su importancia histórica, el maíz no siempre fue valorado de la misma forma. Inicialmente, al ser el alimento principal de comunidades rurales, indígenas y de sectores populares en México, fue asociado con características negativas que supuestamente obstaculizaban el desarrollo nacional. Sin embargo, esta percepción cambió con el proceso revolucionario, que lo reivindicó como un pilar de la identidad cultural mexicana (Pedroza-Ortega, 2023). Esta percepción se mantiene en la actualidad, considerándolo además como uno de los granos de mayor importancia para la alimentación mundial (Kato et al., 2013), y base de la dieta alimentaria mexicana, particularmente de las comunidades campesinas e indígenas (Sánchez-Hernández et al., 2014), que son las que resguardan la gran diversidad del germoplasma actual (Kato et al., 2013). En México se constituye como el cultivo de mayor extensión y volumen de producción, conservando también una gran diversidad en sus usos (Rocandio-Rodríguez et al., 2014).

2.4.1 Usos del maíz

El uso principal que se le ha dado a este cereal está en la alimentación, existen más de 700 platillos elaborados a base de maíz (Noriega & Autrey, 2011), siendo la tortilla el más consumido entre los mexicanos (Fernández-Suárez et al., 2013). La diversidad de los platillos a base de maíz es amplia, en la época prehispánica, es probable que el maíz se utilizara para obtener harinas, pinole y granos tostados hasta reventar, técnica que resultó en la versión ancestral de las palomitas de maíz (Mera-Ovando, 2009).

Fue gracias al proceso de nixtamalización, el cual consiste en cocer el grano del maíz en agua con cal, que se logró potenciar sus nutrientes y lo convirtió en un alimento con alto valor nutritivo y principal fuente de carbohidratos de fácil digestión (Noriega & Autrey, 2011; Bourges, 2013), además de facilitar la biodisponibilidad de calcio, aminoácidos y niacina (Kato et al., 2013). En una dieta basada en el consumo de 2000 kcal y 56 g de proteína, el maíz aporta aproximadamente el 50% de la ingesta diaria recomendada para un adulto (Serna-Saldívar & Amaya-Guerra, 2008). Actualmente un mexicano consume en promedio medio kilo de maíz al día (Rosado-Ortega & Villasante-Serrano, 2021), con un consumo *per cápita* diez veces mayor al registrado en los Estados Unidos de América (Serna-Saldívar & Amaya-Guerra, 2008). No obstante, a finales del siglo XIX hasta principios del siglo XX, la dieta popular, que se basaba principalmente en maíz y otros alimentos considerados poco atractivos, fue estigmatizada y etiquetada como nutricionalmente deficiente, incentivando el consumo de otros cereales como el trigo (Pedroza-Ortega, 2023). A pesar de esta devaluación histórica, el maíz ha mantenido su posición central en la mesa mexicana, siendo declarada por la UNESCO (2010), como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad.

Cabe señalar que, se ha encontrado una cierta relación entre las razas nativas de maíz y la cocina regional mexicana, donde la elección de la semilla que realiza el agricultor se basa principalmente en el uso culinario que se le dará y suelen ser variados según región o cultura particular, lo que las hace indispensables para la alimentación (Lazos & Chauvet, 2011; Fernández-Suárez et al., 2013). Por ejemplo, la raza Bolita es ideal para la "tlayuda" y el "téjate", mientras que la Cacahuacintle se utiliza para el pozole, el Harinoso de Ocho para los "coricos", el Bofo para los "huacholes" y el Zapalote Chico para el "totopo istmeño", pero también hay razas que poseen una gran variedad de usos (Fernández-Suárez et al., 2013). Es importante mencionar que, el maíz destinado a la alimentación es cultivado principalmente por pequeños agricultores, quienes se encuentran dispersos en diversas regiones geográficas; estos maíces se caracterizan por tener una alta diversidad genética (CONABIO & TEEB, sf).

El maíz también es conocido por su potencial forrajero ya que, por sus características de palatabilidad tanto en la planta como en el grano, resulta un recurso importante para la engorda del ganado (Sánchez-Hernández et al., 2014). Para la industria el maíz tiene gran importancia, sobre todo por su alto porcentaje de almidón, el cual es utilizado para la producción de jarabes y otros aditivos de alimentos procesados (Aleksashin et al., 2021); es usado también en la producción de plásticos biodegradables, detergentes y algunos productos farmacéuticos, además de contribuir en la producción de combustibles como etanol y la producción de biomasa (Marcos-Solorio et al., 2016).

2.4.2 Valor económico del maíz

La práctica agronómica del cultivo de maíz contribuye significativamente a la estructura económica familiar de varias comunidades, donde el rendimiento resultante se destina en su mayoría al autoconsumo (Vidal-Martínez et al., 2018). Esta producción a pequeña escala representa una de las principales fuentes de ingresos de las poblaciones rurales, además contribuye a la seguridad alimentaria de todo el país, ya que los maíces nativos son parte del patrimonio cultural lo cual resulta esencial en las prácticas sostenibles (Fenzi et al., 2024). No obstante, el reconocimiento del maíz como un símbolo cultural no fue suficiente por sí mismo para aumentar la producción agrícola al nivel deseado por el Estado y lograr el objetivo económico. Por ello, en el período de 1937 a 1961, el gobierno se vio obligado a incentivar la modernización del sector agrícola para alcanzar los objetivos económicos nacionales (Pedroza-Ortega, 2023). Sin embargo, los maíces nativos suelen tener menor costo en su producción en comparación con las semillas híbridas, debido a que estos están mejor adaptados a condiciones ambientales específicas y tienen mayor rentabilidad para los pequeños productores, donde el objetivo principal es el autoabastecimiento y no una producción a gran escala (Perales et al., 1998).

2.4.3 Simbolismo y valor cultural del maíz

En particular, el maíz es una planta que se encuentra profundamente arraigada en la sociedad desde el establecimiento de los pueblos mesoamericanos (Noriega & Autrey, 2011), reflejando su importancia más allá de la alimentación. En varias culturas, permea en la identidad y la espiritualidad, siendo un elemento esencial en los rituales, como en algunas culturas indígenas las cuales le atribuyen un origen divino y por lo tanto es considerado para ellos como algo sagrado, formando así parte de su cosmovisión (Bourges, 2013).

En las culturas maya y azteca se creía que la sangre y carne humanas estaban hechas de los granos de maíz, lo que reflejaba su profunda conexión espiritual con su identidad y existencia (Rosado-Ortega & Villasante-Serrano, 2021). Una de las evidencias de lo anterior es el libro maya *popol Vuh*, donde se narra cómo los dioses crearon al hombre de una mezcla de maíz blanco y amarillo. Dentro de la cultura de los mexicas también se le consideraba parte de su espiritualidad, era representado por la diosa del maíz Chicomecóatl, la cual era la carne y vida de los hombres (Noriega & Autrey, 2011). Para los olmecas, el maíz adquirió relevancia en su agricultura, siendo el cultivo central de esta civilización durante el período Preclásico Medio. Para el desmonte y la siembra, los olmecas utilizaban hachas de jade, estas herramientas estaban estrechamente relacionadas con el simbolismo del maíz y la fertilidad agrícola. Muchas de estas hachas olmecas de jade a menudo contienen incisiones donde el dios del maíz aparece centrado entre cuatro mazorcas en simetría bilateral, a manera de un cosmograma en que la deidad actúa como *axis mundi*, o eje del mundo (Reilly III, 1995; Taube, 2007).

Actualmente, las comunidades indígenas aún celebran rituales y festivales en honor al maíz, lo que fortalece su identidad cultural y mantienen viva su conexión con los antepasados favoreciendo la preservación de sus tradiciones. Además, mediante los rituales, se transmite de generación en generación el conocimiento sobre el cultivo del maíz y su importancia, manteniendo su significado en la memoria colectiva (Rosado-Ortega & Villasante-Serrano, 2021). Así mismo, a través del ritual, el grupo

social visibiliza y fortalece su esencia, reafirmando su existencia colectiva y dependencia hacia lo sagrado (Mera-Ovando, 2009).

Al ser el maíz el protagonista de estas expresiones culturales se ha podido conservar a su vez, la diversidad de razas que hasta hoy se conocen (Perales & Golicher, 2011), preservando variedades únicas propias de ciertas regiones como: la variedad Cónico Norteño que se encuentra en estados del norte como Guanajuato y Chihuahua, mientras que el Grupo Dentados Tropicales prevalece en estados del sur como Oaxaca y Chiapas (Rosado-Ortega & Villasante-Serrano, 2021).

Así mismo, la comprensión del maíz también se vio influida por las percepciones europeas durante la conquista, lo que contribuyó en la forma en que se documentaban y entendían las culturas indígenas. Este hecho subraya la importancia fundamental del maíz, que ha sido transformado y reinterpretado a lo largo de la historia, tanto en el contexto prehispánico como en el colonial (Staller, 2010).

2.5 Conservación y cultivo del maíz en México

2.5.1 Conservación *in situ* y *ex situ* de maíces nativos en México

La CONABIO (2006) señala que México, es el lugar de origen del 15.4% de las especies de plantas que integran el sistema alimentario a nivel global. Por lo tanto, se tiene la responsabilidad en la conservación de los recursos genéticos con los que cuenta, dicha conservación debe ir de la mano con la protección de las comunidades agrarias y los pueblos indígenas, quienes son los responsables de mantener estas líneas genéticas en sus entornos naturales (Kato et al., 2013).

Actualmente en México, la conciencia sobre la conservación de plantas nativas está en aumento. En el caso de los maíces nativos, hay un nuevo interés por su conservación, tanto en la sociedad como en las instituciones, lo que indica un conocimiento cada vez mayor sobre la necesidad de proteger este recurso genético (Dolores & Serratos, 2013). Conservar el maíz nativo es crucial por varias razones,

especialmente en el contexto de la agrobiodiversidad y las prácticas sustentables (Astier, 2019), en especial en México donde es centro de origen y diversidad, lo que implica varias propuestas estratégicas encaminadas a asegurar su sustentabilidad y protección (CONABIO, 2006).

En este tema, la conservación *in situ* es la estrategia que más ha prevalecido, esta consiste en la preservación de las especies en sus hábitats naturales, permitiéndoles desarrollarse en los ecosistemas donde han evolucionado (Dolores & Serratos, 2013; Rosado-Ortega & Villasante-Serrano, 2021). En el contexto del maíz, esto significa preservar las poblaciones de razas locales en las zonas donde tradicionalmente se han cultivado (Martínez et al., 2023). La importancia de la conservación *in situ* radica en que permite que los procesos evolutivos naturales continúen, asegurando que las variedades de maíz puedan adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes y a las prácticas culturales (Dolores & Serratos, 2013; Martínez et al., 2023).

Por otro lado, la conservación *ex situ*, la cual se entiende como la preservación de los recursos fitogenéticos fuera del lugar donde crecen naturalmente o de su hábitat original (Ortega-Packza, 2020), mediante el uso de cuartos fríos, plantaciones, jardines botánicos u otras técnicas que ayudan a mantener poblaciones con viabilidad genética de las especies amenazadas (Aguirre-Moreno et al., 2010). Esto resulta de gran utilidad en la conservación del maíz, ya que gracias a esta estrategia se han preservado semillas de maíces nativos que se colectaron hace muchos años y que actualmente los agricultores ya no poseen (Ortega-Packza, 2020). Además, permite que se mantengan las muestras que se utilizaron para describir y clasificar las razas de maíz de México por diversos autores como Wellhausen et al. (1951), Hernández-X y Alanís (1970) y Ortega-Paczka (1985), trabajos que han sido fundamentales en el conocimiento de la diversidad de los maíces nativos en el país (Dolores & Serratos, 2013).

Sin embargo, existen ciertas dificultades en esta estrategia, ya que los bancos de germoplasma han presentado ciertas deficiencias, principalmente en la

investigación de campo, la recopilación y el resguardo de los datos asociados a cada muestra (información de pasaporte) y en la conservación de la variedad genética del maíz (Ortega-Packza, 2000). Por lo anterior, diversas instituciones encargadas del resguardo de germoplasma a nivel nacional, como el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) ubicado en el Campo Experimental de Tepatitlán, Jalisco, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), han tomado medidas para que las colecciones no sufran daños y puedan conservarse en condiciones óptimas (Ortega-Packza, 2020).

III. JUSTIFICACIÓN

La caracterización morfológica de maíces nativos, en específico de los cultivados en San Bernardino de Milpillas Chico se presenta como una iniciativa para generar información tendiente a la conservación *in situ* de los mismos, ya que con este acervo genético se puede responder a situaciones adversas actuales y futuras para el sistema alimentario, debido a que han evolucionado en estrecha relación con su entorno y desarrollando adaptaciones a condiciones ambientales particulares y adversas que se podrían suponer posibles alternativas ante el cambio climático.

Así mismo, la diversidad de estos maíces es un recurso fundamental para garantizar la soberanía alimentaria, no solo por su valor directo como alimento, sino también por su importancia como recurso genético para el mejoramiento de variedades aumentando su producción y rendimiento. Por lo tanto, es fundamental tener conocimiento de los recursos genéticos que nos ofrecen los cultivos en comunidades indígenas y campesinas, en contextualización con sus técnicas tradicionales, aspectos culturales y condiciones ambientales en torno al maíz.

Dado que la sobrevivencia de los maíces nativos se encuentra seriamente afectada por la introducción de materiales mejorados, la erosión genética y cultural y la modernización del campo, este proyecto de investigación tiene el potencial de contribuir a la conservación de la agrobiodiversidad, el fortalecimiento del patrimonio cultural y la promoción de la agricultura sostenible, ya que además de la caracterización morfológica, el proyecto también documenta el conocimiento tradicional asociado al cultivo y uso del maíz nativo.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Caracterizar morfológica y etnobotánicamente los maíces nativos del ciclo agrícola primavera-verano 2023-2024, documentar las técnicas de cultivo y divulgar la importancia de la conservación de su semilla en la comunidad indígena de San Bernardino de Milpilllas Chico del municipio de Pueblo Nuevo, Durango.

4.2 Objetivos específicos

- Obtener y caracterizar las muestras de maíces nativos cultivados en la comunidad de San Bernardino de Milpilllas Chico donadas por los productores.
- Documentar las técnicas de manejo del cultivo que aplican los productores del área de estudio.
- Proporcionar información de relevancia a los productores agrícolas por medio de material visual y reuniones informativas sobre la investigación y los resultados obtenidos para promover la conservación del maíz nativo.
- Contribuir a la colección científica de semillas del Jardín Etnobiológico Estatal de Durango (JEED) y del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) con las colectas obtenidas como una estrategia para la conservación *ex situ*.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Las características morfológicas de los maíces nativos cosechados en el ciclo agrícola primavera-verano 2023-2024 están relacionadas con las técnicas de cultivo que se practican en la comunidad de San Bernardino de Milpillás Chico?

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Definición del área de estudio

La comunidad de San Bernardino de Milpillas Chico está ubicada en el municipio de Pueblo Nuevo en el sureste del estado de Durango (Figura 1). Colinda al oeste con el ejido Pueblo Nuevo, al sur con el ejido San Francisco de Lajas del mismo municipio y al este con Santa María Magdalena de Taxicaringa perteneciente al municipio del Mezquital. Alberga a una población de poco más de 5 000 personas que residen en las 78 localidades las cuales se agrupan en 12 anexos principales: San Bernardino de Milpillas Chico (cabecera), Llano Grande de Milpillas, San Manuel, Carboneras, El Güero, Maíz Gordo, La Cumbre (de Milpillas), Portales de Milpillas, Yerbabuena, Cebollas y Curachas (Cramaussel, 2013; INEGI, 2010). El área de estudio está situada en una zona montañosa, con un rango de elevación de 400 m a 3320 m (Figura 2f; INEGI, 2013) y abarca una superficie de 156 618.33 hectáreas (Serrano et al., 2021); con un área destinada al manejo forestal maderable y el resto bajo el régimen de conservación comunitaria. Reconocida como una comunidad indígena perteneciente al grupo de los tepehuanos del sur (Cramaussel, 2013).

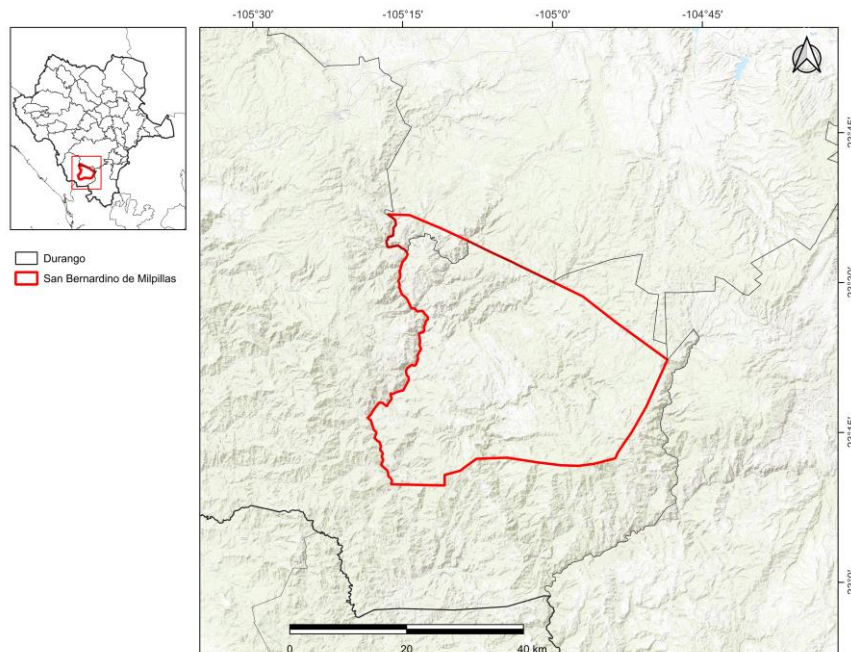


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio.

San Bernardino de Milpillas Chico se ubica dentro de dos subprovincias fisiográficas distintas, la subprovincia conocida como Mesetas y Cañadas del Sur abarca más del 90% del territorio y la subprovincia, Gran Meseta y Cañadas de Durango, contiene la porción restante del área (González-Elizondo et al., 2007). La región presenta un sistema de mesetas en la menor parte de su superficie, seguido de cañones, siendo el sistema de sierra el predominante y que cubre la mayor parte del área.

Se identificaron 3 tipos de suelos en el área de estudio (Figura 2b): regosol eútrico que ocupa el 52% de la superficie, cambisol crómico con el 25% y finalmente litosol con el 23%, esto conforme con la clasificación de unidades FAO-UNESCO (1988). La región presenta climas de tipo cálido subhúmedo Aw2, templado-subhúmedo C(w2), semifrío-subhúmedo Cb'(w2) y semicálido-subhúmedo (A)C(w2) con base en el sistema climático modificado de Köppen desarrollado por García (2004; Figura 2a). La temperatura media del mes más frío es de -3 °C a 18 °C y del mes más caliente es mayor a 22 °C, con una precipitación media anual de 1 300 mm (INEGI, 2008).

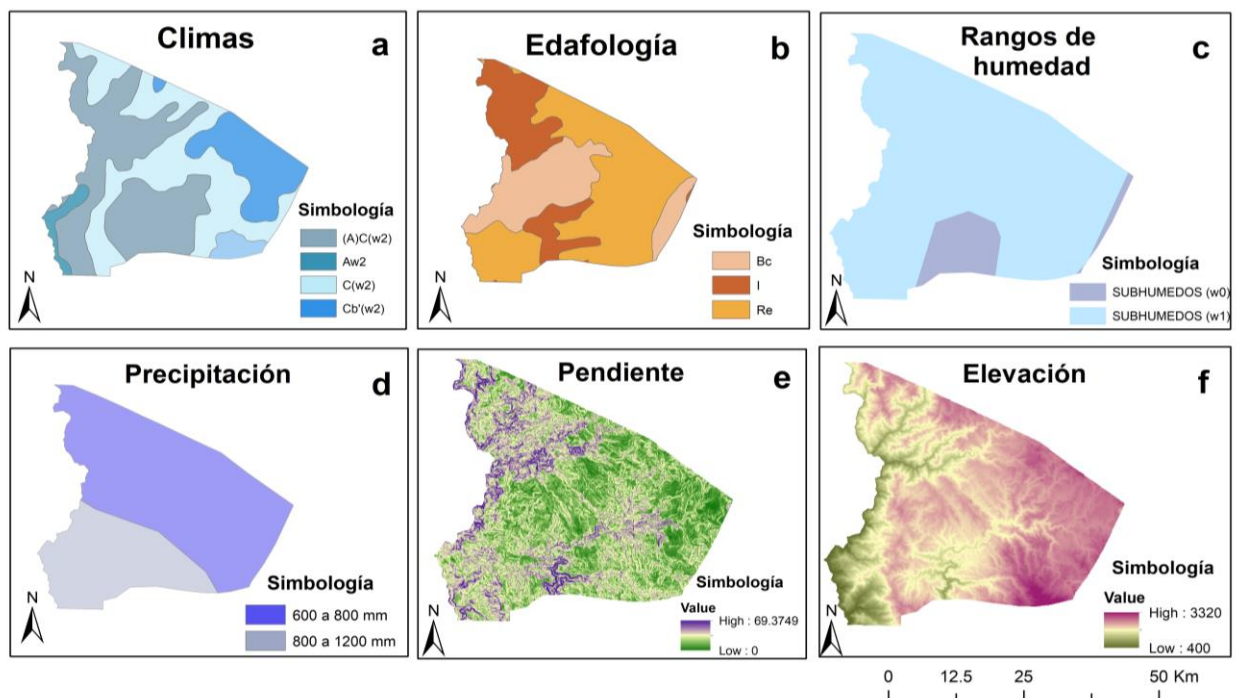


Figura 2. Variables ambientales y fisiográficas del área de estudio. a) Clasificación climática. b) Tipos de suelo. c) Rangos de humedad. d) Precipitación media anual (mm). e) Pendiente (grados). f) Elevación (msnm).

El total de la superficie del área de estudio se encuentra dentro de la región hidrológica Presidio-San Pedro, cuenta con una red de ríos de 20 745.6 km, y destacan los ríos Presidio, Baluarte, San Diego, Mezquital y Espíritu Santo (INEGI, 2010). De este sistema hidrográfico son los ríos San Diego y Lajas los que tienen influencia directa en la zona. El área se compone de un uso de suelo destinado a la agricultura de temporal y de otros tipos de vegetación de los cuales el que más prevalece es el bosque de pino-encino, que abarca un área total de 68 156 hectáreas (INEGI, 2021), como se muestra en la Figura 3.

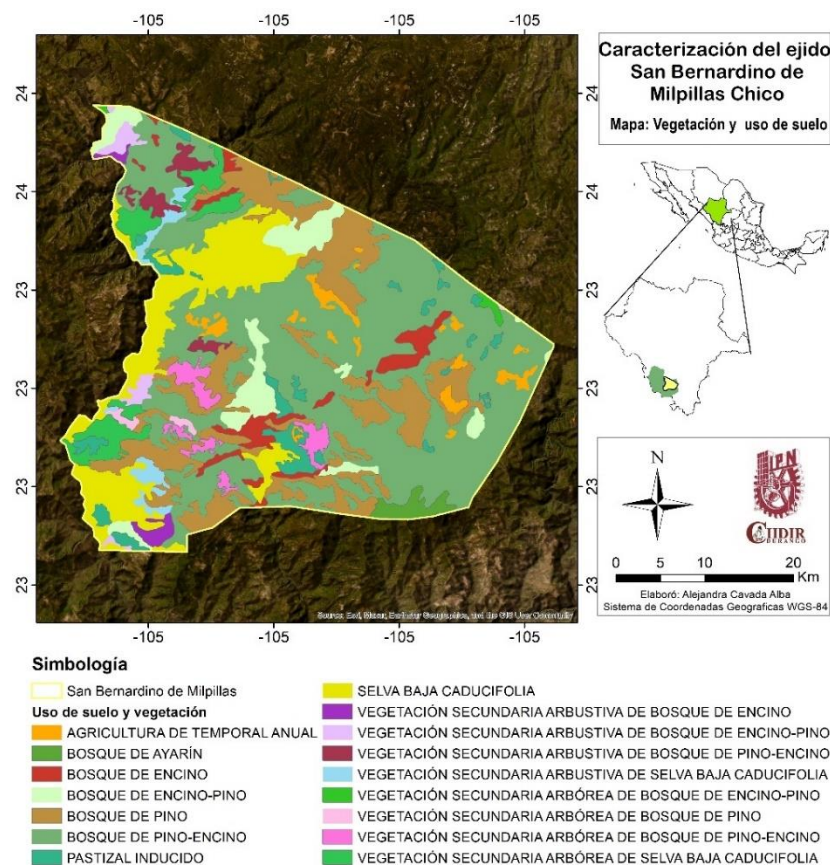


Figura 3 Mapa de uso de suelo y vegetación del área de estudio. Fuente: INEGI, Conjunto de Datos Vectoriales, Serie VII (2021). Escala 1:250 000, 2021.

6.2 Obtención de datos y muestras

Siguiendo los principios de ética sugeridos por la Sociedad Internacional de Etnobiología (SIE, 2006) y considerando el consentimiento previo informado, antes de

realizar el trabajo de campo se solicitó permiso a las autoridades de la comunidad, tanto al gobernador tradicional como al comisariado ejidal para llevar a cabo el proyecto dentro del área de estudio. En paralelo, se solicitó de la colaboración de los productores agrícolas para la donación de las muestras de mazorcas, explicando la naturaleza del proyecto de investigación y su importancia.

Para la recolección de las muestras, se siguió el método de Hernández-X y Alanís (1970), que sugieren como época idónea para muestreo la temporada de cosecha, por lo que se colectaron en el mes de febrero en seis localidades: Arroyo Hondo, Llano Grande de Milpillas, San Bernardino de Milpillas, Las Joyas, La Cumbre de Milpillas y Guajolotes. Se avisó previamente a los productores los cuales se reunieron con sus muestras en puntos estratégicos de su localidad. Cada colecta donada varió con respecto al número de mazorcas (entre 3 y 20 mazorcas) y se identificaron con una clave única asignada por el colector.

Se recabó la información etnobotánica de la muestra con cada agricultor donante mediante una encuesta (Anexo 1). Una vez obtenidas las muestras, se almacenaron en recipientes de plástico cerrados (vitroleros) con capacidad de 2 litros, esto para mantenerlas en condiciones adecuadas y evitar daños por plagas en su resguardo. Cada recipiente se marcó con la clave que se le asignó en campo. Para proteger el maíz de plagas como la polilla, se agregó en el interior de cada muestra un cuarto de pastilla de fosfuro de aluminio usado comúnmente entre los agricultores para evitar esta plaga. Las muestras se revisaron cada determinado tiempo para detectar posible humedad en las mazorcas y evitar la aparición de hongos. Todas las muestras que presentaron humedad desde su colecta se colocaron en cajones expuestos al sol durante tres días en promedio o hasta que las mazorcas alcanzaran un porcentaje de 10% de humedad.

6.3 Caracterización morfológica y determinación de las razas

Para la caracterización morfológica se seleccionaron 10 mazorcas por muestra y 10 granos por mazorca. Para este trabajo se utilizaron 37 variables morfológicas (14 características morfométricas y 23 características merísticas; Cuadro 1). Estos

caracteres se seleccionaron previamente a partir de lo propuesto por Wellhausen et al. (1951), de la información disponible en la guía técnica para la descripción varietal del maíz apoyado del manual gráfico, ambos proporcionados por SNICS-SAGARPA (2014) y la guía de descriptores para maíz IBPGR (1991), la estructura de los caracteres seleccionados se muestra en la Figura 4. Las medidas fueron tomadas con un calibrador digital de 6" marca MITUTOYO modelo 500-171-30, a una precisión de 0.01 mm.

6.3.1 Análisis de los datos

Para caracterizar los maíces y analizar la variación morfológica, en un primer análisis estadístico preliminar se utilizaron 34 variables morfológicas, posteriormente en un segundo análisis final se usaron únicamente 12 variables. Lo anterior debido a que, se identificó que ciertos caracteres eran altamente influenciados por las condiciones ambientales locales, por lo tanto, son más variables y no resultan aptas para una clasificación taxonómica precisa. Por esta razón se eligieron las variables que, según Sánchez et al. (1993) y Roncadio-Rodríguez et al. (2014), son los caracteres morfológicos menos afectados por el ambiente y por lo tanto los adecuados para la clasificación racial de los maíces.

En primer lugar, se utilizó un análisis de clasificación (CLUSTER) para identificar los grupos de maíces que compartieran características similares en función de variables morfométricas y merísticas. Este análisis se realizó con un algoritmo UPGMA (unweighted pair-group average: algoritmo en el que los clusters se unen en función de la distancia promedio entre todos los miembros de los dos grupos), el índice de distancia euclidiana (medida de la distancia entre dos objetos en un espacio multidimensional) y el índice de Gower (medida de disimilitud que incluye la mezcla de variables continuas y categóricas).

Una vez obtenida la clasificación con el análisis CLUSTER, se realizó un análisis de coordenadas principales (PCoA) con los índices de distancia euclidiana y de Gower para representar en un espacio bidimensional las distancias entre los grupos de maíces identificados en el análisis CLUSTER.

Posteriormente se realizó un Análisis Multivariado de Varianza Permutacional (PERMANOVA), también con los índices de distancia euclidiana y de Gower usando 9,999 permutaciones, para identificar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de maíces. En este análisis, se realizaron pruebas de comparaciones múltiples post hoc de Bonferroni para identificar las diferencias entre pares de grupos.

Una vez confirmada la diferencia entre los grupos, se usó un análisis de funciones discriminantes (DFA) con el fin de identificar las variables morfológicas más importantes que determinan las diferencias multivariadas entre los grupos de maíces, además de explorar el porcentaje de clasificación correcto de los individuos que conforman los grupos. Los análisis CLUSTER, PCoA y PERMANOVA fueron realizados en el programa Past 5.2 (Hammer et al., 2001). El DFA fue realizado en el programa STATISTICA v.7.0 (StatSoft, Inc., 2004).

Finalmente, se realizaron modelos lineales generalizados (GLM) con distribuciones de probabilidad Gamma y Poisson con función de enlace *log*, y distribución de probabilidad Gaussiana con función de enlace *identity*, para identificar diferencias univariadas entre los grupos de maíces dentro de cada una de las variables morfológicas. Los GLM se ajustaron usando la función *glm* del paquete *stats* del programa R (RCore Team, 2023). La significancia de los GLM se evaluó mediante la prueba de razón de verosimilitud (likelihood ratio test, LRT) y la variación explicada se calculó utilizando el valor R^2 de McFadden. Los modelos fueron validados por medio del análisis de residuales. Los resultados fueron considerados significativos si $P \leq 0.05$. Los GLM fueron realizados en el programa R versión 4.5.0 (R Core Team, 2025) y RStudio versión 2025.05.1.513 (Posit Team, 2025).

Cuadro 1. Variables morfológicas utilizadas para la identificación de las variedades de maíces. Treinta y cuatro variables utilizadas en el primer análisis estadístico (número 1), 12 variables utilizadas en el segundo análisis estadístico (número 2).

Variables merísticas	Análisis estadístico	Variables morfométricas	Análisis estadístico
Número de hileras de granos	1, 2	Peso de la mazorca	1
Número de granos por hilera	1	Longitud de la mazorca	1
Disposición de hileras	1	Diámetro de la mazorca	1, 2
Forma de la mazorca	1, 2	Diámetro del pedúnculo de la mazorca	1
Color del grano de la mazorca	1	Diámetro del olote	1, 2
Tipo de grano	1	Diámetro del raquis	1, 2
Textura del grano	1, 2	Ancho del grano	1, 2
Coloración por antocianinas en las glumas del olote	1	Longitud del grano	1, 2
Intensidad de la coloración por antocianinas en las glumas del olote	1	Grosor del grano	1, 2
Endurecimiento del raquis (olote)	1	Índice olote/raquis	1
Color dorsal del grano	1	Índice gluma/grano	1
Color endospermo del grano	1	Ancho/Longitud grano	2
Depresión del grano	1	Grosor/Longitud grano	2
Estrías del grano	1	Diámetro/Longitud mazorca	2
Pubescencia del pedicelo	1		
Pubescencia de la copilla	1		
Prolongación de la copilla	1		
Textura de la gluma inferior	1		
Pubescencia de la gluma inferior	1		
Forma del margen de la gluma inferior	1		
Pubescencia de la gluma superior	1		
Venación de la gluma superior	1		
Forma de la gluma superior	1		

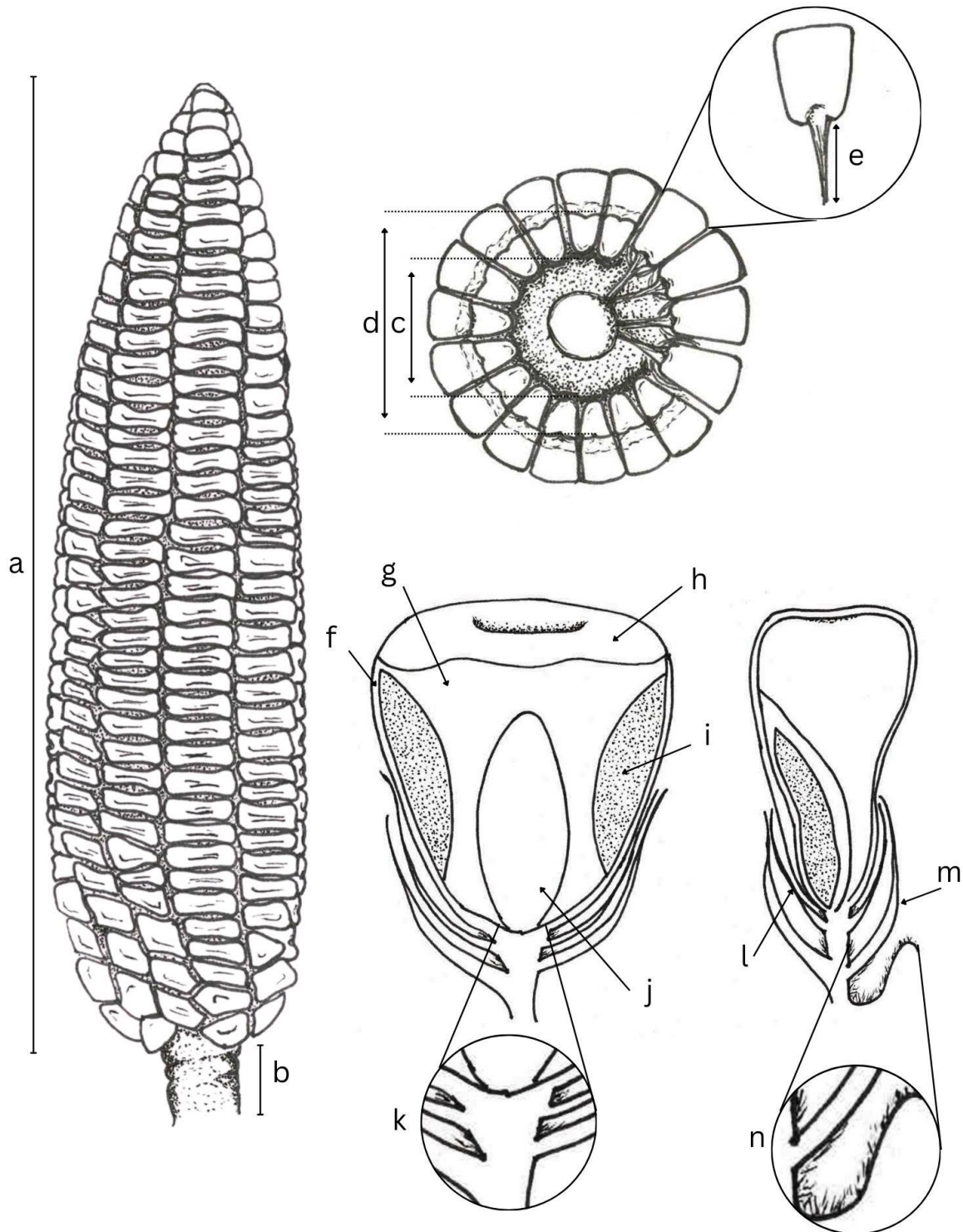


Figura 4. Representación de la morfología típica de una mazorca del maíz con los rasgos analizados y mediciones realizadas. a. Mazorca. b. Pedúnculo. c. Raquis. d. Olate. e. Raquilla. f. Pericarpio. g. Endospermo harinoso. h. Cascarilla. i. Endospermo cristalino. j. Embrión/germen. k. Pedicelo. l. Gluma superior. m. Gluma inferior. n. Cúpula/copilla. Ilustración de Alejandra Cavada-Alba.

6.3.2 Determinación de las razas

Una vez que se realizó la clasificación y se formaron los grupos estadísticamente, se realizó la descripción detallada de cada uno, incluyendo características morfológicas correspondientes, información etnobotánica y su distribución geográfica. Estos datos se utilizaron para poder determinar taxonómicamente la raza o complejo racial al que pertenece según lo permitiera la clasificación.

Para poder determinar la raza o complejo racial se elaboraron claves taxonómicas (Anexo 2). Para esto, se recopilaron los datos necesarios de las características importantes que ayudaran a describir cada raza y complejo racial. Cabe mencionar que debido a la gran diversidad y variabilidad presente en los maíces solo se utilizaron los datos de las 25 razas que se tiene registro se cultivan en el estado de Durango. Posteriormente se seleccionaron los caracteres diagnósticos más visibles que permitían realmente separar los grupos. En seguida se organizaron estos caracteres de forma lógica, seleccionando primero aquellos que ayudaran a separar un grupo grande en dos subgrupos y formar la primera copla o pareado. Se continuó con esta estructura hasta dividir todo el grupo en los subgrupos necesarios que representaran a cada una de las 25 razas. Este proceso se repitió para formar las claves taxonómicas a nivel de complejo racial, utilizando en este caso la información de todos los complejos raciales. Finalmente se pusieron a prueba con la información obtenida en este trabajo.

6.4 Caracterización etnobotánica

Para la caracterización etnobotánica, se diseñó una encuesta que permitió recopilar la información necesaria (Anexo 1), basada en la metodología de Hernández-Sampieri (2018). Esta se estructuró en cuatro categorías temáticas principales: datos generales del productor, datos generales de la colecta, descripción de la producción y métodos productivos y descripción de la unidad de producción (parcela de cultivo o milpa); de estas categorías partieron las preguntas formuladas. A partir de la información recopilada directamente con los agricultores, se obtuvieron los datos necesarios para

la caracterización, los cuales se capturaron en una matriz en el programa Excel para facilitar su manejo y procesamiento.

Como primer paso, se realizó la depuración de datos, luego se estandarizaron las unidades de medida y se codificaron ciertas respuestas de preguntas abiertas para asegurar la homogeneidad de la información. Posteriormente, por medio de estadística descriptiva, se analizaron los datos para lograr una caracterización etnobotánica con mayor precisión. En primer lugar, mediante frecuencias y porcentajes se identificaron los usos principales, prácticas más comunes, preferencias, género de los agricultores y los nombres con los que comúnmente llaman a sus maíces.

Así mismo, con medidas de tendencia central y dispersión, se calculó la edad promedio de los agricultores, antigüedad promedio de la semilla, rendimiento, superficie sembrada, tamaño de la planta, periodo de crecimiento de la planta, etc. Finalmente, se analizaron ciertas variables ambientales y algunas preferencias del agricultor para ciertas técnicas de cultivo, tipo de fertilizantes usados, tipo de labranza, métodos de almacenamiento, uso de fungicidas, etc.

6.5 Elaboración del catálogo de razas de maíces

Para la elaboración del catálogo de razas de maíces de San Bernardino de Milpillal Chico, se llevó a cabo un proceso específico donde se dio prioridad a la calidad de las fotografías tomadas a las muestras. Previo al inicio de las mediciones morfométricas de cada muestra, se hizo un registro fotográfico estandarizado; se documentó tanto la muestra completa como a cada mazorca que la conformaba. Esto garantizó que las muestras se documentaran antes de sufrir cualquier daño o cambio por su manipulación. Luego de completar el análisis estadístico y clasificar morfológicamente las muestras con las claves taxonómicas, se identificó a los individuos fotografiados con su grupo racial o raza correspondiente.

Para el catálogo se seleccionaron únicamente aquellos ejemplares que mejor representaban la morfología y características típicas del complejo racial o la raza, asegurando que las imágenes ilustrativas fueran de ejemplares tipo. Así mismo, se incluyó en el catálogo información importante sobre las características morfológicas,

su identificación con el nombre de la raza o complejo racial, distribución geográfica y datos etnobotánicos, con un diseño visualmente atractivo y con imágenes de alta calidad para que pueda ser usado con fines divulgativos o incluso de investigación. Aunado a esto, durante la colecta de muestras en campo, se llevaron a cabo reuniones informativas sobre los objetivos e implicaciones del proyecto con los agricultores y población en general con el apoyo de materiales visuales elaborados para este fin.

6.6 Estrategias de conservación *ex situ*

Como una de las estrategias que ayude a la conservación *ex situ* de los maíces nativos colectados, se donaron muestras de semillas a instituciones clave, tales como el Jardín Etnobiológico Estatal de Durango (JEED) y Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG). Con esta donación se garantiza la preservación de las muestras a largo plazo y la integración de la información a nivel nacional.

VII. RESULTADOS

7.1 Sitios y número de muestras

Luego de la reunión realizada con las autoridades de la comunidad de San Bernardino de Milpillas Chico, el gobernador tradicional y el presidente del comisariado ejidal en turno, otorgaron el permiso para llevar a cabo el proyecto de investigación y se acordó la fecha para acudir por las muestras (Anexo 3). En dicha reunión se informó a detalle la naturaleza del proyecto y sus implicaciones. Se solicitó también la colaboración para informar previamente a los agricultores que estuvieran dispuestos a donar sus maíces para que prepararan sus muestras en las fechas acordadas.

Se colectaron un total de 214 muestras las cuales fueron donadas por 84 agricultores. Las colectas se realizaron en seis localidades pertenecientes a la comunidad de San Bernardino de Milpillas Chico: Arroyo Hondo, Llano Grande de Milpillas, el anexo principal San Bernardino de Milpillas chico, Las Joyas, La Cumbre de Milpillas y Guajolotes (Cuadro 2). Cabe mencionar que a la localidad de Guajolotes acudieron agricultores pertenecientes a las localidades de Yerbabuena, Chicharras y La Cueva del Panadero a dejar sus muestras; mismo caso para la localidad de La Cumbre, donde también acudieron con muestras los productores de la localidad de El Capomal. Se obtuvieron un total de 84 entrevistas, una por cada persona que donó sus maíces. La distribución geográfica de los sitios de colecta y de la ubicación geográfica de las 44 parcelas de donde provienen las colectas, se muestran en las figuras 5 y 6 respectivamente.

Cuadro 2. Detalle de la recolección de datos: cantidad de muestras y número de entrevistas por localidad.

Localidad	Muestras colectadas	Entrevistas aplicadas
Arroyo Hondo	4	2
Llano Grande de Milpillas	46	15
San Bernardino de Milpillas	30	18
Las Joyas	35	11
La Cumbre de Milpillas	70	25
Guajolotes	29	13

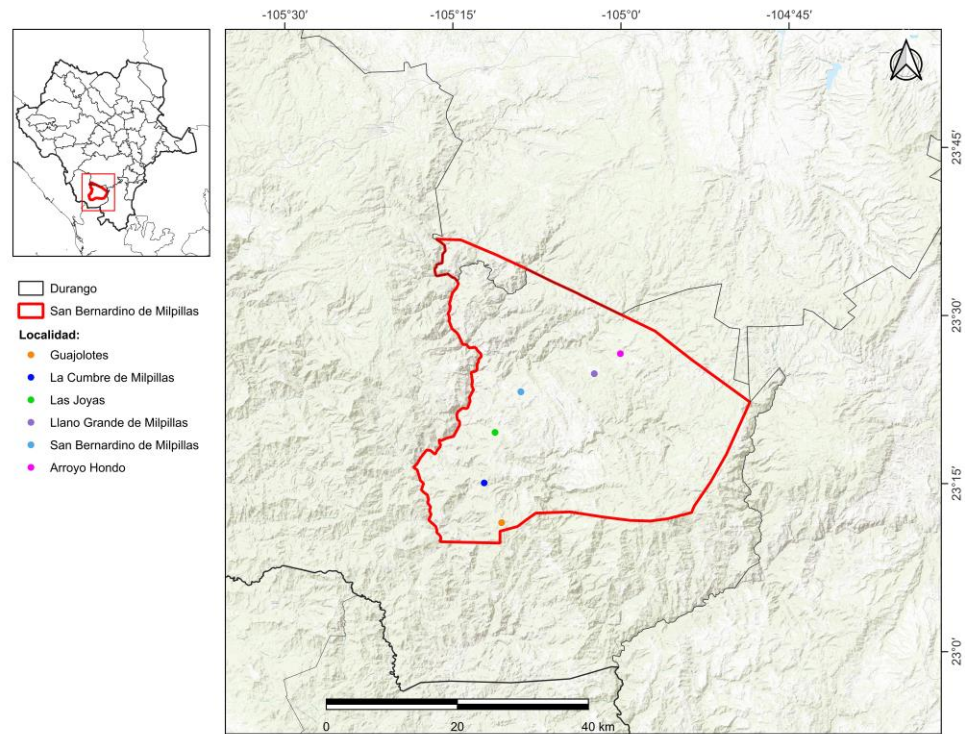


Figura 5. Localización geográfica de los sitios de colecta.

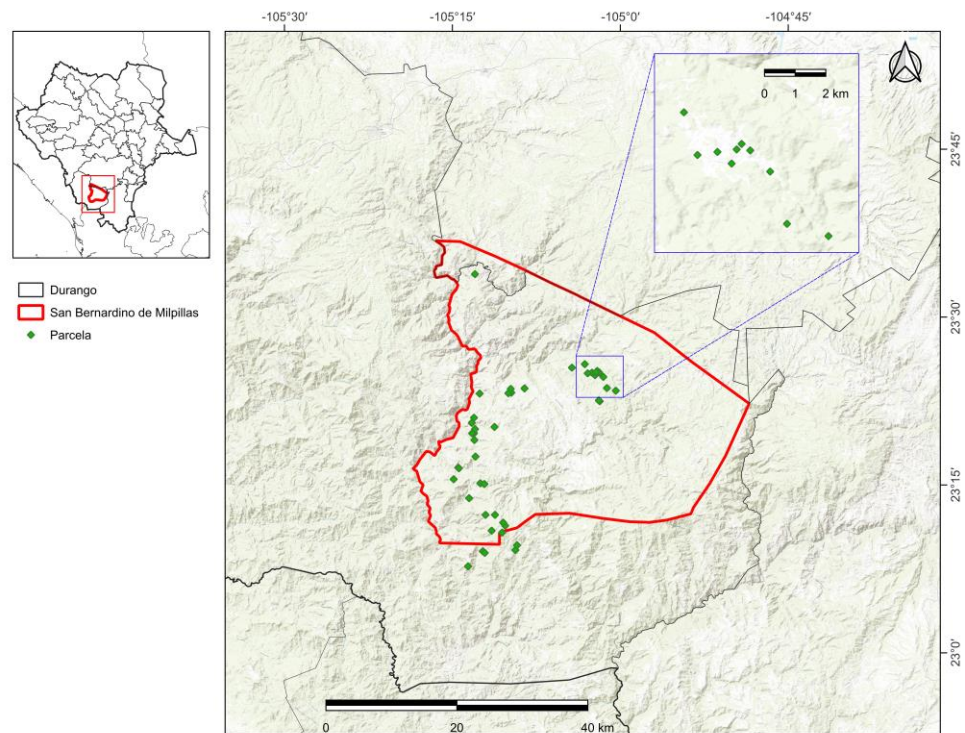


Figura 6. Localización geográfica de las parcelas de cultivo muestreadas.

7.2 Caracterización morfológica y determinación de las razas

Se analizó un total de 687 mazorcas utilizando variables tanto cualitativas como cuantitativas para su descripción y clasificación adecuada.

7.2.1 Análisis de los datos

Con respecto al primer análisis estadístico, en el análisis CLUSTER de 34 variables morfológicas, se identificaron 10 grupos de maíces (Anexo 4). El PCoA mostró separación entre todos los grupos (Anexo 5), la variación explicada por los dos primeros componentes fue de 97.11% (coordenada 1 = 84.79%, coordenada 2 = 12.32%), lo cual indica que la ordenación de los individuos y los grupos es muy precisa. El PERMANOVA reveló diferencias multivariadas estadísticamente significativas entre todos ($F = 459.7$, $P = 0.0001$). Particularmente, los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples revelaron diferencias entre todos los pares de grupos (significancia mínima: $F = 18.49$, $P < 0.0001$; significancia máxima: $F = 950.5$, $P < 0.0001$). Los resultados del DFA corroboraron las diferencias multivariadas entre los grupos de maíces (Wilks' lambda = 0.01, $P < 0.0001$). Todas las pruebas estadísticas de las distancias de Mahalanobis entre los centroides de los grupos revelaron diferencias significativas (significancia mínima: $F = 4.23$, $P < 0.0001$; significancia máxima: $F = 90.8$, $P < 0.0001$). El primer eje canónico representó 82.63% de la varianza explicada en el modelo y el segundo 12.21%.

El DFA clasificó correctamente el 93.66% de los casos. Los resultados de las correlaciones entre el primer eje canónico del DFA y las variables morfológicas indicaron que 4 variables fueron las que contribuyeron en mayor medida en la separación de los 10 grupos: peso de la mazorca, longitud de la mazorca, número de granos por hilera y diámetro de la mazorca (Anexo 6). Se exploró con detalle la conformación de los individuos en cada grupo y se detectó que en varios casos existía una combinación de complejos raciales dentro de un mismo grupo, por lo que utilizar 34 variables morfológicas para clasificar los maíces en el análisis CLUSTER no fue viable.

Dado que el peso y la longitud de la mazorca fueron las variables con mayor importancia para clasificar los grupos, y que pueden ser influenciadas en un alto grado por condiciones ambientales, se decidió realizar un segundo análisis estadístico. Para este, se seleccionaron variables morfológicas que en la literatura han resultado ser de importancia para la clasificación racial de maíces, además de eliminar el peso y la longitud de la mazorca por las razones mencionadas.

En el segundo análisis estadístico, el análisis CLUSTER (UPGMA-Gower) con las 12 variables seleccionadas, permitió la identificación de 14 grupos de maíces (Figura 7). El PCoA mostró separación entre todos los grupos (Figura 8), la variación explicada por los dos primeros componentes fue de 49.12% (coordenada 1 = 30.73%, coordenada 2 = 18.39%). Dado que este porcentaje representa casi la mitad de la variación total, la ordenación espacial de los individuos y los grupos se considera de moderada a buena. El PERMANOVA reveló diferencias multivariadas estadísticamente significativas entre todos los grupos ($F = 75.24$, $P = 0.0001$). Particularmente, los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples revelaron diferencias entre todos los pares de grupos (significancia mínima: $F = 8.13$, $P = 0.0007$; significancia máxima: $F = 248.7$, $P < 0.0001$).



Figura 7. Análisis CLUSTER (método de clasificación UPGMA usando el índice de Gower) basado en 12 variables morfológicas.

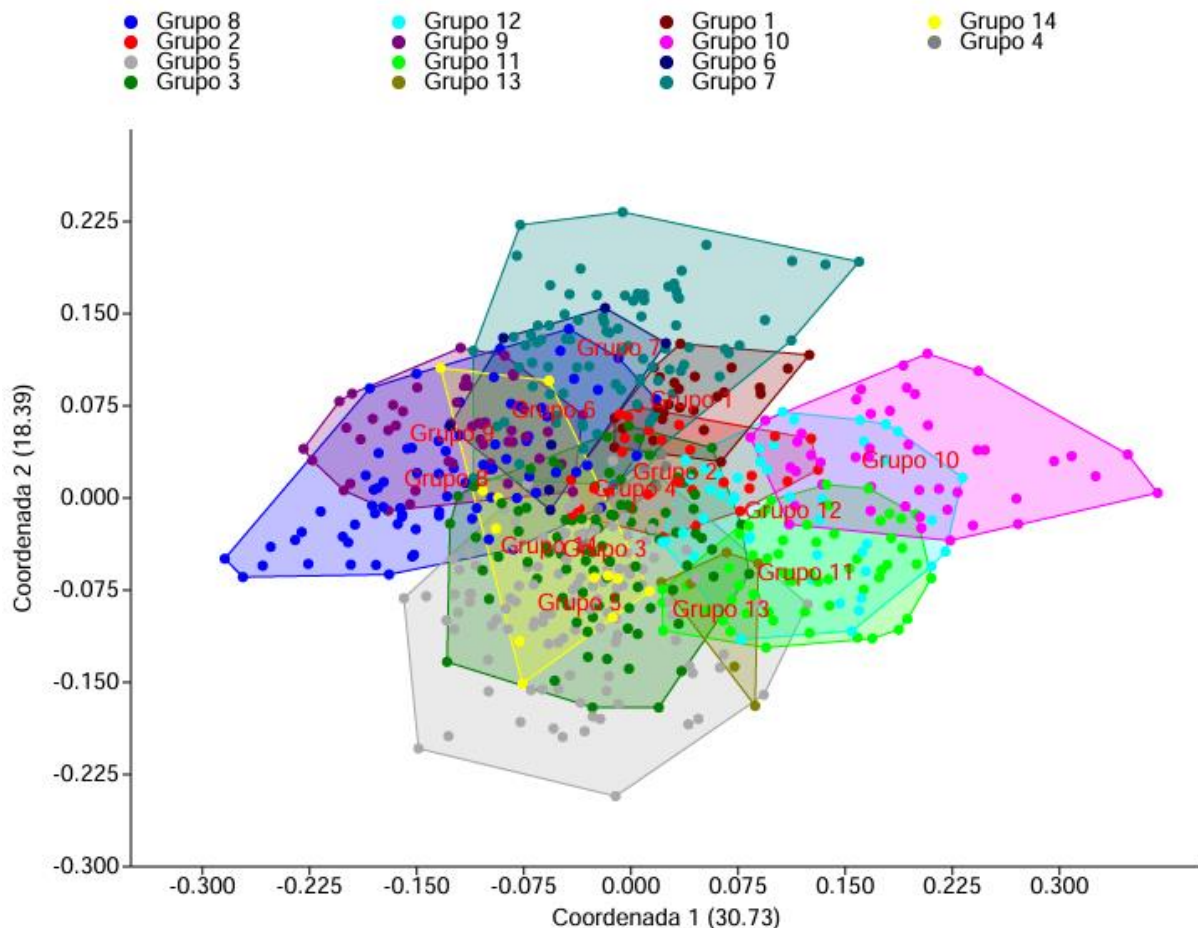


Figura 8. Análisis de coordenadas principales de 12 variables morfológicas entre grupos de maíces.

Los resultados del DFA corroboraron las diferencias multivariadas entre los grupos de maíces (Wilks' lambda = 0.004, $P < 0.0001$). Todas las pruebas estadísticas de las distancias de Mahalanobis entre los centroides de los grupos revelaron diferencias significativas (significancia mínima: $F = 5.89$, $P < 0.0001$; significancia máxima: $F = 172.74$, $P < 0.0001$). El primer eje canónico representó 46.37% de la varianza explicada en el modelo y el segundo 29.21%. El DFA clasificó correctamente el 92.98% de los casos. Los resultados de las correlaciones entre el primer eje canónico del DFA y las variables morfológicas indicaron que 6 variables fueron las que contribuyeron en mayor medida en la separación entre los 14 grupos: forma de la mazorca, textura del grano, diámetro de la mazorca, diámetro del olote, ancho/longitud grano y número de hileras de granos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de funciones discriminantes de 12 variables morfológicas entre grupos de maíces. Correlaciones entre el primer eje canónico y variables morfológicas.

Variables morfológicas	Eje canónico 1
Merísticas	
Número de hileras de granos	0.209311
Forma de la mazorca	0.773218
Textura del grano	-0.349907
Morfométricas	
Diámetro de la mazorca	0.346071
Diámetro del olote	0.222093
Diámetro del raquis	0.187639
Ancho del grano	-0.153649
Longitud del grano	0.189365
Grosor del grano	-0.009883
Ancho/Longitud grano	-0.226637
Grosor/Longitud grano	-0.168678
Diámetro/Longitud mazorca	0.121910

Los resultados de los GLM revelaron que en todos los casos existen diferencias significativas entre los grupos de maíces en cada una de las variables morfológicas (Cuadro 4, Figura 9). Las variables con mayor variación explicada por el modelo fueron forma de la mazorca, textura del grano, número de hileras de granos y diámetro de la mazorca (Cuadro 4), lo cual corroboró los resultados del DFA al ser las variables con mayor importancia que determinan las diferencias entre los grupos.

A continuación, se describe la comparación entre grupos de maíces para estas cuatro variables morfológicas debido a que el resto de ellas no presentó una alta variación explicada por los GLM. La Figura 9 muestra los resultados de los GLM, mientras que la Figura 10 muestra la variación de las medidas morfométricas (gráficas de cajas) y merísticas (gráficas de barras apiladas en porcentaje) en sus unidades originales. Específicamente, para variables merísticas, los grupos G, H e I presentaron forma cónica; el grupo F presentó ambas formas, cónica y cónica cilíndrica en mismas proporciones; en los grupos A y B se registró solamente la forma cónica cilíndrica; los grupos C, E y L presentaron ambas formas, cilíndrica (30%) y cónica cilíndrica (70%); la forma cilíndrica se presentó en mayor medida en los grupos D, J, K y M (75 a 100%); y el grupo N presentó todas las formas de los maíces.

Con respecto a la textura del grano, el grupo F presentó únicamente textura cerosa; los grupos C y H fueron similares por poseer un mismo patrón de texturas, en mayor proporción harinosa (aproximadamente de 75 a 80%), seguido de cerosa y dentada (20 a 25%); el grupo M presentó textura harinosa en mayor proporción (50%), seguida de dentada, semi-cristalina y cristalina; el grupo J fue caracterizado por siete texturas de las cuales, en mayor proporción fue intermedia (50%), seguido de semi-cristalina, harinosa y semi-dentada, y con solo un individuo para cada una de las texturas cristalina, cerosa y dentada; los grupos A, B, G, K y L presentaron un patrón similar en el cual son constituidos en mayor medida por las texturas semi-cristalina e intermedia (75%), y en menor medida por texturas harinosa, dentada, cristalina y semi-dentada; los grupos C, I y N fueron similares por ser principalmente semi-cristalinos y cristalinos (65 a 90%), con pocos individuos intermedios (10 a 35%); por otra parte, el grupo D fue el que presentó la mayor proporción de cristalinos (70%), con algunos individuos semi-cristalinos e intermedios.

En cuanto al número de hileras de granos, los grupos de maíces I y N exhibieron muy pocas hileras; los grupos B, C, D, E, H y K fueron diferenciados por poseer proporciones similares de pocas y muy pocas hileras; mientras que los grupos en los que predominaron pocas hileras fueron A, F, G, J, L y M. Finalmente, para la variable morfométrica del diámetro de la mazorca, los grupos con menor diámetro fueron D, I y N; seguidos de A, B, C, E, F, G, H y M con diámetro intermedio; mientras que los grupos J, K, y L manifestaron el mayor diámetro.

Cuadro 4. Resultados generales de modelos lineales generalizados para 12 variables morfológicas. Prueba de razón de verosimilitud (likelihood ratio test, LRT) y R^2 de McFadden. Variables con mayor variación explicada por el modelo en negritas.

Variables morfológicas	Familia (GLM)	R^2 MacFadden	<i>P</i>
Morfométricas			
Diámetro de la mazorca	Gamma	0.5446	$P < 0.0001^*$
Diámetro del olote	Gamma	0.4464	$P < 0.0001^*$
Diámetro del raquis	Gamma	0.3773	$P < 0.0001^*$
Ancho del grano	Gamma	0.3230	$P < 0.0001^*$
Longitud del grano	Gamma	0.2943	$P < 0.0001^*$
Grosor del grano	Gaussiana	0.4496	$P < 0.0001^*$
Ancho/Longitud grano	Gaussiana	0.4116	$P < 0.0001^*$
Grosor/Longitud grano	Gamma	0.5064	$P < 0.0001^*$
Diámetro/Longitud mazorca	Gamma	0.2666	$P < 0.0001^*$
Merísticas			
Número de hileras de granos	Gamma	0.5955	$P < 0.0001^*$
Forma de la mazorca	Poisson	0.8502	$P < 0.0001^*$
Textura del grano	Gamma	0.6835	$P < 0.0001^*$

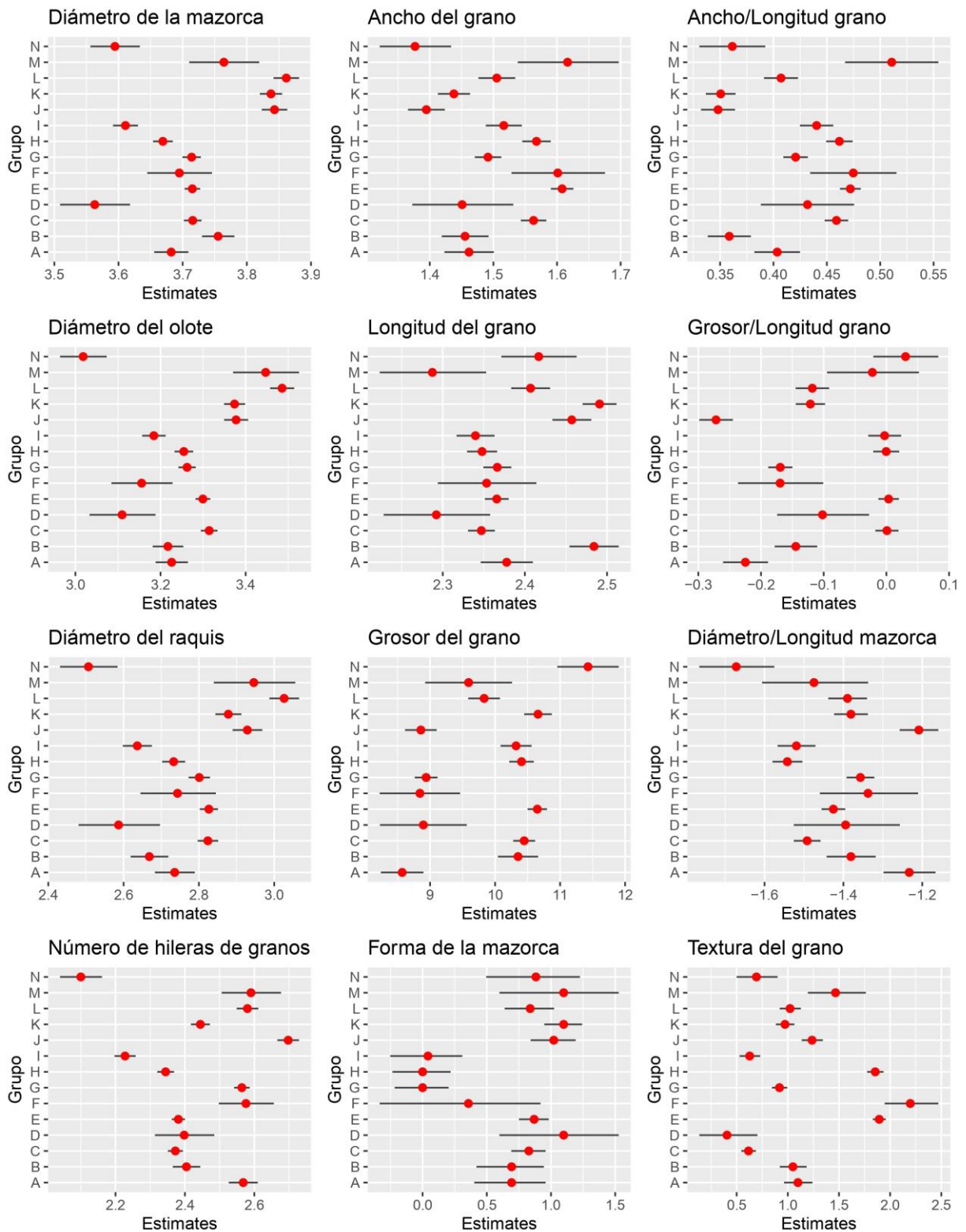


Figura 9. Estimaciones de los modelos lineales generalizados para 12 variables morfológicas entre grupos de maíces. Intervalos de confianza al 95% (barras).

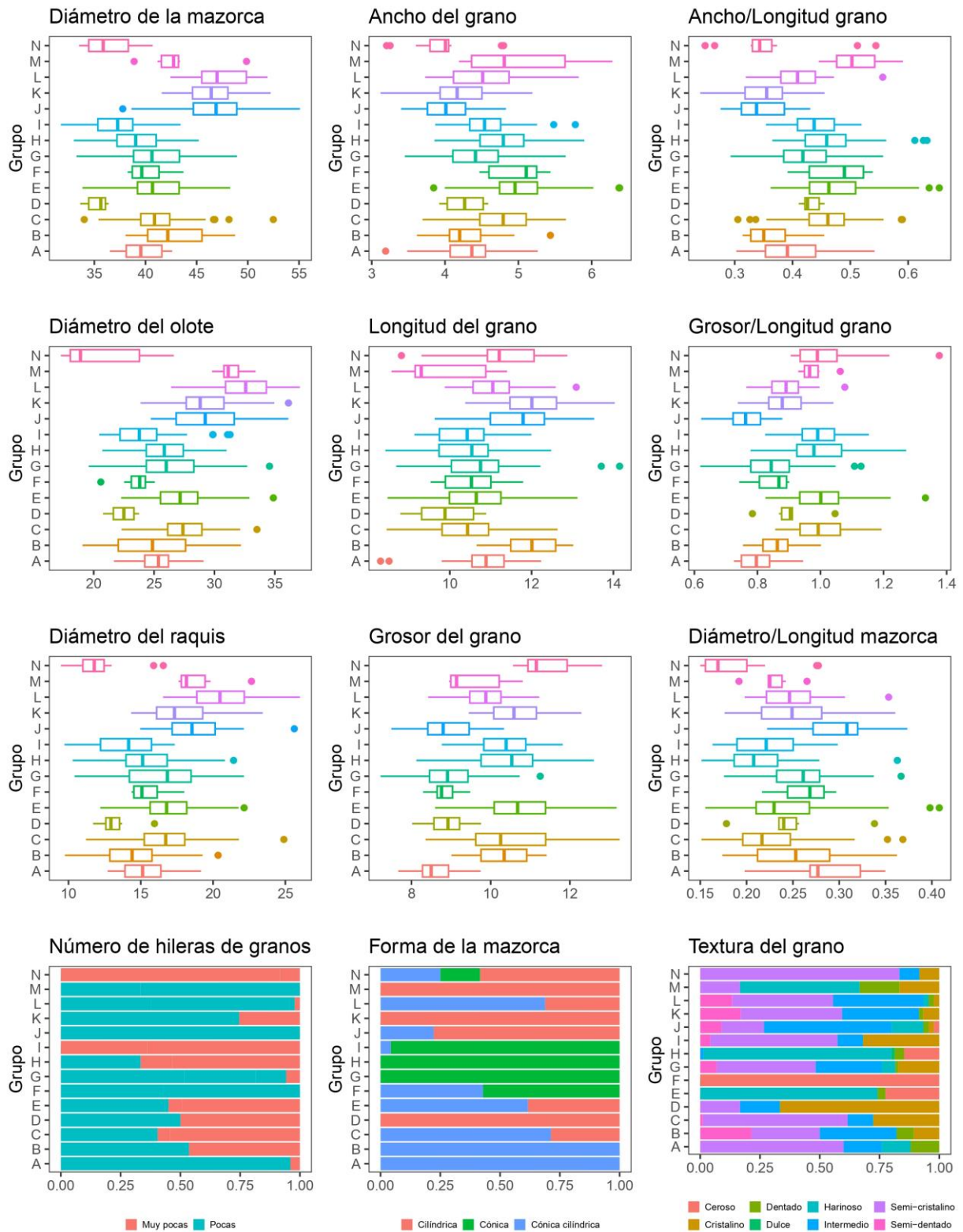


Figura 10. Variables morfológicas en su escala original. Gráficas de cajas mostrando el rango, mediana y cuartiles para variables morfométricas, los puntos indican valores atípicos (datos aberrantes). Gráficas de barras apiladas en porcentaje para variables merísticas.

7.2.2 Descripción morfológica de cada grupo

A continuación, se presenta la descripción morfológica detallada de los 14 grupos identificados anteriormente en el CLUSTER (imagen de cada grupo en el Anexo 7). Para la descripción se tomaron en cuenta los 34 caracteres medidos inicialmente, la información etnobotánica extraída de las encuestas aplicadas a los agricultores y datos geográficos correspondientes a cada muestra que conforma los grupos. Para la identificación de las razas que se encuentran en cada grupo, se tomaron en cuenta las características importantes que según la literatura ayudan a definir las diferentes razas y de las claves taxonómicas creadas para este trabajo.

Grupo 1

Complejo racial: Cónico.

Razas: en este grupo morfológico se pueden identificar ciertas accesiones que cumplen con las características de la raza Cónico y algunas con características intermedias entre la raza Cónico y Cónico Norteño, pero en otras resultó difícil identificar la raza a la que pertenece por sus características combinadas.

Características taxonómicas: Mazorca 106.5 gr peso promedio, longitud de 11.2-19.8 cm, 39.7 mm diámetro promedio; de 10-14 hileras 14 en promedio, forma cónica-cilíndrica; hileras regulares, a veces en forma de espiral o irregular; de 22-34 granos por hilera (29 en promedio). Olote: 21.6-29.1 mm de diámetro (25.1 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 12.71-19.1 mm de diámetro, ligeramente endurecido, a veces corneo; Granos: 8.3-12.2 x 3.1-5.2 x 7.6-9.7 mm, de color azul oscuro o negro, a veces presenta colores blanco cremoso, amarillo y rojo. Ápice plano, a veces redondeado o puntiagudo; con textura semi-cristalina, en ocasiones dentados o harinosos. Color dorsal generalmente negro y blanco cremoso; con endospermo blanco, raramente amarillo. Sin depresión, de aciculado a estriado. Pedicelo: indumentado piloso con tricomas adpresos. Copilla: indumentada, generalmente con numerosos tricomas cortos, a veces con tricomas de intermedios a largos, prolongación con desarrollo intermedio a prominente. Gluma inferior: generalmente carnosa-gruesa, pero se puede

presentar con textura de fina a cornea, de glabrescente a puberulenta, en ocasiones con tricomas cortos abundantes. Presenta margen de forma truncada a ovalada. Gluma superior: glabra a glabriúscula, con venación delgada y forma del margen generalmente liso a veces arrugado. Índice del olote/raquis: 1.64. Índice gluma/grano: 0.44.

Características etnobotánicas: a este grupo, los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de amarillo, amarillo dulce, blanco, negro, prieto, rojo. El uso que se le da principalmente es para alimentación en la elaboración de tortillas y pinole; sobre las características que le gustan al productor de este maíz se incluye su resistencia a heladas y sequías, su consistencia blanda apta para preparar tortillas, su color y sabor. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 7 a 60 años. En cuanto al método principal de siembra es con arado/tronco; el mes de siembra es junio y la cosecha es de octubre-noviembre. El tipo de almacenamiento es la tazolera, troje y casa. La altura aproximada que alcanza la planta es de 1-2 m con 1-3 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva es litosol y cambisol crómico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es de uso agrícola, bosque pino-encino y selva baja caducifolia.

Distribución: Se cultiva principalmente en las localidades de Llano Grande de Milpillas y San Bernardino de Milpillas Chico y en menor medida, también se encuentra en La Cumbre de Milpillas y Guajolotes; en altitudes que oscilan entre los 1 300 m a los 2 100 m.

Grupo 2

Complejo racial: Cónico y Ocho Hileras.

Razas: en este grupo se presentan individuos con características similares a la raza Tabloncillo y algunos con características de la raza Cónico.

Características taxonómicas: Mazorca 173 gr peso promedio, longitud de 13.2-23.6 cm (17.5 cm promedio), 42.7 mm diámetro promedio; de 10-12 hileras 12 en

promedio, forma cónica-cilíndrica; disposición de hileras regular, pero se puede presentar en forma de espiral o irregular; de 24-46 granos por hilera (34 en promedio). Olote: 19-32.2 mm de diámetro (24.96 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 9.75-20.35 mm de diámetro, no endurecido, a veces ligeramente endurecido o corneo. Granos: 10.6-13 x 3.6-5.4 x 9-11.4 mm, de color blanco cremoso y amarillo oscuro, pero a veces azul oscuro y pinto. Ápice plano, en ocasiones redondeado o dentado; con textura intermedia, en algunos casos cristalina o semi-cristalina. Color dorsal blanco cremoso o amarillo; endospermo blanco, raramente amarillo. Sin depresión, pero puede presentar depresión leve, de aciculado a estriado. Pedicelo: indumentado piloso con tricomas adpresos, a veces con abundantes tricomas cortos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos, pero puede presentar tricomas de intermedios a largos, prolongación poco desarrollada en ocasiones con desarrollo intermedio a prominente. Gluma inferior: generalmente carnos-gruesa, en ocasiones córnea, de glabrescente a puberulenta. Margen de forma truncada a ovalada. Gluma superior: glabra, con venación delgada; forma del margen arrugado a veces liso. Índice del olote/raquis: 1.67. Índice gluma/grano: 0.45.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de pinto, negro, blanco, mojito, reluciente, híbrido, chaquira y chaparro. El uso que se le da es para alimentación principalmente elaboración de tortillas, pero también para forraje; sobre las características que le gustan al productor de este maíz se incluye que está bien adaptado, su resistencia a heladas y plagas, su rendimiento y sabor. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 30 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo y en algunos casos con arado; el mes de siembra es julio y la cosecha es noviembre-diciembre. El tipo de almacenamiento es la troje. La altura aproximada que alcanza la planta es de 1.5-2 m con 1-2 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva es cambisol crómico y litosol; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es de uso agrícola y bosque pino-encino.

Distribución: Se cultiva principalmente en las localidades de La Cumbre de Milpillas y Las Joyas y en menor cantidad en Guajolotes, Llano Grande de Milpillas y San Bernardino de Milpillas Chico. Su distribución abarca un rango altitudinal que oscila entre los 1 100 m a los 2 000 m.

Grupo 3

Complejo racial: Ocho Hileras.

Razas: en este grupo se identificaron algunas accesiones con características de la raza Tabloncillo.

Características taxonómicas: Mazorca 158.3 gr peso promedio, longitud de 10.8-26.6 cm (18.7 cm promedio), 41.08 mm diámetro promedio; de 8-14 hileras 10 en promedio, forma cónica-cilíndrica; hileras regulares a rectas; de 22-48 granos por hilera (35 en promedio). Olote: 22.3-33.5 mm de diámetro (27.5 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 11.2-24.9 mm de diámetro, ligeramente endurecido. Granos: 8.4-12.6 x 3.6-5.6 x 8.3-13.2 mm, de color blanco cremoso, amarillo y azul oscuro. Ápice plano, a veces redondeado; textura cristalina a semi-cristalina. Color dorsal blanco cremoso y amarillo claro con endospermo blanco. Sin depresión, aciculado. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas largos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos, a veces largos, prolongación con desarrollo intermedio a prominente. Gluma inferior: generalmente carnos-gruesa, pero se puede presentar con textura de fina a córnea, glabrescente, en ocasiones con tricomas abundantes cortos y largos. Presenta margen de forma truncada a ovalada a veces acorazonada. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente liso. Índice del olote/raquis: 1.67. Índice gluma/grano: 0.51.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de pinto, rojo, negro, blanco, blanco cristalino, híbrido, maíz ligero, amarillo, pinto chaparro, reluciente, moro, jazmín, morado, bofo y chaquira. El uso principal que se le da es para alimentación para la preparación de tortillas y atoles; sobre las características que le gustan al productor de este maíz

es su resistencia a sequias principalmente ya que se da en climas cálidos, su resistencia a plagas, pero también que es apto para preparar tortillas y finalmente su sabor. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 60 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo y en algunos casos con arado; el mes de siembra es junio-julio y cosecha es noviembre-enero. El tipo de almacenamiento es la troje y costales dentro de la casa. La altura aproximada que alcanza la planta es de 1.5-2.5 m con 1-3 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva principalmente es litosol y cambisol crómico, y en menor medida en regosol eútrico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es bosque pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y selva baja caducifolia.

Distribución: El cultivo de este maíz se concentra principalmente en las localidades de La Cumbre de Milpillas, Guajolotes y Las Joyas, pero se puede encontrar en menor medida en San Bernardino de Milpillas Chico y muy poco en Llano Grande de Milpillas. En altitudes que oscilan entre los 1 100 m a los 2 400 m.

Grupo 4

Complejo racial: no identificado.

Razas: por las características que presentan los individuos de este grupo, no se lograron identificar a nivel de raza.

Características taxonómicas: Mazorca 98 gr peso promedio, longitud de 10-20.3 cm (14.7 cm promedio), 35.2 mm diámetro promedio; 10-12 hileras 10 en promedio, forma cilíndrica; hileras rectas; de 23-45 granos por hilera (31 en promedio). Olote: 20.7-23.7 mm de diámetro (22.4 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 11.7-15.9 mm de diámetro, no endurecido. Granos: 8.7-10.8 x 3.9-4.5 x 8-9.7 mm, de color amarillo, blanco cremoso y azul oscuro. Ápice redondeado, textura cristalina a semi-cristalina. Color dorsal blanco cremoso y amarillo claro con endospermo blanco a veces amarillo. Sin depresión, con estrías leves a intermedias. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas largos o cortos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas largos, a veces

cortos; prolongación poco desarrollada a prominente. Gluma inferior: carnosagruesa, glabrescente, en ocasiones con tricomas cortos. Presenta margen de forma truncada. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente liso. Índice del olote/raquis: 1.7. Índice gluma/grano: 0.43.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de chaquira, serrano, amarillo, blanco y pinto. El uso principal que se le da es para forraje y alimentación; la característica que le gusta al productor de este maíz es su resistencia a plagas. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 15 a 80 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo y arado; el mes de siembra es junio y la cosecha es en noviembre-diciembre. El tipo de almacenamiento es la troje. La altura aproximada que alcanza la planta es de 2 m con 1-2 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva principalmente es cambisol crómico y litosol; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es bosque encino-pino, vegetación secundaria de bosque de encino-pino y de uso agrícola.

Distribución: El cultivo de este maíz se encuentra principalmente en la localidad de San Bernardino de Milpillas Chico, y con menor presencia en las localidades de Llano Grande de Milpillas, Las Joyas y Guajolotes. En un rango de altitud que oscilan entre los 1 600 m a los 2 100 m.

Grupo 5

Complejo racial: Ocho Hileras.

Razas: en este grupo morfológico se identifican las razas Bofo, Blando, Elotes Occidentales o intermedio entre estas razas.

Características taxonómicas: Mazorca 141.4 gr peso promedio, longitud de 10.1-25.8 cm (17.6 cm promedio), 41 mm diámetro promedio; de 8-14 hileras 10 en promedio, forma cónica-cilíndrica; hileras regulares a veces en espiral; de 17-44 granos por hilera (32 en promedio). Olote: 22.2-34.8 mm de diámetro (27 mm en promedio), puede presentar coloración por antocianinas en las glumas. Raquis:

12.2-22.1 mm de diámetro, con endurecimiento de leve a moderado. Granos: 8.4-13.1 x 3.8-6.3 x 8.5-13.1 mm, generalmente de color azul oscuro y negro, puede presentar coloración variegada o roja. Ápice plano a veces redondeado; textura harinosa a veces cerosa. Color dorsal blanco cremoso, azul oscuro y variegado; endospermo blanco; sin depresión, con estrías leves a intermedias. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas largos a veces cortos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos, prolongación con desarrollo intermedio. Gluma inferior: carnosa-gruesa, glabrescente, a veces pilosa. Presenta margen de forma truncada y acorazonado. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente liso. Índice del olote/raquis: 1.61. Índice gluma/grano 0.48.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de negro, moro, bofo, pinto, prieto, rojo, cenizo bofo, moro blanco, pinto negro y blanco. El uso principal que se le da es para la alimentación; las características que le gustan al productor de este maíz son su consistencia blanda apta para la preparación de tortillas, que es resistente a plagas y sequías, su sabor y que es rendidor. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 60 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo a veces con arado; el mes de siembra es junio-julio y la cosecha es en noviembre-diciembre, pero se puede extender a febrero. El tipo de almacenamiento es el troje y costales dentro de la casa. La altura aproximada que alcanza la planta es de 1.5-2.5 m con 1-3 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva principalmente es litosol y cambisol crómico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla es bosque pino-encino, vegetación secundaria de bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino, vegetación secundaria de selva baja caducifolia, vegetación secundaria de bosque de encino-pino y de uso agrícola.

Distribución: Se encuentra principalmente en La Cumbre de Milpillas, San Bernardino de Milpillas Chico y Las Joyas, en menor medida en la localidad de Guajolotes; la altitud de su distribución varía entre los 1 300 m a los 2 200 m.

Grupo 6

Complejo racial: Cónico.

Razas: este grupo presenta características similares a las de la raza Elotes Cónicos.

Características taxonómicas: Mazorca 114 gr peso promedio, longitud de 12.9-18.3 cm (15.4 cm promedio), 40 mm diámetro promedio; de 12-14 hileras 14 en promedio, forma cónica; hileras regulares a veces en espiral; de 24-31 granos por hilera (27 en promedio). Olote: 20.5-25 mm de diámetro (23.4 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 14.3-18 mm de diámetro, con endurecimiento de intermedio a fuerte. Granos: 9.5-11.7 x 4.4-5.4 x 8.2-9.4 mm, de color negro. Ápice redondeado; con textura cerosa-harinosa. Color dorsal blanco cremoso; endospermo blanco; sin depresión, aciculado. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas cortos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos, prolongación con desarrollo intermedio a prominente. Gluma inferior: carnosa-gruesa, glabrada. Margen truncado. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente liso a veces arrugado. Índice del olote/raquis 1.65. Índice gluma/grano: 0.46.

Características etnobotánicas: este grupo se les reconocen coloquialmente con los nombres morado, negro y prieto. Las características que más le gustan al productor son su sabor principalmente, su textura blanda, lo que permite preparan bien las tortillas y el color; el uso principal que se le da es para elaboración de tortillas y pinole. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 15-50 años con la semilla; el método principal de siembra es con arado. El mes de siembra es junio y la cosecha es noviembre-diciembre. El tipo de almacenamiento principal es la troje. La altura de las plantas es de 1.8-2 m con 1-2 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva es cambisol crómico y el uso de suelo y vegetación es bosque de pino-encino y agricultura de temporal.

Distribución: El cultivo de este maíz es principalmente en la localidad de San Bernardino de Milpillas Chico y con menor presencia en la localidad de Llano Grande de Milpillas, en un rango altitudinal que va de los 1 900 a 2 050 m.

Grupo 7

Complejo racial: Cónico.

Razas: En este grupo morfológico se identifican las razas Cónico Norteño y Cónico, con una posible variación entre otra raza que no fue posible identificar.

Características taxonómicas: Mazorca 139 gr peso promedio, longitud de 11.1-23.8 cm (16.2 cm promedio), 41 mm diámetro promedio; de 10-16 hileras 12 en promedio, forma cónica; hileras a veces en espiral; de 22-54 granos por hilera (32 en promedio). Olote: 19.5-34.5 mm de diámetro (26 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 10.4-22.1 mm de diámetro, endurecimiento leve a fuerte. Granos: 8.6-14.1 x 3.4-5.6 x 7.2-11.2 mm, de color amarillo, blanco cremoso, negro y rojo oscuro. Ápice dentado, plano y redondeado a veces puntiagudo; textura de cristalina a semi-cristalina, a veces harinosa. Color dorsal blanco cremoso y azul oscuro; endospermo blanco a veces amarillo. Con depresión leve a moderada, aciculado; Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas largos adpresos, pero también presenta abundantes tricomas cortos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos a largos, prolongación poco desarrollada. Gluma inferior: de fina a carnosa-gruesa, indumentada, con abundantes tricomas cortos; margen truncado. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente liso a veces arrugada. Índice del olote/raquis: 1.62. Índice gluma/grano: 0.45.

Características etnobotánicas: a este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de blanco, blanco cristalino, maíz ligero, prieto, amarillo, reluciente, blanco híbrido, chaquira y serrano. El uso principal que se le da es para alimentación y forraje; las características que le gustan al productor de este maíz son su resistencia a plagas, se da bien en clima cálido, se adapta fácil, es muy blando, su sabor y rendimiento. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 40 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo y arado; el mes de siembra es junio-julio, y cosecha es en noviembre-diciembre. El tipo de almacenamiento es el troje; la altura aproximada que alcanza

la planta es de 2-2.5 m con 1-3 mazorcas por planta. El tipo de suelos donde se cultiva es litosol y cambisol crómico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es bosque de pino, bosque de pino-encino, selva baja caducifolia, vegetación secundaria de selva baja caducifolia y de uso agrícola.

Distribución: Se cultiva principalmente en las localidades de Llano Grande de Milpillas, La Cumbre de Milpillas, San Bernardino de Milpillas Chico y Guajolotes, en un rango altitudinal de 1 100 a 2 200 m.

Grupo 8

Complejo racial: Ocho Hileras.

Razas: En este grupo morfológico se identifican individuos con características de las razas Bofo, Blando y Elotes Occidentales.

Características taxonómicas: Mazorca 141 gr peso promedio, longitud de 12-25.9 cm (18.7 cm promedio), 39 mm diámetro promedio; de 8-14 hileras 10 en promedio, forma cónica; hileras rectas a veces en espiral; 21-52 granos por hilera (33 en promedio). Olote: 20.7-31 mm de diámetro (25 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 10.2-21.4 mm de diámetro, endurecimiento intermedio a fuerte. Granos: 8.4-12.4 x 3.8-5.8 x 8.1-12.6 mm, color negro, rojo oscuro y variegado; ápice plano y redondeado a veces dentado; textura harinosa; color dorsal azul oscuro, negro y variegado; endospermo blanco a veces amarillo; sin depresión, estriado. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas largos o cortos adpresos, a veces puberulento. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos a largos, prolongación intermedia a prominente. Gluma inferior: carnosa-guesa, de glabrescente a indumentada, con abundantes tricomas cortos; margen truncado y acorazonado. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente liso a veces arrugado. Índice del olote/raquis: 1.7. Índice gluma/grano: 0.50.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de bofo, pinto, negro, morado (chaquira), prieto,

moro, chaquira y blanco maíz de ocho. El uso principal que se le da es para alimentación; las características que le gustan al productor de este maíz son su textura blanda, su sabor, su resistencia a las sequías y el tamaño grande de la mazorca. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 30 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo y arado, a veces tractor; el mes de siembra es junio-julio, y la cosecha es de noviembre-enero. El tipo de almacenamiento es la troje principalmente pero también en gavillas, tazolera y costales. La altura aproximada que alcanza la planta es de 1.8-2.5 m con 1-3 mazorcas por planta. El tipo de suelos donde se cultiva es litosol y cambisol crómico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es bosque de pino, bosque de pino-encino y selva baja caducifolia.

Distribución: Su distribución es amplia, se encuentra en las localidades de Llano Grande de Milpillas, La Cumbre de Milpillas, San Bernardino de Milpillas Chico y Guajolotes, en un rango altitudinal de 1 100 a 2 300 m.

Grupo 9

Complejo racial: Cónico.

Razas: se identifican algunos individuos de la raza Cónico.

Características taxonómicas: Mazorca 128 gr peso promedio, longitud de 11.3-24.5 cm (17.41 cm promedio), 36.9 mm diámetro promedio; de 8-10 hileras 10 en promedio, forma cónica; hileras regulares a veces en espiral; 19-50 granos por hilera (32 en promedio). Olote: 20.4-31.3 mm de diámetro (24 mm en promedio), puede presentar coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 9.7-17.3 mm de diámetro, endurecimiento leve. Granos: 9.1-11.9 x 3.8-5.7 x 8.7-11.8 mm, color amarillo, blanco cremoso, negro y rojo oscuro; ápice de plano a redondeado a veces dentado y puntiagudo; textura cristalina a intermedia; color dorsal blanco cremoso, amarillo y azul oscuro; endospermo blanco a veces amarillo; sin depresión, aciculado. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas largos o cortos adpresos, a veces intermedios. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos a largos a veces puberulenta, prolongación poco desarrollada a veces

prominente. Gluma inferior: carnososa-gruesa, glabrescente a veces indumentada con abundantes tricomas cortos; margen truncado. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente liso. Índice del olote/raquis: 1.65. Índice gluma/grano: 0.47.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres pinto, rojo, chaquira, negro, serrano (amarillo), reluciente, blanco, blanco (maíz de ocho). El uso principal que se le da es para alimentación y forraje; las características que le gustan al productor de este maíz son su color, sabor, rendimiento, el tamaño de la mazorca y que es resistente a la sequía. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 80 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo y arado; los meses de siembra son junio-julio, y de cosecha noviembre-enero; tipo de almacenamiento es la troje, tazolera y costales. La altura aproximada que alcanza la planta es de 1.5-2.0 m con 1-3 mazorcas por planta; el tipo de suelos donde se cultiva es litosol y cambisol crómico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es bosque de pino-encino, vegetación secundaria de bosque de encino-pino, selva baja caducifolia y de uso agrícola.

Distribución: Tiene amplia distribución, se cultiva principalmente en las localidades de San Bernardino de Milpillas Chico, Llano Grande de Milpillas, La Cumbre de Milpillas, Las Joyas y Guajolotes, en un rango altitudinal de los 1 100 a 2 400 m.

Grupo 10

Complejo racial: Dentados Tropicales y Tropicales Precoces.

Razas: este grupo presenta individuos de las razas Tuxpeño y Ratón.

Características taxonómicas: Mazorca 173 gr peso promedio, longitud de 11.1-21.7 cm (15.8 cm promedio), 46.6 mm diámetro promedio; de 14-16 hileras 14 en promedio, forma cilíndrica; hileras regulares a veces en espiral; 22-45 granos por hilera (33 en promedio). Olote: 24.7-36.1 mm de diámetro (29 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 14.9-25.6 mm de diámetro,

endurecimiento leve a veces fuerte. Granos: 9.6-13.5 x 3.4-4.8 x 7.4-10.3 mm, color blanco cremoso y amarillo claro, a veces negro; ápice dentado y plano; textura intermedia a dentada, a veces harinosa; color dorsal blanco cremoso y amarillo claro; endospermo blanco a veces amarillo; con depresión intermedia, aciculado. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas cortos a largos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos a largos, prolongación poco desarrollada a intermedia. Gluma inferior: de fina a carnosa-gruesa, glabrescente a veces indumentada con abundantes tricomas cortos; margen truncado. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente arrugado. Índice del olote/raquis: 1.55. Índice gluma/grano: 0.44.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres blanco, amarillo, maíz ligero, chaparro, pipitilla, mojito, reluciente, amarillo reluciente, negro y pinto. El uso principal que se le da es para alimentación y forraje; las características que le gustan al productor de este maíz son su color, sabor, rendimiento, el tamaño de la mazorca y que es resistente a la sequía; el tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 60 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo y arado; el mes de siembra es mayo-junio y cosecha es octubre-diciembre. El tipo de almacenamiento es la troje, tazolera, costales y gavillas; la altura aproximada que alcanza la planta es de 1.5-2.5 m con 1-2 mazorcas por planta. El tipo de suelos donde se cultiva es litosol, regosol eútrico y cambisol crómico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es bosque de pino-encino, vegetación secundaria de bosque de pino, vegetación secundaria de pino-encino, selva baja caducifolia y de uso agrícola.

Distribución: Se cultiva principalmente en las localidades de Llano Grande de Milpillas y La Cumbre de Milpillas y en menor medida en San Bernardino de Milpillas Chico, Las Joyas y Guajolotes, en un rango altitudinal de 1 100 a 2 300 m.

Grupo 11

Complejo racial: Dentados Tropicales y Tropicales Precoces.

Razas: presenta individuos de la raza Tuxpeño Norteño, pero algunos tienen características intermedias con otras razas posiblemente Tuxpeño Norteño o Ratón.

Características taxonómicas: Mazorca 211 gr peso promedio, longitud de 13.1-25.3 cm (18.9 cm promedio), 46.4 mm diámetro promedio; de 10-14 hileras 12 en promedio, forma cilíndrica; hileras regulares a rectas, a veces en espiral; 23-53 granos por hilera (38 en promedio). Olote: 23.8-36.1 mm de diámetro (29.1 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 14.3-23.4 mm de diámetro, endurecimiento leve. Granos: 10.3-14 x 3.1-5.1 x 9.4-12.2 mm, color blanco cremoso, amarillo, negro a veces rojo claro; ápice plano a veces dentado; textura semi-cristalina a semi-dentada, a veces harinoso; color dorsal blanco cremoso y amarillo claro; endospermo blanco a veces amarillo o naranja; sin depresión a veces leve, aciculado. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas cortos a largos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos a largos, prolongación poco desarrollada a intermedia. Gluma inferior: de fina a carnosa-gruesa, glabrescente a veces indumentada. Margen truncado. Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente arrugado. Índice del olote/raquis: 1.65. Índice gluma/grano: 0.49.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de pinto, híbrido, serrano, amarillo, chaquirá, blanco, rojo, blanco híbrido, pinto o bofo, negro, jazmín y amarillo reluciente. El uso principal que se le da es para forraje y alimentación; las características que le gustan al productor de este maíz son su resistencia a plagas y sequía, su sabor, el tamaño grande de la mazorca, su proclividad para elaborar atoles y tortillas, y su cosecha rápida. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 50 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo; el mes de siembra es julio y cosecha es diciembre-enero; tipo de almacenamiento es la troje; la altura aproximada que alcanza la planta es de 1.5-3 m con 1-3 mazorcas por planta. El tipo de suelos donde se cultiva es litosol, cambisol crómico y regosol eútrico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es bosque pino-encino, vegetación secundaria de selva baja caducifolia y selva baja caducifolia.

Distribución: Se cultiva principalmente en las localidades de La Cumbre de Milpillas, Las Joyas y Guajolotes, en un rango altitudinal de 1 100 a 2 200 m.

Grupo 12

Complejo racial: no identificado.

Razas: las características que exhiben los individuos de este grupo son variadas y no permiten su identificación racial.

Características taxonómicas: Mazorca 206 gr peso promedio, longitud de 14.3-23.8 cm (19.3 cm promedio), 47.53 mm diámetro promedio; de 10-16 hileras 14 en promedio, forma cónica-cilíndrica; hileras regulares a veces en espiral; 26-49 granos por hilera (36 en promedio). Olote: 26.4-37 mm de diámetro (32 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 16.5-26 mm de diámetro, endurecimiento leve. Granos: 9.8-13 x 3.7-5.8 x 8.4-11.2 mm, color blanco cremoso, amarillo, rojo claro y negro; ápice plano a veces redondeado; textura cristalina a semi-dentado; color dorsal blanco cremoso, amarillo claro y negro; endospermo blanco a veces amarillo; sin depresión a veces leve, aciculado. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas largos a veces cortos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos a largos, prolongación con desarrollo intermedio. Gluma inferior: de fina a veces carnosas-gruesas, glabrescente a veces indumentada; margen truncado; Gluma superior: glabra, con venación delgada y forma del margen generalmente arrugado. Índice del olote/raquis: 1.63. Índice gluma/grano: 0.52.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de pinto chaparro, blanco, serrano, reluciente, blanco reluciente, híbrido blanco, jazmín, chaparro y rojo. El uso principal que se le da es para forraje (engorda) y alimentación; las características que le gustan al productor de este maíz son su rendimiento, su resistencia a la sequía, sabor, que se desgrana fácilmente y su textura blanda. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 4 a 70 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo; el mes de siembra es junio-julio y cosecha es diciembre-enero. El tipo de

almacenamiento es la troje y costales dentro de la casa. La altura aproximada que alcanza la planta es de 2 m con 1-2.5 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva es litosol y cambisol crómico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla principalmente es bosque pino-encino, selva baja caducifolia y vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

Distribución: El cultivo se encuentra principalmente en las localidades de La Cumbre de Milpillas, Las Joyas y San Bernardino de Milpillas Chico y con menor presencia en la localidad de Guajolotes en un rango altitudinal de 1 100 a 2 300 m.

Grupo 13

Complejo racial: no identificado.

Razas: las características que exhiben los individuos de este grupo son variadas y no permiten su identificación racial.

Características taxonómicas: Mazorca 148 gr peso promedio, longitud de 16.1-26 cm (19.1 cm promedio), 43.1 mm diámetro promedio; de 12-14 hileras 14 en promedio, forma cilíndrica; hileras regulares a veces en espiral; 26-38 granos por hilera (31 en promedio) Olote: 29.8-33.4 mm de diámetro (31 mm en promedio), con coloración por antocianinas en las glumas de leve a fuerte. Raquis: 17.6-22.6 mm de diámetro, endurecimiento leve. Granos: 8.5-11.4 x 4.1-6.2 x 8.9-10.8 mm, color blanco cremoso, amarillo y negro, ápice plano a veces redondeado; textura cristalina y harinosa, color dorsal blanco cremoso, amarillo y negro; endospermo blanco a veces amarillo; sin depresión y sin estrías. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas largos a veces cortos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas largos, prolongación prominente a veces poco desarrollada. Gluma inferior: textura fina, glabrescente, margen truncado. Gluma superior: glabra, con venación delgada y margen liso. Índice del olote/raquis: 1.68. Índice gluma/grano: 0.64.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de reluciente, amarillo, prieto y pinto. El uso principal que se le da es para forraje y alimentación; las características que le gustan

al productor de este maíz son su color, sabor y textura blanda. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 1 a 70 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo; el mes de siembra es julio y cosecha es diciembre. El tipo de almacenamiento es la troje y costales dentro de la casa; la altura aproximada que alcanza la planta es de 2 m con 1-2 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva principalmente es litosol; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla es bosque pino-encino y selva baja caducifolia.

Distribución: este maíz se distribuye en la localidad de La Cumbre de Milpillas en un rango altitudinal de 1 100 a 2 200 m.

Grupo 14

Complejo racial: Ocho Hileras.

Razas: Tabloncillo Perla.

Características taxonómicas: Mazorca 159 gr peso promedio, longitud de 12.9-25.6 cm (20.1 cm promedio), 36.3 mm diámetro promedio; 8 hileras, forma cilíndrica; hileras rectas o regulares; 23-51 granos por hilera (38 en promedio). Olote: 17.2-26.6 mm de diámetro (20 mm en promedio), sin coloración por antocianinas en las glumas. Raquis: 9.47-16.5 mm de diámetro, endurecimiento moderado. Granos: 8.8-12.8 x 3.2-4.7 x 10.5-12.8 mm, color blanco cremoso y amarillo claro, ápice plano a veces redondeado; textura cristalina a semi-cristalina; color dorsal blanco cremoso y amarillo claro; endospermo blanco a veces amarillo, sin depresión, con estrías prominentes. Pedicelo: indumentado con abundantes tricomas cortos a largos adpresos. Copilla: indumentada, con numerosos tricomas cortos, poco desarrollada. Gluma inferior: textura fina, glabrescente, margen truncado a veces acorazonado. Gluma superior: glabra a veces indumentada con tricomas intermedios, con venación delgada y forma del margen liso. Índice del olote/raquis: 1.71. Índice gluma/grano: 0.41.

Características etnobotánicas: este grupo los productores lo reconocen coloquialmente con los nombres de reluciente, pipitilla, blanco, serrano y blanco-

maíz de 8. El uso principal que se le da es para forraje y alimentación; las características que le gustan al productor de este maíz son su resistencia a plagas y heladas, y que no requiere tanto fertilizante. El tiempo que llevan de cultivar semillas de esa misma línea va de 15 a 50 años. En cuanto al método principal de siembra es el chuzo; el mes de siembra es junio y cosecha es diciembre. El tipo de almacenamiento es la troje; la altura aproximada que alcanza la planta es de 1.8-2 m con 1-3 mazorcas por planta. El tipo de suelo donde se cultiva principalmente es regosol eútrico; el tipo de vegetación y uso de suelo donde se desarrolla es bosque de pino-encino.

Distribución: Se cultiva principalmente en la localidad de Guajolotes, pero se encontró una muestra muy pequeña en La Cumbre de Milpillas. Se desarrolla en un rango altitudinal que oscila entre los 1 500 a 2 350 m.

7.3 Caracterización etnobotánica

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de las encuestas aplicadas, las cuales proporcionaron información clave en este trabajo para la caracterización etnobotánica. Los datos se organizaron según las categorías temáticas de la encuesta y las preguntas clave de cada categoría.

De los agricultores encuestados el 76% son hombres y el 24% son mujeres, los cuales tienen edades que oscilan entre los 20 y 70 años (Cuadro 5). El productor de mayor edad tenía al momento de la entrevista 76 años y el de menor edad 22 años, todos pertenecientes al grupo indígena Au'dam (Tepehuanos del Sur).

Cuadro 5. Distribución del rango de edad de los productores por localidad.

Localidad	Edad de 18-35 años	Edad 36-60 años	Mas de 60 años
Arroyo Hondo	0	1	1
Llano Grande de Milpillas	5	9	1
San Bernardino de Milpillas Chico	0	13	2
Las Joyas	1	8	1
La Cumbre de Milpillas	9	11	2
Guajolotes	0	12	2
	19%	69%	12%

Las características de los maíces que más les gustan a los productores, es que tienen una buena adaptación a la región donde los cultivan y por lo tanto soportan condiciones climáticas atípicas como sequías o heladas. En segundo lugar, el productor destaca sus variedades porque son buenos para la preparación de sus alimentos, principalmente en la elaboración de tortillas. Finalmente, el sabor y color está dentro de las características que más valora el productor sobre sus maíces (Cuadro 6). En cuanto a las características que no les gustan, el 91% contestó que no hay características que les molesten, mientras que el 9% dijo tener cierto problema con la dureza de la mazorca, con la sensibilidad a los cambios de temperatura como heladas o calor y que no soportan mucho tiempo almacenados, ya que tienden a pudrirse o picarse además de ser susceptibles a plagas.

Cuadro 6. Características de valor y preferencias de los productores sobre sus variedades de maíz.

Localidad	Esta mejor adaptado y soporta climas extremos	Resistente a plagas	Es muy blando o suave	Sabor y color	Es bueno para la preparación de alimentos	Se cosecha rápido	Otros
Arroyo Hondo	2	2	0	0	0	0	0
Llano Grande de Milpillas	11	1	4	3	4	3	4
San Bernardino de Milpillas Chico	2	4	2	9	4	3	0
Las Joyas	3	1	1	5	9	2	3
La Cumbre de Milpillas	17	1	8	7	16	2	11
Guajolotes	7	5	3	4	2	0	0
	20%	7%	8%	13%	16%	5%	8%

El uso principal que se le da a este cultivo según los encuestados es para el consumo humano, destacando su utilidad en la preparación de tortillas, distintos tipos de atoles y tamales (Cuadro 7). En segundo lugar, su uso es para la alimentación del ganado en forma de forraje.

Cuadro 7. Principales productos alimenticios elaborados a base de maíz por localidad.

Localidad	Alimentos
Arroyo Hondo	Tortillas, tamales y atole
Llano Grande de Milpillas	Tortillas, atole, pinole, piznate, atole de grano, tamales, chuales, atole blanco
San Bernardino de Milpillas Chico	Tortillas, atole, pinole, hoja (para tamal), nixtamal, chuales, piznate

Las Joyas	Piznate, atole, tortilla, pinole, hongo (huitlacoche), tamales
La Cumbre de Milpilllas	Tortilla, atole, hongo (huitlacoche), chuales, elote tierno, pinole, piznate, nixtamal
Guajolotes	Chuales, tortilla, atole, hongo (huitlacoche), piznate, tamales, maizcrudos (galletas), elotes asados/cocidos, pinole

Sobre el método de obtención de la semilla, el 57% de los encuestados dijo haber heredado la semilla de algún familiar cercano o amigo, un 29% la obtuvo por medio de la compra dentro de su misma localidad y el 9% fue por medio de la compra en otra localidad perteneciente a la misma comunidad de San Bernardino de Milpilllas Chico (Cuadro 8). Respecto a la antigüedad de la semilla, el productor que dijo tener por más tiempo la semilla fue de 80 años, ya que se ha resguardado por algunas generaciones dentro de su familia; el encuestado que menos tiempo tiene con su semilla fue de 1 año (Cuadro 9).

Cuadro 8. Procedencia de la semilla utilizada por los agricultores de cada localidad.

Localidad	Herencia de un familiar o amigo	Compra en su localidad	Compra en otra localidad	Trueque
Arroyo Hondo	1	0	1	0
Llano Grande de Milpilllas	9	5	3	0
San Bernardino de Milpilllas Chico	9	4	2	0
Las Joyas	5	3	1	0
La Cumbre de Milpilllas	16	7	0	0
Guajolotes	7	5	0	1
	57%	29%	9%	1%

Cuadro 9. Tiempo de manejo (antigüedad) de la semilla de la misma línea por localidad.

Localidad	De 1-15 años	De 16-30 años	De 31-50 años	Mas de 51 años
Arroyo Hondo	1	0	1	0
Llano Grande de Milpilllas	4	0	0	12
San Bernardino de Milpilllas Chico	7	6	2	1
Las Joyas	1	2	0	6
La Cumbre de Milpilllas	9	0	2	11
Guajolotes	2	1	0	10
	29%	11%	6%	48%

La diversidad de nombres comunes con los que el productor denomina a sus maíces es muy amplia. En total, dentro de la comunidad de San Bernardino de Milpillas Chico se les reconocen coloquialmente con 40 nombres diferentes, siendo la localidad de Las Joyas la que presenta una mayor riqueza (20), seguida de la localidad de Guajolotes (16) y La Cumbre de Milpillas (16) como se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Denominación de las variedades de maíz reportadas por los productores encuestados.

Localidad	Nombres según el productor	Número
Guajolotes	Blanco reluciente, blanco, bofite rojo sangriado, bolita, chaparro, chaparro pinto, chaquira, chaquira roja, híbrido, moro (bofo), negro, ojitos, pinto, pinto chaparro, pipitillo, reluciente, rojo y serrano	16
La Cumbre de Milpillas	Pinto, amarillo, blanco, blanco híbrido, blanco reluciente, chaparro, chaquira (rojo), híbrido, mojito, moro, moro blanco, negro, prieto, reluciente, rojo	16
Las Joyas	Jazmín, blanco, bofo, chaparro blanco, chaquira, chaquira morada, chaquira roja, híbrido, híbrido pinto, maíz cenizo bofo, negro, pinto, pinto negro, prieto, reluciente, rojo, san juanera, san juanero, serrano, serrano amarillo	20
Llano Grande de Milpillas	Amarillo, amarillo dulce, blanco, blanco pipitilla, blanco blandito, colorado, morado, negro, pinto, pinto blanco, prieto, rojo	12
San Bernardino de Milpillas Chico	Amarillo, blanco, blanco maíz de 8, bofo, coamil rojo, colorado, negro, pinto, prieto, rojo	10

En cuanto al destino de la producción, en el 70% de los casos el total de su cosecha es para el autoconsumo; mientras que el 19% dedica una parte de la producción para la venta y el resto para autoconsumo; el 11% hace trueque o intercambia parte de su producción y el resto lo deja para satisfacer sus necesidades de consumo familiar (Cuadro 11).

Cuadro 11. Destino de la producción de maíz (autoconsumo y venta) por localidad.

Localidad	Autoconsumo	Autoconsumo y venta	Autoconsumo y trueque o intercambio
Arroyo Hondo	1	1	0
Llano Grande de Milpillas	8	5	2
San Bernardino de Milpillas Chico	12	1	3
Las Joyas	5	5	0
La Cumbre de Milpillas	20	3	1
Guajolotes	10	0	3
	70%	19%	11%

La mayoría de los encuestados (73%) practica el policultivo, asociando al maíz con frijol y calabaza predominantemente; el 43% lo siembran solo con frijol, el 28% solo con calabaza y el 29% con frijol y calabaza en el mismo cultivo. Por otro lado, solo el 27% de los productores practica el monocultivo (Cuadros 12 y 13).

Cuadro 12. Preferencias de los agricultores sobre el sistema de cultivo (monocultivo y policultivo) por localidad.

Localidad	Monocultivo	Policultivo
Arroyo Hondo	0	2
Llano Grande de Milpillas	3	12
San Bernardino de Milpillas Chico	5	10
Las Joyas	5	5
La Cumbre de Milpillas	8	16
Guajolotes	1	13
	27%	73%

Cuadro 13. Combinaciones de cultivos más comunes en los sistemas de policultivo reportados por localidad.

Localidad	Frijol	Calabaza	Frijol y calabaza
Arroyo Hondo	1	1	0
Llano Grande de Milpillas	7	1	4
San Bernardino de Milpillas Chico	5	0	5
Las Joyas	4	0	1
La Cumbre de Milpillas	4	7	5
Guajolotes	4	7	2
	43%	28%	29%

La época de siembra se concentra en los meses de junio y julio, siendo el mes de julio el que predomina con un 65% (Figura 11) y la fecha de floración se encuentra entre los meses de agosto a septiembre (Figura 13). En cuanto a la época de cosecha, la mayor frecuencia está en los meses de noviembre y diciembre. Algunos productores señalan extender su fecha de cosecha hasta el mes de abril (Figura 12). Este ciclo tiene una duración de entre cuatro y seis meses para la mayoría de los casos. En promedio, cada agricultor siembra 1.75 hectáreas durante la temporada de primavera-verano, bajo la modalidad de temporal, dependiendo totalmente de la lluvia (Cuadro 14).



Figura 11. Distribución temporal de la fecha de siembra del cultivo.

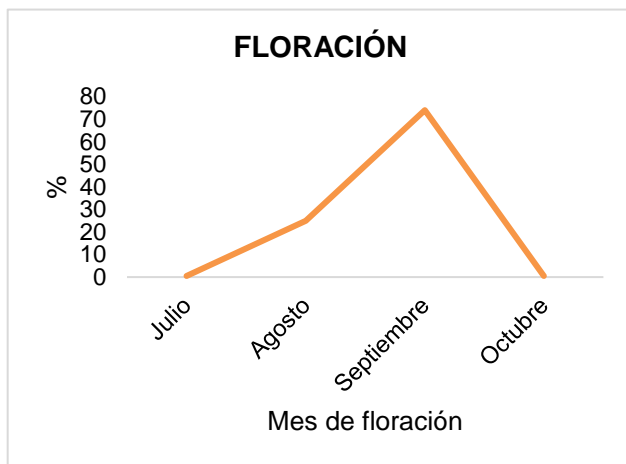


Figura 13. Distribución temporal de la época de floración del cultivo.

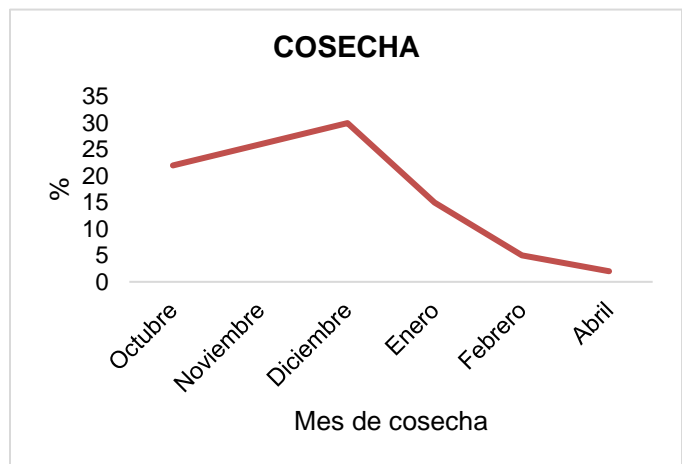


Figura 12. Periodo de cosecha reportado por los productores.

Cuadro 14. Superficie promedio de siembra por productor en cada localidad.

Localidad	Superficie promedio de las parcelas de cultivo
Arroyo Hondo	2.5 ha
Llano Grande de Milpillas	2.25 ha
San Bernardino de Milpillas Chico	1.35 ha
Las Joyas	1.81 ha
La Cumbre de Milpillas	1.6 ha
Guajolotes	1.58 ha
Promedio general	1.75 ha

En cuanto al uso de fertilizantes, el 56% de los productores entrevistados no lo aplicaron a sus cultivos, siendo las localidades de La Cumbre de Milpillas y Las Joyas las que presentaron menor uso de estos (Cuadro 15). El 44% dijeron aplicar fertilizante a su cultivo, de estos la mayoría pertenece a las localidades de Llano Grande de Milpillas y San Bernardino de Milpillas Chico. El 89% de los encuestados que sí hacen uso de fertilizante prefieren los químicos; dentro de esta categoría, se identificaron el sulfato, la urea (denominada también fertilizante blanco) y el fertilizante negro como los más comunes. En contraste, la aplicación de fertilizantes orgánicos fue menor, representando únicamente el 3% de los casos, y la combinación de fertilizantes químicos con composta fue practicada por un 8% de los encuestados (Cuadro 16). Sobre el crecimiento de la planta de maíz, la mayoría de los productores (70%) manifestaron haber alcanzado una altura promedio de 1-2 metros en sus cultivos.

Cuadro 15. Uso y aplicación de fertilizante en el cultivo por agricultor en cada localidad.

Localidad	No aplicó fertilizante	Si aplicó fertilizante
Arroyo Hondo	0	2
Llano Grande de Milpillas	1	14
San Bernardino de Milpillas Chico	2	14
Las Joyas	10	0
La Cumbre de Milpillas	20	5
Guajolotes	13	1
	56%	44%

Cuadro 16. Tipo de fertilizante aplicado por localidad.

Localidad	Aplicó fertilizante químico (sulfato, urea, negro)	Aplicó fertilizante orgánico (composta)	Aplicó fertilizante químico y orgánico
Arroyo Hondo	2	0	0
Llano Grande de Milpillas	13	0	1
San Bernardino de Milpillas Chico	12	0	2
Las Joyas	0	0	0
La Cumbre de Milpillas	5	0	0
Guajolotes	0	1	0
	89%	3%	8%

El 68% de los encuestados manifestaron tener problemas de plaga en sus cultivos. La localidad de La Cumbre de Milpillas se distinguió por la alta presencia de estas en el ciclo agrícola, en contraste con la localidad de Llano Grande donde pocos agricultores manifestaron tener este problema (Cuadro 17). Los tipos de plaga más comunes fueron, el gusano cogollero, el cual afectó al 54% de los encuestados; la gallina ciega y el barrenador se presentaron con menor frecuencia, con un 26% y un 10%, respectivamente (Cuadro 18).

Cuadro 17. Incidencia de plagas en los cultivos reportadas por los agricultores en cada localidad.

Localidad	Sin presencia de plaga en el cultivo	Con presencia de plaga en el cultivo
Arroyo Hondo	1	1
Llano Grande de Milpillas	11	4
San Bernardino de Milpillas Chico	4	11
Las Joyas	1	9
La Cumbre de Milpillas	2	19
Guajolotes	6	8
	32%	68%

Cuadro 18. Tipos de plagas presentes en los cultivos reportadas por los agricultores en cada localidad.

Localidad	Gusano cogollero	Barrenador (Langostita)	Gallina ciega	Otros
Arroyo Hondo	1	0	0	0
Llano Grande de Milpillas	4	0	0	0
San Bernardino de Milpillas Chico	6	0	3	2
Las Joyas	4	1	3	1
La Cumbre de Milpillas	7	3	8	1
Guajolotes	6	1	0	1
	54%	10%	26%	10%

La forma de almacenar la cosecha que predomina es la troje (73%), seguido por el almacenamiento en costales dentro de la casa (13%). Es importante mencionar que la localidad de Llano Grande de Milpillas presenta prácticas de almacenamiento únicas, como el uso de la tazolera (representando el 11% del total de entrevistados) y el almacenamiento en gavillas sobre los árboles (3%) (Cuadro 19). Durante el almacenamiento de la cosecha, se identificaron ciertas dificultades como la presencia de polilla (74%) y ratones (26%). Sin embargo, la mayoría de ellos (71%) no

implementa medidas de control, solo una menor proporción de los encuestados (26%) aplica algunas técnicas para combatir estas plagas. Dentro de los productores que emplean algún control, el que predomina es la aplicación de pastilla para la polilla y el uso de trampas y veneno para las ratas (Cuadros 20 y 21).

Cuadro 19. Manejo post-cosecha: métodos y tipos de almacenamiento del maíz por localidad.

Localidad	Troja/troje	Costales/casa	Gavillas	Tazolera
Arroyo Hondo	1	1	0	0
Llano Grande de Milpillas	5	2	3	9
San Bernardino de Milpillas Chico	11	4	0	0
Las Joyas	9	1	0	0
La Cumbre de Milpillas	21	3	0	0
Guajolotes	14	0	0	0
	73%	13%	3%	11%

Cuadro 20. Tipos de plagas predominantes en el almacenamiento de maíz por localidad.

Localidad	Polilla	Ratas/ratones
Arroyo Hondo	0	1
Llano Grande de Milpillas	1	5
San Bernardino de Milpillas Chico	4	1
Las Joyas	7	1
La Cumbre de Milpillas	13	1
Guajolotes	3	1
	74%	26%

Cuadro 21. Estrategias de manejo y métodos de control de plagas en el almacenamiento de maíz por localidad.

Localidad	Aplica pastilla	Aplica Cal	Trampas/veneno	Sin control
Arroyo Hondo	0	0	0	1
Llano Grande de Milpillas	0	0	2	4
San Bernardino de Milpillas Chico	1	0	0	4
Las Joyas	0	2	0	6
La Cumbre de Milpillas	3	0	0	11
Guajolotes	1	1	1	1
	13%	8%	8%	71%

Finalmente, el método de labranza manual predomina entre los encuestados, siendo el uso del chuzo el más común (60%), seguido del arado o tronco (37%). Es importante destacar que la mayoría de los agricultores que no emplean el arado

tradicional siembra en coamil, un tipo de terreno agrícola que se caracteriza por encontrarse en laderas o áreas pedregosas, que impide el uso de maquinaria o arado. Finalmente, solo el 3% utiliza tractor para realizar esta actividad (Cuadro 22).

Cuadro 22. Prácticas de labranza reportadas por los productores en cada localidad.

Localidad	Chuzo	Arado/tronco	Tractor
Arroyo Hondo	0	1	1
Llano Grande de Milpillas	0	14	1
San Bernardino de Milpillas Chico	2	14	0
Las Joyas	10	0	0
La Cumbre de Milpillas	24	0	0
Guajolotes	13	1	0
	60%	37%	3%

7.4 Elaboración del catálogo de razas de maíces

Luego de clasificar e identificar un total de 687 accesiones de maíz, se eligieron aquellos ejemplares que exhibieran de forma clara los caracteres que mejor representaran al grupo racial o raza según se identificaron previamente. Utilizando las fotografías de estos ejemplares se elaboró el catálogo de razas que documenta la diversidad de maíces de la zona de estudio (Anexo 8). Adicionalmente, y con el objetivo de facilitar la transferencia de la información relevante y concisa de este trabajo, se elaboró un póster que también ayuda a la divulgación de la diversidad de una forma práctica (Anexo 9).

7.5 Estrategias de conservación *ex situ*

La estrategia *ex situ* realizada mediante la donación, trajo como resultado el resguardo a largo plazo del germoplasma, garantizando la perdurabilidad y accesibilidad de la información a nivel regional y nacional. Sobre la donación realizada al Jardín Etnobiológico Estatal de Durango (JEED), se acompañó de una base de datos detallada, para que no solo se resguarden las muestras, sino que también se conserve y documente el conocimiento tradicional asociado. Con la integración de datos curatoriales, etnobotánicos, geográficos, ecológicos y agroecológicos, esta donación se convierte en un recurso accesible para fines educativos, de investigación y posibles

programas de mejoramiento. La donación de muestras al Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) aún se encuentra en proceso de gestión. Se ha formalizado la solicitud ante el Dr. Carlos Iván Cruz Cárdenas, curador de la colección de semillas del CNRG, y se espera su pronta respuesta para continuar con el procedimiento.

VIII. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio permitieron la identificación de once razas de maíz, lo cual supera las cifras reportadas por municipio en el estado de Durango. La diversidad racial observada es notable cuando se compara con trabajos como el de Ortega y Castillo (2015), quienes realizaron colectas en 17 municipios del estado, encontrando un total de siete razas de maíz, siendo el municipio de Guadalupe Victoria el que presentó la mayor diversidad con seis razas. Por su parte, Lazos y Chauvet (2011) en su muestreo que abarcó 19 municipios, registraron un total de siete razas. Con esto se confirma que los datos obtenidos en este trabajo sobre la riqueza racial muestran valores superiores a lo esperado en la región. Ciertos factores que pudieran influir en la diversidad encontrada, es la alta heterogeneidad de las condiciones ambientales y la posible adaptación a un microclima local, como mencionan Wellhausen et al. (1951), ya que dentro del gradiente altitudinal de todo el país cada raza de forma individual está adaptada a una fracción relativamente pequeña de este, lo cual favorece a la diversidad genética. Similar a lo que mencionan también González-Martínez et al. (2019), donde la elevación y aislamiento geográfico al parecer influyen en la diversidad morfológica encontrada.

Caracterización morfológica

En esta sección se analizan los resultados obtenidos de la caracterización morfológica, cabe destacar que los 14 grupos morfológicos recuperados y las 11 razas de maíces identificadas, derivaron de un segundo análisis con una muestra de la totalidad de las variables analizadas. Este segundo análisis se basó en variables morfológicas menos influenciadas por el ambiente, como lo recomiendan Sánchez et al. (1993) y Roncadio et al. (2014), quienes mencionan que se deben seleccionar los atributos menos afectados por el ambiente para una caracterización más precisa. Esta selección de caracteres proporcionó una mejor resolución taxonómica al aumentar el número de grupos identificados y validar un subconjunto robusto de variables morfológicas para la diferenciación intraespecífica del maíz. La precisión y robustez de los datos mediante una selección crítica y fundamentada de los caracteres morfológicos es

crucial para obtener mayor exactitud en la identificación de grupos y asignación de grupos raciales del maíz (Wellhausen et al., 1951; Sánchez et al., 1993).

En el caso específico de la longitud de la mazorca, el cual fue eliminado del segundo análisis estadístico, Magdaleno-Hernández et al. (2016) encontraron que, es una de las características principales de elección entre los agricultores, especialmente en cultivos de temporal, ya que las semillas de mayor tamaño suelen tener un mayor contenido de reservas y por lo tanto favorecen la emergencia en siembras profundas. En este sentido, nuestros resultados no contradicen lo planteado por dichos autores; de hecho, el primer análisis mostró que la longitud de la mazorca sí tiene importancia en el análisis descriptivo, pero también evidenció que este rasgo es altamente plástico y fuertemente sometido a la selección del agricultor, por lo tanto, poco útil para distinguir razas. Esto sugiere que distintas líneas raciales pueden presentar una amplia plasticidad fenotípica que permite generar mazorcas de mayor tamaño bajo ciertas condiciones ambientales o de manejo, haciendo que el tamaño no sea un carácter propio de una raza, sino uno fuertemente influenciado por la selección dirigida y el ambiente. Así mismo, puede atribuirse a la escala del área de estudio, combinada con un notable flujo genético ocasionado por la cercanía entre parcelas y el intercambio de semillas entre productores (Rincón-Sánchez et al., 2010). Por ello, aunque la longitud de la mazorca puede ser relevante desde la perspectiva productiva, no necesariamente resulta informativa para la identificación racial, especialmente en contextos micro regionales como el de este estudio.

En la revisión detallada de los 14 grupos morfológicos producto del análisis CLUSTER, se encontró que algunos presentan características morfológicas bien definidas que permitieron su identificación a nivel de raza con la menor dificultad. Por ejemplo, el grupo 14 mostró rasgos particulares que a simple vista permitieron su rápida identificación, que posteriormente fue corroborada por el análisis estadístico, demostrando una marcada separación en el dendrograma (Figura 6). La aplicación de las claves taxonómicas confirmó que este grupo corresponde a la raza Tabloncillo Perla; lo cual es importante destacar ya que, según la CONABIO (2011b), los registros anteriores de esta raza solo se limitaban a los municipios de Canelas, Tamazula y

Topia (muestras de 1968-2000). Por lo tanto, este trabajo aporta datos actualizados sobre la distribución de la raza y nuevos registros en el municipio de Pueblo Nuevo.

A diferencia del grupo 14, la identificación racial para los grupos 2, 4, 9, 12 y 13, fue compleja incluso después de aplicar las claves taxonómicas y análisis estadísticos. Esto se puede atribuir a que los individuos de estos grupos presentaron características combinadas o intermedias de varias razas. Esto también podría deberse a diversas causas, por una parte, a la introgresión y flujo genético entre las razas causado por la cercanía que hay entre algunas parcelas de cultivo y el intercambio de semillas entre agricultores de la misma localidad y de localidades vecinas. Esto coincide con (Rincón-Sánchez et al., 2010), quienes mencionan que, es común encontrar formas intermedias de grupos raciales en las poblaciones muestreadas y que se debe principalmente al intercambio de semillas entre los agricultores acompañado de la variación ecológica donde se cultivan.

En los grupos cinco y ocho que presentaron una alta similitud entre los individuos que los conforman, se logró identificar las razas Bofo, Elotes Occidentales y blando. Esta coincidencia se justifica por la similitud de características entre estas tres razas. Perales y Golicher (2011) señalan que la raza Elotes Occidentales no se distingue fácilmente de la Bofo y que a menudo son tratadas como sinónimos. Además, sugirieron que la Elotes Occidentales podría ser una sub-raza de la Harinoso de Ocho, con gran parecido a la Bofo, lo que justificó la reclasificación de ambos a la raza Bofo para esta investigación. Así mismo, Wellhausen et al. (1951) respaldan esta relación entre las tres razas, al indicar que la Elotes Occidentales se originó a partir de Harinoso de Ocho y es, por lo tanto, una sub-raza de esta. Adicionalmente, Hernández-X y Alanís (1970) mencionaron que la Bofo muestra numerosas características intermedias entre la Harinoso de Ocho y la Tabloncillo Perla (ambas razas encontradas en la localidad de Guajolotes).

En cuanto a la identificación de la raza Bofo en esta investigación es de gran importancia, principalmente porque hay pocos registros para el estado de Durango. Según la CONABIO (2011b), hay siete registros previos, colectados entre los años

1966 y 2003 en los municipios del Mezquital (3), Tamazula (3) y Topia (1). Su relevancia se debe a que, desde su descripción, Hernández-X y Alanís (1970) ya destacaban su importancia cultural, en específico para el grupo huichol, que lo consideraba como su maíz sagrado y se conservaba puro gracias a que lo sembraban en milpas aisladas. Además, Ortega-Packza (2020) señala que esta raza se destaca por sus colores para uso ceremonial por esta misma comunidad indígena. Aunque en este trabajo no se exploró a fondo su uso en ceremonias o rituales particulares de la comunidad, es recomendable profundizar en futuras investigaciones.

En cuanto a las razas identificadas en el área de estudio se observó un patrón en su distribución geográfica, conformando principalmente dos grupos: aquellos cultivados en la zona alta y los cultivados en la zona baja. Esta diferenciación coincide con lo reportado por Cramaussel (2010), quien señala que en San Bernardino de Milpillitas Chico el maíz de coamil, propio de las zonas bajas, es distinto al que se cultiva en la parte alta de la comunidad. Por ejemplo, las razas Cónico, Cónico Norteño y Elotes Cónicos, pertenecientes al complejo racial Cónico, solo se colectaron en las localidades de Arroyo Hondo, Llano Grande de Milpillitas y San Bernardino de Milpillitas Chico, las cuales se encuentran a mayores altitudes que el resto de las localidades muestreadas (entre 1 900 y 2 400 m). Es importante mencionar que este complejo racial se distribuye comúnmente arriba de los 2 000 m (Ortega & Castillo, 2015), adaptándose a altitudes muy elevadas que llegan a los 2800 m (Wellhausen et al., 1951).

En contraste, las razas Bofo, Tabloncillo Perla, Elotes Occidentales y Blando, pertenecientes al complejo racial Ocho Hileras, así como, las razas Tuxpeño y Tuxpeño Norteño del complejo racial Dentados Tropicales, se encontraron únicamente en las localidades de Las Joyas, la parte baja de San Bernardino de Milpillitas (cabecera), La Cumbre de Milpillitas y Guajolotes. En estas zonas, el maíz se cultiva dentro de un rango altitudinal de 1 100 a 2 300 m, menor que el de las otras localidades muestreadas. Esto concuerda con la distribución típica de dichos complejos raciales, los cuales se desarrollan principalmente en regiones de altitud intermedia y baja (CONABIO, 2020). Cabe destacar que las últimas localidades mencionadas fueron las

que mostraron una mayor diversidad racial. Específicamente, la localidad de La Cumbre de Milpillas, donde se pudieron identificar el mayor número de razas (Ratón, Elotes Occidentales, Blando, Tuxpeño, Bofo y Tuxpeño Norteño). Sin embargo, no se descarta que otras localidades puedan presentar la misma o mayor diversidad, puesto que una proporción significativa de las accesiones colectadas en el estudio no pudo ser identificada a nivel de raza debido a la amplia variación fenotípica que exhiben, la cual no se ajusta a las descripciones taxonómicas estándar.

Caracterización etnobotánica

En las técnicas de cultivo y aspecto etnobotánico en general, la textura del grano es uno de los factores que más fue referido sobre la preferencia de cultivar uno u otro maíz. Así fue como los grupos 2, 7, 11 y 14 con textura de cristalina a semi-cristalina y por lo tanto con mayor dureza, son preferidos por algunos agricultores por ser menos susceptibles a plagas y más resistentes a condiciones climáticas atípicas. Esta preferencia coincide con Ortega-Packza (2020) quien, mediante entrevistas realizadas a familias campesinas, identificó la dureza del grano como uno de los factores importantes en la resistencia a plagas.

Así mismo, Ortega-Packza (2020) menciona que por lo general los maíces que presentan textura harinosa o semi harinosa, son más susceptibles a plagas durante el almacenamiento. Sin embargo, en el presente trabajo, ninguno de los grupos (grupo 5, 6 y 8) que mostraron esta característica reportaron problemas de plagas en su almacenamiento. No obstante, sí son altamente valorados para la preparación de alimentos, especialmente de tortillas. Esta inclinación se alinea también con lo reportado por Ortega-Packza (2020), quien explica que los agricultores prefieren maíces con textura suave y blanda para la elaboración de nixtamal, ya que requieren menor consumo de leña en el proceso de cocción, en comparación con los granos duros.

Por otra parte, se identificó que la distribución por género de los productores (76% hombres, 24% mujeres) podría reflejar roles específicos en la agricultura y el manejo de semillas dentro de la comunidad como lo indican Ávila-González et al.

(2024). Esta distribución de género coincide con el trabajo de Aguirre-Moreno et al. (2010) quienes mencionan que, en la producción de maíz, la mayoría de los agricultores suelen ser hombres. Los productores responsables del cultivo tienen en su mayoría edades entre 36 y 60 años, similar a lo que reportan Rincón-Sánchez et al. (2010), donde se indica que en promedio los productores agrícolas tienen 59 años. Esto podría suponer que existen ciertas dificultades en la transferencia de conocimientos y prácticas a las generaciones más jóvenes. La poca participación de la población joven en la agricultura, como lo mencionan Aguirre-Moreno et al. (2010), también pone en riesgo la diversidad de este cultivo. Ortega y Castillo (2015) también señalan que un factor crucial en la pérdida de los maíces nativos es la avanzada edad de los agricultores que son custodios y resguardan tanto la semilla como el conocimiento tradicional del cultivo, que a mediano plazo podrían no tener a quien transferírsele.

La adaptación a condiciones ambientales locales y climáticas extremas, como la sequía y heladas es otra de las características importantes que definen la preferencia de cultivos. Esto coincide con los trabajos de Lazos y Chauvet (2011) y Aguirre-Moreno et al. (2010), donde la cualidad que destacan los productores de sus variedades es la resistencia a la sequía. Así mismo, las preferencias sobre las variedades de maíces que están mejor adaptados a condiciones climáticas extremas podrían indicar que los factores ambientales influyen colectivamente en sus elecciones y prácticas en el cultivo del maíz. Esto refleja las condiciones ambientales locales, además del conocimiento empírico acumulado por los productores a lo largo de generaciones en la elección de su semilla. Por lo anterior, la dependencia total de las lluvias para la producción de sus cultivos hace que sea vulnerable a las condiciones climáticas (Aguirre-Moreno et al., 2010), lo que justifica que los agricultores tengan preferencias sobre los maíces que están mejor adaptados y son resistentes a sequías y heladas.

En este sentido, la dependencia total de las lluvias para la producción de los cultivos hace que la actividad agrícola sea especialmente vulnerable a las variaciones climáticas, lo cual se refleja en que el 100% de los productores encuestados siembra

bajo la modalidad de temporal. Por lo que, la valoración de la resistencia a sequías y heladas adquiere mayor relevancia en este contexto. Según Rincón-Sánchez et al. (2010) el 70% de los productores practican el riego de temporal, similar a lo encontrado en este trabajo. Por otro lado, Aguirre-Moreno et al. (2010) mencionan que la modalidad de siembra de temporal representa un alto grado de siniestralidad en los cultivos y baja el rendimiento en la producción, lo que conlleva una baja rentabilidad.

Sobre la obtención de la semilla, en el estudio realizado por Lazos y Chauvet (2011) en 19 municipios del estado de Durango, principalmente de la zona centro y noreste, señalan como principal método de obtención la compra. A diferencia de lo encontrado en este trabajo, donde el 57% de los productores la obtiene a través de la herencia de sus familiares cercanos y solo 9% la obtiene a través de la compra en otra localidad. Esta diferencia podría deberse a la zona geográfica en la que se desarrollaron ambos estudios: en el primero, el acceso al mercado de semillas es más sencillo que en las comunidades indígenas de la zona serrana. Aunado a esto, las técnicas de cultivo son distintas, los agricultores de la zona centro y noreste no usan el chuzo, la erosión cultural es mayor y por lo general ya no cultivan y conservan su semilla para el siguiente ciclo agrícola interrumpiendo el proceso de adaptación de la semilla. En contraste con lo encontrado en esta investigación, donde el predominio de la herencia como fuente principal de origen de la semilla, sugiere un sistema tradicional de conservación *in situ* importante.

En cuanto al destino de la producción, predomina el autoconsumo (70%), lo que muestra la importancia de los maíces nativos para la seguridad alimentaria y la autonomía de la propia comunidad. Esto coincide con lo que mencionan Marielle et al. (2013), donde el principal destino de la cosecha del cultivo de maíz es para autoconsumo y solo algunas familias llegan a vender el excedente. Lo anterior también concuerda con lo señalado en el trabajo de Rincón-Sánchez et al. (2010), donde el 100% de la producción es destinada al autoconsumo y en Aguirre-Moreno et al. (2010) que mencionan que el 80% se destina para autoconsumo y el resto para alimentar al ganado.

Por otro lado, la alta diversidad de nombres locales para las variedades, indica un amplio conocimiento y una posible influencia en la clasificación de las variedades por parte de los productores de la comunidad. La diversidad en la denominación de estas variedades de maíz demuestra la conexión que tienen los productores locales con sus prácticas agrícolas. Además, destaca la importancia de estos cultivos no solo como fuente de alimentos sino también como parte de la identidad cultural y del patrimonio de la región (Lazos & Chauvet, 2011). Las localidades de Las Joyas y Guajolotes, las cuales reportaron la mayor diversidad de nombres locales, podrían ser áreas de interés para futuras investigaciones sobre el conocimiento tradicional asociado a los maíces nativos.

Estrategias de conservación *ex situ*

Finalmente es necesario mencionar que, de manera paralela a la identificación y documentación de la diversidad encontrada en el área de estudio también se implementaron estrategias para la conservación de estos recursos genéticos. Como lo menciona Astier (2019) en su documento, la efectividad de la conservación de maíces nativos requiere la integración de múltiples estrategias. En este sentido, se reconoce la necesidad de un enfoque dual donde la conservación *in situ* y *ex situ* operen de manera complementaria.

En este contexto, los bancos de germoplasma representan una estrategia de conservación *ex situ* de suma importancia, sirviendo como un complemento esencial para la conservación *in situ* (Dolores & Serratos, 2013). Estos bancos constituyen uno de los mecanismos más comunes y efectivos para almacenar y mantener germoplasma a largo plazo, ya sea en forma de semillas, polen o mediante cultivo *in vitro* (Aguirre-Moreno et al., 2010).

Es por esta razón que se envió un duplicado de las muestras, incluyendo los datos de pasaporte correspondientes, a dos entidades clave para su resguardo: la colección científica del Jardín Etnobiológico Estatal de Durango (JEED) y el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) (esta donación se encuentra en proceso). El CNRG, que forma parte del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Alimentación

(SINARGEN), es fundamental, ya que esta instancia se encarga de asegurar el resguardo y la conservación a largo plazo de las semillas que representan la biodiversidad del país. Además, contribuir activamente al rescate, conservación, uso, potenciación y aprovechamiento sustentable de los recursos genéticos (Dolores & Serratos, 2013). De esta manera, la donación asegura la conservación a largo plazo del material genético obtenido en esta investigación y facilita la integración de la información obtenida a nivel nacional, fortaleciendo así los esfuerzos de conservación de los maíces nativos.

IX. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo confirman una alta diversidad morfológica de maíces nativos en San Bernardino de Milpillas Chico. Superando lo esperado en la zona, respecto a los registros previos para el estado, lo que indica que esta región es un importante centro de diversidad del maíz nativo. Específicamente, el análisis morfológico permitió la delimitación de 14 grupos, mientras que la información etnobotánica analizada permitió detallar los usos y prácticas de manejo de los agricultores de la zona, las cuales influyen en cierta forma a la diversidad fenotípica encontrada.

Se confirma la presencia de ciertas razas de las cuales se tenían pocos registros. Con esto se actualiza la información para Durango, específicamente para el municipio de Pueblo Nuevo ampliando su distribución conocida limitada a otros municipios. Algunas de estas razas son Tabloncillo Perla y Bofo, la segunda resulta de importancia cultural para ciertos grupos indígenas (como el Wixarika) por sus usos tradicionales y culinarios.

Para este trabajo se encontró que las variables más confiables para una clasificación racial en los maíces son: la forma de la mazorca, la textura del grano, diámetro de la mazorca, diámetro del olote, la relación ancho/longitud del grano y el número de hileras. En cuanto a la dificultad en la identificación de razas dentro de ciertos grupos, se sugiere la existencia de formas intermedias o con características combinadas entre varias razas. Esto probablemente se debe al flujo genético causado principalmente por el intercambio de semillas, la cercanía entre parcelas y la adaptación a microrregiones con una gran variación en sus condiciones ambientales. por lo que se puede concluir que la heterogeneidad presentada en las poblaciones de maíz colectadas es el reflejo de la variación ambiental, combinado con las prácticas de los agricultores y la selección activa de su semilla.

También se encontró que existe una preferencia sobre los maíces que son más resistentes a condiciones climáticas extremas. En consecuencia, la resistencia a sequía y heladas es una de las características más valoradas y es un criterio

importante en la elección de sus semillas, así como en el proceso activo de adaptación a los cambios en las condiciones ambientales y con ello a la conservación *in situ*. El conocimiento de los productores sobre las características preferidas y no deseadas puede ser fundamental para orientar a programas de mejoramiento que respondan a las necesidades y prioridades de los agricultores locales. Sin embargo, la edad avanzada de los productores podría sugerir cierta problemática sobre la continuidad de los métodos agrícolas tradicionales y la posible necesidad de iniciativas para involucrar a las personas más jóvenes en la agricultura.

X. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Como consideraciones para futuros trabajos se recomienda tomar en cuenta también los caracteres vegetativos de la planta para lograr una clasificación más precisa, así como georreferenciar, en la medida de lo posible, las parcelas de cultivo de donde provienen las muestras, esto para obtener datos sobre el ambiente donde se desarrolló la muestra y poder correlacionar la variabilidad morfológica con ciertas condiciones ambientales.

Así mismo, se recomienda realizar estudios etnobotánicos más profundos para documentar el conocimiento tradicional asociado a los nombres locales de los maíces, sus usos específicos y los criterios de selección de los productores a detalle, tomando en cuenta también el factor lingüístico, en el caso de comunidades indígenas.

Otra recomendación que se debe considerar es una evaluación agronómica de las variedades que los productores consideran más resilientes a las condiciones climáticas adversas; así como también analizar la diversidad genética y morfológica en relación con las prácticas de cultivo y su impacto en la productividad y la resiliencia dentro del sistema agrícola.

XI. LITERATURA CITADA

- Aguirre-Moreno, V.C., Rincón-Sánchez, F., Ramírez-Segoviano, R., Colón-Alvarado, O.G., & Razo-Marín, M.G. (2010). *Modelo para la Conservación de Maíces Criollos en el Sureste de Coahuila*. Ed. UAAAN-COLPOS-SINAREFI.
- Aleksashin, A., Goncharuk, G., & Lisak, M. (2021). Modernization of corn grain crusher in the conditions of IT-system equipment. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 21(4), 10-15.
- Allaby, R.G., Fuller, D.Q., & Brown, T.A. (2008). The genetic expectations of a protracted model for the origins of domesticated crops. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(37), 13982-13986.
- Anderson, E., & Cutler, H.C. (1942). Races of *Zea mays*: I. Their recognition and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 29(2), 69-88.
- Arrieta, Y.H., & Peterson, P.M. (2019). *Grasses of Chihuahua, Mexico*. Smithsonian Institution Scholarly Press.
- Astier, M. (2019). *Generación de elementos para la construcción de uno o más modelos de conservación in situ de la agrobiodiversidad vinculada a la milpa y sus parientes silvestres en México: Conservación de maíces nativos a través de una estrategia de transformación, valoración y difusión alternativa* (Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. NM004). Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones de Geografía Ambiental.
- Ávila-González, H., González-Elizondo, M., Castro, A., Piedra-Leandro, N., Amador-Sierra, B., Luna-Vargas, U., & Ramírez-Maciel, R. (2024). *Agrobiodiversidad de Durango; una primera aproximación / Gui' na aixim ñim is Korian; na kia'pix tum maachim*. Instituto Politécnico Nacional, Jardín

Etnobiológico Estatal de Durango, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías.

- Boege, E. (2022). *El sistema milpa y el patrimonio biocultural de los pueblos indígenas y comunidades campesinas equiparables de México*. En Méndez Domínguez, C. (Coord. Ed.), *Milpa, Pueblos de maíz diversidad y patrimonio biocultural de México* (pp. 174-198). Secretaría de Cultura, INAH.
- Bourges, H. (2013). *El maíz: su importancia en la alimentación de la población mexicana*. En Álvarez-Buylla, E., Piñeyro Nelson, A., & Carrillo Trueba, C. (Eds.). *El Maíz en peligro ante los transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México* (pp. 231-248). UNAM-CIICH, UCCS.
- Cervantes, T.S., Goodman, M.M., Casas, E.D., & Rawlings, J.O. (1978). Use of genetic effects and genotype by environmental interactions for the classification of Mexican races of maize. *Genetics*, 90(2), 339-348.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), & TEEB (La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad). (s.f.). *Ecosistemas y agrobiodiversidad en sistemas de producción de maíz de pequeña y gran escala: Resumen ejecutivo*. CONABIO. Consultado 01 de octubre de 2025. Disponible en https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/genes/files/resumen_ejecutivo_TEEB.pdf
- CONABIO. (2006). *Documento base sobre centros de origen y diversidad en el caso del maíz en México*. www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/Doc_CdeOCdeD G.pdf
- CONABIO. (2011a). *Proyecto Global de Maíces Nativos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Instituto Nacional de

Ecología y cambio Climático.

<https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices>

CONABIO. (2011b). *Proyecto Global de Maíces Nativos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Instituto Nacional de Ecología y cambio Climático. México. <https://siagro.conabio.gob.mx/apps/maices/>

CONABIO. (2020). *Razas de maíz de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>.

Cramaussel, C. (2010). Mualham o San Bernardino de Milpillas Chico, Durango. El pueblo de la Sierra Tepehuana donde se sembraba el agua del mar. *Revista de Historia de la Universidad Juárez del Estado de Durango*, 2(1), 22-48.

Cramaussel, C. (2013). El sistema de cargos en San Bernardino de Milpillas Chico, Durango. *Culturales*, 1(1), 69-106.

Cutler, H.C., & Cutler, M.C. (1948). Studies on the structure of the maize plant. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 35(4), 301-316.

Dolores, A., & Serratos, A. (2013). *Bioseguridad y conservación del maíz nativo en México*. En Álvarez-Buylla, E. Piñeyro Nelson, A. & Carrillo Trueba, C. (Eds.). *El Maíz en peligro ante los transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México*. (pp. 249-278). UNAM-CIICH, UCCS.

FAO-Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (1988). *Mapa mundial de Suelos. Volumen III, México y América Central*. Recuperado 20 de agosto de 2024, de <http://www.fao.org/3/as358s/as358s.pdf>

- Fenzi, M., Foyer, J., Boisvert, V., & Perales, H. (2024). Recalcitrant maize: Conserving agrobiodiversity in the era of genetically modified organisms. *Plants, People, Planet*, 6(5), 1129-1141.
- Fernández-Suárez, R., Morales-Chávez, L.A., & Gálvez-Mariscal, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional: Una revisión indispensable. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(Supl. 3-a), 275-283.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Elizondo, S., González-Elizondo, M., & Márquez, M.A. (2007). *Vegetación y ecorregiones de Durango*. Instituto Politécnico Nacional.
- González-Martínez, J., Vanoye-Eligio, V., Chacón-Hernández, J.C., & Rocandio-Rodríguez, M. (2019). Diversidad y caracterización de maíces nativos de la Reserva de la Biósfera "El Cielo", *CienciaUAT*, 14(1), 6-17.
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Hernández-X, E., & Alanís, F. (1970). Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: implicaciones fitogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia*, 5(1), 3-20.
- IBPGR-CIMMYT. (1991). *Descriptors for maize*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome and International Maize and Wheat Improvement Center, México.

- INEGI. (2008). *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas y Temperatura Media Anual 1:1 000 000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010. Pueblo Nuevo, Durango*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2013). *Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM), versión 3.0* [Conjunto de datos]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2021). *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII Escala 1:250 000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- International Society of Ethnobiology. (2006). *ISE Code of Ethics (with 2008 additions)*. International Society of Ethnobiology. <https://www.ethnobiology.net/what-we-do/core-programs/ise-ethics-program/code-of-ethics/>
- Kato, T.A. (1984). Chromosome morphology and the origin of maize and its races. *Evolutionary Biology*, 17, 219-253.
- Kato, T.A. (2009). *Teorías sobre el origen del maíz*. En Kato, T.A., Mapes, C., Mera, L.M., Serratos, J.A., & Bye, R.A. (Eds). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. (pp. 43-66). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Apolo, S.A. de C.V.
- Kato, T.A., Alavez, V., Boege, E., Jardón, L., Moyers, L. Ortega Del Vecchyo, D., Ortega, R., Serratos, A., & Wegier, A. (2013). *Origen y diversidad del maíz*. En Álvarez-Buylla, E., Piñeyro Nelson, A. & Carrillo Trueba, C. (Eds.). *El Maíz en peligro ante los transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México*. (pp. 25-60). UNAM-CIICH, UCCS.
- Kato, T.A., Mapes, C., Mera, L M., Serratos, J.A., & Bye, R.A. (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*. Proyecto Global de Maíces, Informe de Gestión, CONABIO.
- Mangelsdorf, P.C., & Smith, C.E. (1949). New archaeological evidence on evolution in maize. *Brochures from the Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, 13(8), 213-247.
- Marcos-Solorio, B., Martínez-Campos, Á.R., López-Urquídez, G.A., López-Orona, C.A., & Arteaga-Reyes, T.T. (2016). La biomasa de los sistemas productivos de maíz nativo (*Zea mays* L.) como alternativa a la captura de carbono. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(3), 361-367.
- Marielle, C., Turrent-Fernández, A., Díaz, L., Astier, M., Barrera-Bassols, N., Carlos, H., Ávila, B., & Dolores-Fuentes, A.C. (2013). *Alternativas tecnológicas no transgénicas para el mejoramiento y la producción sustentable de maíz en México*. En Álvarez-Buylla, E., Piñeyro Nelson, A. & Carrillo Trueba, C. (Eds.). *El Maíz en peligro ante los transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México*. (pp. 333-375). UNAM-CIICH, UCCS.
- Martínez, O., Ojeda, A., Hayano-Kanashiro, C., Reyes, M.H., Pons, J.L., & Simpson, J. (2023). Criteria for prioritizing selection of Mexican maize landrace accessions for conservation *in situ* or *ex situ* based on phylogenetic analysis. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11(1139377).
- McClintock, B. (1978). *Significance of chromosome constitutions in tracing the origin and migration of races of maize in the Americas*. En D.B. Walden (Ed.). *Maize Breeding and Genetics*. (pp. 159-184). John Wiley and Sons.
- Mera-Ovando, L.M. (2009). *Aspectos socioeconómicos y culturales*. En Kato, T.A., Mapes, C., Mera, L.M., Serratos, J.A., & Bye, R.A. (Eds.). *Origen y*

- diversificación del maíz: una revisión analítica*. (pp. 33-42). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Apolo, S.A. de C.V.
- Mera-Ovando, L.M., & Mapes-Sánchez, C. (2009). *El maíz. Aspectos biológicos*. En Kato, T.A., Mapes, C., Mera, L.M., Serratos, J.A., & Bye, R.A. (Eds.). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. (pp. 19-28). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Apolo, S.A. de C.V.
- Muller, M.H., Prospero, J.M., Santoni, S., & Ronfort, J. (2003). Inferences from mitochondrial DNA patterns on the domestication history of alfalfa (*Medicago sativa*). *Molecular Ecology*, 12(8), 2187-2199.
- Noriega, M.N., & Autrey, S. (2011). El maíz. *Arqueología Mexicana* 38, 1-84.
- Olvera-Aguilar, D.M., Rincón-Sánchez, F., Ruiz-Torres, N.A., Martínez-Reyna, J.M., & Petroli-Leguiza, C.D. (2023). Morphological characterization of native maize populations of the Ratón race from Coahuila, México. *Agrociencia*, 57(5), 953-980
- Ortega, C.A., & Castillo, A. (2015). *Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México, segunda etapa 2008-2009*. CONABIO.
- Ortega-Paczka, R.A. (1985). *Descripción de algunas razas mexicanas de maíz poco estudiadas. Variedades y razas mexicanas de maíz y su evaluación en cruzamientos con líneas de clima templado como material de partida para fitomejoramiento* [Tesis doctoral, Universidad de Leningrado, URSS]. Traducción al español por el autor.
- Ortega-Paczka, R.A. (2000). Colecciones de semillas y sus relaciones con conservación *in situ*. *Revista de Geografía Agrícola*, 31, 59-70.

- Ortega-Paczka, R.A. (2011). La diversidad del maíz en México: un patrimonio en riesgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2(1), 1-16.
- Ortega-Paczka, R.A. (2020). *Aportes al estudio de la diversidad de maíz en México: Aspectos generales, importancia y amenazas a dicha diversidad*. México: Proyecto Global de Maíces Nativos. CONABIO.
- Pedroza-Ortega, L.O. (2023). Alimento ancestral y de subsistencia: Discurso y control del cultivo y consumo de maíz en México, 1937–1961. *Historia Y MEMORIA*, 27, 135-175.
- Perales, H., Brush, R.S.B., & Qualset, C.O. (1998). *Agronomic and economic competitiveness of maize landraces and in situ conservation in Mexico*. En Brush, R.S.B., & Jiggins, N. (Eds.), *Farmers gene banks and crop breeding: Economic analyses of diversity in wheat, maize, and rice*. (pp. 109-126). Springer Netherlands.
- Perales, H., & Golicher, D. (2011). *Modelos de distribución para las razas de maíz en México y propuesta de centros de diversidad y de provincias bioculturales*. Informe Técnico CONABIO.
- Perales, H., & Golicher, D. (2014). Mapping the diversity of maize races in Mexico. *PLoS ONE*, 9(12), e114657.
- Posit Team. (2023) *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Posit Software, PBC, Boston, MA.
- R Core Team. (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Reilly III, F.K. (1995) *Art ritual and rulership in the Olmec world*. En Guthrie, J., & Benson, E.P. (Eds.), *The Olmec world: ritual and rulership* (pp. 27-45). Harry N. Abrams Inc.

- Reyes-Valdez, A. (2024). *La familia del maíz*. En Boege, E. (Coord. Ed.), *Etnografía del patrimonio biocultural de las regiones y territorios indígenas de México. Volumen I. Regiones bioculturales del Noroeste de México*. (pp. 353-423). Secretaría de Cultura, INAH.
- Rincón-Sánchez, F., Castillo-González, F., & Ruiz, N.A. (2010). Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. soMEFi.
- Rocandio-Rodríguez, M., Santacruz-Varela, A., Córdova-Téllez, L., López-Sánchez, H., Castillo-González, F., Lobato-Ortiz, R., & Ortega-Paczka, R. (2014). Caracterización morfológica y agronómica de siete razas de maíz de los Valles Altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(4), 351-361.
- Rosado-Ortega, A., & Villasante-Serrano, B.A. (2021). *Los herederos del maíz*. Instituto Nacional de Pueblos Indígenas.
- Sánchez, J.J., Goodman, M.M., & Rawlings, J.O. (1993). Appropriate characters for racial classification in maize. *Economic Botany*, 47(1), 44-59.
- Sánchez, J.J., Goodman, M.M., & Stuber, C.W. (2000). Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany* 54(1), 43-59.
- Sánchez, J.J., & Goodman, M.M. (1992). Relationships among the Mexican races of maize. *Economic Botany*, 46(1), 72-85.
- Sánchez-Hernández, E., 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.
- Serrano, P.M., Nieva, D.J., Aldaba, H.R., Montiel, E.G., & Rivas, J.J. (2021). Estimación de parámetros forestales mediante datos de Sentinel 2A en Pueblo Nuevo, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(68), 81-106.

- Serna-Saldívar, S.O., & Amaya-Guerra, C.A. (2008). *El papel de la tortilla nixtamalizada en la nutrición y la alimentación*. En Rodríguez-García M.E., Serna-Saldívar S.O., & Sánchez-Sinencio F. (Eds.). *Nixtamalización del maíz a la tortilla: Aspectos nutrimentales y toxicológicos*. (pp. 105-151). Universidad Autónoma de Querétaro.
- SNICS-SAGARPA. (2014). *Guía técnica para la descripción varietal*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla (SNICS) SAGARPA.
- Staller, J. (2010). *Ethnohistory: Impressions and perceptions of maize*. En Staller, J. (Ed). *Maize cobs and cultures: History of Zea mays L.* (pp. 7-83). Springer.
- StatSoft, Inc. (2004). *STATISTICA (Version 7) [Software]*. <https://www.statsoft.com/>
- Sturtevant, E.L. (1899). *Varieties of corn* (U.S.D.A. Office of Experiment Stations Bulletin No. 57). U.S. Department of Agriculture.
- Taube, K. (2007). La jadeíta y la cosmovisión de los olmecas. *Arqueología Mexicana*, 15(87), 43-48.
- UNESCO. (2010). *La Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la UNESCO se enriquece con 46 nuevos elementos*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/forty_six_new_elements_added_to_representative_list_of_the_intangible_cultural_heritage/#.UmVtGnCP8rw
- Vallebueno-Estrada, M., Hernández-Robles, G.G., González-Orozco, E., López-Valdivia, I., Tham, T.R., Sánchez, V.V., Swarts, K., Dillehay, J., Vielle-Calzada, J., & Montiel, R. (2023). Domestication and lowland adaptation of coastal preceramic maize from Paredones, Perú. *eLife*, 12, e83149.
- Vavilov, N.J. (1931). México y Centroamérica como centro fundamental de origen de plantas cultivadas del nuevo continente. *Boletín de Botánica Aplicada, Genética y Mejoramiento*, 25, 135-199.

- Vidal-Martínez, V.A., Álvarez-Bravo, A., Coutiño-Estrada, B., Ruiz-Corral, J.A., Ramírez-Díaz, J.L., & Sánchez-González, J.D. (2018). Patrones raciales etnogenéticos de maíces Tabloncillo y Tuxpeño, como mecanismos de conservación de germoplasma nativo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), 1727-1738.
- 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.
- Wellhausen, E.J., Roberts, L.M., & Hernández-X, E. (1951). *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución* (Vol. 5, p. 237). Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- Wilkes, G. (2004). *Corn, strange and marvelous: But is a definitive origin known?*. En Smith, C.W., Betran, J. & Reinge, E.C.A. (Eds.) *Corn: Origin, history, technology, and production*. (pp. 3-63) John Wiley & Sons, Inc.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos: formato de encuesta aplicado a los productores.

NÚMERO DE COLECTA		FECHA DE COLECTA	
NOMBRE DEL COLECTOR		INICIALES	
ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	
LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	
DATOS GENERALES DEL PRODUCTOR			
NOMBRE DEL PRODUCTOR		EDAD	
ETNIA	TELÉFONO		
DOMICILIO DEL PRODUCTOR			
DATOS GENERALES DE LA COLECTA			
SITIO DE LA COLECTA: TROJE () CAMPO () BODEGA () INSTITUCIÓN () CASA () OTRO ()			
NÚMERO DE MAZORCAS COLECTADAS		CANTIDAD DE SEMILLA	
VARIEDAD SEGÚN EL PRODUCTOR	CUÁNTOS AÑOS TIENE CON LA SEMILLA	ORIGEN DE LA SEMILLA	
CUÁNTOS TIPOS DE MAÍZ CULTIVA:		CUÁLES SON (NOMBRE LOCAL):	
MEZCLÓ VARIEDADES: SI () NO ()		CUÁNTAS VARIEDADES EN LA MEZCLA:	
¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DE ESTE MAÍZ LE GUSTAN?			
¿CUÁLES CARACTERÍSTICAS NO?			
LA VARIEDAD ES RESISTENTE A:			
DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y MÉTODOS PRODUCTIVOS			
USOS: GRANO () NIXTAMAL () FORRAJE () COMBUSTIBLE () HOJA () OTRO ()			
SI ES PARA CONSUMO ¿QUÉ ALIMENTOS PREPARA?			
DESTINO DE LA PRODUCCIÓN: AUTOCONSUMO() TRUEQUE O INTERCAMBIO() VENTA() OTRO()			
CICLO AGRÍCOLA: PRIMAVERA-VERANO() OTOÑO-INVIERNO()		MÉTODO DE SIEMBRA:	
MES DE SIEMBRA:	ÉPOCA DE FLORACIÓN:	ÉPOCA DE MADUREZ Y COSECHA:	
SISTEMA DE SIEMBRA: MONOCULTIVO() POLICULTIVO()		MODALIDAD: RIEGO () TEMPORAL ()	
CULTIVOS ASOCIADOS			
USÓ FERTILIZANTE: SI () NO()		TIPO DE FERTILIZANTE:	
PRESENCIA DE PLAGAS: SI () NO ()		DE QUÉ TIPO:	
USÓ INSECTICIDAS O HERBICIDAS: SI() NO()		DE QUÉ TIPO:	
ARREGLO TOPOGRÁFICO		DISTANCIA ENTRE PLANTAS	
TIPO DE ALMACENAMIENTO:		PROBLEMAS Y CONTROL:	
CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA	ALTURA:	COLOR:	OTROS
CUÁNTAS MAZORCAS POR PLANTA EN PROMEDIO:			
DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN (PREDIO)			
SUPERFICIE (Ha)		RENDIMIENTO (TON)	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA:	LATITUD	LONGITUD	
PENDIENTE	TIPO DE SUELO	TIPO DE HÁBITAT	
PEDREGOSIDAD: NULA() LEVE() MODERADA() EXCESIVA ()			
PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA		VEGETACIÓN	
¿HUBO CONDICIONES ATÍPICAS O DISTURBIOS EN EL CICLO PRODUCTIVO? SI() NO()			
¿CUÁLES?			
OTRAS OBSERVACIONES DEL PRODUCTOR:			

Anexo 2. Claves taxonómicas para la identificación de maíces a nivel de raza y complejo racial (solo se incluyen las 25 razas que se cultivan en Durango).

Estas claves fueron construidas a partir de la información obtenida en campo, así como de la proporcionada por la CONABIO para las razas de maíz de México. Debido a la gran diversidad y variabilidad presente en los maíces, estas claves deben considerarse únicamente como una guía para identificar las razas previamente reportadas en el estado de Durango.

Se utilizaron caracteres fácilmente observables en la mazorca y el grano. No obstante, si se cuenta con información adicional sobre las plantas como altura, tipo de hoja, o días a madurez fisiológica, estos datos pueden ayudar a confirmar con mayor certeza el grupo racial y la raza específica. Por la alta diversidad dentro de las mismas razas se recomienda utilizar las características de al menos 5 mazorcas.

Claves para identificar razas

1. Mazorcas típicamente con 8 hileras de granos, rara vez hasta 10–12; con granos grandes.....**Ocho Hileras** (*Bofo, Bolita, Elotes Occidentales, Blando de Sonora, Onaveño, Tablilla de Ocho, Tabloncillo Perla, Tabloncillo*)
1. Mazorcas con 10-20 hileras de granos, granos de pequeños a medianos.....**2**
2. Mazorcas marcadamente cónicas a piramidales.....**Cónico** (*Chalqueño, Cónico, Cónico Norteño, Elotes Cónicos*)
2. Mazorcas de formas variables.....**3**
3. Maíces adaptados a zonas montañosas del norte por arriba de los 2000 msnm; mazorcas delgadas, cilíndricas angostándose cerca del ápice **Sierra de Chihuahua** (*Apachito, Azul, Cristalino de Chihuahua y Gordo*)
3. Maíces adaptados a zonas intermedias y bajas por debajo de los 2000 msnm; mazorcas cilíndricas, semicilíndricas y en forma de puro.....**4**
4. Granos profundamente dentados (granos con punta exagerada a menudo curvados en pepitilla)**Dentados Tropicales** (*Celaya, Pepitilla, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño*)
4. Granos de textura variable.....**5**
5. Maíces cultivados des los 100 hasta los 1300 msnm; Mazorcas semicilíndricas, 10 a 14 cm de largo**Tropicales Precoces** (*Ratón*)
5. Maíces cultivados hasta los 2000 msnm; Mazorcas de forma variable de 12 hasta 22 cm de largo.**6**
6. Mazorcas de 12 a 18 cm de largo con 10-14 hileras de granos, de textura dulce, cristalinos a reventador.....**Chapalote** (*Chapalote, Dulcillo del Noroeste y Reventador*)
6. Mazorcas de 18 a 22 cm de largo con 8 a 10 hileras de granos, de textura semi harinosos..... **Maduración Tardía** (*Olotillo*)

Claves para identificar complejos raciales

Grupo Chapalote

1. Grano de textura dulce (por su contenido de sacarosa, al madurar, los granos dan una apariencia rugosa), de coloraciones amarillo y rojo; mazorcas en forma de puro..... **Dulcillo del Noroeste**
1. Granos de textura cristalinos a reventador, de color café, blancos, amarillos, rojizos o morados; mazorcas en forma de puro.....**2**
2. Mazorcas frecuentemente con 8-10 (-12) hileras de granos; granos de color blanco, amarillo, rojizo o morado, de textura cristalino-reventador.....**Reventador**
2. Mazorcas frecuentemente con más de 12 hileras de granos; granos de color café y de textura cristalinos puede ser reventador, pero no es tan frecuente.....**Chapalote**

Grupo Cónicos

1. Granos de coloración rojiza a morada o negra.....**Elotes Cónicos**
1. Granos pueden ser de diferentes colores como blanco, amarillo, morado o rojo.....**2**
2. Diámetro de la mazorca mayoritariamente menor a 3.4-4.7 cm, cortas cónicas con 14 a 20 hileras de grano; diámetro del olote 1.7-2.1 cm granos mayoritariamente menores a 7.5 mm de ancho **Cónico**
2. Diámetro de la mazorca 4.5-5.2 cm; diámetro del olote mayor a 2.2 cm; 16 a 18 hileras de granos**3**
3. Diámetro de la mazorca 4.9-5.2 cm, grandes y cónicas; diámetro del olote 2.6-3.0 cm; con 16 a 18 hileras de granos; granos mayoritariamente mayores a 7.5 mm de ancho**Chalqueño**
3. Diámetro de la mazorca de 4.5 a 4.8 cm, diámetro del olote de 22 a 24 mm de diámetro, con 16 hileras de granos prolongación de la copilla débil o ausente. Distribución..... **Cónico Norteño**

Dentados Tropicales

1. Mazorcas cónicas, hasta (18-) 30 hileras de granos, granos con punta exagerada a menudo curvados **Pepitilla**
1. Mazorcas cilíndricas, de 12 a 16 hileras de granos; granos dentados a profundamente dentados..... **2**
- 2a. Mazorcas cilíndricas, grandes, con alto número de hileras, grano fuertemente dentado predominantemente blanco.....**Celaya**
- 2b. Mazorcas cilíndricas, grandes, de grano dentado con fuerte depresión en ápice, predominando los colores blancos, pero puede presentar diversos colores. Tiene un alto número de hileras y granos por hilera.....**Tuxpeño**
- 2c. Raza similar a Tuxpeño, aunque no tan tardía, y con distribución predominante en el norte-centro del país.....**Tuxpeño Norteño**

Maduración Tardía

1. Se caracteriza por sus mazorcas alargadas con 8 a 10 hileras de granos, 3.6 a 3.9 cm de diámetro; Olate delgado y flexible, de 2.1 a 2.4 cm de diámetro, grano semi harinoso con numerosas variantes en color.....**Olotillo**

Ocho Hileras

1. Granos de color jaspeado, rosa al morado pasando por violáceo y rojo.....**2**
1. Granos de color distinto al anterior.....**3**
2. Granos de color jaspeado menos frecuente blanco; mazorcas alargadas y semi elíptica.....**Bofo**
2. Granos de color rosa al morado pasando por violáceo y rojo; mazorcas**Elotes Occidentales**
3. Mazorcas cortas igual o menor a 14 cm de largo y de 4.2 a 4.8 cm de diámetro...**Bolita**
3. Mazorcas medianas a largas mayores a 14 cm, de 3.3 a 4.4 cm de diámetro.....**4**
4. Mazorcas de forma cilíndrica o semi cilíndrica.....**5**
4. Mazorcas claramente cónicas.....**6**
5. Olate rosado, grano cristalino, colores variables (blanco, amarillo, morado) ...
.....**Tabloncillo**
5. Olate blanco o rosado, grano intermedio (ni cristalino ni totalmente harinoso), blanco perlado.....**Tabloncillo Perla**
6. Grano claramente cristalino, olate blanco, color del grano blanco o amarillento.....**Tablilla de Ocho**
6. Grano harinoso o semi cristalino, olate blanco o rosado.....**7**
7. Grano harinoso, del noroeste de México hasta los 1,500 msnm.....**Blando de Sonora**
7. Grano semi cristalino, de regiones bajas y secas del noroeste de México hasta 800 msnm.....**Onaveño**

Sierra de Chihuahua

1. Granos de color azul o morado oscuro**Azul**
1. Granos blancos, cremosos o amarillos **2**
2. Grano claramente cristalino, colores variables (blanco, amarillo, morado), olate blanco o rosado**Cristalino de Chihuahua**
2. Grano harinoso o intermedio, olate blanco o cremoso **3**
3. Grano harinoso, de color blanco; mazorcas alargadas semi elípticas con 12-16 número de hileras de granos, rectas.....**Gordo**
3. Grano semi cristalinos a cristalinos de color amarillo, blanco y rosado; mazorcas alargadas y cilíndricas con 10-14 hileras de granos, rectas, algunas veces no bien definidas en la base o en el ápice por la presencia de numerosos granos intercalados.....**Apachito**

Tropicales Precoces

1. Mazorcas semicilíndricas de grano dentado a semi dentado, blancos, menos frecuente amarillo y azul oscuro; adaptado a clima subtropical y en zonas semidesérticas con áreas de temporal y riego; se cultiva en un amplio rango de altitud desde el nivel del mar hasta 1,800 msnm.**Ratón**

Anexo 3. Documento de autorización/permiso para para el desarrollo del proyecto de investigación en San Bernardino de Milpillas Chico.

Durango, Dgo., a 06 de noviembre del 2023

ASUNTO: Permiso

Sr. Pablo Santillán Castillo

Gobernador tradicional de la comunidad indígena
San Bernardino de Milpillas Chico, P.N.
PRESENTE

At n. Sr. Feliciano Simental Cano

Presidente del comisariado ejidal

Por medio de la presente solicito su permiso para llevar a cabo el proyecto de investigación sobre caracterización de maíces nativos cultivados en la comunidad de San Bernardino de Milpillas Chico, municipio de Pueblo Nuevo, Dgo. Mismo que desarrollará la alumna de la Maestría en Gestión Ambiental del CIIDIR Unidad Durango, Alejandra Cavada Alba en conjunto con el Jardín Etnobiológico Estatal de Durango. Para el desarrollo de la investigación se requerirá la contribución voluntaria de los productores de la comunidad con algunas muestras de los maíces que cultivan además de la toma de datos de las parcelas donde son cultivados.

Por la naturaleza del proyecto es necesario contar con su visto bueno y autorización para acceder a los diferentes anexos a coleccionar las muestras de maíz que los productores nos faciliten.

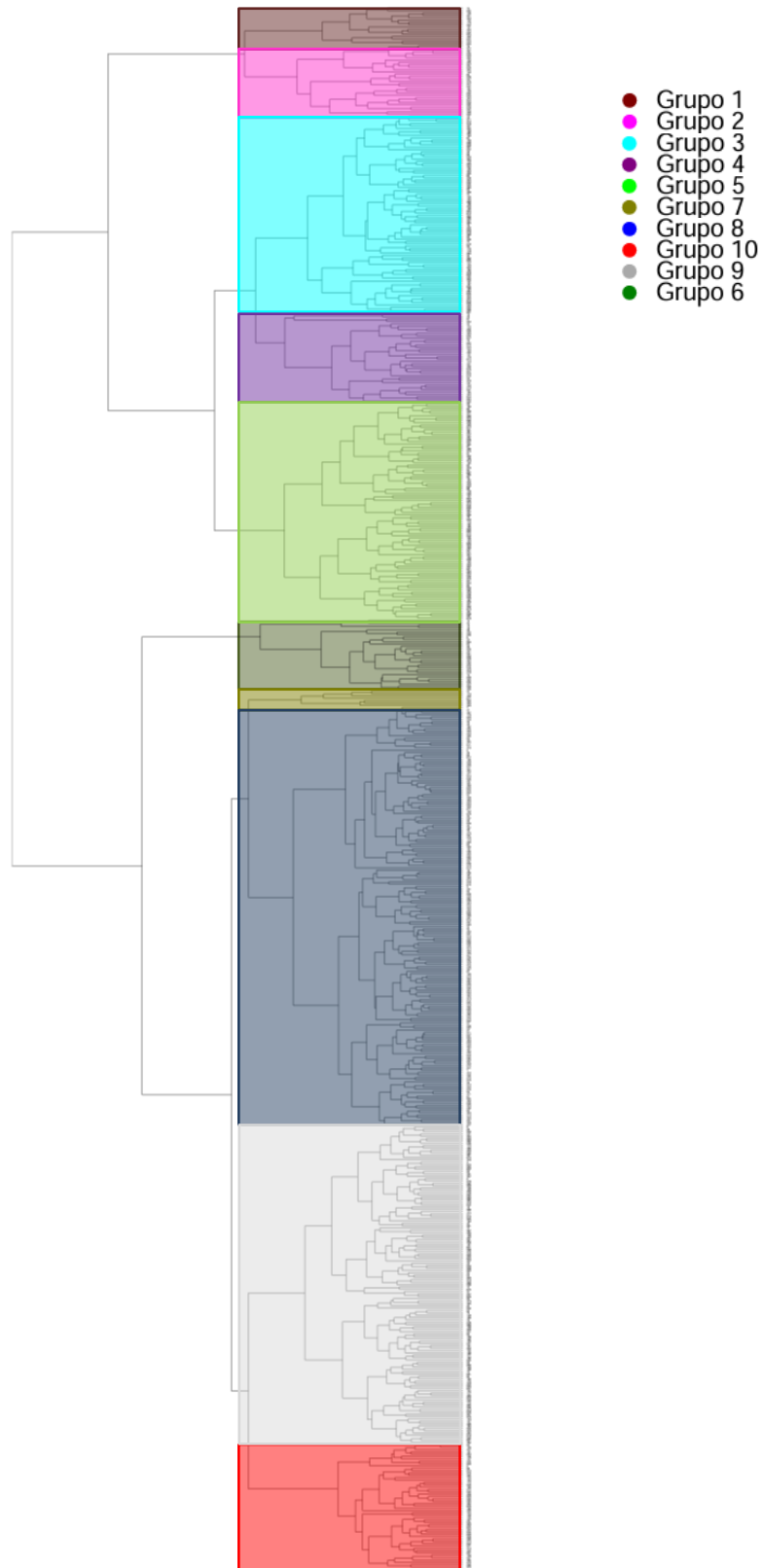
Sin otro particular agradezco las facilidades otorgadas para llevar a cabo este proyecto de investigación.


Dr. Arturo Castro Castro
Coodirector

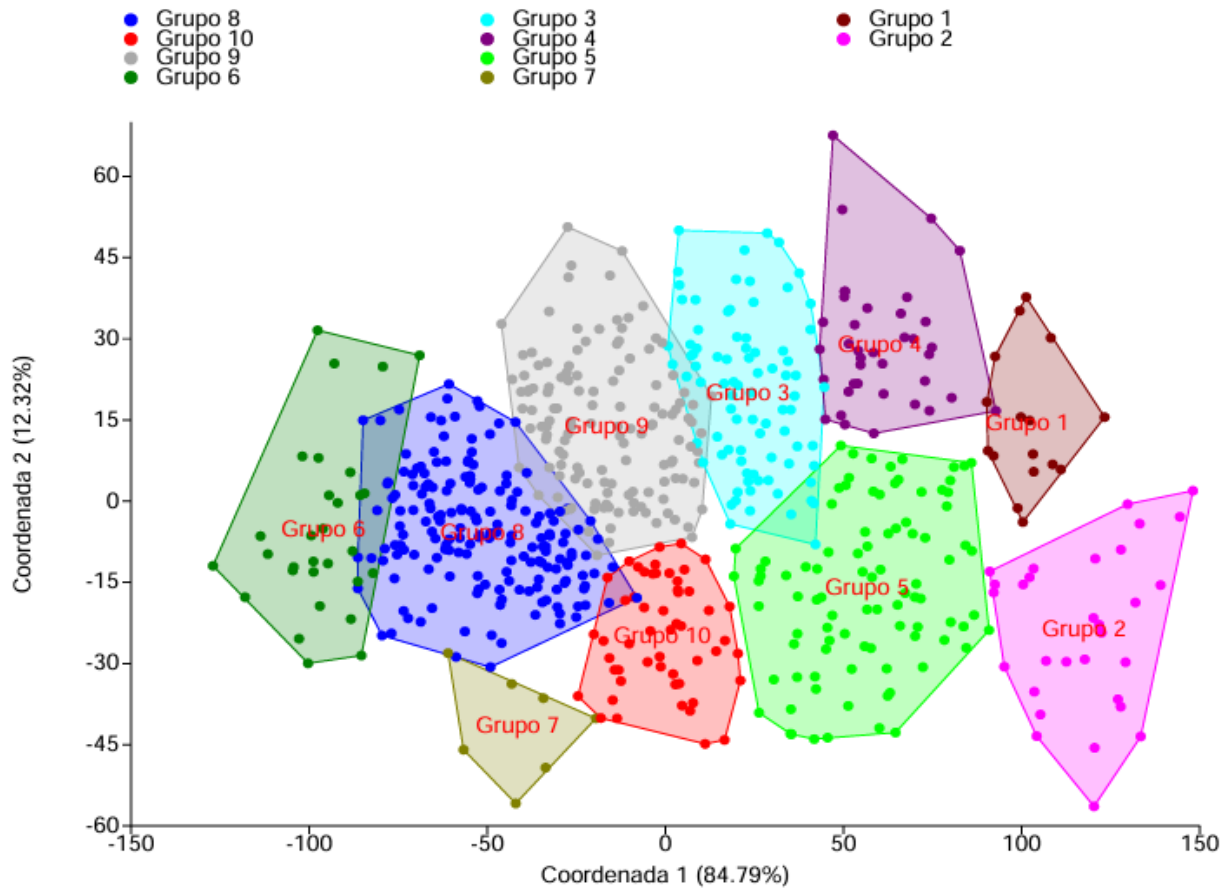

Ing. Alejandra Cavada Alba
Alumna




Anexo 4. Análisis CLUSTER (método de clasificación UPGMA usando la medida de distancia euclidiana) basado en 34 variables morfológicas.



Anexo 5. Análisis de coordenadas principales de 34 variables morfológicas entre grupos de maíces.



Anexo 6. Análisis de funciones discriminantes de 34 variables morfológicas entre grupos de maíces. Correlaciones entre el primer eje canónico y variables morfológicas. Variables que contribuyen en mayor medida en la separación de 10 grupos en negritas.

Variables morfológicas	Eje canónico 1
Peso de la mazorca	-0.817698
Longitud de la mazorca	-0.590890
Diámetro de la mazorca	-0.219068
Diámetro del pedúnculo de la mazorca	-0.145792
Diámetro del olote	-0.127565
Diámetro del raquis	-0.073557
Ancho del grano	-0.014046
Longitud del grano	-0.164537
Grosor del grano	-0.115893
Índice olote/raquis	-0.025421
Índice gluma/grano	-0.023324
Número de hileras de granos	-0.007097
Número de granos por hilera	-0.311955
Disposición de hileras	-0.012847
Forma de la mazorca	-0.059412
Color del grano de la mazorca	0.022695
Tipo de grano	0.023657
Textura del grano	0.023117
Coloración por antocianinas en las glumas del olote	-0.013605
Intensidad de la coloración por antocianinas en las glumas del olote	-0.011494
Endurecimiento del raquis (olote)	0.028380
Color dorsal del grano	0.030452
Color endospermo del grano	-0.006937
Depresión del grano	-0.029564
Estrías del grano	-0.022310
Pubescencia del pedicelo	-0.035952
Pubescencia de la copilla	-0.040391
Prolongación de la copilla	0.025446
Textura de la gluma inferior	0.055780
Pubescencia de la gluma inferior	0.031398
Forma del margen de la gluma inferior	-0.008834
Pubescencia de la gluma superior	-0.013170
Venación de la gluma superior	-0.007138
Forma de la gluma superior	-0.033583

Anexo 7. Muestra fotografica de las 687 mazorcas utilizadas para la caracterizacion morfologia clasificadas por grupo según el analisis CLUSTER.

Grupo 1



Grupo 2



Grupo 3





Grupo 4



Grupo 5







Grupo 6



Grupo 7







Grupo 8





Grupo 9



Grupo 10



Grupo 11



Grupo 12



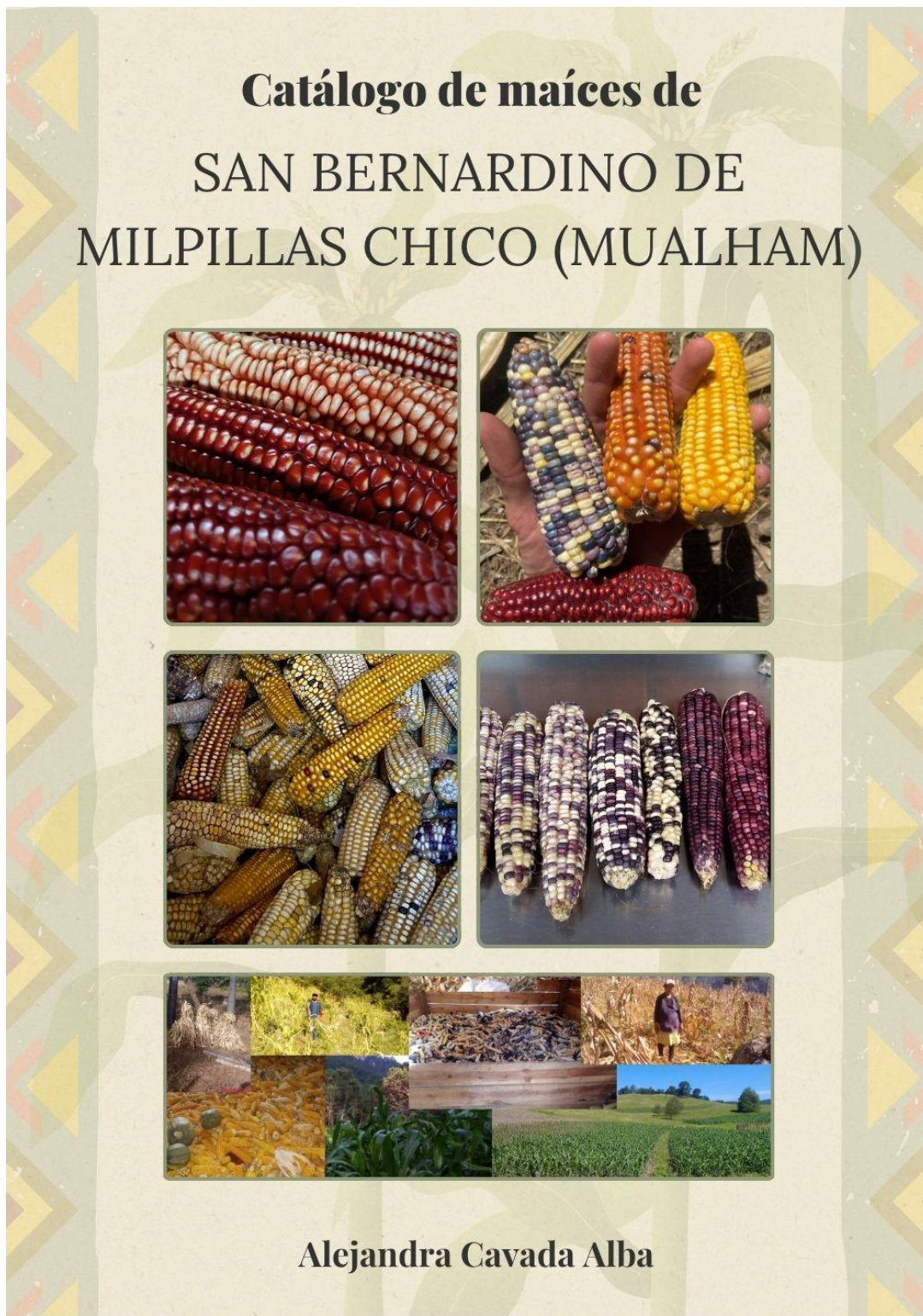
Grupo 13



Grupo 14



Anexo 8. Catálogo de las variedades de maíz encontradas en San Bernardino de Milpillas Chico.



Presentación

Desde tiempos ancestrales hasta la actualidad, el maíz ha sido un elemento esencial para la alimentación y la cultura de México, constituye un pilar fundamental de la sociedad y su economía. En el país se alberga una gran riqueza de variedades nativas, producto de milenios de selección por parte de los agricultores de comunidades campesinas y pueblos indígenas.

El estado de Durango, ubicado al noroeste de México, concentra una importante diversidad de maíces nativos, siendo las comunidades campesinas e indígenas del estado las que han desempeñado un papel importante en la conservación y resguardo de estas variedades a lo largo del tiempo, manteniendo vivos los conocimientos ancestrales sobre técnicas de cultivo tradicional y usos.

En este catálogo se muestra la gran diversidad presente en la comunidad indígena de San Bernardino de Milpillas Chico, perteneciente al municipio de Pueblo Nuevo, Durango, la cual se distingue por su fuerte vínculo con la agricultura tradicional y su papel crucial en la conservación de las variedades nativas de maíz.

Cada variedad es testimonio de la tradición caracterizada por sus sabores, colores y texturas únicos, resultado directo de las prácticas agrícolas ancestrales. Aquí se documentan las once razas encontradas en la comunidad y se detallan las características que las distinguen, mostrando a su vez, las que se pueden encontrar en cada localidad donde se realizó el muestreo.

Contenido

Presentación

Maíces nativos de la comunidad de San Bernardino de Milpillas Chico 1

Razas de maíz presentes en Arroyo Hondo 2

Razas de maíz presentes en Llano Grande de Milpillas 3

Razas de maíz presentes en San Bernardino de Milpillas Chico 4

Razas de maíz presentes en Las Joyas 5

Razas de maíz presentes en La Cumbre 6

Razas de maíz presentes en Guajolotes 7

Agradecimientos 8

Maíces nativos de la comunidad de San Bernardino de Milpillas Chico



Cónico Norteño

Mazorcas cónicas y textura de grano semi dentada, de color blanco en ocasiones amarillo o morado



Tuxpeño

Mazorcas grandes, cilíndricas, de grano dentado, predominando los colores blancos



Elotes Cónicos

Mazorcas con granos semi harinosos de coloración rojiza a morado o negra



Elotes Occidentales

Mazorcas alargadas con pocas hileras, granos grandes y de textura harinosa, con colores que van del rosa al morado pasando por violáceo y rojo



Blando

Maíces harinosos y de granos de color blanco esmalte



Tabloncillo Perla

Mazorcas alargadas y elípticas con grano de textura cristalina, con pocas hileras



Ratón

Mazorcas semi cilíndricas de grano dentado y semi dentado en los que predomina el color blanco



Bofo

Mazorcas alargadas y semi elípticas de grano multicolor y textura harinosa; considerado maíz sagrado de los pueblos Wixárika y Náayari



Cónico

Maíces de forma piramidal, con textura de semi cristalina a semi dentada comúnmente de color blanco o amarillo



Tuxpeño Norteño

Similar a Tuxpeño con menor cobertura de mazorca



Tabloncillo

Mazorcas alargadas, de grano dentado a semi cristalino, con coloraciones del blanco, amarillo, anaranjado y "ahumado"

En las imágenes se muestran el total de razas encontradas en San Bernardino de Milpillas Chico, producto del muestreo realizado en las localidades pertenecientes a la comunidad: Arroyo Hondo, Llano Grande de Milpillas, la cabecera San Bernardino de Milpillas, Las Joyas, La Cumbre y Guajolotes. En las siguientes páginas se presentan por localidad.

Referencia: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>

Razas de maíz presentes en Arroyo Hondo



Cónico

Esta raza es conocida coloquialmente por los agricultores del Arroyo Hondo, con el nombre de maíz amarillo/dulce o blanco



Cónico Norteño

Conocida coloquialmente como maíz pinto, amarillo o blanco

En Arroyo Hondo, los agricultores son adultos con edades de 36-60 años

Usos: principalmente en la preparación de tortillas, tamales y atoles.

Técnicas de cultivo: los agricultores valoran especialmente de sus maíces la adaptación y su resistencia a plagas. Los principales cultivo con los que asocia su maíz son frijol y calabaza. Siembran en promedio 2.5 ha de superficie con el uso de arado/tronco y tractor; aplican principalmente fertilizante químico. Los principales problemas de plaga son de gusano cogollero. Su producción se divide entre autoconsumo y venta. La obtención de su semilla es variada (por herencia y compra en otra localidad).



Razas de maíz presentes en Llano Grande de Milpillas



Elotes Cónicos

Esta raza es nombrada por los agricultores como maíz colorado, prieto o negro



Cónico

Esta raza se encontró en coloraciones blanco cremoso y amarillo, como se muestra en las imágenes a y b. Nombrado coloquialmente como maíz amarillo o blanco



Llano Grande de Milpillas destaca por tener productores jóvenes (18-35 años), aunque la mayoría se concentra entre 36 y 60 años

Usos: principalmente para la alimentación, presentan la mayor variedad de alimentos a base de maíz: pinole, piznate, atole de grano, chuales y atole blanco.

Técnicas de cultivo: la característica que más valoran de sus maíces es la adaptación y resistencia a climas extremos. La mayoría de la semilla la obtienen por herencia. Siembran en promedio una superficie de 2.25 ha, con el método de labranza de arado/tronco. Asocian sus maíces principalmente con frijol y presentan prácticas de almacenamiento únicas como el uso de tazolera y gavillas sobre los árboles. Es la localidad con mayor aplicación de fertilizantes y la menor presencia de plagas en el cultivo. Tienen una alta incidencia de autoconsumo y venta con algo de trueque.

Razas de maíz presentes en San Bernardino de Milpillas Chico



Bofo

Conocida coloquialmente con los nombres: bofo o rojo de coamil



Ratón

Conocida coloquialmente como maíz blanco



Elotes Cónicos

Conocida coloquialmente como maíz negro o prieto



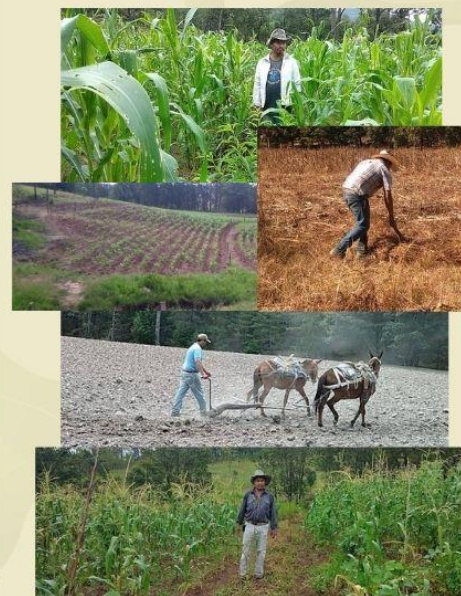
Elotes Occidentales

Conocida coloquialmente como maíz rojo

Los productores de San Bernardino de Milpillas se concentran en el rango de 36 a 60 años

Usos: son principalmente para la alimentación seguido del forraje. Los principales alimentos que preparan son: tortillas, atole, pinole, hoja (para tamal), nixtamal, chuales, piznate.

Técnicas de cultivo: El atributo más valorado de su maíz son el sabor y color. La semilla se obtiene principalmente por herencia. Su producción se enfoca en el autoconsumo y predomina el policultivo, asociando el maíz con frijol y calabaza. Siembran en promedio 1.35 ha con arado/tronco, como método de labranza. Tienen una alta aplicación de fertilizantes y una alta presencia de plaga, dominada por el gusano cogollero. El almacenamiento principal es en troje.



Razas de maíz presentes en Las Joyas



Bofo

Conocida coloquialmente como maíz cenizo o bofo



Elotes Occidentales

Conocida coloquialmente como maíz rosa



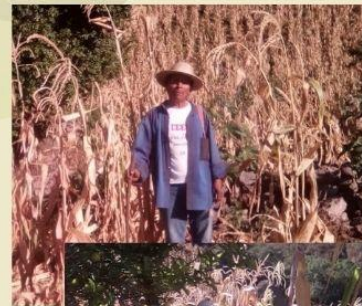
Tabloncillo

Es conocido por los agricultores con el nombre de jazmín

En Las Joyas, la población productora se encuentra mayormente entre 36 y 60 años

Usos: se usa principalmente en la preparación de piznate, atole, tortillas, pinole, hongo (huitlacoche), tamales.

Técnicas de cultivo: La característica más apreciada de su maíz es que les parece bueno para la preparación de alimentos. Esta localidad presenta la mayor diversidad de nombres para sus variedades de maíces y la semilla se obtiene principalmente por herencia. Siembran en promedio 1.81 ha y se distingue por no haber aplicado fertilizante, pero también tiene una alta presencia de plagas, siendo el gusano cogollero y la gallina ciega los que más les afectan. El método de labranza es completamente con chuzo (técnica tradicional) asociando su cultivo principal (maíz) con frijol. El método de almacenamiento principal es el troje seguido de costales dentro de sus casas.



Razas de maíz presentes en La Cumbre de Milpillas



Ratón

Los agricultores de la zona lo reconocen con el nombre de maíz blanco y chaparro



Elotes Occidentales

Conocida coloquialmente con el nombre de chaquira



Blando

Los agricultores de la zona lo reconocen con los nombres blanco y mojito



Tuxpeño

Conocida coloquialmente con los nombres blanco y maíz ligero



Bofo

Nombrada coloquialmente como bofo y moro



Tuxpeño Norteño

Conocida coloquialmente como maíz chaparro, híbrido y blanco

La Cumbre de Milpillas tiene una notable presencia de productores jóvenes (18-35 años), además de adultos entre 36 y 60 años

Usos: se usa principalmente en la preparación tortilla, atole, hongo (huitlacoche), chuales, elote tierno, pinole, piznate, nixtamal.

Técnicas de cultivo: Los agricultores valoran en gran medida la adaptación y resistencia de sus maíces a climas extremos. La obtención de su semilla, en su mayoría es por herencia. Es una localidad en la cual el uso de fertilizante es mínimo, pero tiene una alta incidencia de plagas como la gallina ciega. Siembran en promedio 1.6 ha asociado el maíz con calabaza y frijol. El método de labranza es con chuzo y almacenan su cosecha principalmente en troje.



Razas de maíz presentes en Guajolotes



Bofo

Esta raza es conocida por agricultores con los nombres de bofo o moro



Blando

Los agricultores nombran esta raza con el nombre de maíz rojo



Tabloncillo Perla

Coloquialmente se le conoce con los nombres de reluciente, pipitilla o blanco



Cónico

Esta raza es conocida por agricultores con los nombres de blanco o chaparro



Ratón

En las imágenes a y b se muestran las formas en que se encuentra esta raza cultivada en la localidad de Guajolotes, conocida con el nombre de híbrido bolita o chaparro



En Guajolotes, los agricultores tienen edades entre 36 y 60 años

Usos: se usa principalmente para la alimentación y muestran una amplia variedad de preparaciones, incluyendo maizcruados (galletas) y elotes asados/cocidos, así como chuales, tortilla, atole, hongo (huitlacoche), piznate, tamales y pinole.

Técnicas de cultivo: los agricultores valoran de su maíz su adaptación a la región, su resistencia a climas extremos y a las plagas. Tienen preferencia por el policultivo, asociando su maíz con calabaza principalmente. Tienen un bajo consumo de fertilizante y una presencia media de plagas. Siembran una superficie promedio de 1.58 ha con chuzo, el almacenamiento de la cosecha es totalmente en troje.



Agradecimientos

Amelia Alballo Rojas
Tereso Reyes Bautista
Carmela Simental Cano
Bonifacia Castrellón Bautista
María Santos Barraza Carrillo
Faustino Flores Castillo
Epigmenio Cano Bautista
Santos Cano Ramos
Faustino Flores Ríos
Hilaria Valles Camacho
Irene Cano Montiel
Amada Cepeda Galindo
Herminia Rojas Castilla
Modesto Castillo Aguilar
Tomas Ramos
Ma Natividad Carrillo Díaz
Arturo Carrillo Aguilar
Epifanio Ramos Dolores
Erasmus Dolores Cano
José Noé Santillán
Carmelo Aragón Santillán
José Isabel Flores Santillán
Arnulfo Natividad García
María Cristina Navidad Dolores
Gaudencia Flores Ramos
María Guadalupe Santillán García
Antonia Navidad Carrillo
Camilo Ramos Ramos
Pablo Reyes Reyes
Pablo Ramos Dolores
Ángel Aguilar Castillo
Teodoro Carrillo Aguilar
Leogilda Santillán Aguilar
José Antonio Aragón Galindo
Eugenio Reyes
Santiago Navidad Dolores
Felipe Aragón Aguilar
Mauro Aragón Aguilar
Merced Ramos Ríos
María Abrahama Aguilar Montiel
Bernardino Dolores Montiel

Juana Santillán García
Antonio Dolores Ramos
Luis García Cano
Auriano García Cano
María de Jesús Navidad García
Saturnino Ramos Navidad
María Inés Dolores Ríos
Claudio García
Esteban Cabada Murga
Margarito Olivas
Noé Benjamín Cabada Argumedo
Gerardo Martínez Vázquez
José Martínez Venegas
Salvador Martínez Venegas
Teófilo Murga Lerma
Melecio Ramos Cepeda
Joaquín Vázquez Reyes
Juan Manuel Padilla Reyes
José Virgilio Martínez Venegas
Quirino Ramos Dolores
Justino Reyes Martínez
Agustina Reyes Martínez
Cesar Alonso Ramos Dolores
Marco Antonio Reyes Rojas
Hilario Olivas Vázquez
Salvador Argumedo Aguilar
Anastacio Ramos Flores
Rosalio Galindo Ríos
José Teodocio Aguilar Ramos
Héctor Manuel Camacho Lerma
Cipriano Ramos Ramos
Nicolas Romero Argumedo
José Juan Argumedo Ramos
Sabino Dolores Castillo
Anselmo Simental Avitia
Marcial Dolores Aguilar
José Santos Tomás Ríos
Joel Flores Camacho
Félix Avitia Santillán
German Félix Lerma Rojas
Rogaciano Camacho Simental

Anexo 9. Material de divulgación: versiones 1 y 2 del póster sobre los maíces nativos de San Bernardino de Milpillas Chico.

MAÍCES NATIVOS DE SAN BERNARDINO DE MILPILLAS CHICO (MUALHAM)

1
Arroyo Hondo

- Cónico
- Cónico Norteño

2
Llano Grande de Milpillas

- Elotes Cónicos
- Cónico

3
San Bernardino de Milpillas

- Bofo
- Elotes Occidentales
- Ratón
- Elotes Cónicos

4
Las Joyas

- Bofo
- Tabloncillo
- Elotes Occidentales

5
La Cumbre

- Bofo
- Elotes Occidentales
- Blando
- Ratón
- Tuxpeño
- Tuxpeño Norteño

6
Guajolotes

- Tabloncillo Perla
- Bofo
- Ratón
- Blando
- Cónico

Material elaborado por: Alejandra Cavada Alba

“Dios no cuenta el maíz cuando nos lo da”
Reyes-Valdez (2024)

MAÍCES NATIVOS DE SAN BERNARDINO DE MILPILLAS CHICO (MUALHAM)

Existe una alta diversidad morfológica de maíces nativos en la zona, se identificaron por lo menos 11 razas distintas

Los agricultores de San Bernardino de Milpillas Chico, reconocen coloquialmente sus maíces con 40 nombres diferentes por ejemplo: Bofo, Moro, Jazmín, Pipitilla, Colorado, Ojitos, Híbrido, Reluciente, entre otros

Entre los principales alimentos que preparan son: tortillas, pinole, piznate, atole de grano y tamales

El 57% de la semilla proviene de la herencia de familiares cercanos, lo que indica un vínculo de los agricultores con sus maíces favoreciendo la conservación *in situ*

“Dios no cuenta el maíz cuando nos lo da”
Reyes-Valdez (2024)