



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
CAMPUS V**



**ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MAÍCES CRIOLLOS  
DEL CENTRO DE CHIAPAS**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA  
TROPICAL**

Presenta

**MÓNICA RAMÍREZ MONTOYA PS2092**

Directora de tesis

**DRA. MARÍA DE LOURDES ZARAGOZA MARTÍNEZ**

Codirector

**DR. BULMARO DE JESÚS COUTIÑO ESTRADA**

**Villaflores, Chiapas, México.**

**Junio, 2023**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS, *CAMPUS V.*  
DIRECCIÓN**



Villaflores, Chiapas  
01 de junio de 2023  
Oficio N° FCACV/D/0687/23

**ING. MÓNICA RAMÍREZ MONTOYA**  
MAESTRANTE EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS *CAMPUS V*  
P R E S E N T E.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado designado para su evaluación de posgrado, de la tesis titulada: **“Estudio de la producción y calidad de maíces criollos del Centro de Chiapas”**, por este conducto le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**“POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR”**

FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRONÓMICAS



**M. C. CARLOS ALBERTO DELAZQUEZ SANABRIA**  
DIRECTOR

AUTÓNOMA  
DIRECCIÓN

C. c. p. Archivo

CAVS\*marh.



Código: FO-113-09-
Revisión: 0

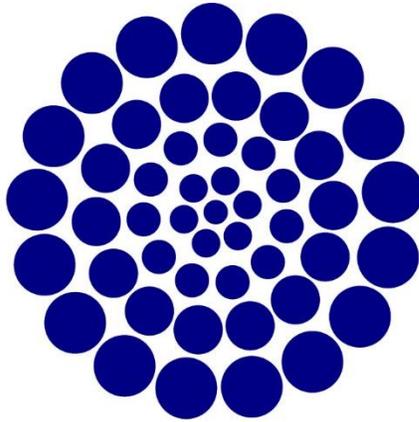
**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.**

El (la) suscrito (a) **Mónica Ramírez Montoya**,  
Autor (a) de la tesis bajo el título de “**Estudio de la producción y calidad de maíces criollos del Centro de Chiapas**” presentada y aprobada en el año 2023 como requisito para obtener el título o grado de **Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical**, autorizo la Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH), a que realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos para que contribuya a la divulgación del conocimiento científico, tecnológico y de innovación que se produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI- UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 23 días del mes de Junio del año 2023.

\_\_\_\_\_  
Mónica Ramírez Montoya



# CONACYT

*Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*

Esta tesis titulada “**ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MAÍCES CRIOLLOS DEL CENTRO DE CHIAPAS**” fue realizada por la **ING. MÓNICA RAMÍREZ MONTOYA**, con el apoyo y financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL**.

## DEDICATORIA

A Dios por tantas bendiciones para mí y mi familia, por darme la fortaleza para nunca desistir para lograr cada una de mis metas.

A mi madre la **Sra. Adi Montoya Meza**, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, de quien recibo apoyo y amor incondicional día tras día, quien es mi fuente de inspiración para seguir superándome.

A mi esposo **Sergio Cruz García**, mi compañero de vida, quien siempre ha estado a mi lado motivándome para seguir superándome, de quien recibo comprensión, apoyo y amor.

A mis hijos **Edgar** y **Héctor**, posiblemente no entiendan mis palabras, pero cuando sean capaz, quiero que se den cuenta de lo que significan para mí, son mi fuente de inspiración y motivación.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento económico otorgado para realizar y culminar los estudios de Maestría.

A la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) por aceptarme dentro de su programa de Maestría, en especial a la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V.

A los productores y familia de las comunidades visitadas de la región Centro de Chiapas, por brindarme el apoyo para realizar la investigación de campo y poder culminar la Maestría.

Al Campo Experimental Centro de Chiapas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); por el apoyo durante la realización del experimento.

A la Dra. María de Lourdes Zaragoza Martínez, por su valiosa aportación en la realización de este proyecto de investigación, por su enseñanza en el aula, orientación y puntual revisión para la culminación de la tesis.

Al Dr. Bulmaro de Jesús Coutiño Estrada, no solo por el apoyo brindado en la realización de esta investigación, sino también en el aula, por su enseñanza para mi formación como profesionista, pero sobre todo por su valioso conocimiento para la culminación de la tesis.

Al Dr. Francisco Cruz Chávez, por su enseñanza en el aula y puntual revisión del proyecto de investigación para la culminación de la tesis.

A la Dra. Griselda Vázquez Carrillo, por el apoyo, orientación y puntual revisión en cada proceso del proyecto de investigación para la culminación de la tesis.

Al Dr. Humberto León Velasco, por la orientación y puntual revisión para la culminación de esta investigación.

# CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivo general .....	3
1.2 Objetivos específicos.....	4
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Orígenes del maíz criollo en México.....	5
2.2 Historia de la evolución del sistema de producción del maíz mexicano .....	7
2.2.1 La importancia del maíz criollo.....	9
2.3 Importancia del maíz en Chiapas .....	10
2.3.1 Características agronómicas de las variedades de maíz.....	12
2.3.2 Rendimiento, calidad de grano y tortilla de maíces criollos.....	12
2.4 Calidad del grano de maíz.....	13
2.4.1 Socioeconomía de la zona de la colecta de los maíces criollos.....	14
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
3.1 Fase I. Colecta de semilla de las variedades criollas en la región Centro de Chiapas .....	16
3.1.1 Consulta de la base de datos del Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP.....	16
3.1.2 Material recolectado en campo .....	16
3.1.3 Caracteres de las colectas.....	19
3.2 Fase II. Evaluación agronómica de las variedades criollas colectadas .....	19
3.2.1 Diseño experimental .....	19

3.2.2 Preparación de terreno y siembra .....	20
3.2.3 Fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas .....	21
3.2.4 Caracteres medidos en etapa de desarrollo .....	21
3.2.5 Cosecha de los maíces criollos .....	22
3.2.6 Caracteres medidos en mazorcas .....	22
3.2.7 Análisis estadísticos .....	23
3.3 Fase III. Entrevista a las esposas de los productores.....	23
3.3.1 Recolección de datos .....	23
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
4.1 Colecta de semilla de las variedades criollas en la región Centro de Chiapas..	25
4.2 Evaluación agronómica de las variedades criollas colectadas .....	28
4.2.1 Caracteres de planta de las variedades criollas.....	28
4.2.2 Caracteres de mazorca y rendimiento de grano .....	32
4.3 Opinión y preferencias de las entrevistas en el uso del maíz criollo.....	36
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>44</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales municipios del Centro de Chiapas productores de maíz.....	10
Cuadro 2. Colecta de maíces criollos en las localidades y municipios de los DDR Tuxtla y Villaflores Chiapas.....	26
Cuadro 3. Cuadrados medios y significancias estadísticas para diversas variables.	29
Cuadro 4. Comparación de medias de los caracteres medidos en planta.....	29
Cuadro 5. Cuadrados medios y significancias estadísticas de caracteres de mazorca	32
Cuadro 6. Comparación de medias de los caracteres de mazorca.....	33
Cuadro 7. Preferencias de color de grano de maíz para tortillas.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los centros de origen-domesticación y los centros de diversificación primaria del maíz en México .....	6
Figura 2. Razas nativas de maíz criollo en México .....	7
Figura 3. Zona de colectas de maíces criollos .....	17
Figura 4. Ubicación de los municipios y las localidades por Distrito de Desarrollo Rural (DDR).....	17
Figura 5. Colectas de mazorcas y semillas de maíz de variedades criollas en El Parral, El Gavilán y Palenque de Los Pinos. ....	18
Figura 6. Diseño experimental, látice triple rectangular 5 x 8 para el experimento de 40 variedades criollas .....	20
Figura 7. Preparación de terreno: a) medición de terreno, b) trazado de los bloques.....	20
Figura 8. Siembra de las variedades nativas: a) semillas en bolsa, b) trazados de puntos de siembra c) distribución de semillas en los puntos de siembra .....	20
Figura 9. Determinación de azúcares en elotes .....	21
Figura 10. Aspectos de la cosecha de las 40 variedades criollas .....	22
Figura 11. Entrevista a profundidad a las jefas de familia: a) Sra. Zaira P. del ejido Pacú, Suchiapa; b) Sra. Juliana P. del ejido El Gavilán, Ocozocoautla; c) María L. del ejido Ocuilapa, Ocozocoautla.....	24
Figura 12. Colecta de las variedades criollas: a) Tuxpeño Jumbo - productor Ausencio Pérez, b) Olotillo Amarillo, c) Napalú Amarillo.....	25
Figura 13. Número de variedades criollas de productores por municipio.....	37
Figura 14. Participación femenina en el cultivo de maíz criollo. ....	38
Figura 15. Preferencias femeninas por el maíz que cosechan.....	39
Figura 16. Animales que se alimentan con el maíz que cosechan.....	40
Figura 17. Mujeres en la colaboración de la selección de semilla de maíz. ....	41

## RESUMEN

La región fisiográfica del Centro de Chiapas es una de las principales productoras de maíz criollo, se caracteriza por su importante actividad agrícola, y en especial por su alta producción de maíz. Se carece de información actualizada respecto a la situación genética y productiva de los maíces criollos propiedad de los agricultores del Centro de Chiapas, por tal motivo, esta investigación se realizó con la finalidad de resguardar el material genético de las variedades criollas cultivadas, así como para identificar el uso tradicional de estos maíces criollos, el objetivo de la presente investigación fue conocer las características de interés agronómico de variedades criollas en diferentes municipios de la región Centro de Chiapas. Esta investigación se desarrolló en tres fases: en la fase I, se realizaron colectas de semilla de maíz de 40 variedades criollas en comunidades de los municipios: de Cintalapa, Ocozocoautla, Suchiapa, Villaflores y El Parral; se identificó cada una de las colectas y se registraron los caracteres de mazorca; en la fase II, se llevó a cabo la evaluación agronómica de las 40 variedades criollas colectadas, en el campo experimental Centro de Chiapas del INIFAP, se estableció el experimento en el ciclo agrícola de temporal (Primavera- Verano), las variedades se sortearon en un diseño experimental látice triple rectangular 5x8, la unidad experimental consistió de dos surcos de 5 m de longitud, a una separación entre surcos de 0.75 m y 25 cm de distancia entre plantas; se registraron variables de altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina y femenina, contenido de azúcares en elotes, caracteres de grano, rendimiento de grano; en la fase III, se realizó entrevista a profundidad a las esposas de los productores para conocer el proceso artesanal de la nixtamalización de las variedades que sobresalieron agronómicamente. Se identificaron las razas: Olotillo, Tuxpeño, Zapalote Chico y Elotero de Sinaloa, también se encontraron los siguientes colores de grano: blanco, amarillo, crema y morado; fueron significativamente diferentes en cuanto a raza y color, existieron diferencias significativas entre las 40 variedades, el mayor rendimiento de grano obtenido fue de 4780 t ha<sup>-1</sup> el cual correspondió a la variedad nativa de maíz Tuxpeño blanco del ejido Pacú, municipio de Suchiapa, esto indica que existe una amplia diversidad fenotípica entre las variedades criollas de maíz. Para finalizar, se identificó que existen diferencias en el proceso de nixtamalización para la preparación de la masa y la tortilla, esto depende de la preferencia y el destino en la elaboración de tortillas y alimentos a partir del grano de maíz.

**Palabras clave:** maíz criollo, rendimiento en grano, diversidad, nixtamalización.

## ABSTRACT

The physiographic region of Central Chiapas is one of the main producers of Creole corn, characterized by its important agricultural activity, and especially by its high corn production. There is a lack of updated information regarding the genetic and productive situation of landraces owned by farmers in the Center of Chiapas, for this reason, this research was carried out in order to safeguard the genetic material of cultivated landraces, as well as to identify the traditional use of these Creole maize, the objective of this research was to know the characteristics of agronomic interest of Creole varieties in different municipalities of the Central region of Chiapas. This research was carried out in three phases: in phase I, seed collections of 40 Creole varieties were carried out in communities of the municipalities: Cintalapa, Ocozocoautla, Suchiapa, Villaflora and the Parral; each of the collections was identified and the ear characters were recorded; In phase II, the agronomic evaluation of the 40 native varieties collected was carried out, in the INIFAP Chiapas Center experimental field, the experiment was established in the seasonal agricultural cycle (Spring-Summer), the varieties were ruffled in a 5x8 rectangular triple lattice experimental design, the experimental unit consisted of two rows of 5 m in length, at a separation between rows of 0.75 m and 25 cm of distance between plants; Variables of plant height, ear height, days to male and female flowering, sugar content in corn, grain characters, grain yield were recorded; In phase III, an in-depth interview was conducted with the wives of the producers to learn about the artisanal process of nixtamalization of the varieties that stood out agronomically. The races were identified: Olotillo, Tuxpeño, Zapalote Chico and Elotero de Sinaloa, the following grain colors were also found: white, yellow, cream and purple; they were significantly different in terms of race and color, there were significant differences between the 40 varieties, the highest grain yield obtained was 4780 t ha<sup>-1</sup>, which corresponded to the native variety of white Tuxpeño corn from the Pacú ejido, municipality of Suchiapa, this indicates that there is a wide phenotypic diversity among landraces of maize. Finally, it was identified that there are differences in the nixtamalization process for the elaboration of the dough and the tortilla, this depends on the preference and destination in the elaboration of tortillas and food, from the corn grain.

**Keywords:** Creole corn, grain yield, diversity, nixtamalization.

# 1. INTRODUCCIÓN

En México, hablar del maíz criollo es referirse al patrimonio biocultural, porque influyen varios componentes, como: el aspecto social, la tradición, religión y las costumbres culinarias; dado que es el alimento principal en la dieta del pueblo mexicano, ha sido el sustento de millones de familias por miles de años. La trascendencia de este tipo de maíz está en que contribuye a la alimentación, así como la producción de forraje y materia prima para la industria.

Las variedades de maíz criollo se conservan *in situ* en los campos de los productores y *ex situ* en un espacio protegido, como lo es un banco de germoplasma o un banco comunitario de semillas, regularmente es la actividad que realiza un productor; sin embargo, existe el riesgo de la pérdida de las variedades criollas en los campos de los productores, por lo que es importante hacer hincapié en la importancia de la conservación *ex situ*. Los caracteres particulares de las variedades criollas pueden incorporarse a nuevas variedades para enfrentar algunos de los desafíos más urgentes de la agricultura, como lo es el cambio climático, las plagas, enfermedades y la desnutrición de los consumidores (Cowan, 2019).

Existen numerosas variedades de maíz (*Zea mays* L.), que se utilizan para elaborar, además de la tortilla, una enorme cantidad de preparaciones alimenticias tradicionales que han persistido desde la época prehispánica, lo que hace del maíz uno de los elementos fundamentales de la cocina nacional. Estos maíces siguen siendo los elegidos por miles de familias rurales mexicanas, para sustento.

En 2020, Chiapas registró 114,679 ha cultivadas de maíz, con un volumen de producción de 201,287 toneladas, y un rendimiento promedio de 1755 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2020).

La producción de maíz en Chiapas es importante puesto que actualmente ocupa el sexto lugar a nivel nacional (SIAP, 2020). Las regiones fisiográficas principales de mayor producción de maíz criollo son del Centro de Chiapas, que se caracterizan por su importante actividad agrícola, y en especial por su alta producción de maíz.

## **Problema de investigación**

Los maíces criollos en México presentan una serie de problemáticas, como la falta de mercado diferenciado, lo que deriva en una escasa organización de los productores para comercializar en bloque con mayor volumen y abastecimiento, no existen mercados certificados por tipo de maíz, que aseguren su origen al consumidor mediante la trazabilidad y el etiquetado. La falta de apoyos financieros a la producción, la comercialización, el aumento de rentabilidad y la competitividad de los maíces criollos no son suficientes para generar una cadena de producción. No se tiene un valor económico para los apoyos a maíces de colores que pueden ser utilizados para generar valor agregado, en la producción de masa nixtamalizada, así como para la

producción artesanal de tortillas y productos culinarios de calidad. Por tanto, existe la preocupación por la extinción de las variedades de maíz criollo, por lo que es necesario identificar aquellos mercados que estén dispuestos a pagar por esa conservación.

El fenómeno de la migración ha frenado la transmisión del conocimiento de padres a hijos de estas actividades agrícolas, lo cual pone en peligro su práctica. Son saberes que se aprenden con la conservación y experimentación del trabajo arduo que se hereda por generaciones y que después queda en manos de los jóvenes para seguir innovando y experimentando por medio de la práctica. Aunado al cambio climático que también presenta amenaza a esta actividad milenaria, ligada a la riqueza biocultural del país como son: los huracanes, las tormentas, las sequías prolongas y las lluvias intensas, que afectan la producción. En la actualidad existen programas de apoyos directos al campo, hacia el monocultivo, es decir, a la producción de una sola especie y variedad, con el fin de tratar de satisfacer las necesidades de la población.

En cuanto al cultivo de maíz transgénico, es un tema complejo en el que intervienen varios grupos a su vez divididos, por lo que se requiere una colaboración y revisión, así como de estudios a profundidad y largo plazo. Por otra parte, lo que ocurre con relación al maíz criollo y a muchos otros cereales domesticados en México a lo largo de la historia de los pueblos indígenas y campesinos, es que este tipo de grano genéticamente modificado los desplaza, es decir, el maíz criollo se va perdiendo porque estas nuevas variedades mejoradas se posicionan y desplazan a los maíces criollos. Asimismo, se habla de una misma especie cultivada de una forma intensiva que normalmente requiere de productos tóxicos que dañan el ambiente y cuerpo humano, entre ellos están los pesticidas, abonos y fertilizantes químicos; en cambio, el maíz criollo puede asociarse con otros cultivos como el frijol, la calabaza jitomate y chile, acompañados de especies silvestres o toleradas que crecen de manera silvestre, como los quelites.

La producción de los híbridos ha tenido un fuerte impacto, sobre todo en el Norte de México, mientras que en el Sur el maíz criollo se conserva en superficies de menor escala como sucede en el estado de Chiapas, en las regiones campesinas e indígenas, en ejidos y propiedades colectivas, donde la gente tiene pequeñas áreas que oscilan entre una o dos hectáreas para sembrar.

### **Justificación**

Los cereales entre ellas el maíz que han sido desarrollados a través de los procesos de domesticación de larga duración son importantes pues se complementan y benefician con las características físicas de cada región y están íntimamente ligados con la cultura, las tradiciones gastronómicas, las preferencias de sabores, los colores y las formas de los maíces que requieren las poblaciones para diferentes propósitos y temporalidades. Esto ocurre principalmente en las regiones fisiográficas de Chiapas.

Hablar de maíz, de variedades criollas o incluso de la milpa en sí, es un sistema que cumple con los requisitos nutricionales necesarios para la población, pero actualmente con el consumo de productos industrializados o procesados, se ven problemas en la salud de niños, adultos y personas de la tercera edad, tales como obesidad y diabetes. El maíz criollo es un tema central y fundamental, que forma parte de la historia de México, y principalmente en los pueblos originarios en donde su entorno se maneja de manera sustentable, en donde el maíz se integra a los mitos, la cultura, las costumbres y las tradiciones regionales en el estado de Chiapas (Boege, 2009).

En México, el maíz es el principal alimento en las familias mexicanas y forma parte de la memoria histórica de los mexicanos, también está ligada a los territorios en cuanto a la riqueza biocultural. Por ello, es México el país de domesticación de variedades de maíz y en donde se ha encontrado su origen que es el teocintle. Por otro lado, desde hace mucho tiempo, ya no se exporta el maíz criollo, se ha dejado de ser autosuficiente en términos de producción y se importa de otros países, sobre todo de Estados Unidos, donde se maneja un producto estandarizado. De ahí la importancia de fortalecer estos sistemas de producción en todos sus distintos aspectos que tienen que ver con lo agroalimentario y la agrobiodiversidad (Perales *et al.*, 2008).

Por lo antes mencionado, es importante efectuar investigaciones científicas que aporten a la caracterización de los maíces criollos y destacar su valor nutricional, en su diversidad de razas, variedades y colores, pues no sólo aportan calorías y proteína de alta calidad, si no también aminoácidos esenciales, antocianinas y otros compuestos antioxidantes que se han asociado a la prevención de diversas enfermedades crónicas y degenerativas. Por lo anterior, esta investigación se centra en estudiar a los maíces criollos de la región central de Chiapas, y que aún conservan sus tradiciones en torno al consumo y la preparación de alimentos.

Actualmente se carece de información relevante de maíces criollos que son propiedad de los agricultores del Centro de Chiapas, por tal motivo, esta investigación se realizó con la finalidad de resguardar el material genético de las variedades criollas cultivadas, así como para identificar el uso tradicional de estos maíces criollos. También, como respuesta a la demanda social y el interés colectivo, para identificar y destacar la existencia de sus recursos patrimoniales estratégicos, en particular de sus maíces criollos. Su pertinencia destaca la existencia de una agricultura que valora la utilización de sus recursos genéticos locales, como base para su alimentación e instrumento frente a los problemas de desabasto y pobreza rural.

## **1.1 Objetivo general**

Conocer las características de interés agronómico de variedades criollas de maíz de diferentes municipios del Centro del estado de Chiapas

## **1.2 Objetivos específicos**

- a) Colectar semillas de variedades criollas cultivadas por productores de los municipios de Cintalapa, Ocozocoautla, Villaflores, Suchiapa y El Parral.
- b) Describir el fenotipo de planta y mazorca de las variedades criollas.
- c) Conocer su capacidad de producción de grano.
- d) Conocer el proceso artesanal campesino de la nixtamalización de las variedades criollas que resulten sobresalientes agrónomicamente.

### **Hipótesis**

- H1:** existen productores en la región de estudio que aún cultivan variedades criollas.
- H2:** existen diferencias fenotípicas de planta y mazorca de las variedades cultivadas.
- H3:** existen variedades criollas que producen más grano que otras variedades.
- H4:** existe variabilidad en el proceso de nixtamalización que utilizan las amas de casa para la elaboración de la masa y la tortilla.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Orígenes del maíz criollo en México

México es considerado centro de origen del maíz criollo, ha sido usado durante casi 100 años como un modelo para estudiar los procesos genéticos fundamentales y sobre el proceso de domesticación. Los estudios en maíz han mostrado en general que la variación de los parientes silvestres, como el teocintle (*Zea spp.*) y especies del género *Tripsacum*, han tenido una gran influencia en el incremento de la variabilidad y la formación de las principales razas de maíz en México (Piñero *et al.*, 2008). Varios investigadores han concluido que el teocintle es un germoplasma valioso para el mejoramiento del maíz, ofreciendo cierta resistencia a aspectos como las enfermedades y otros factores adversos (Sánchez, 2011).

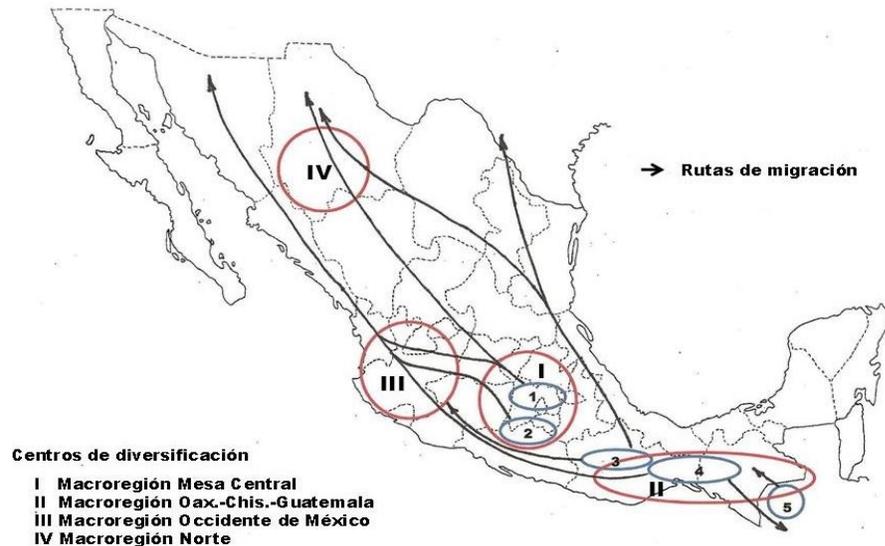
Adicionalmente, se ha comprobado que el germoplasma de teocintle puede ser transferido al maíz y persiste en las generaciones avanzadas de retrocruzamiento. En México se reconocen cuatro taxa silvestres del género *Zea*, dos anuales que son *Z. mays* subsp. Mexicana (Schrad.) H.H. Iltis, el cual comprende cuatro razas: Nobogame, Durango, Mesa Central y Balsas; y *Z. mays* subsp. parviglumis H.H. Iltis & Doebley, que comprende la raza Balsas con cuatro grandes poblaciones: Teloapan, Mazatlán, Huetamo y Jalisco (Sánchez, 2011).

México es un importante centro de domesticación y diversificación de numerosos cultivos, algunos de ellos de gran importancia global. Se ha estimado que existen más de 200 especies de plantas económicamente importantes que fueron total o parcialmente domesticadas por los agricultores prehispánicos, cuyas prácticas tradicionales continúan en la actualidad, lo que convierte a México, en su parte mesoamericana, en uno de los principales centros de domesticación de plantas a nivel mundial. Más de 15 % de las especies que se consumen como alimento en el mundo tienen su origen en nuestro país (Sarukhán *et al.*, 2017; Casas *et al.*, 2017).

Con base en los resultados de un amplio estudio de la morfología de los cromosomas paquiténicos (especialmente la constitución de nudos cromosómicos) de los maíces y teocintles de América, de acuerdo con Kato (2005), se desarrolló una teoría que propone que el maíz fue originado y domesticado en varias regiones entre México y Guatemala (Mesoamérica). Lo anterior, se refiere a que este cultivo tuvo un inicio multicéntrico habiéndose determinado cinco puntos de domesticación (los cuales se detallan a continuación) (Figura 1), con base en patrones de distribución muy particulares de algunos nudos específicos localizados en varios cromosomas:

- 1) Mesa Central de México, que dio origen al maíz primigenio que se le ha dado el nombre de Complejo Mesa Central;
- 2) Región de Altitud media en los estados de Morelos, México, Guerrero y sus

- alrededores, que desarrolló el Complejo Pepitilla;
- 3) El territorio entre los estados de Oaxaca y Chiapas, del cual resultó el germoplasma denominado Complejo Zapalote;
  - 4) Región independiente de Oaxaca que originó el Complejo Tuxpeño;
  - 5) La región alta de Guatemala, del cual surgió el germoplasma que se denominó Complejo Altos de Guatemala



Fuente: Kato, 2005

Figura 1. Localización de los centros de origen-domesticación y los centros de diversificación primaria del maíz en México.

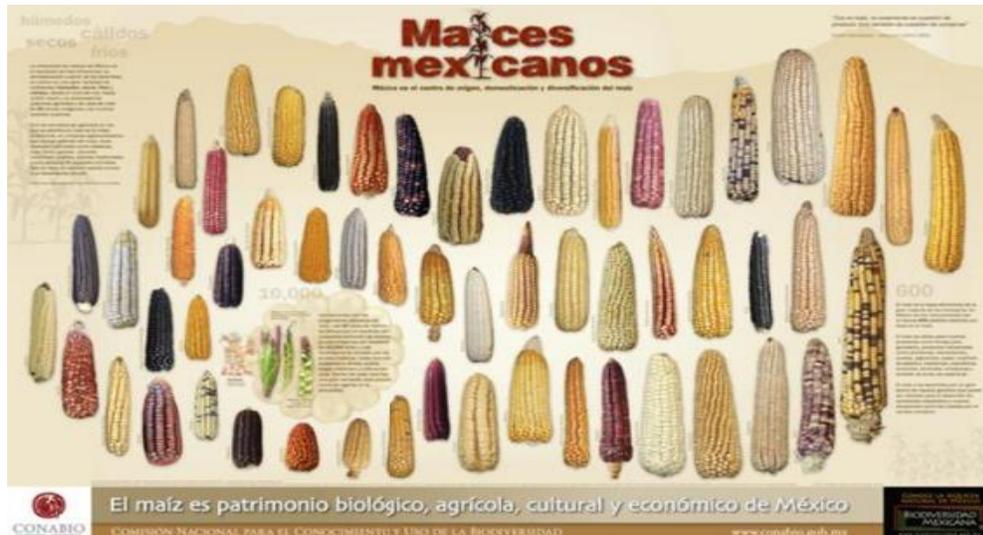
Por otro lado Yang *et al.* (2019), para conocer la arquitectura genética de la domesticación del maíz desde una perspectiva de genética cuantitativa, evaluaron las correlaciones entre parientes (una población de teocintle y otra de maíz nativo, ambas del Estado de México) de un grupo de 18 caracteres de domesticación en una muestra de plantas de teocintle con genealogía conocida, derivadas de 49 progenitores fundadores seleccionados que sirvieron como representantes de la población original de maíz, observando fuerte divergencia en la arquitectura genética subyacente incluyendo cambios en las correlaciones genéticas entre caracteres.

A pesar de las divergencias, la intensidad de selección fue baja para todos los caracteres, indicando que la selección en domesticación pudo ser incluso más débil que la selección natural.

El cultivo de maíz criollo en México se realiza en una amplia gama de altitudes y variaciones climáticas, se siembra en zonas tórridas con escasa precipitación, en regiones templadas, en las faldas de las altas montañas, en ambientes muy cálidos y húmedos, en escaso suelo, a esta gran diversidad de ambientes, los agricultores,

indígenas o mestizos, mediante su conocimiento y habilidad, han logrado adaptar y mantener una extensa diversidad de maíces criollos (Muñoz, 2003).

A continuación, se presenta la diversidad de razas de maíz criollo en todo el país (Figura 2).



Fuente: CONABIO, 2013

Figura 2. Razas nativas de maíz criollo en México.

## 2.2 Historia de la evolución del sistema de producción del maíz mexicano

El sistema de producción de maíz ha mostrado cambios a lo largo del tiempo, sin embargo, en general, no hubo grandes cambios tecnológicos en los sistemas de producción de maíz en el primer siglo del México independiente, durante el cual continuó la tendencia a restar tierras a su producción, en favor de nuevos productos comerciales, como el henequén y el hule en el sureste, el inicio del cultivo del algodón en la Comarca Lagunera o los cañaverales o cafetales en partes cálidas. Las comunidades indígenas sufrieron despojos adicionales de sus tierras y sólo sobrevivieron como tales las que se encontraban en áreas aisladas de producción marginal (Aguilar *et al.* 2003).

Según Kato *et al.* (2009), en la época de la Revolución de 1910 y a partir del año 1930, los campesinos obtuvieron la mitad de la tierra laborable, a la que en general regresó la milpa. A partir de la década de 1940, la agricultura quedó claramente al servicio del proyecto de urbanización e industrialización del país. Se intensificó por ello el monocultivo en zonas de riego, para abastecer de maíz barato a las ciudades. En muchas áreas se abandonó la milpa para establecer cultivos destinados a los mercados nacionales e internacionales. En las zonas tropicales se intensificó la

ganadería, que devastó miles de hectáreas de selva sustraídas a la milpa en todo el sureste.

A mediados del Siglo XX, surgió un gran movimiento de cambio tecnológico conocido posteriormente como Revolución Verde, que consistió en la introducción de variedades mejoradas susceptibles de cultivarse en forma mecanizada y rendir más que los maíces criollos tradicionales, con base en el uso de agroquímicos. La utilización del maíz híbrido revolucionó la producción de ese grano en Estados Unidos desde la década de 1930. La introducción a México no logró al principio los mismos resultados. Con apoyo de la Fundación Rockefeller se inició la investigación en maíz en los años 40's por la Oficina de Campos Experimentales de la Secretaría de Agricultura, (hoy INIFAP<sup>1</sup>) que daría lugar a la Revolución Verde. La Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura, responsable de ese programa, sólo empezó a distribuir materiales híbridos en 1948. El mejoramiento del maíz en la época de la Revolución Verde estuvo acompañado por una serie de medidas y programas, como: el mejoramiento genético de los maíces criollos, la producción oficial de semillas mejoradas, a través de la Comisión Nacional de Maíz (después se convirtió en Productora Nacional de Semillas); el establecimiento y desarrollo del Servicio de Extensión Agrícola; el otorgamiento de créditos blandos gubernamentales de corto y mediano plazo a la producción de maíz con los nuevos paquetes tecnológicos; la producción nacional de fertilizantes; el sistema de acopio CEIMSA-ANDSA-CONASUPO con sus precios de garantía, el control a las importaciones de maíz, etcétera. A fines de 1960 se instaló en México la sede del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), que fue el bastión para la experimentación en el mejoramiento de semillas asociado con técnicas de alto uso de insumos (Schwedel, 1992).

Inicialmente, estas técnicas se orientaron a los cultivos de riego para obtener altos rendimientos. El maíz se empezó a sembrar como cultivo intensivo con riego, sobre todo en Tamaulipas, El Bajío (Michoacán, Querétaro y Guanajuato) y los valles irrigados de Sonora, Sinaloa y Guerrero, o en temporal favorable en Jalisco y Veracruz. Pero algunas de esas prácticas, junto con los apoyos oficiales otorgados, se extendieron, principalmente a partir de la década de 1960, también a la milpa en tierras de temporal (Schwedel, 1992).

El resultado inmediato fue un aumento notable de los rendimientos, pero con el tiempo empezaron a menguar. De acuerdo con las cifras oficiales, los rendimientos promedio de grano fueron mayores en riego ( $3.2 \text{ t ha}^{-1}$ ) que en tierras de temporal ( $1.63 \text{ t ha}^{-1}$ ), pero se quedaron muy por debajo de su potencial. En Estados Unidos, se logran  $15 \text{ t ha}^{-1}$  o más. La tendencia a la intensificación de todos los sistemas maiceros, incluso el temporal y de los agricultores más remotos, contribuyó inicialmente a incrementar la producción, pero pronto condujo al deterioro de los recursos naturales, particularmente

---

<sup>1</sup> Comunicación personal del Dr. Bulmaro Coutiño Estrada, Investigador de Maíz del INIFAP.

en las zonas agrícolas más intensivas. Las políticas instrumentadas para desalentar la rotación, los descansos cortos y la asociación de cultivos contribuyeron al agotamiento progresivo de los suelos. Durante la revolución verde se privilegió el incremento de fertilidad mediante la aplicación de químicos que a corto plazo aumentaron los rendimientos, en detrimento de otras prácticas. A largo plazo la productividad empezó a disminuir por erosión, pérdida de fertilidad, particularmente en algunas zonas, como es el caso del estado de Guanajuato y el noroeste de México. El uso intensivo de la maquinaria generó la compactación de suelos, reduciendo las oportunidades de la planta desde el desarrollo de su raíz. Los suelos resultaron doblemente afectados por la mecanización; además de la compactación, surgió la necesidad de eliminar la vegetación que estorbaba para las labores mecanizadas, incrementando la erosión (Bartra, 2003).

El uso intensivo de agroquímicos redujo al mínimo las condiciones de vida de los diversos organismos y microorganismos que habitan en el suelo. Con el tiempo, el resultado en muchas regiones con suelos desestructurados, inertes, agotados, contaminados fueron incapaces de sostener los rendimientos de los cultivos. Una parte considerable del aumento de la superficie de riego se hizo con base en bombeo de mantos freáticos, muchas veces fósiles, lo cual, aunado al mal manejo de riego, provocó el ensalitramiento de amplias superficies de las mejores tierras (Bartra, 2003).

### **2.2.1 La importancia del maíz criollo**

El maíz representa un símbolo nacional del pueblo mexicano por su valor social y productivo, además de que representa una entidad de especies para diversidad, FAO (2020), menciona que, en el año 2018, México logró quinto lugar a nivel mundial con aproximadamente 27'169,977 t de grano. De acuerdo con López-Torres *et al.* (2016), la producción de maíz se destina principalmente a la industria para la elaboración de tortillas, harinas, alimentos derivados y otros productos industrializados. En las regiones de México existe fuerte cultura y tradiciones en la elaboración de los alimentos, religión y práctica de uso de las plantas medicinales (Vázquez *et al.*, 2003), por otro lado, esta situación depende de una selección de maíces por el gusto del productor constante que se ha desarrollado de generación en generación para aprovechar la flexibilidad de uso que se ve reflejado en las variedades de los maíces nativos (Bellon y Hellin, 2011).

Perales y Hernández-Casillas (2005) reportaron que existen aproximadamente 60 razas de maíces en todo el territorio de México. Esto indica que en el país se encuentra una alta diversidad de maíces, por las condiciones agroclimáticas que se presentan en el territorio mexicano y por su proceso sociocultural hacia el maíz (Mastretta-Yanes *et al.*, 2019; Sangerman-Jarquín *et al.*, 2018). Sin embargo, Serratos (2012) menciona que existen 484 grupos raciales reportados en Latinoamérica, en México se hallan de 59 a 61; además, es considerado el centro de origen del maíz, lugar donde se encuentra una gran diversidad, la cual se atribuye a su geografía y cultura. Los

antiguos agricultores seleccionaban el mejor maíz para sus ambientes y usos específicos y, como resultado, se generaron distintos maíces (Leyva, 2009). En la actualidad, lo que se observa en México es una variación continua en la diversidad de maíz, sobre todo en sus caracteres cuantitativos como dimensión de la mazorca, del grano y rasgos por el estilo. La mayoría de las poblaciones representan combinaciones de razas (Sánchez, 2011).

El maíz fue domesticado en México hace 8 o 10 mil años. En la región mesoamericana llegaron a existir miles de variedades. El modelo de agricultura industrial de la Revolución Verde implicó la pérdida de una buena parte de esta diversidad, se calcula que de las variedades que se conocían en 1930 hoy queda un 20 % (Massieu y Lechuga, 2002). Éste se basaba principalmente en la producción a través del monocultivo, es decir una hectárea de tierra destinada únicamente a un solo tipo de cultivo, en donde se utilizó con mayor implicación fertilizantes y plaguicidas, así como la aplicación de grandes cantidades de agua (Iáñez, 2007; Romero, 2012).

### 2.3 Importancia del maíz en Chiapas

El SIAP (2020) menciona que Chiapas ocupa el octavo lugar a nivel nacional en la producción de maíz, con una producción de 1'257,883.35 t al año, siendo superado por los estados de Sinaloa, Jalisco, Michoacán, México, Guanajuato, Guerrero y Veracruz. La zona que más produce maíz y la más grande del estado es la zona Centro incluyendo 22 municipios, y forma parte de las regiones fisiográficas de la Depresión Central y de las Montañas del Norte, en el Cuadro 1 se presentan los municipios principales productores de maíz.

Cuadro 1. Principales municipios del Centro de Chiapas productores de maíz.

<b>Distrito de Desarrollo Rural</b>	<b>Municipio</b>	<b>Superficie Cultivada (ha)</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Rend t ha<sup>-1</sup></b>	<b>Valor (\$)</b>
Tuxtla Gutiérrez	Acala	9238	23,699	3.0	81,005
Tuxtla Gutiérrez	Cintalapa	5804	13,275	2.6	44,847
Tuxtla Gutiérrez	Chiapa de Corzo	13,937	33,769	2.9	116,232
Tuxtla Gutiérrez	Jiquipilas	7584	16,241	2.5	54,056
Tuxtla Gutiérrez	Ocozocoautla	17,633	48,748	3.2	164,823
Tuxtla Gutiérrez	Suchiapa	5817	13,668	2.7	45,448
Tuxtla Gutiérrez	V. Carranza	17,399	43,961	2.8	145,475
Villaflores	Villaflores *	23,057	80,950	3.5	295,929
	<b>TOTAL</b>	<b>100,472</b>	<b>274,314</b>	<b>23.4</b>	<b>947,817</b>

Fuente: SIAP, 2019

La Depresión Central de Chiapas está constituida por 17 municipios, entre ellos, Cintalapa, Villaflores, Ocozocoautla y Jiquipilas, municipios donde los productores

siembran principalmente semillas híbridas de grano blanco para comercializar con la empresa GRUMA, quien acaparaba esta producción hasta 2016, año en que cerró las compras directas a los productores. En esta zona también se dedican a la ganadería, pues se destinaba la producción de grano de maíz que la empresa GRUMA les rechazaba por no pasar las normas de calidad que establecía. Muchos productores han cambiado la siembra de maíz blanco por el de grano amarillo para consumo pecuario y autoconsumo, pero están optando por sembrar variedades nativas o variedades de generaciones avanzadas, porque las semillas de híbridos amarillos que ofertan las empresas transnacionales no han dado los rendimientos que prometen, aparte que tienen un costo elevado, el cual está fuera del alcance del bolsillo del productor (Rincón, 2021).

Coutiño *et al.* (2013) reportan que en el estado de Chiapas se cultivan 18 razas de maíces criollos o nativos: Olotillo, Olotón, Tabloncillo, Tehua, Tepecintle, Tuxpeño, Vandeño, Zapalote Chico, Zapalote Grande, Comiteco, Chiquito, Complejo Cónico, Cubano Amarillo, Dzit-bacal, Elotero de Sinaloa, Motozinteco y Nal-tel. Las razas más frecuentes son: Tuxpeño, Olotón, Olotillo, Tehua y Comiteco, que se cultivan en diferentes regiones por su color de grano, además se cultivan en otros estados de la República Mexicana.

Por otra parte, el maíz es el principal alimento que las familias chiapanecas consumen cotidianamente, también es un alimento para animales de cría, mayoritariamente el maíz amarillo. Sin embargo, también se ocupa para la elaboración de productos que no son alimentarios, por mencionar algunos de ellos: biocombustibles, alcoholes industriales y farmacéuticos, además ha aumentado la comercialización de estos productos, la cual depende de la demanda del grano (Cuevas-Mejía, 2014).

De acuerdo con Coutiño *et al.* (2013), en Chiapas se cultivan muchas variedades de maíces criollos de grano amarillo. En el INIFAP se han formado algunas variedades mejoradas a partir del material genético nativo que se encuentra en el estado; se inició un proceso de mejoramiento genético de una población de grano amarillo, integrada por material genético de híbridos comerciales y de variedades nativas, lo anterior con el fin de formar una variedad con genes de adaptación en la región local y que a la vez sea de alto rendimiento, para su cultivo en la región tropical de Chiapas (Coutiño y Vázquez, 2018).

Algunos estudios realizados en Chiapas, por Brush y Perales (2007) y Guevara-Hernández *et al.* (2019), afirman que uno de los factores de mayor importancia es la parte social, que tiene un efecto significativo en las poblaciones en donde se cultivan los maíces criollos, prácticamente en todas las regiones del territorio del estado; por ello, existe una diversidad etnolingüística relacionada con la diversidad del manejo y uso sociocultural del maíz (Perales y Hernández-Casillas, 2005); por lo que es muy importante tomar en cuenta la parte social en las investigaciones y monitoreo de la diversidad y conservación actual del maíz (Mastretta-Yanes *et al.*, 2019).

### **2.3.1 Características agronómicas de las variedades de maíz**

Fernández-Suárez *et al.* (2013) afirman que en México se identifican 59 razas de maíces criollos; se siembra una superficie representada aproximadamente por 80 % de pequeños productores de zonas rurales, la producción de las variedades criollas es la base de su alimentación y que también representa una economía campesina (Franco *et al.*, 2015; Sierra *et al.*, 2016).

En la región mexicana se hallan razas de maíces que presentan una variación de pigmentación en el grano, con diferentes tonalidades de color café, negro, rojo y rosa pálido. Las variedades más numerosas o las que más se observan son morado y rojo (Sierra *et al.*, 2016), cuyo color se debe a los pigmentos denominados antocianinas que pueden encontrarse en el pericarpio, en la capa aleurona, o en ambas estructuras del grano. Por otro lado, Salinas *et al.* (2012) mencionan que las variedades moradas, tienen antocianinas que son ricas en antioxidantes, además son abundantes en hierro y zinc, en cambio en las variedades de color amarillo se observan los carotenoides, y que son los preferidos para la molienda húmeda y su posterior extracción de almidón y un mayor contenido de  $\beta$ -caroteno, éste es muy importante ya que ayuda al sistema inmunológico (Coutiño *et al.*, 2008).

Según Bonamico e Ibañez (2004), las variedades de maíces criollos son de mayor importancia por su caracterización fenotípica y preservación de las especies que se asocian a estas variedades, con respecto a las de desarrollo vegetativo, rendimiento en grano y mazorca. Mientras tanto, Navarro *et al.* (2012) mencionan que a través de los años los campesinos han seleccionado los granos de manera visual, dejando las más grandes, que a la vez dan origen a mazorcas largas y con mayor número de granos. Por eso, se ha logrado la supervivencia y adaptabilidad de granos nativos (Miranda-Colín, 2000).

### **2.3.2 Rendimiento, calidad de grano y tortilla de maíces criollos**

De acuerdo con Vázquez *et al.* (2012), la calidad del grano que se comercializa está determinada por sus propiedades tanto físicas como químicas. Por lo tanto, la industria harinera nixtamalizada, demanda granos de maíces con endospermo duro, con un índice de flotación <40 % y una humedad de nixtamal de 36-42 %; por otro lado, la industria que elabora tortillas con masa fresca, requiere maíces más suaves y con mayor porcentaje de pericarpio retenido en el nixtamal. Sin embargo, las dos industrias buscan granos con un peso hectolítrico mayor a 74 kg hL<sup>-1</sup> y que contengan pérdida de sólidos en nejayote menores de 5 %. Es importante mencionar que los maíces criollos tienen variabilidad fenotípica en cuanto a tamaño, forma, sabor, valor nutricional y color, que van desde amarillo, blanco, rojo, azul, negro, rosa y morado (González-Cortés *et al.*, 2016).

Por otro lado, Herrera-Sotero *et al.* (2017) mencionan que los maíces que contienen pigmentación son abundantes en compuestos fotoquímicos de gran relevancia en lo nutricional y funcional.

De acuerdo con la FAO (2016), el consumo de tortilla en el territorio mexicano es de aproximadamente de 94 %, destacando esto en las zonas comunitarias o rurales, con un consumo de 335 g al día *per capita*, esto equivale a 122 kg año<sup>-1</sup>. La tortilla tiene un 6.3 % de proteína, 46 % de hidratos de carbono, 0.85 % de grasas, 1.2 % de fibra y 1 % de minerales. Para que se pueda cubrir esta demanda en tortillas existe una amplia distribución en todo México, la industria de la tortilla produce en promedio 40,200 t de tortillas al día, esto representa 14.67 millones de toneladas de tortillas al año (SNIIM, 2020). Existe información sobre el maíz que se produce en masa y tortilla a nivel industrial o de manera artesanal para satisfacer la demanda y la calidad de este producto. En cambio, en la elaboración de tortillas con maíces pigmentados no se conoce el rendimiento del producto ni el proceso en comparación con el maíz blanco (Ramírez-Muñoz *et al.*, 2021).

## **2.4 Calidad del grano de maíz**

Arendt y Emanuele (2013) citan que el maíz contiene un 70-75 % de almidón, 8-10 % de proteína, 4-5 % de lípidos, 1-3 % de azúcares y 1-4 % de cenizas. Aquellos granos que son inmaduros tienen amplitudes mayores en azúcares y menores cantidades de almidón, proteína y lípidos, ya que éstos se obtienen en el proceso de la maduración; esto sucede a la alta diversidad genética que tiene esa especie, se ha registrado una vasta gama de 20 fenotipos de diferentes tamaños, formas y colores. Además, el maíz posee un grano de mayor tamaño en comparación con otros cereales, el peso de 100 semillas en promedio es de 30 g. Salinas *et al.* (2012) mencionan que la diferencia de color se debe principalmente a la pigmentación que se presenta en el pericarpio y en la capa de aleurona. Mientras que Arendt y Emanuele (2013) indican que las diferencias entre el tamaño y la forma se le atribuyen a la posición en la mazorca. Es decir, aquellos que se hallan en los extremos del olote son más redondeados, mientras que los ubicados en la parte central, presentan los laterales más achatados debido a la presión ejercida por el empaquetamiento de los granos en la hilera.

El maíz representa un papel muy importante en la producción de alimentos con algunas funciones particulares y nutracéuticas, esto es por la existencia de variedades que contienen un mayor compuesto en antioxidantes, algunas características propias de los componentes químicos de los granos y la variabilidad que existe en esta planta, es posible que las diferencias manifestadas entre los genotipos influyan en las propiedades nutricionales, funcionales y organolépticas de los alimentos derivados de esta especie. Además, la interacción que se presenta entre el genotipo y el ambiente, especialmente durante las etapas de llenado y maduración del grano, puede dañar su composición química (López-Martínez *et al.*, 2009).

Al ser material genético que se desarrolla en condiciones edafo-climáticas adversas, presenta mejor adaptación a ser cultivado (Sierra *et al.* 2016). Si bien las variedades mejoradas presentan alto rendimiento de grano por hectárea, se requiere alta inversión para lograr su máximo potencial productivo. Las variedades criollas tienen menor

rendimiento; sin embargo, los requerimientos para la producción son menores, principalmente por falta de agua, suelos pobres y poco fértiles y la inversión para insumos mínima (Salazar y Boschini, 2002; Franco *et al.*, 2015). Entre las razas de maíz existentes identificadas en el territorio mexicano, 23 de ellas presentan variante de grano pigmentado, con tonalidades que van desde el negro, café, rojo hasta rosa pálido, siendo las más abundantes las variedades de tonalidad morado y rojo (Sierra *et al.* 2016); esto se debe al contenido de fenoles presentes en el endospermo y pericarpio del grano. En variedades moradas, se observan las antocianinas, que proporcionan alta actividad antioxidante y mayor contenido de hierro y zinc; mientras que en las variedades amarillas se hallan los carotenoides (Salinas *et al.*, 2012).

## **2.4.1 Socioeconomía de la zona de la colecta de los maíces criollos**

### **2.4.1.1 Cintalapa de Figueroa**

Se realizó las colectas de maíces específicamente en los ejidos del municipio de Cintalapa que son: Villa Morelos con las coordenadas: latitud: 16.481111, longitud: 93.927778, Pomposo Castellanos coordenadas: latitud: 16.590000, longitud: 93.867778 y Abelardo L. Rodríguez con coordenadas: latitud: 16.668056, longitud: 93.800000.

Los climas predominantes en el municipio son cálido subhúmedo con lluvias de verano, con temperaturas mínimas de 12 a 15 °C y las temperaturas máximas promedio de 30 a 33 °C. La precipitación pluvial mínima en los meses de mayo a octubre es de 800 a 900 mm y la máxima de 1700 a 200 mm, para los meses de noviembre y abril la precipitación pluvial mínima es de 50 a 75 mm y la máxima de 100 a 125 mm.

### **2.4.1.2 Ocozocoautla de Espinosa**

El municipio de Ocozocoautla de Espinosa es de origen nahoa; viene de los vocablos okoshotl, ocozote (cierta planta textil) y kuautla, bosque; es decir "Bosque de los ocozotes" La ciudad de Ocozocoautla lleva el apellido de Espinosa, en honor al insigne revolucionario Luis Espinosa.

En este municipio se localiza el Campo Experimental Centro de Chiapas con las coordenadas 16° 78' 34.01" latitud Norte y 93° 40' 32.72" longitud Oeste, a una altitud de 781 m. El clima que predomina en esta zona es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 2004; INEGI, 2017).

Las comunidades en donde se realizó la colecta de maíces criollos fueron: el ejido El Gavilán que se ubica en las coordenadas: latitud: 16.8333 y longitud: 93.45 y el ejido Ocuilapa de Juárez se ubica con las coordenadas: latitud: 16.851944 y longitud: 93.4111118. Las temperaturas que predominan en el municipio varían, para los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio es de 18 a 21°C, en tanto que la temperatura máxima de 30 a 33°C; para los meses de noviembre a abril, la temperatura mínima de 12 a 15°C, mientras que las temperaturas máximas promedio de 27 a 30°C. La precipitación media es de 900 a 1000 mm (CEIEG, 2021).

### **2.4.1.3 Suchiapa**

Las colectas se realizaron en el ejido Pacú, éste se ubica en las coordenadas: latitud: 16.635833 y longitud: 93.134444, el clima existente es cálido subhúmedo con lluvias de verano, humedad media, cálido subhúmedo con lluvias de verano, menos húmedo, Semi-cálido subhúmedo con lluvias en verano y humedad media. Durante los meses de mayo a octubre, la temperatura promedio mínima va de 18 a 21°C, las temperaturas máximas promedio son de 30 a 33°C. Durante los meses de noviembre a abril, las temperaturas mínimas promedio son de 12 a 15, mientras que las temperaturas máximas promedio son de 27 a 30°C. La precipitación media es de 25 a 50 mm (CEIEG, 2021).

El municipio forma parte de la región fisiográfica Depresión Central. La altitud del relieve varía entre 500 y 1300 m (INEGI, 2020).

### **2.4.1.4 El Parral**

En el municipio de El Parral se realizaron las colectas en las coordenadas: latitud: 16.3686 y longitud: 93.0066, los climas existentes en el municipio son: Cálido subhúmedo con lluvias de verano, humedad media, Semicálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo, Semicálido subhúmedo con lluvias de verano y humedad media. En los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio son de 18 a 21 °C. En tanto que las temperaturas máximas promedio en este periodo son: de 27 a 30 °C (15.11 %), de 30 a 33 °C (66.93 %) y de 33 a 34.5 °C (17.97 %). Durante los meses de noviembre a abril, las temperaturas mínimas promedio son de 27 a 33 °C. La precipitación media es: de 1000 a 1200 mm (INEGI, 2021).

El municipio forma parte de las regiones fisiográficas Depresión Central y Sierra Madre de Chiapas. La altitud del relieve va de 500 hasta 1300 m (CEIEG, 2021).

### **2.4.1.6 Villaflores**

En el municipio de Villaflores se hicieron colectas en el ejido Melchor Ocampo, se ubica en las coordenadas: latitud: 16.375, longitud: 93.475, el ejido Palenque de Los Pinos se ubica en las coordenadas: latitud: 16.481944, longitud: 93.101389, los climas existentes en el municipio son: Cálido subhúmedo con lluvias de verano, humedad media, Cálido subhúmedo con lluvias de verano más húmedo, Semicálido húmedo con lluvias abundantes de verano, Semicálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo y Templado húmedo con lluvias abundantes de verano. En los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio son de 18 a 21 °C. En tanto que las máximas temperaturas promedio son de 33 a 34.5 °C. Durante los meses de noviembre a abril, las temperaturas mínimas promedio son de 12 a 15 °C, mientras que las máximas temperaturas promedio son de 27 a 30°C. La precipitación media anual es: de 1000 a 1200 mm (CEIEG, 2021).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación se llevó a cabo en tres fases, cada una con diferentes actividades y se realizaron en fechas diferentes. Fase I, consistió en la colecta de semillas de maíz de 40 variedades criollas en diversas comunidades de la región Centro de Chiapas, se realizó el recorrido en los meses de abril a mayo 2021. Fase II, Evaluación agronómica de las variedades criollas colectadas, se realizó la siembra de las 40 variedades criollas colectadas, a inicios del mes de Julio 2021, y se cosecharon en el mes de diciembre 2021. Fase III, Se realizaron entrevistas a profundidad a las esposas de los productores para conocer el proceso artesanal campesino de la nixtamalización de las variedades que resultaron agronómicamente más sobresalientes por su rendimiento.

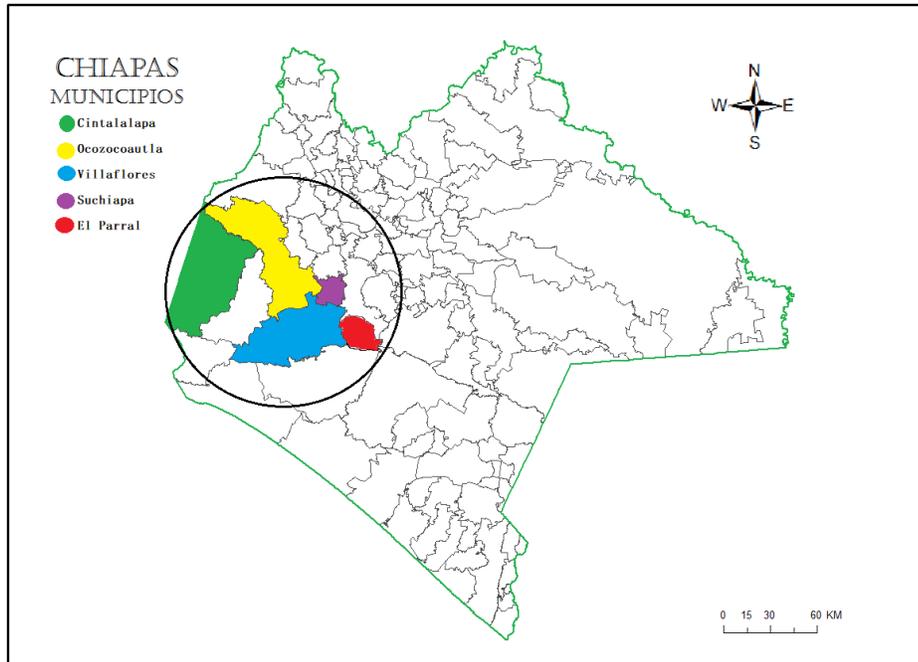
#### **3.1 Fase I. Colecta de semilla de las variedades criollas en la región Centro de Chiapas**

##### **3.1.1 Consulta de la base de datos del Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP**

Se realizó una consulta a la base de datos 2009-2010 del Programa de Maíz del Campo Experimental Centro de Chiapas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), para obtener los datos archivados de los registros de productores que cultivan variedades criollas de maíz en los municipios de la región Centro de Chiapas. En base a la información del SIAP (2020) se obtuvo la superficie cultivada, de producción y rendimiento de maíz de los principales municipios productores; posteriormente, se identificaron las comunidades de cada municipio, tomando en cuenta la distancia del lugar, y se llevó a cabo el recorrido de campo identificando a los productores de maíces criollos registrados en la base de datos del Programa de Maíz antes mencionado.

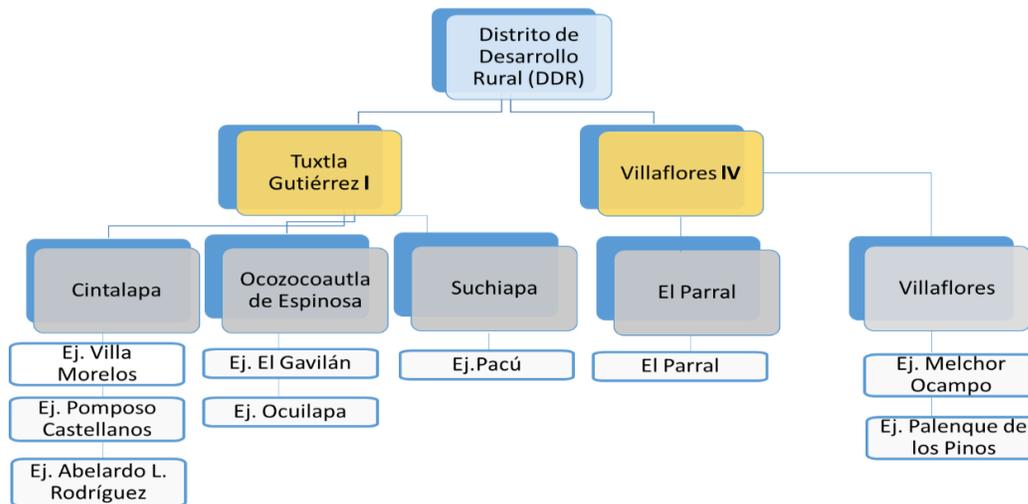
##### **3.1.2 Material recolectado en campo**

El recorrido se realizó en los ejidos de los municipios de Villaflores, Cintalapa, Suchiapa, Ocozocoautla y El Parral, los cuales se ubican fisiográficamente dentro de la Depresión Central de Chiapas, tal como se muestra en la Figura 3.



Fuente: elaboración propia, 2022  
 Figura 3. Zona de colectas de maíces criollos.

Estos cinco municipios, pertenecen a los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) Tuxtla Gutiérrez y Villaflores; en la Figura 4 se describen los municipios que pertenecen a cada DDR, asimismo las localidades visitadas para realizar las colectas.



Fuente: elaboración propia, 2022  
 Figura 4. Ubicación de los municipios y las localidades por Distrito de Desarrollo Rural (DDR).

El recorrido en campo se realizó visitando al productor en su casa, el horario de visita fue importante, ya que los productores salen muy temprano de sus hogares a realizar sus actividades monótonas de campo, las visitas se realizaron en diferentes días ya que se tomó en cuenta la distancia del lugar.

Se entabló una conversación con el productor, asegurando hablar con el mismo productor de quien ya se tenía datos registrados, para corroborar si se trataba de la misma persona y si aún cultivan las mismas variedades criollas colectadas en 2009 y 2010. Asimismo, se le solicitó al productor vender 25 mazorcas de maíz de cada variedad criolla, también se le pidió que la selección la realizara como acostumbra a seleccionar las mazorcas para su semilla. A cada colecta se le tomó una foto y se embolsaron, con su etiqueta correspondiente (Figura 5). Cabe mencionar que hubo colectas que no se obtuvieron en mazorca, sino en grano, esto debido a que el productor decide en qué momento desgranar dependiendo del destino que sea de su preferencia, una vez etiquetada cada colecta se trasladaron al cuarto frío de semillas del Campo experimental Centro de Chiapas del INIFAP.



Fuente: elaboración propia, 2021

Figura 5. Colectas de mazorcas y semillas de maíz de variedades criollas en El Parral, El Gavilán y Palenque de Los Pinos.

Se contó con la presencia de las esposas de los productores, a quienes se les realizó entrevistas informales, para establecer su interacción diaria con el grano de maíz que producen, el tipo de maíz criollo, identificando el uso del recurso y el destino que le dan, ya sea por el valor social, ambiental, económico o productivo.

En estas comunidades de: Ej. El Gavilán, Ej. Ocuilapa, Ej. Melchor Ocampo, Ej. Palenque de Los Pinos, Ej. Pacú, Ej. Villa Morelos, Ej. Pomposo Castellanos, Ej. Abelardo L. Rodríguez y en el municipio de El Parral, se obtuvo un total de 40 colectas de variedades criollas diferentes, éstas se transportaron a las instalaciones del INIFAP para resguardarlas y posteriormente medir las características morfológicas de mazorca de cada una de las variedades criollas.

### 3.1.3 Caracteres de las colectas

Las 40 variedades colectadas se pesaron con la ayuda de una báscula electrónica y de una muestra de 10 mazorcas, se midieron las siguientes variables: con la ayuda de una regla se midió desde la base al ápice la longitud de la mazorca (Lmz) en cm, con la ayuda de un vernier se obtuvo el diámetro de la mazorca (Dmz, en cm), se contó el número de hileras por mazorca (HMz), el número de granos por hilera (GHMz), se obtuvo el peso del olote (PO): se desgranó la mazorca y se obtuvo el peso de grano y olote (en g). Para las muestras colectadas en grano, sólo se registró el peso neto de cada una.

### 3.2 Fase II. Evaluación agronómica de las variedades criollas colectadas

El ensayo agronómico se estableció en el ciclo agrícola de temporal primavera-verano 2021, en el Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP, municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, el cual se ubica en las coordenadas 16° 78' 34.01" latitud Norte y 93° 40' 32.72" longitud Oeste, a una altitud de 781 m. El clima que predomina en esta zona es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 2004; INEGI, 2017).

#### 3.2.1 Diseño experimental

Las 40 variedades criollas, se sortearon en un diseño experimental látice triple rectangular 5x8. La parcela experimental fue de dos surcos de 5 m de largo, a una distancia entre surcos de 75 cm y una planta cada 25 cm, para tener una densidad de población aproximada de 53,332 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 6).

Repetición 1		REPETICIÓN 2		REPETICIÓN 3	
Block		Block		Block	
	1 2 3 4 5 6 7 8		1 2 3 4 5 6 7 8		1 2 3 4 5 6 7 8
1	1 2 3 4 5 6 7 8	1	1 6 11 16 21 26 31 36	1	1 7 13 19 25 26 32 38
2	9 10 11 12 13 14 15 16	2	2 7 12 17 22 27 32 37	2	2 8 14 20 21 27 33 39
3	17 18 19 20 21 22 23 24	3	3 8 13 18 23 28 33 38	3	3 9 15 16 22 28 34 40
4	25 26 27 28 29 30 31 32	4	4 9 14 19 24 29 34 39	4	4 10 11 17 23 29 35 36
5	33 34 35 36 37 38 39 40	5	5 10 15 20 25 30 35 40	5	5 6 12 18 24 30 31 37

SORTEADO		SORTEADO		SORTEADO	
Block 1		Block 2		Block 3	
	33 34 35 36 37 38 39 40		73 74 75 76 77 78 79 80		113 114 115 116 117 118 119 120
1	1 4 5 7 3 2 6 8	2	27 2 7 22 17 32 37 12	3	16 9 3 22 28 15 40 34
	32 31 30 29 28 27 26 25		72 71 70 69 68 67 66 65		112 111 110 109 108 107 106 105
4	25 26 32 28 31 27 29 30	1	16 26 36 21 31 11 1 6	4	36 11 23 29 4 17 35 10
	17 18 19 20 21 22 23 24		57 58 59 60 61 62 63 64		97 98 99 100 101 102 103 104
5	34 35 33 39 38 36 37 40	3	13 38 18 33 3 23 28 8	2	8 2 39 33 21 27 20 14
	16 15 14 13 12 11 10 9		56 55 54 53 52 51 50 49		96 95 94 93 92 91 90 89
2	10 13 11 12 16 9 14 15	5	40 15 5 30 10 35 25 20	5	24 5 6 31 18 12 30 37
	1 2 3 4 5 6 7 8		41 42 43 44 45 46 47 48		81 82 83 84 85 86 87 88
3	20 18 22 23 17 24 19 21	4	29 14 34 4 39 24 19 9	1	19 38 26 13 7 1 32 25

Los números en color negro	Los números en color café
representa el genotipo	representa las unidades experimentales

Fuente: elaboración propia, 2021

Figura 6. Diseño experimental, látice triple rectangular 5 x 8 para el experimento de 40 variedades criollas.

### 3.2.2 Preparación de terreno y siembra

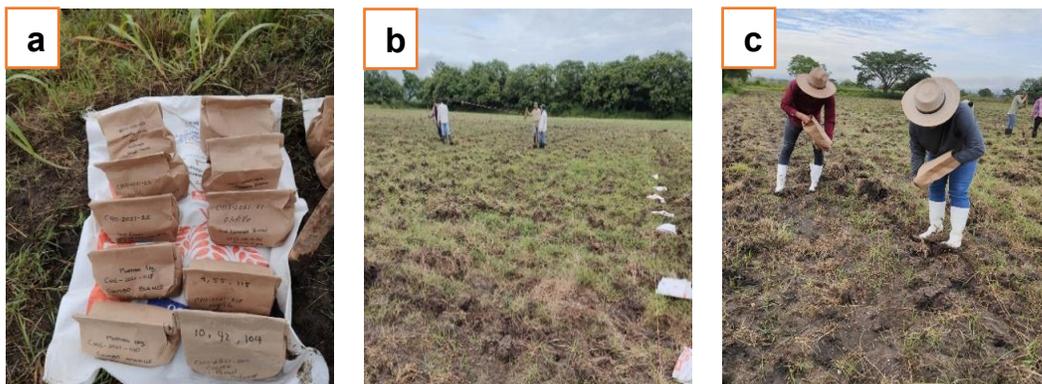
La preparación del terreno se realizó de forma convencional, se efectuó una aradura, dos pasos por rastra y trazo de surco (distancia entre surcos de 0.75 m); la fecha de preparación de terreno se realizó el 30 de junio 2021 (Figura 7).



Fuente: elaboración propia, 2021

Figura 7. Preparación de terreno: a) medición de terreno, b) trazado de los bloques.

Se trazaron los bloques utilizando estacas y cuerda para marcar los puntos de siembra. La siembra se realizó a mano, utilizando macana, el 2 de julio 2021: se depositaron dos a tres semillas por punto de siembra, posteriormente se realizó el raleo para dejar una planta por punto, 20 días después de la siembra (Figura 8).



Fuente: elaboración propia, 2021

Figura 8. Siembra de las variedades nativas: a) semillas en bolsa, b) trazados de puntos de siembra c) distribución de semillas en los puntos de siembra.

### 3.2.3 Fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas

El manejo del experimento de maíz se realizó de acuerdo con el paquete tecnológico para el cultivo de maíz de temporal del Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP, para las regiones de clima cálido de Chiapas (SAGARPA, 2017).

Después de la siembra se fertilizó con una dosis 140-60-00 (N, P, K) utilizándose el 50 % de urea y el total del fosfato diamónico (DAP). Previo a la siembra y posterior a la misma se aplicó herbicida, con base a una mezcla de 3 kg de Gesaprim calibre 90, 1 L de Hierbamina y 1 L de Sansón 4SC por hectárea. De 40 a 45 días posteriores a la siembra se aplicó el 50 % restante de urea.

Para combatir la presencia de plagas como la diabrotica (*Diabrotica* sp.) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se realizaron aplicaciones con el insecticida Cipermetrina o Lambda cihalotrina a dosis de 250 mL ha<sup>-1</sup>. También se aplicó el insecticida Permetrina al 0.4 % en su presentación comercial, al momento de la siembra para el control de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) a dosis de 12 kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.2.4 Caracteres medidos en etapa de desarrollo

Días a floración (masculina y femenina): indicado por el número de días desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas de la unidad experimental estuvieron derramando polen (DFM) y con los estigmas del jilote visibles (DFF).

Altura de planta y mazorca: la altura de planta (AP) se realizó midiendo la distancia promedio (en cm) desde la base de la planta hasta la punta de las espigas, para la altura de mazorca (AMz) se midió (en cm) desde la base de la planta hasta el primer nudo de la mazorca superior.

Sólidos solubles: se realizó de forma manual tomando una muestra de jugo de los granos de elote sin desprender el elote de la planta, se depositó en un refractómetro digital de bolsillo PAL- $\alpha$ , y posteriormente se tomó lectura expresada en grados Brix (Figura 9).



Fuente: elaboración propia  
Figura 9. Determinación de azúcares en elotes.

### 3.2.5 Cosecha de los maíces criollos

La cosecha se realizó la primera semana de diciembre, cuando las plantas ya tenían más de 140 días desde la siembra y cuando el grano tenía aproximadamente 15 % de humedad; se efectuó a mano, depositando las mazorcas de todas las plantas al pie de la parcela, las cuales se pesaron utilizando una báscula electrónica (Torrey, modelo EQB 50/100), se tomaron datos de sanidad de mazorcas y se les otorgó una calificación fenotípica (Figura 10).



Fuente: elaboración propia, 2021

Figura 10. Aspectos de la cosecha de las 40 variedades criollas.

### 3.2.6 Caracteres medidos en mazorcas

Caracteres de mazorca: al momento de la cosecha se asignó una calificación fenotípica a las mazorcas de la parcela de acuerdo con su sanidad y aspecto físico que fue de 1 a 5, donde 1 es el valor de las mazorcas completamente sanas y bien desarrolladas, 5 las mazorcas enfermas, pequeñas y mal granadas. Posteriormente, de una muestra aleatoria de cinco mazorcas de cada unidad experimental, se midieron las siguientes variables: longitud de la mazorca en cm (LMz), diámetro de la mazorca en cm (GMz), número de hileras (HMz), número de granos por hilera (GHMz), y se midió el diámetro de olote en cm (DO).

Rendimiento de grano (Rend): se pesó cada una de las cinco mazorcas y se desgranaron para obtener el desgrane, se tomó la humedad de grano (dos lecturas) con un determinador portátil Dickey-John y se capturaron todos los datos de las variables medidas en una hoja de Excel. Finalmente, se estimó el rendimiento de grano en  $t\ ha^{-1}$  corregido al 14 % de humedad utilizando la fórmula siguiente (Tadeo *et al.*, 2015):

$$\text{Rend} = (\text{PC} \times \text{MS} \times \text{G} \times \text{FC})/0.86$$

Donde:

PC = Peso de campo de todas las mazorcas cosechadas por parcela útil expresada en kilogramos.

MS = Proporción de materia seca de la muestra de grano de cinco mazorcas recién cosechadas.

G = Proporción de grano o desgrane de cinco mazorcas que se obtiene de la división del peso de grano entre el peso de mazorca.

FC = Factor de conversión para obtener el rendimiento por hectárea, que se obtiene al dividir 10000 m<sup>2</sup> entre el tamaño de la parcela útil (en m<sup>2</sup>).

0.86 = Valor constante que permite estimar el rendimiento de grano, con una humedad de 14 % que se usa en forma comercial.

### **3.2.7 Análisis estadísticos**

A todos los caracteres medidos se les realizó el análisis de varianza, utilizando el software *Statistical Analysis System* (SAS) versión 9.3, mediante el procedimiento GLM para detectar diferencias significativas entre genotipos, y se realizó la prueba múltiple de medias de la Diferencia Significativa Honesta (Tukey 0.05) para conocer las mejores variedades.

## **3.3 Fase III. Entrevista a las esposas de los productores**

En esta fase de la investigación cualitativa, se utilizó la técnica entrevista a profundidad a las esposas de los productores, la cual se realizó en los siguientes ejidos: Pacú, Villa Morelos, Palenque de Los Pinos, El Gavilán, Melchor Ocampo y en el municipio de El Parral.

La entrevista se llevó a cabo mediante una serie de preguntas con el fin de recabar información relativa a la nixtamalización del grano de maíz que cultivan, los usos que le destinan, alimentos artesanales que preparan, la importancia del maíz como alimento, destino final, entre otros.

### **3.3.1 Recolección de datos**

La técnica de muestreo fue no probabilística, empleando la técnica de entrevistado a las señoras del hogar, esposas de los productores cuyas variedades criollas de maíz resultaron agrónomicamente sobresalientes; éstas correspondieron a ocho productores, a quienes se visitó nuevamente para realizar la entrevista a profundidad. (Figura 11); se realizó en el mes de enero de 2022 en forma secuencial, de tal manera que una vez que la primera entrevista fue realizada, se procedió a visitar la siguiente casa.

Para cada entrevista se solicitó la autorización de las señoras de la casa, a través de un consentimiento informado, asegurando la aceptación, la confidencialidad y el resguardo de su identidad. Las entrevistas tuvieron una duración de 40 a 90 minutos, fueron transcritas en forma textual. Se aplicaron con base en 24 preguntas cerradas y abiertas, que abordaron temas como: la importancia de sus maíces criollos, el gusto por la calidad de sus maíces, preparación de alimentos artesanales a partir de los maíces que producen, así como preguntas dirigidas para saber qué tan importante es

el gusto por sus maíces, la venta y la cantidad empleada para el autoabasto como materia prima, así como la transformación del grano de maíz en alimentos elaborados por ellas mismas (ver Cuestionario en Anexos).



Fuente: elaboración propia, 2022

Figura 11. Entrevista a profundidad a las jefas de familia: a) Sra. Zaira P. del ejido Pacú, Suchiapa; b) Sra. Juliana P. del ejido El Gavilán, Ocozocoautla; c) María L. del ejido Ocuilapa, Ocozocoautla.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fase I

#### 4.1 Colecta de semilla de las variedades criollas en la región Centro de Chiapas

En Chiapas aún se siguen cultivando maíces criollos, se colectaron 40 variedades en las localidades de los municipios de Cintalapa, Ocozocoautla de Espinosa, Villaflores, Suchiapa y El Parral, de la región Centro de Chiapas, el tamaño de la muestra fue de 25 mazorcas (Figura 1A) y las colectas en grano fueron de aproximadamente 1 kg (Figura 1A), las cuales fueron proporcionadas por el mismo productor (Figura 12), asimismo confirmaron que aún siguen cultivando sus maíces criollos.

Algunos productores refieren que se ha perdido parte del material genético, debido a que las nuevas generaciones (hijos, nietos) no siguen las costumbres de cultivar, sino que migran a zonas urbanas para trabajar y esto ha causado que la producción de maíz se reduzca, como algunos productores de edad avanzada indicaron, asimismo refieren que seguir conservando sus maíces es de gran sustento para ellos como también de gran alegría seguir realizando las actividades de campo.

En la localidad de El Gavilán, municipio de Ocozocoautla, en junio 2021 se obtuvo dos colectas proporcionadas por el Productor Ausencio Pérez, que es la variedad Tuxpeño Jumbo y Olotillo Blanco, ambos cultivados por el mismo productor, a quien se visitó por segunda vez en enero 2022 y que lamentablemente falleció. Por lo que al hacer falta él, comentan los hijos del productor que nadie seguirá cultivando sus variedades. Todos migraron a otro lugar y las variedades criollas cultivadas por más de 30 años se perderán.



Fuente: Elaboración propia, abril 2021

Figura 12. Colecta de las variedades criollas: a) Tuxpeño Jumbo - productor Ausencio Pérez, b) Olotillo Amarillo, c) Napalú Amarillo.

Se confirmó que en los cinco municipios visitados de la región Centro de Chiapas, aún siguen cultivando diferentes variedades, el productor ha cultivado sus maíces criollos de generación tras generación por características particulares que satisfacen sus necesidades, por el gusto de cultivarlas, por tradición, lo cual permite que sigan siendo un patrimonio familiar, es importante mencionar que los nombres descriptivos encontrados en estas colectas, se observan muchos de ellos repetitivos, pero que son importantes, ya que los productores han asignado nombres descriptivos desde hace más de 30 años, tales como; Jolochi morado, negrito, amarillón, chimbo blanco, blanco, Olotillo amarillo, Olotillo blanco, crema, amarillo amarillo oro, entre otros (Cuadro 2). Hernández-Ramos *et al.* (2020) mencionan que los maíces conservados por generaciones avanzadas se les asignan nombres autos descriptivos.

Se visualizó que existe la selección de semilla por parte del productor; esta selección de semilla la realiza la mayoría de los productores, quienes aplican una selección a nivel de mazorca seca en troje para resguardar las mejores semillas de la cosecha que se usará como siembra del siguiente ciclo; Cárcamo *et al.* (2011) refieren que los productores aseguran que el maíz criollo siempre “dará”, aunque sea poco y aun cuando las condiciones no sean favorables.

De esta diversidad de maíces criollos colectados, se encontró mayor número de colectas en Villaflores y El Parral (10) seguido de Cintalapa (8) Ocozocoautla (7) y con el menor número de colectas Suchiapa (5), tal como se describe en el Cuadro 2. El Dr. Bulmaro Coutiño identificó las razas de cada una de las colectas.

Cuadro 2. Colecta de maíces criollos en las localidades y municipios de los DDR Tuxtla y Villaflores Chiapas.

No.	Productor	Nombre común	Raza	Color	Localidad	Mpio.
1	Bulmaro Morales	Olotillo crema	Olotillo	Crema	El Gavilán	Ocoz.
2	Bulmaro Morales	Olotillo amarillo	Olotillo	Amarillo	El Gavilán	Ocoz.
3	Ausencio Pérez	Tuxpeño Jumbo	Tuxpeño	Blanco	El Gavilán	Ocoz.
4	Ausencio Pérez	Olotillo blanco	Olotillo	Blanco	El Gavilán	Ocoz.
5	José A. Galdámez	Olotillo crema	Olotillo	Crema	Ocuilapa	Ocoz.
6	Guillermo Cahuaré	Olotillo blanco	Olotillo	Blanco	El Parral	El Parral
7	Guillermo Cahuaré	Olotillo amarillo	Olotillo	Amarillo	El Parral	El Parral
8	Guillermo Cahuaré	Napalú blanco	Olotillo	Blanco	El Parral	El Parral
9	Guillermo Cahuaré	Jarocho blanco	Tuxpeño	Blanco	El Parral	El Parral
10	Guillermo Cahuaré	Olotillo blanco	Olotillo	Blanco	El Parral	El Parral
11	Guillermo Cahuaré	Napalú amarillo	Olotillo	Amarillo	El Parral	El Parral
12	Guillermo Cahuaré	Tuxpeño blanco	Tuxpeño	Blanco	El Parral	El Parral

13	Guillermo Cahuaré	Amarillón	Olotillo	Crema	El Parral	El Parral
14	Guillermo Cahuaré	Crema	Tuxpeño	Crema	El Parral	El Parral
15	Guillermo Cahuaré	Negrito	Elotero de Sin.	Morado	El Parral	El Parral
16	Ángel Toalá	Olotillo amarillo	Olotillo	Amarillo	Ej. Pacú	Suchiapa
17	Ángel Toalá	Olotillo blanco	Olotillo	Blanco	Ej. Pacú	Suchiapa
18	Benjamín García	Chimbo blanco	Tuxpeño	Blanco	Ej. Pacú	Suchiapa
19	Benjamín García	Tuxpeño blanco	Tuxpeño	Blanco	Ej. Pacú	Suchiapa
20	Benjamín García	Chimbo amarillo	Tuxpeño	Amarillo	Ej. Pacú	Suchiapa
21	José Vázquez	Olotillo blanco	Olotillo	Blanco	Villa Morelos	Cintalapa
22	José Gómez	Blanco	Tuxpeño	Blanco	Villa Morelos	Cintalapa
23	Leopoldo Hdz	Olotillo blanco	Olotillo	Blanco	Villa Morelos	Cintalapa
24	Adrián Hdz Roque	Blanco	Tuxpeño	Blanco	Villa Morelos	Cintalapa
25	Daniel Vázquez	Olotillo crema	Olotillo	Crema	Ocuilapa	Ocoz.
26	Daniel Vázquez	Olotillo amarillo	Olotillo	Amarillo	Ocuilapa	Ocoz.
27	Antonio Escobar	Blanco	Tuxpeño	Blanco	Pomposo	Cintalapa
28	Leopoldo Hernández	Cuarentano	Zapalote chico	Crema	Abelardo L.	Cintalapa
29	Leopoldo Hernández	Blanco	Tuxpeño	Blanco	Abelardo L.	Cintalapa
30	Catarino M. Toledo	Jolochi morado	Tuxpeño	Blanco	Melchor	Villaflores
31	Hernán	Napalú blanco	Tuxpeño	Blanco	Melchor	Villaflores
32	Isael Vicente C.	Blanco	Olotillo	Blanco	Palenque	Villaflores
33	Isael Vicente J.	Amarillo	Olotillo	Amarillo	Palenque	Villaflores
34	Isael Vicente J.	Amarillo oro	Olotillo	Amarillo	Palenque	Villaflores
35	Isael Vicente J.	Amarillo	Olotillo	Amarillo	Palenque	Villaflores
36	Isael Vicente J.	Amarillo camp.	Olotillo	Amarillo	Palenque	Villaflores
37	Isael Vicente J.	Blanco macho	Tuxpeño	Blanco	Palenque	Villaflores
38	Isael Vicente J.	Cristianita	Tuxpeño	Blanco	Palenque	Villaflores
39	Isael Vicente J.	Negrito	Elotero de Sin.	Morado	Palenque	Villaflores
40	José Pérez	Negrito	Elotero de Sin.	Morado	V. Morelos	Cintalapa

Fuente: Elaboración propia, 2021

La caracterización morfológica permitió confirmar la presencia de cuatro razas predominantes en los diferentes municipios colectados. La raza Olotillo y la raza Tuxpeño (Figura A2), se hallaron con mayor presencia en los municipios de Ocozocoautla, Cintalapa, Suchiapa, Villaflores y El Parral. La raza Elotero de Sinaloa (Figura A3), se encontró sólo en los municipios de Cintalapa y El Parral, siendo

únicamente el municipio de Cintalapa donde se encontró la raza Zapalote Chico (Figura A3); Perales *et al.* (2005) citan que la raza Zapalote Chico es común en Chiapas y se ha encontrado esta raza en la región Centro, lo cual concuerda con los resultados obtenidos. Gómez *et al.* (2010) reportan que en el 2008 se realizó un proyecto de colectas de maíces criollos en los estados de Guerrero, Chiapas y Morelos, haciendo referencia que en Chiapas hallaron con frecuencia las razas Tuxpeño y Olotillo, a lo que tiene similitud con las razas de maíces criollos obtenidos en esta investigación, por otro lado en una investigación realizada en la Sierra Nororiental del estado de Puebla observaron variabilidad de maíces nativos, dentro de las razas encontradas, reportan que la raza Tuxpeño la siembran con doble propósito, el grano lo destinan para la elaboración de alimentos y las hojas que cubren la mazorca para envoltura de tamales y para realizar artesanías (Valdivia *et al* 2019).

Cabe mencionar que el número de razas encontradas puede ser atribuido a las particulares características de la región que imponen condiciones ambientales tales como: pedregosidad, sequía, vientos, plagas y huracanes.

En base a la caracterización morfológica de las 40 colectas se hallaron cuatro colores de grano: blanco, crema, amarillo y morado (Figura 4A). De acuerdo al color de grano de maíces, Gómez *et al.* (2010) reportan un estudio realizado en Chiapas y hallaron que el grano de color amarillo fue más frecuente y en menos cantidad rojo y negro, en mayor cantidad blanco, seguido de amarillo y en menor cantidad negro. El municipio donde se localizó mayor variedad de colores de grano fue en El Parral, los cuatro colores, seguidos por Villaflores y Ocozocoautla con tres colores y finalmente Cintalapa y Suchiapa, donde se encontró dos colores.

Ortega *et al.* (2010) informaron que la raza Tuxpeño es la más abundante en el Distrito de Desarrollo Rural Villaflores, esto coincide con el resultado de estas colectas de maíces, siendo Villaflores donde se localizó el mayor número de variedades de la raza Tuxpeño, seguido de Cintalapa de Figueroa, y asimismo para el color del grano, mencionan que en Chiapas el color amarillo fue más frecuente con (34.5 %), y esta información coincide con los resultados obtenidos, porque también se obtuvo mayor número de colectas de grano color amarillo en Villaflores, Chiapas.

## **Fase II**

### **4.2 Evaluación agronómica de las variedades criollas colectadas**

#### **4.2.1 Caracteres de planta de las variedades criollas**

En el Cuadro 3 se presentan los cuadrados medios de los resultados de los análisis de varianza, así como la significancia estadística para las variables altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina, días a floración femenina y sólidos solubles en elotes.

Cuadro 3. Cuadrados medios y significancias estadísticas para diversas variables.

F.V	GL	AP	AM	FM	FF	SS
Grupos	2	2661.75*	2479.37*	10.07	6.77*	0.03
Variedades	39	2225.78*	1626.27*	26.06*	26.16*	2.16*
Error	78	1131.58	667.62	8.18	4.39	2.28
C.V.		13.65	26.74	4.04	2.90	12.12
Media		246	96	70	72	12

\*Significancia al 0.05 de probabilidad de error; FV: Fuente de variación; G.L.: grados de Libertad; AP: altura de planta; AM: altura de mazorca; DFF: días a floración femenina; DFM: días a floración masculina, SS: sólidos solubles.

Entre grupos y variedades existen diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para altura de planta, altura de mazorca y días a floración femenina. Para días a floración masculina existe diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para variedad, pero no para grupo, y para sólidos solubles en elotes no existe diferencias significativas para grupo y variedad. Los coeficientes de variación para altura de planta (13.65), altura de mazorca (26.74), días a floración masculina (4.04), días a floración femenina (2.90) y sólidos solubles (12.12) fueron relativamente bajos, lo que indica la confiabilidad de los resultados obtenidos en los experimentos.

Cuadro 4. Comparación de medias de los caracteres medidos en planta.

Colecta	Variedad	AP (cm)	AM (cm)	FM (d)	FF (d)	S.S. (°Brix)
36	Amarillo campeón	296 a	145 ab	69 abc	74 ab	12.8 a
2	Olotillo amarillo	296 ab	156 a	73 ab	75 ab	14.2 a
16	Olotillo amarillo	296 ab	140 abcd	73 ab	75 ab	8.8 a
4	Olotillo blanco	278 abc	116 abcdefgh	71 abc	73 abc	12.4 a
7	Olotillo amarillo	276 abc	143 abc	72 ab	74 ab	12.3 a
34	Amarillo oro	275 abdc	113 abcdefghi	78 a	80 a	12.7 a
3	Tuxpeño jumbo	273 abcd	130 abcdef	71 abc	72 abc	13 a
15	Negrito	271 abcd	116 abcdefgh	70 abc	71 bc	13.2 a
14	Crema	271 abcd	103 abcdefghij	70 abc	72 abc	13.2 a
8	Napalú blanco	270 abcd	125 abcdef	71 abc	72 abc	11 a
40	Negrito	268 abcd	118 abcdefgh	72 ab	73 ab	12.4 a
13	Amarillón	266 abcd	110 abcdefghij	73 ab	74 ab	12.4 a
39	Negrito	266 abcd	111 abcdefghij	74 ab	75 ab	12.7 a
5	Olotillo crema	265 abcd	128 abcdef	71 abc	73 abc	13.9 a
11	Napalú amarillo	265 abcd	125 abcdef	73 abc	74 ab	13.4 a
26	Olotillo amarillo	263 abcd	120 abcdefg	73 ab	74 ab	11.4 a
35	Amarillo	261 abcd	108 abcdefghij	71 abc	72 abc	12.6 a
10	Olotillo blanco	260 abcd	98 abcdefghij	69 abc	71 bc	10.7 a

25	Olotillo crema	253 abcde	95 bcdefghij	70 abc	72 abc	12 a
21	Olotillo blanco	250 abcdef	96 bcdefghij	68 bc	70 bc	11.4 a
9	Jarocho blanco	250 abcdef	81 defghij	67 bc	69 bc	13.9 a
24	Blanco	248 abcdef	85 cdefghij	67 bc	69 bc	13 a
6	Olotillo blanco	243 abcdef	76 efghij	70 abc	71 bc	10.7 a
38	Cristianita	241 abcdef	101 abcdefghij	73 ab	75 ab	13 a
19	Tuxpeño blanco	236 abcdef	86 bcdefghij	65 bc	67 bc	<b>14.8 a</b>
12	Tuxpeño blanco	233 abcdef	73 efghij	70 abc	72 abc	12 a
17	Olotillo blanco	233 abcdef	76 efghij	69 abc	71 bc	11.7 a
37	Blanco Macho	233 abcdef	80 efghij	71 abc	72 abc	13 a
23	Olotillo blanco	231 abcdef	75 efghij	73 ab	74 ab	12.4 a
27	Blanco	228 abcdef	75 efghij	71 abc	72 abc	12.4 a
31	Napalú blanco	226 abcdef	81 defghij	65 bc	67 bc	11.7 a
30	Jolochi morado	223 abcdef	73 efghij	73 ab	74 ab	11.2 a
22	Blanco	223 abcdef	80 efghij	71 abc	73 ab	12.2 a
1	Olotillo crema	213 bcdef	76 efghij	69 abc	70 bc	13.2 a
32	Blanco	210 bcdef	70 fghij	67 bc	69 bc	12.3 a
28	Cuarentano	191 cdef	61 ghij	69 abc	72 abc	12.1 a
18	Chimbo blanco	191 cdef	55 ij	66 bc	68 bc	12.5 a
29	Blanco	188 def	60 hij	73 ab	72 abc	14.1 a
33	Amarillo	171 ef	53 j	71 abc	72 abc	12.3 a
20	Chimbo amarillo	163 f	56 ij	62 c	65 c	13.2 a
	D.H.S (0.05)	111	85	32	6	7

AP: altura de planta; AM: altura de mazorca; DFF: días a floración femenina; DFM: días a floración masculina, SS: sólidos solubles.

Las plantas de la variedad Chimbo amarillo (20) de la raza Tuxpeño presentaron el porte más bajo con 163 cm, el resultado obtenido difiere de un estudio realizado de la caracterización morfológica de maíces nativos en Chiapas en donde se reporta que la altura de la planta de la raza Tuxpeño fue superior a la media 244-272 cm (Martínez-Sánchez, 2017). La variedad Blanco (29) presentó una altura de 188 cm, Cuarentano (28) y Chimbo blanco (18) siendo estadísticamente iguales con una altura de 191 cm; las variedades Olotillo crema (1) y Blanco (32) fueron estadísticamente iguales con una altura máxima de 213 cm y una mínima de 210 cm; Blanco (22), Jolochi morado (30), Napalú blanco (31), Blanco (27), Olotillo blanco (23), Blanco macho (37), Olotillo blanco (17), Tuxpeño blanco (12), Tuxpeño blanco (19), Cristianita (38), Olotillo blanco (6), Blanco (24), Jarocho blanco (9), Olotillo blanco (21) y Olotillo crema (25) fueron estadísticamente iguales con una altura máxima de 250 cm y mínima de 223 cm. Las variedades Olotillo blanco (10), Amarillo (35), Olotillo amarillo (26), Napalú amarillo (11), Olotillo crema (5), Negrito (39), Amarillón (13), Negrito (40), Napalú blanco (8), Crema (14), Negrito (15), Tuxpeño jumbo (3), Amarillo oro (34) fueron estadísticamente iguales con una máxima de 275 cm y mínima de 260 cm; Olotillo amarillo (7) y Olotillo blanco (4), fueron estadísticamente iguales con máxima de 278 cm y mínima de 276 cm, respectivamente. Mientras que las plantas más altas estadísticamente iguales

fueron las variedades Olotillo amarillo (16), Olotillo amarillo (2) y Amarillo campeón (36) con 296 cm, este resultado de la raza Olotillo (245-295cm) está por arriba de lo reportado por Martínez-Sánchez (2017) (Cuadro 4).

La variedad Amarillo (33) presentó la altura de mazorca más baja con 53 cm, las variedades Chimbo blanco (18), Chimbo amarillo (20), Blanco (29) y Cuarentano (28) tuvieron estadísticamente la misma altura de mazorca con máxima de 61 cm y mínima de 55 cm. Blanco (32), Olotillo crema (1), Blanco (22), Jolochi morado (30), Blanco (27), Olotillo blanco (23), Blanco macho (37), Olotillo blanco (17), Tuxpeño blanco (12), Olotillo blanco (6), Jorocho blanco (9), Napalú blanco (31), Blanco (24), Tuxpeño blanco (19), Olotillo blanco (21), y Olotillo crema (25) fueron estadísticamente iguales con máxima de 96 cm y 70 cm la mínima. Las variedades Cristianita (38), Olotillo blanco (10), Amarillo (35), Negrito (39), Amarillón (13), Crema (14), Amarillo oro (34), Negrito (40), Negrito (15), Olotillo amarillo (26), Napalú amarillo (8) y Tuxpeño jumbo (3) fueron estadísticamente iguales para altura de mazorca con máxima de 130 cm y 98 cm de mínima, mientras que Olotillo amarillo (16) (140 cm), Olotillo amarillo (7) (143 cm) y Amarillo campeón (36) (145 cm) tuvieron las mazorcas estadísticamente más altas, estos valores fueron superados por los de la variedad Olotillo amarillo (2) con las mazorcas más altas (156 cm) (Cuadro 4).

Para el carácter días a floración masculina, la variedad Chimbo amarillo (20) fue la más precoz con 62 días; Tuxpeño blanco (19) y Napalú blanco (31) presentaron la floración a los 65 días; a los 66 días Chimbo blanco (18), seguida de Blanco (32), Blanco (24) y Jorocho blanco (9) con 67 días. Las variedades Amarillo campeón (36), Olotillo blanco (10), Olotillo blanco (17), Olotillo crema (1), Cuarentano (28) presentaron floración a los 69 días, dado que las variedades Negrito (15), Crema (14), Olotillo crema (25), Olotillo blanco (6), Tuxpeño blanco (12) presentaron floración a los 70 días, mientras que las variedades Amarillo (33), Blanco (22), Blanco (27), Blanco macho (37), Amarillo (55), Olotillo crema (5), Napalú blanco (8), Tuxpeño jumbo (3) y Olotillo blanco (4) florecieron a los 71 días. Las variedades Negrito (40) y Olotillo amarillo (7) presentaron floración a los 72 días, asimismo las variedades Blanco (29), Jolochi morado (30), Cristianita (38), Olotillo amarillo (26), Napalú amarillo (11), Amarillón (13), Olotillo amarillo (16) y Olotillo amarillo (2), Negrito (39) y Amarillo oro (34) fueron las más tardías con 73 días las primeras ocho, así como 74 y 78 días las últimas dos, respectivamente (Cuadro 4).

Para el carácter de sólidos solubles se encontró que las 40 variedades criollas fueron estadísticamente iguales, fluctuó entre los 8.8 a 14.8 °Brix, lo cual indica que no existe variabilidad entre las variedades (Cuadro 4). Coutiño *et al.* (2015) mencionan en un estudio realizado con variedades nativas de dos localidades de Chiapas, que el contenido de sólidos solubles encontrados entre las variedades de diferente color de grano, fueron estadísticamente iguales con valores de 7.5 a 8.9 °Brix, lo cual coincide con esta investigación en donde tampoco se encontró diferencias significativas entre variedades y entre colores de grano.

#### 4.2.2 Caracteres de mazorca y rendimiento de grano

En el Cuadro 5 se presentan los cuadrados medios obtenidos de los resultados del análisis de varianza, así como la significancia estadística para las variables longitud de la mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y diámetro de olote.

Cuadro 5. Cuadrados medios y significancias estadísticas de caracteres de mazorca.

F. V	LMz (cm)	DMz (cm)	NH	NGH	DO (cm)	MS	DSG	REND
Grupo	5.4*	0.1*	0.8*	56.9*	0.3*	0.0003*	0.026*	3.2*
Variedades	9.5**	0.4**	10.5**	57.4*	0.5**	0.0001*	0.030*	1.6*
Error	2.4	0.08	0.7	23.6	0.1	0.0000	0.035	0.7
C. V	12.8	7.6	7.9	16.2	19.7	0.9	21.9	39.7
Media	12.3	3.8	10.7	29.8	2.2	0.9	0.86	2.2

\*= Significancia al 0.05 de probabilidad de error; \*\*= Significancia al 0.01 de probabilidad de error; FV: fuente de variación; G.L.: grados de Libertad; LMz: longitud de mazorca; DMz: diámetro de mazorca; NH: número de hilera; NGH: número de grano por hilera; DO: diámetro de olote; MS: materia seca de grano; DSG: desgrane de grano; REND: rendimiento de grano.

Los caracteres longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, diámetro de olote, materia seca, desgrane y rendimiento tuvieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), para la fuente de variación grupo, y para la fuente de variación variedades, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, diámetro de olote fueron altamente significativos ( $p \leq 0.01$ ). Se infiere que se debe a que son variedades nativas y éstas crecen en diferentes condiciones ambientales (Cuadro 5).

El coeficiente de variación más alto fue para el rendimiento de grano ( 39.7 %), enseguida para el desgrane (21.9 %) y de manera descendente diámetro de olote (19.7), número de granos por mazorca (16.2 %), longitud de mazorca (12.8 %), número de hileras por mazorca (7.9 %), diámetro de mazorca (7.6 %) y materia seca (0.9); se puede decir que el coeficiente de variación depende de la variable, las condiciones ambientales presentes y el manejo del experimento, por lo que, en términos generales los valores fueron relativamente bajos, lo que da confianza en los resultados obtenidos.

Se observaron diferencias significativas con respecto a la materia seca de grano para grupo y variedades con una media de 90 %, el desgrane tuvo una media de 86 % y diferencias significativas para grupo y variedades.

En rendimiento de grano mostró diferencias significativas para grupo y variedades, su media fue de 2.2 t ha<sup>1</sup> (Cuadro 5).

Cuadro 6. Comparación de medias de los caracteres de mazorca.

Colecta	Variedad	LMz	DMz	NH	NGH	DO	M.S	DSG	RED
19	Tuxpeño blanco	14.1 abcd	4.2 abcd	11 cdefg	35 a	2.4 ab	0.95 b	0.86 ab	4.78 a
24	Blanco	12.7 abcde	4.5 a	13 abc	32 ab	2.6 a	0.96 ab	0.78 ab	3.88 ab
14	Crema	13.9 abcd	4 abcdef	10 efgh	34 ab	2.1 b	0.96 ab	0.85 ab	3.32 ab
39	Negrito	14.2 abcd	3.9 abcdef	10 efgh	34 ab	2.1 b	0.96 ab	0.86 ab	3.26 ab
2	Olotillo amarillo	13.6 abcde	3 f	9 gh	34 ab	1.7 b	0.97 ab	0.88 ab	3.20 ab
30	Jolochi morado	12.6 abcde	4.2 abcd	12 abcdef	33 ab	2.3 b	0.97 ab	0.85 ab	2.88 ab
8	Napalú blanco	14.7 ab	3.2 ef	8 h	34 ab	1.4 b	0.97 ab	0.87 ab	2.63 ab
15	Negrito	14.6 ab	4 abcdef	10 efgh	35 a	2.1 b	0.97 ab	0.85 ab	2.61 ab
37	Blanco macho	11.8 abcde	4.1 abcde	12 bcdef	26 ab	2.4 ab	0.97 ab	0.83 ab	2.58 ab
9	Jarocho blanco	11.6 abcde	4.2 abcd	12 abcdef	28 ab	2.2 b	0.97 ab	0.85 ab	2.47 ab
16	Olotillo amarillo	15.66 a	4.08 abcde	9 fgh	32 ab	2.0 b	0.97 ab	0.86 ab	2.39 ab
36	Amarillo campeón	14.9 ab	3.7 abcdef	9 gh	35 a	2.0 b	0.97 ab	0.84 ab	2.39 ab
10	Olotillo blanco	13.4 abcde	4.2 abcd	9 fgh	31 ab	2.3 b	0.76 ab	0.78 b	2.34 ab
3	Tuxpeño Jumbo	13.6 abcde	3.4 bcdef	11 cdefg	32 ab	1.8 b	0.97 ab	0.82 b	2.31 ab
21	Olotillo blanco	12.0 abcde	3.7 abcdef	10 efgh	33 ab	1.6 b	0.97 ab	0.90 ab	2.28 ab
12	Tuxpeño blanco	11.6 abcde	4.2 abcdef	12 abcdef	27 ab	2.3 b	0.97 ab	0.84 ab	2.23 ab
11	Napalú amarillo	14.10 abcd	3.3 bcdef	8 h	30 ab	2.1 b	0.97 ab	0.84 ab	2.21 ab
6	Olotillo blanco	11.1 abcde	3.5 bcdef	9 fgh	32 ab	1.7 b	0.97 ab	0.88 ab	2.21 ab
26	Olotillo amarillo	11.8 abcde	3.9 abcdef	10 efgh	32 ab	1.9 b	0.97 ab	0.87 ab	2.19 ab
5	Olotillo crema	12.2 abcde	3.4 bcdef	8 h	32 ab	1.5 b	0.97 ab	0.90 ab	2.19 ab
4	Olotillo blanco	14.2 abc	3.5 abcdef	8 h	32 ab	1.8 b	0.97 ab	0.86 ab	2.16 ab
32	Blanco	10.6 abcde	4.3 ab	13 abcd	24 ab	2.4 ab	0.97 ab	0.81 b	2.13 ab
17	Olotillo blanco	11.0 abcde	4.3 abc	12 abcdef	28 ab	2.1 b	0.78 ab	0.82 b	2.10 ab
35	Amarillo	13.5 abcde	3.6 abcdef	8 h	33 ab	1.9 b	0.97 ab	0.83 ab	2.07 ab
29	Blanco	10.6 abcde	3.9 abcdef	15 a	24 ab	2.3 b	0.97 ab	0.85 ab	2.05 ab

34	Amarillo oro	11.2 abcde	4.0 abcdef	11 cdef	28 ab	2.3 b	0.97 ab	0.83 ab	2.05 ab
27	Blanco	10.2 bcde	4.3 abcde	12 abcde	26 ab	2.5 ab	0.98 ab	0.82 b	1.99 ab
40	Negrito	13.7 abcd	3.9 abcdef	10 cdef	33 ab	2.2 b	0.98 ab	0.78 b	1.93 ab
7	Olotillo amarillo	14.2 abc	3.4 bcdef	8 h	36 a	1.6 b	0.98 ab	0.89 ab	1.88 ab
22	Blanco	12.8 abcde	4.5 a	13 abcd	29 ab	2.5 ab	0.98 a	0.80 b	1.80 b
25	Olotillo crema	11.1 abcde	3.7 abcdef	10 cdef	26 ab	2.0 b	0.98 a	0.85 ab	1.78 b
1	Olotillo crema	10.4 bcde	3.8 abcdef	10 efgh	24 ab	1.7 b	0.98 a	0.95 a	1.76 b
13	Amarillón	13.3 abcde	3.9 abcdef	10 cdef	22 ab	2.2 b	0.98 a	0.83 ab	1.59 b
23	Olotillo blanco	11.4 abcde	4.2 abcd	13 abcd	29 ab	2.3 b	0.98 a	0.82 b	1.59 b
20	Chimbo amarillo	9.4 cde	3.6 abcdef	9 gh	24 ab	2.1 b	0.98 a	0.86 ab	1.47 b
38	Cristianita	11 abcde	4 abcdef	12 abcde	27 ab	2.3 b	0.98 a	0.83 ab	1.35 b
18	Chimbo blanco	9.7 bcde	3.3 def	8 h	29 ab	1.5 b	0.98 a	0.90 ab	1.22 b
33	Amarillo	8.51 e	3.4 bcdef	14 ab	18 b	2.4 ab	0.98 a	0.81 b	1.18 b
28	Cuarentano	8.9 de	3.3 cdef	9 fgh	20ab	1.9 b	0.98 a	0.86 ab	1.13 b
31	Napalú blanco	10.8 abcde	4 abcdef	13 abcd	26ab	2.5 b	0.98 a	0.80 b	1.04 b
	D.H.S (0.05)	5.2	0.98	2.8	16	1.41	0.02	0.62	2.91

*LMz: longitud de mazorca; DMz: diámetro de mazorca; NH: número de hileras por mazorca; NGH: número de grano de hilera por mazorca, DO: diámetro de olote; %MSG: % materia seca de grano; %DSG: % desgrane; REND: rendimiento de grano.*

El mayor rendimiento de grano obtenido fue de 4.780 t ha<sup>-1</sup> el cual corresponde a la variedad criolla de maíz Tuxpeño blanco (19), color de grano blanco, raza Tuxpeño, del municipio de Suchiapa; por otra parte fueron estadísticamente iguales en el rendimiento de grano las siguientes variedades: Blanco (24) 3.88 t ha<sup>-1</sup>, color de grano blanco, raza Tuxpeño del municipio de Cintalapa; Crema (14) 3.32 t ha<sup>-1</sup>, color de grano crema, raza Tuxpeño del municipio de El Parral y Olotillo amarillo (2) 3.20 t ha<sup>-1</sup>, color de grano amarillo, raza Olotillo del municipio de Ocozacoautla (Cuadro 6). Montenegro *et al.* (2002), así como Carrera y Cervantes (2006) observaron que en la región Costa Chica de Guerrero las razas nativas de maíces más sobresalientes en características agronómicas y rendimiento de grano fueron: Olotillo, Tepecintle y Vandeño, por lo cual esos datos no coinciden con los resultados obtenidos de la raza Olotillo en esta investigación. Por otro lado, Espinosa *et al.* (2012) señalan la importancia que tiene la producción de los maíces criollos y las variedades mejoradas de conservar la diversidad de estas especies, ya que son fuertemente adaptadas a la región. Todas las demás variedades evaluadas obtuvieron rendimiento por debajo de las variedades mencionadas anteriormente (Cuadro 6).

De las 40 variedades evaluadas, los genotipos sobresalientes en producción de grano resultaron 14 variedades de distintos productores y municipios, así como diferentes razas y colores de grano (Cuadro 1A).

En carácter longitud de mazorca presentaron estadísticamente las mazorcas más largas: Olotillo amarillo (16) (15.66 cm), Napalú blanco (8) (14.7 cm), Negro (15) (14.6 cm) y Amarillo campeón (36) (14.9), no obstante, tuvieron igualdad estadística, por otro lado, las variedades con las mazorcas más cortas: Amarillo (33) (8.51 cm) y Cuarentano (28) (8.9 cm) (Cuadro 6). Los factores que pudieron afectar en cuanto al tamaño de las mazorcas son las condiciones ambientales, ya que fueron variedades de diferentes localidades y por tanto distinto clima aunado a las fuertes lluvias.

En diámetro de mazorca, las mazorcas más gruesas fueron las de las variedades Blanco (24) (4.5 cm) y Blanco (22) (4.5 cm), estas dos variedades pertenecen a la raza Tuxpeño que provienen del ejido Villa Morelos, mientras que las mazorcas más delgadas tuvieron con 3 cm y 3.2 cm de diámetro, fueron las variedades Olotillo (2) del ejido El Gavilán y Napalú blanco (8) de la raza Olotillo del municipio de El Parral, respectivamente (Cuadro 6).

Para el carácter número de hileras, las mejores mazorcas se presentaron en las variedades: Blanco (29), Amarillo (33), Blanco (13), Napalú blanco (31), Olotillo blanco (22) y Blanco (24) de las razas Tuxpeño y Olotillo con un promedio de 13 a 14 hileras, mientras que las mazorcas con menor número de hileras se observaron en Napalú blanco (8), Napalú amarillo (11), Olotillo crema (5), Olotillo blanco (4),

Amarillo (35), Olotillo amarillo (7) y Chimbo blanco (18) con ocho hileras, respectivamente

En el carácter número de granos por hilera las variedades estadísticamente iguales y superiores fueron: Olotillo amarillo (7) (36 granos por hilera), Tuxpeño blanco (19), Negrito (15) y Amarillo campeón (36), las últimas tres con 35 granos por hilera (Cuadro 6).

En diámetro del olote la variedad Blanco (24) de la raza Tuxpeño fue la que tuvo superioridad estadísticamente con 2.6 cm, mientras que Napalú blanco (8) de la raza Olotillo presentó el menor diámetro de 1.4 cm (Cuadro 6).

### **Fase III**

En este apartado se presenta la información recabada con las esposas de los productores, la cual se obtuvo mediante la aplicación de una entrevista a profundidad diseñada para conocer el proceso de transformación de las variedades de maíz agrónomicamente sobresalientes por su rendimiento para su nixtamalización.

#### **4.3 Opinión y preferencias de las entrevistas en el uso del maíz criollo**

Las mujeres mencionaron que para la producción de maíz poseen más de una variedad por familia debido a la diversidad de usos que permiten las características morfológicas de cada una de las variedades que cultivan, es por ello que prefieren conservar los maíces que vienen cultivando desde generaciones pasadas.

La Figura 13 muestra el número de variedades criollas identificadas por municipio, éstas corresponden a productores que cultivan más de una variedad. Se observa que en el municipio de El Parral se obtuvo el mayor número, siendo estas 10 variedades criollas que el mismo productor -Guillermo Cachuaré y hermanos- cultivan. Enseguida, se localiza el municipio de Villaflores con siete variedades criollas que corresponden a dos productores del ejido Palenque de Los pinos y el otro productor del ejido Melchor. En el municipio de Suchiapa se localizaron cinco variedades criollas de dos productores y en el municipio de Cintalapa una variedad propiedad de Adrián Hernández.

Es de resaltar que el mayor número de variedades que cultiva el productor -Guillermo Cahuaré- de El Parral contiene, evidencia de diversidad patrimonial en cuanto a raza, color y rendimiento, que les brinda sustento, tradición, economía, cultura de este material genético, así los productores con la participación importante de las jefas de familia, conservan este genotipo en el seno familiar y que además estas enseñanzas de cultivar y conservar serán transmitidas a las generaciones futuras.

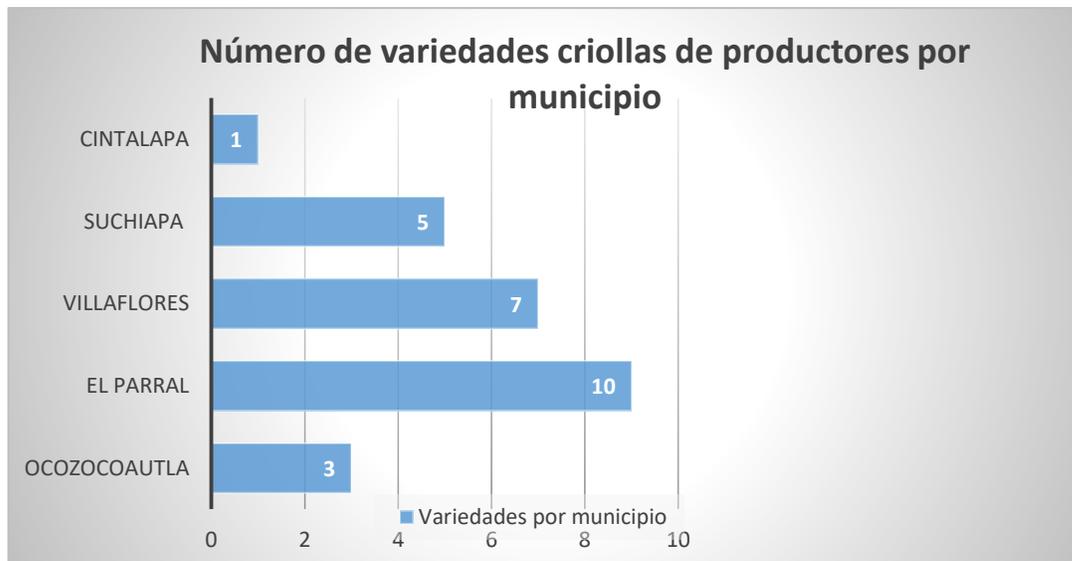


Figura 13. Número de variedades criollas de productores por municipio.

El papel que cumple la unidad familiar para la permanencia de este material genético es sin duda de gran importancia, teniendo la participación de las mujeres un lugar de respeto, ya que aportan con decisiones y opiniones que son bien recibidas y valoradas, pues al final, son ellas quienes trabajan con el maíz. De acuerdo con la literatura, las mujeres defienden como guardianas sus maíces, sus procesos tradicionales, resguardan las semillas generando seguridad alimentaria, auto abasto, así como tradiciones y procesos de arraigo de los antepasados (Guzmán, 2018).

La Figura 14 presenta los resultados de la participación que tienen las mujeres en el cultivo de maíz que cosechan, se muestra que todas las jefas de familia entrevistadas participan en la siembra al igual que participan en actividades como fertilizar, tapiscar y cosechar; Hagman *et al.* (2018) mencionan que la mujer tiene el conocimiento para la selección de semilla y el mejor maíz para diferentes fines. En las comunidades de estudio estas actividades se realizan en familia en completa armonía; las mujeres comentan que involucran a sus hijos e hijas para asegurar que conozcan y aprendan sobre dichas actividades. De los datos obtenidos sólo una de las mujeres participa en la preparación del terreno, el raleo y el desgrane.

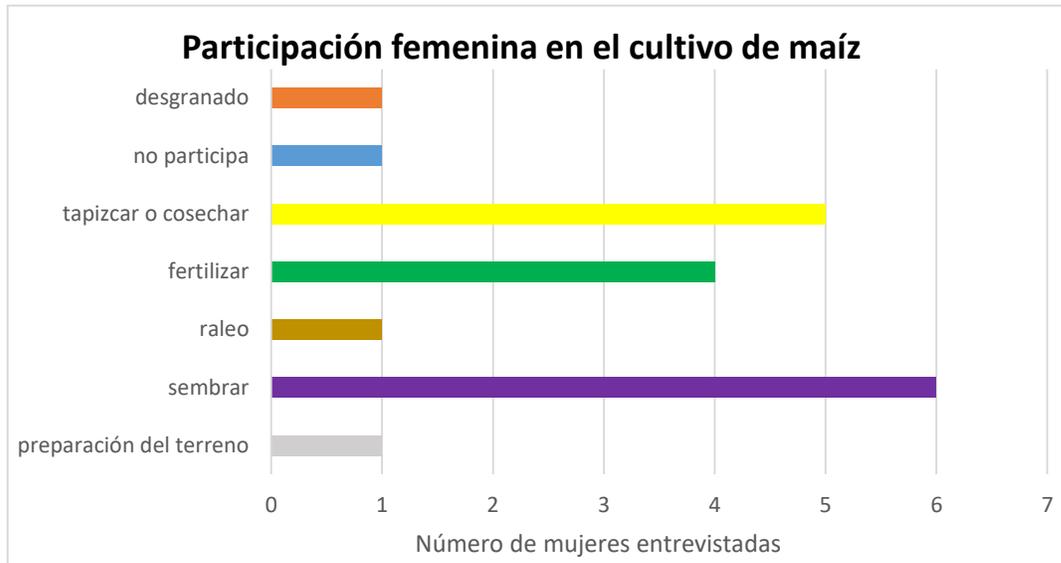


Figura 14. Participación femenina en el cultivo de maíz criollo.

Los resultados indican que todas las jefas de familia prefieren sus maíces criollos en particular para un buen nixtamal, esto como su principal sustento en la alimentación de las comunidades de estudio (Figura 15).

Las mujeres refirieron que la nixtamalización tradicional se refiere al proceso tradicional de preparación del maíz en el que los granos secos se cuecen y se sumergen en una solución alcalina, de agua y cal (hidróxido de calcio). Después de ello, el maíz se escurre y se enjuaga para quitar la cubierta exterior del grano, el pericarpio. Durante la cocción se revisa el nixtamal hasta que consideran que el grano este cocido, lo tocan con la mano y prueban la textura para saber si se usó suficiente cal y si la cocción ha terminado. Posteriormente se lleva a cabo el lavado del nixtamal, lo cual se realiza dos veces o hasta que se elimine lo más posible la cal y el agua salga limpia.

Después se muele para obtener una masa que será la base de los numerosos productos alimenticios, incluidas tortillas y tamales. Valdivia *et al.* (2019) reportan que los maíces nativos en Teziutlán, Puebla, se utilizan en su mayoría para la elaboración de tortillas, tamales, atoles y para la elaboración de productos como son: tlayoyos, xole, chilahuates entre otros, que son típicos en la celebración de fiestas de dicho lugar.

Las mujeres entrevistadas mencionaron que prefieren sus maíces criollos y el tiempo de nixtamalización va de acuerdo a la dureza del grano, ya que los productos obtenidos son del sabor que les es familiar y que la textura de la masa permite su manipulación, acorde a la forma tradicional de transformarla y que, en el caso de las tortillas, son resistentes para consumirse en tacos. Vázquez *et al.* (2010) reportan que la raza Tuxpeño se considera una masa de textura suave e intermedia la cual es de fácil manipulación para la elaboración de alimentos. En resumen, los productos elaborados con maíces locales son los que permiten identidad culinaria, además que son más resistentes a sequías y plagas, aunado a que hacen poca inversión económica en agroquímicos, por lo que se generan bajos costos de producción.

Dos de las jefas de familia entrevistadas indicaron específicamente que prefieren sus maíces criollos por los rendimientos que ofrecen, ya que de eso depende para que se destine y proyecten para cuánto tiempo les alcanza. A pesar de que todas las mujeres respondieron que participan en las tareas de siembra, cuidado y cosecha, sólo una de ellas mencionó que prefiere esos maíces locales por el sabor y la textura para las tortillas.

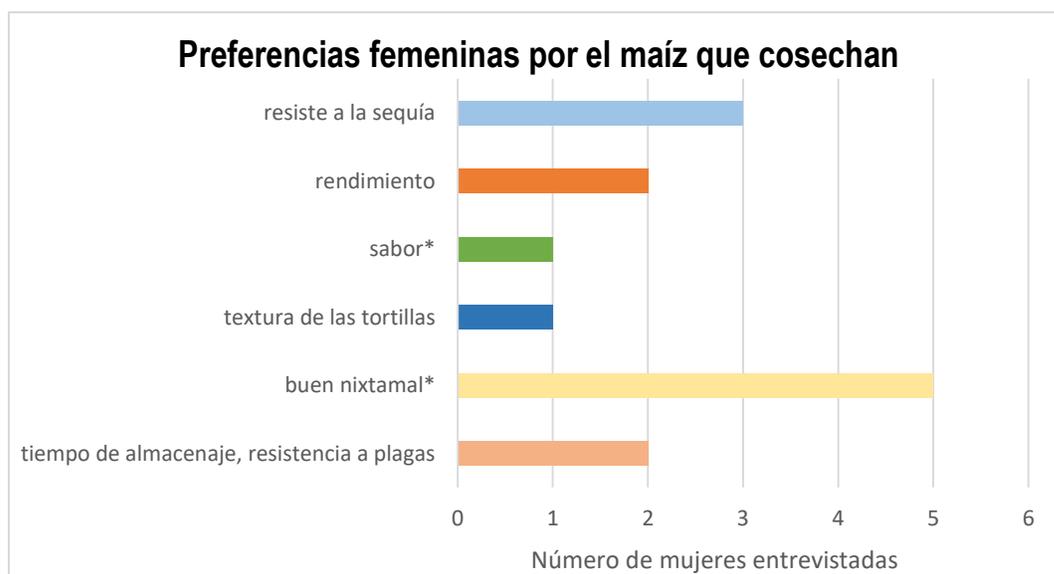


Figura 15. Preferencias femeninas por el maíz que cosechan.

La Figura 16 indica que todas las jefas de familia encuestadas alimentan sus gallinas con maíz de sus cosechas, ya sea en grano, nixtamal, tortillas, memelas y tamales. El maíz es el principal sustento no sólo para el alimento básico humano, sino también para sus animales de traspatio que también forman parte importante para la sustentabilidad campesina, tales animales como: caballos, patos, guajolotes,

perros, y borregos. Al utilizar este grano como alimento también para sus animales, ellas se ahorran los insumos para alimentarlos, estos resultados coinciden con lo reportado por Vázquez *et al.* (2018) en un estudio realizado en San Pedro El Alto, México, en donde las mujeres utilizan el maíz para alimentar a sus animales, esto indica que es de gran ayuda económica, además que es para autoabastecer a la familia en la elaboración de alimentos.

El color de grano no es relevante para la alimentación de los animales de traspatio, pero ellas seleccionan los granos de maíz para alimento animal, así como para la venta y el autoabasto.

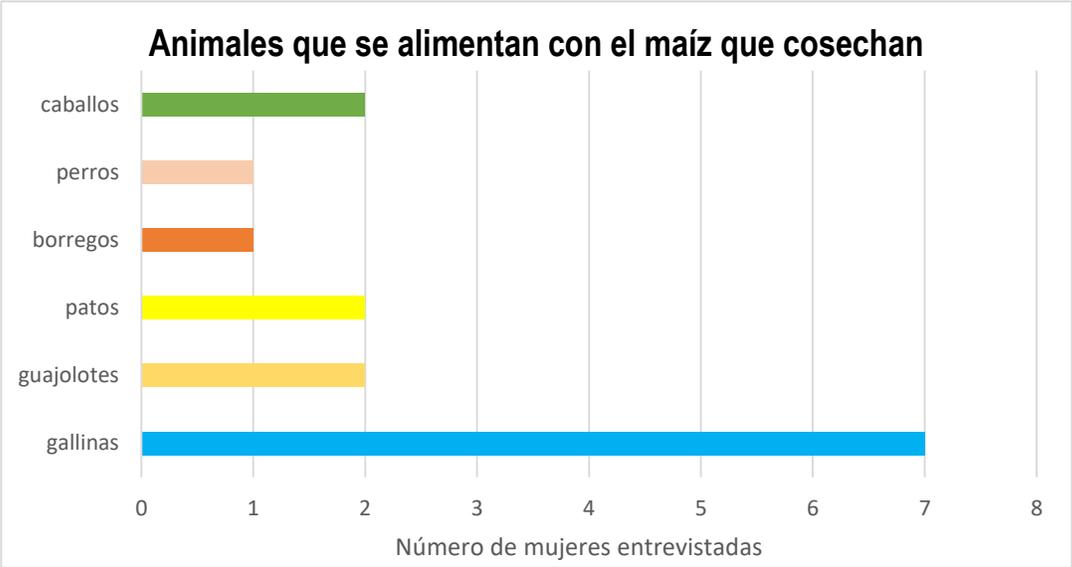


Figura 16. Animales que se alimentan con el maíz que cosechan.

Los análisis de las encuestas mostraron que la participación de la mujer es de importancia, ya que ellas elaboran la transformación de este grano, para diversos fines y también colaboran para la selección de las semillas, las cuales serán destinadas para el siguiente ciclo agrícola. Con su trabajo y experiencia ellas aseguran que esas variedades criollas que prefieren por considerarles mejor para los usos en la elaboración del nixtamal, la preparación de las tortillas, del pozol y como alimento para sus animales. Se aseguran que se siga conservando año tras año, participando en actividades como la selección de semilla, siembra y cosecha, para asegurar contar con esas semillas en el siguiente ciclo agrícola. De aquí la importancia que tienen las mujeres para la conservación de estos maíces criollos que se cultivan en comunidades en la región Centro de Chiapas.

En la Figura 17 se observa que una de las jefas de familia colabora en limpieza de la semilla como es la eliminación de granos podridos, quitar la “cuquita” que se refiere a quitar algún insecto, participan más en la selección de semilla en este caso por sabor para la elaboración de alimentos se involucra el color de grano y además participan para el desgrane. La selección del maíz para la siembra, allí casi todas son las que colaboran asegurando la semilla para la siguiente siembra, asimismo todas involucran a sus hijos en el cultivo de maíz desde la selección de la semilla hasta el momento que degustan de alimentos provenientes del maíz que cosechan, esta interacción de madre e hijo, hace una conexión especial en el aprendizaje de los saberes del maíz.

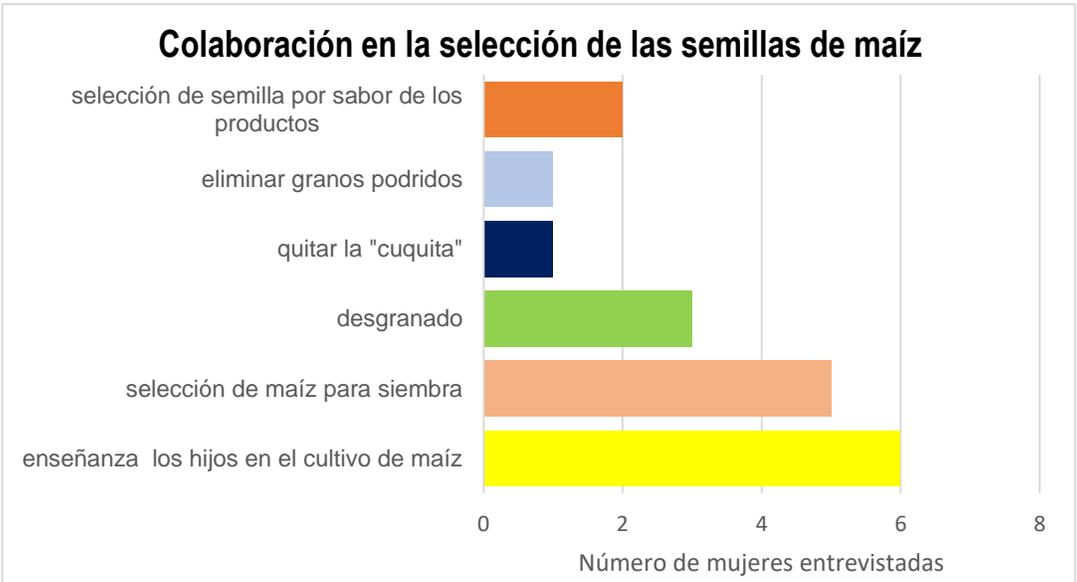


Figura 17. Mujeres en la colaboración de la selección de semilla de maíz.

Desde el punto de vista alimentario, los maíces criollos juegan un papel importante en la transformación de grano a alimentos tradicionales, que parte localmente con las jefas de familia, en primera satisfaciendo sus necesidades como alimento primordial, pero que al paso de los años se ha venido sumando una lista larga de alimentos para degustar de todo lo que se puede preparar con este grano.

Las jefas de familia encuestadas hacen referencia a la importancia que tiene para ellas el color de grano de sus cosechas y las características del por qué prefieren uno a otro color para la elaboración de las tortillas específicamente.

En cuanto a color de las tortillas artesanales que aporta el color de grano, las mujeres hicieron mención que les agrada el color que sea, haciendo hincapié en las tortillas de colores: blancas, amarillas o un tono más oscuro. Ya que para ellas

disfrutar de las tonalidades de las tortillas que ellas mismas preparan es un deleite, por lo que las tortillas industrializadas se encuentran únicamente del color que se caracterizan “blancas” (Cuadro7).

Los granos de maíz de colores blanco y crema tienen similitud en cuanto a la apariencia, textura y olor, las mujeres lo prefieren para la elaboración de tortillas, pozol blanco y es común para preparar tamales, pinole, tascalate, etcétera. A diferencia del grano de color negrito, les agrada la apariencia, pero lo prefieren para la elaboración de pozol con cacao.

El grano de color amarillo no se produce en grandes cantidades comparado con el grano blanco, la semilla amarilla algunas mujeres la prefieren para la elaboración de tortillas. Al respecto existe discrepancia entre la opinión recabada y esto es normal ya que a algunas mujeres les gusta y a otras no. Se mencionó que hay a quien le agrada más para la preparación de pozol y a otras no les agrada para tortillas porque se endurecen, otras mencionaron que les gusta más para tortillas ya que “huele rico” tienen ligeramente sabor dulce, las prefieren para preparar quesadillas y tacos porque son más resistentes y no se rompen con facilidad, además que no se aseda y duran más comparadas con las tortillas de grano color blanco (Cuadro 7); Román *et al.* (2013) reporta que las mujeres prefieren los maíces criollos por el gusto de su sabor, consistencia, olor y tradición, lo cual coincide con las entrevistas a las jefas de familia en esta investigación.

Toda esta diversidad de maíces criollos brinda este legado, esta riqueza natural que aún se sigue disfrutando, y donde la mujer juega un papel importante, desde la selección de la semilla, pero también en la transformación a alimentos de preferencia familiar.

Cuadro 7. Preferencias de color de grano de maíz para tortillas.

<b>Maíz (grano)</b>	<b>Preferencias por las jefas de familia para la elaboración de tortillas</b>
Blanco	Color, tortilla suave, sabor agradable, olor agradable.
Amarillo	Color, no se aseda, olor rico, duran más, sabor ligeramente dulce, son resistentes para quesadillas y tacos.
Negrito	Color, apariencia agradable, preferente para la preparación de pozol.
Crema	Tortilla suave, el color es parecido al maíz blanco.

Fuente. elaboración propia, 2023

## 5. CONCLUSIONES

Partiendo de los objetivos planteados en esta investigación, se concluye:

Se acepta la H<sub>1</sub>, ya que existen productores en la región de estudio que cultivan maíces criollos, en donde se obtuvo una muestra de semillas de 40 variedades criollas de maíz en los municipios: Cintalapa, Ocozocoautla de Espinosa, Suchiapa, Villaflores y El Parral. Estas variedades pertenecen a las razas Tuxpeño, Elotero de Sinaloa, Olotillo y Zapalote Chico. Los productores cultivan variedades en colores de grano: blanco, amarillo, crema y morado.

Se acepta la H<sub>2</sub>, dado que se observaron diferencias significativas en las 40 colectas en altura de planta y días a floración, por lo que son de diferente raza, municipio y productor.

Se acepta la H<sub>3</sub>, ya que se encontró que existen variedades que producen más grano que otras, en este concepto sobresalieron 14 variedades provenientes de diferente productor, raza y municipio, entre ellos, la variedad Tuxpeño blanco que tuvo un rendimiento de 4.780 t ha<sup>-1</sup> obtenida en Pacú municipio de Suchiapa, la variedad Blanco con 3.88 t ha<sup>-1</sup> de Villa Morelos municipio de Cintalapa, la variedad Crema con 3.32 t ha<sup>-1</sup> del municipio de El Parral, la variedad Negrito con 3.20 t ha<sup>-1</sup> de El Gavilán del municipio de Ocozocoautla.

Se acepta la H<sub>4</sub>, existe variabilidad en el proceso de nixtamalización dado que las esposas de los productores preparan de acuerdo a gustos, la diferencia radica en la preferencia, preparación y elaboración de tortillas, los tipos de alimentos que preparan con estas variedades y el destino que le dan. Las mujeres participan en la conservación de las variedades de semillas locales mediante la diversidad de alimentos que preparan y donde cada variedad de semilla aporta sabor, textura y colores diferentes, acorde al gusto de los consumidores familiares y productos buscados por compradores externos. Con esto contribuyen al resguardo para garantizar la permanencia de satisfacción de sus gustos y conservación de las tradiciones.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar J., C. Illsley y C. Marielle. 2003. El sistema agrícola de maíz y sus procesos técnicos. En: Esteva, G., y C Marielle (Coordinadores). Sin Maíz no hay País. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D. F. pp: 83-122.
- Arendt E. K. and Emanuele Z. 2013. Cereal grains for the food and beverage industries. Woodhead Publishing Ltd. Elsevier. Cambridge, UK. 512 p.
- Bartra A. 2003. Del teocintle a los corn pops. En: Esteva. G. y C. Marielle. Sin maíz no hay país. CONACULTA. Dirección General de Culturas Populares. México.
- Bellon M. R. and J. Hellin 2011. Planting hybrids, keeping landraces: agricultural modernization and tradition among small-scale maize farmers in Chiapas, Mexico. *World Development* 39:1434-1443, <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.12.010>
- Boege E., 2009. Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz. *Ciencias*. Núm. 92 - 93, pp: 18-28. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=64412119004>
- Bonamico N. C. e Ibañez, M. A. 2004. Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores SSR. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 33(2):129-144.
- Brush S. B. and H. R. Perales. 2007. A maize landscape: ethnicity and agrobiodiversity in Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121:211-221, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.018>
- Carrera V. J. A., Cervantes S. T. 2006. Respuesta a densidad de población de cruza de maíz tropical y subtropical adaptadas a Valles Altos. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29:331-338.
- Carcamo M. S., García M., Manzor M. I., Montoro Y., Pengue W., Salgado A., Velásquez H y Vélez G. 2011. Biodiversidad, erosión y contaminación genética del maíz nativo en América Latina.
- CONABIO. 2013. Maíces mexicanos (cartel). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México Disponible en: [http://200.12.166.51/janium-bin/janium\\_login\\_opac.pl?find&ficha\\_no=12943](http://200.12.166.51/janium-bin/janium_login_opac.pl?find&ficha_no=12943)
- Coutiño E. B., C. Cruz V., A. Vázquez V. 2013. Ferias comunitarias de maíces criollos en la reserva de la Biósfera “La Sepultura”, Chiapas. In: Memoria de

Resúmenes. V Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y Usos de los Maíces Criollos. Sociedad Mexicana de Fitogenética. San Cristóbal de Las casas, Chiapas. p 49.

Coutiño E. B., Vidal M. V. A., Cruz V.C. y Gómez G. G. 2015. Características eloteras y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vo.6 (5) p. 1119-1127

Coutiño E. B., G. Vázquez C. 2018. V238AC: nueva variedad de maíz de grano amarillo QPM. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. (9) 5: 1089-1091.

Coutiño E. B.; Vázquez C. G.; Torres M. B. y Salinas M. Y. 2008. Calidad de grano, tortillas y botanas de dos variedades de maíz de la raza comiteco. Revista Fitotecnia Mexicana. 31(3):9-14.

Cowan C. 2019. Tras los pasos del maíz criollo, 50 años después. Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo.

Cuevas-Mejía J. de J. 2014. Maíz: Alimento fundamental en las tradiciones y costumbres mexicanas. Universidad Autónoma del Estado de México (México). Vol. 12N° 2 p. 425-432. Disponible en: [http://www.pasosonline.org/Publicados/12214/PS0214\\_12.pdf](http://www.pasosonline.org/Publicados/12214/PS0214_12.pdf)

Espinosa C., A.; A. Turrent F. y M. Tadeo R. 2012. Recursos fitogenéticos, patrimonio biocultural, semillas y seguridad alimentaria. *In*: Políticas Agropecuarias, Forestales y Pesqueras. Calva, J. L. (Coord.). Análisis estratégico para el desarrollo. Consejo Nacional de Universitarios. 9:198-218.

FAO. 2016. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Food and Agriculture Organization. Disponible en: <http://faostat.fao.org>

FAO. 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción. Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#home>

Fernández R., S.; Morales A.C, y Gálvez A. M. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 36 Supl. 3-A: 275 - 283.

Franco M. J. R. P., González H. A., Pérez L. D. J. y González R. M. 2015. Caracterización fenotípica de híbridos y variedades de maíz forrajero en Valles Altos del Estado de México, México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 6(8):1915-1927.

- García M. E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a la República Mexicana. Quinta edición. UNAM. México. 98p.
- Gobierno del Estado de Chiapas. 2021. Carta Geográfica de Chiapas.
- Gómez M. N. O., Coutiño E. B., Trujillo C. A. 2010. Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México, segunda etapa 2008-2009. Proyecto CONABIO.
- González-Cortés N., Silos-Espino, H., Cabral J. C. E., Chávez- Muñoz J.A Y Jiménez L.T. 2016. Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 7(3):669-680.
- Guevara-Hernández F., M. A. Hernández-Ramos J. L. Basterrechea-Bermejo R. Pinto-Ruiz J. A. Venegas-Venegas L. A. Rodríguez-Larramendi y P. Cadena-Íñiguez. 2019. Maíces locales; una contextualización de identidad tradicional. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo 51:369-381
- Guzmán G. E 2018. De maíces a maíces. Agriculturas locales, disputas globales. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. p. 39-52.
- Hagman E.A. Y Gispert M. 2018. El papel de las mujeres amatlecas en la conservación biocultural dinámica del Maíz nativo en Amantla de Quetzalcóatl, Tepoztlán, Morelos.
- Hernández-Ramos M.A., F. Guevara-Hernández., J.L. Basterrechea-Bermejo., B. Coutiño-Estrada., M. A. Lao-Arias y R. Pinto-Ruiz. 2020. Diversidad y conservación de Maíces locales de la frailesca, Chiapas, México. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol 43 (4): 471-479.
- Herrera-Sotero M. Y., Cruz-Hernández C. D., Trujillo-Carretero C., Rodríguez-Dorantes M., García-Galindo H. S., Chávez-Servia J. L., Oliart-Ros R. M y Guzmán-Gerónimo R. I. 2017. Antioxidant and antiproliferative activity of blue corn and tortilla from native maize. Chemistry Central Journal. 11:110.
- Iáñez E. 2007. Más allá de la revolución verde: un papel para la biotecnología. Instituto de Biotecnología. Disponible en: <https://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/agricultura.htm>.
- INEGI. 2020. Censo de población y vivienda. Principales resultados por localidad (ITER).
- INEGI. 2021. Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda.
- INEGI. 2017. Panorama sociodemográfico de Chiapas.

- Kato Y., T.A. 2005. Cómo y dónde se originó el maíz. *Investigación y Ciencia* 347:68- 72
- Kato Y.T.A., Mapes S.C., Mera O.L.M. SERRATOS, R.A. BYE. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 116 pp. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones\\_digitales/Origen\\_deMaiz.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/Origen_deMaiz.pdf)
- Leyva O. J. F. 2009. Variación de maíces criollos de San Ignacio en el estado de Sinaloa. Tesis Licenciatura. Sinaloa, México: Universidad Autónoma de Sinaloa. 46 p.
- Lopez-Martinez L. X., Oliart-Ros R. M., Valerio-Alfaro G., Lee C. H., Parkin K. L., and Garcia H. S. 2009. Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. *LWT Food Science and Technology*, 42: 1187–1192.
- López-Torres B. J., R. Rendón-Medel y T. C. Camacho-Villa. 2016. La comercialización de los maíces de especialidad en México: condiciones actuales y perspectivas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(Esp. 15):3075-3088.
- Martínez-Sánchez J., Espinosa-Paz N., Cadena-Iñiguez P. 2017. Morphological Characterization of native maize (*Zea mays*.) populations In Chiapas, México. *Agroproductividad*: Vol: 10, núm: 9, pp: 26-33.
- Massieu T. Y. y Lechuga M. J. 2002. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo Análisis Económico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco Distrito Federal, México. Vol. XVII, núm. 36, pp. 281-303. Disponible en: [https://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca\\_digital/el-maiz-en-mexico-biodiversidad.pdf](https://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/el-maiz-en-mexico-biodiversidad.pdf)
- Mastretta-Yanes A., M. R. Bellon, F. Acevedo, C. Burgeff, D. Piñero y J. Sarukhán. 2019. Un programa para México de conservación y uso de la diversidad genética de las plantas domesticadas y sus parientes silvestres. *Revista Fitotecnia Mexicana* 42:321- 334, <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.4.321-334>
- Miranda-Colín S. 2000. Mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. *Agric. Téc. Méx.* 1(1):3-15.

- Montenegro T.H., Rincón S.F., Ruiz T.N.A., De León C.H., Castañón N.G. 2002. Potencial genético y aptitud combinatoria de germoplasma de maíz tropical. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 52:135-142
- Muñoz O.A. 2003. Centli-maíz. Prehistoria e historia, diversidad, potencial, origen genético y Geográfico. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 210 pp.
- Navarro G. H., Hernández, F. M.; Castillo, G. F. y Pérez, O. M. A. 2012. Diversidad y caracterización de maíces criollos: Estudio de caso en sistemas de cultivo en la Costa Chica de Guerrero, México. *Agric. Soc. Des.* 9(2):149-165.
- Ortega C.A., Gómez M. N. O., Coutiño E. B. y Trujillo C. A. 2010. Conocimiento de la diversidad y distribución de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus componentes silvestres en México. Segunda etapa 2008-2009
- Perales R. H. R. y J. M. Hernández-Casillas. 2005. Diversidad de maíz en Chiapas. In: *Diversidad Biológica de Chiapas*. M. González Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (coords.). Plaza y Valdés-ECOSUR-COCYTECH. México, D. F. pp: 419-438.
- Perales H.R., y J.R. Aguirre. 2008. Biodiversidad humanizada, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 565-603.
- Piñuelas D., Canteros C., Cabrera T. D. y Casas A. 2008. La diversidad genética como instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios en especies mexicanas, en *capital natural de México*, Vol 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 437-494
- Ramírez-Muñoz E., Jiménez-Vera R., González-Cortés N. 2021. Rendimiento de nixtamal, masa y tortilla de maíces criollos pigmentados de perote, Veracruz. *Ciencia UANL / AÑO 24, No.107*. Disponible en: <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=11028>
- Rincón E., D. 2021. Rendimiento y calidad de grano de híbridos y variedades de maíz amarillo (*Zea mays L.*) en Chiapas. Tesis de Maestría. Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas. 6 p. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/MCPAT%20Tesis/Tesis%20MC%20final%20David.pdf>
- Román M. E., Y Guzmán G. E. 2013. Mujer, trabajo y pertinencia del maíz. *La venta*. Núm.: 38

- Romero J. 2012. La revolución verde. AGROECOLOGÍA UTN. Ibarra. Disponible en <http://agroecologiautn.blogspot.com/>
- Salazar J. A. E. y Boschini, F. C. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Agron. Mesoam. 13(1):13-17.
- SAGARPA. 2017. Maíz grano blanco y amarillo Mexicano. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Primera edición. 28. P. [https://www.gob.mx/cms/upbads/attachment/file/256429/Básico\\_Maíz\\_Grano\\_Blanco\\_Y\\_Amarillo.Pdf](https://www.gob.mx/cms/upbads/attachment/file/256429/Básico_Maíz_Grano_Blanco_Y_Amarillo.Pdf)
- Salinas M. Y.; Cruz C. F. J.; Díaz O. S. A. y Castillo, G. F. 2012. Granos de maíces pigmentados de Chiapas, características físicas, contenido de antocianinas y valor nutracéutico. Revista Fitotecnia Mexicana. 35(1):33-41.
- Sánchez G., J.J. 2011. Diversidad del Maíz y el Teocintle. Informe preparado para el proyecto: "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Manuscrito. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo9\\_Analisis\\_Especialistas/Jesus\\_Sanchez\\_2011.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo9_Analisis_Especialistas/Jesus_Sanchez_2011.pdf)
- Sangermán-Jarquín D. M., M. de la O-Olán, A. J. Gámez-Vázquez, A. Navarro Bravo, M. Á. Ávila-Perches y R. Schwentesius-Rindermann. 2018. Etnografía y prevalencia de maíces nativos en San Juan Ixtenco, Tlaxcala, con énfasis en maíz ajo (*Zea mays* var. *tunicata* A. St. Hil.). Revista Fitotecnia Mexicana 41:451-459, <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.4.451-459>
- Sarukhán J., Koleff P., Carabias J., Soberón J. Dirzo R. Llorente J. B., Halffter G., González R. 2017. Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en: <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/14039.pdf>
- Schwedel K. 1992. El TLC y el cambio estructural en el campo. In: A. Encinas. J. de la Fuente y H. Mackinlay (eds.) La disputa por los mercados: TLC y sector Agropecuario. Cámara de Diputados LV Legislatura. México. pp. 35-51.
- Serratos H. J. A. 2012. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Segunda edición. Greenpeace. México. P.40 En línea:<http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2012/9/gporigenmaiz%20final%20web.pdf>.
- SIAP.2020. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Producción Agrícola. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

- Sierra M. M.; Andrés, M. P.; Palafox C. A. y Meneses M. I. 2016. Diversidad genética, clasificación y distribución racial del maíz nativo en el estado de Puebla, México. *Rev. Cienc. Nat. Agropec.* 3(9):12-21.
- SNIIM. 2020. Información mensual de precios diarios de tortilla en tortillerías y autoservicios de México. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/TortillaMesPorDia.asp>
- Tadeo R. M., A. Espinoza C., R. Guzmán M., A. Turrent., J. Zaragoza E. y J. Virgen V. 2015. Productividad de híbridos varietales de maíz de grano amarillo para valles altos México. *Agronomía Mesoamericana.* 26 (1): 65-72 doi: 10. 15517/am v26il. 16921
- Valdivia B. R., Aragón C.F., López A. P., Coutiño E. B., Berdeja A. R., Dominguez P.L.A., Hernández D.C y Moreno V.D. 2019. Usos y costumbres bioculturales de los maíces nativos en la región de Teziutlán, Puebla. *Acta Fitogenética de la Sociedad Mexicana de Fitogenética.* Vol.6 (1) 8:79
- Vázquez G.A.Y., Chávez M.C., Herrera T. F., Carreño M. F. 2018. Milpa y seguridad alimentaria: el caso de San Pedro EL Alto, México. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, vol. XXIV, núm.2. Universidad del Zulia, Venezuela.
- Vázquez C. M. G., D. Santiago R., Y. Salinas M., I. Rojas M., J. L. Arellano V., G. A. Velázquez C. and A. Espinoza C. 2012. Interacción genotipo-ambiente del rendimiento y calidad de grano y tortilla de híbridos de maíz en Valles Altos de Tlaxcala, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35:229-237.
- Vázquez C. M.G., Pérez C.J.P., Hernández C.J.M., Marrufo D.M.C., Martínez R. E. 2010. Calidad de grano y de tortillas de maíces criollos del altiplano y Valle del Mezquital, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol.33, núm.4, Septiembre, 2010, pp: 49-56
- Vázquez C. M. G., L. Guzmán B., J. L. Andrés G., F. Márquez S. y J. Castillo M. (2003). Calidad de grano y tortilla de maíces criollos y sus retrocruzas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26:231-238.
- Yang C. J., Samayoa L. F., Bradbury P. J., Olukolue B. A., Xuea W., York A. M., Tuholskia M. R., Wang W., Daskalska L. L., Neumeyera M. A., Sanchez-Gonzalez J. J., Romay M. C., Glaubitz J. C., SungQ., Buckler E. S., Holland J. B., Doebleya J. F. 2019. The genetic architecture of teocinte catalyzed and constrained maize domestication. *Proceedings of National Academy of Sciences.* Vol. 11 (12)5643-565

## 7. ANEXOS



Figura 1A. Colecta de 25 mazorcas, colecta de 1kg en grano de El Gavilán y El Parral.



Figura 2A. Variedades de la raza Tuxpeño de Palenque de Los Pinos y El Parral.



Figura 3A. Raza Elotero de Sinaloa y raza Zapalote Chico de Palenque de Los Pinos y Abelardo L. Rodríguez



Figura 4A. Colores de grano encontrados: (blanco, crema, morado y amarillo).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS CAMPUS V



CUESTIONARIO (ENTREVISTA A PROFUNDIDAD)

Fecha de aplicación: (\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_)

Nombre de la productora \_\_\_\_\_

Localidad \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_

Nombre de parcela \_\_\_\_\_ cuantas variedades cultiva \_\_\_\_\_ cuales variedades \_\_\_\_\_

1. ¿Por cuánto tiempo ha cultivado esta variedad?

- a) 5-10 años   b) 20-40 años   c) 40-60 años   d) más de 60 años

2. ¿Dónde consiguió la semilla?

- a) Compró   b) se lo regalaron   c) intercambio   d) herencia

3. ¿Participa en la selección del maíz que siembra su esposo?

1. Si  
2. No

¿En qué forma participa? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. ¿Le enseña usted a sus hijos a la actividad de cultivar maíz?

\_\_\_\_\_

5. ¿Qué elementos toma en cuenta para sugerir el maíz que se debe sembrar?

- ( ) \_1. Resistencia a sequía  
( ) \_2. Resistencia a plagas en el almacén  
( ) \_3. Alto rendimiento  
( ) \_4. Son buenos para el nixtamal  
( ) \_5. Las tortillas son más suaves  
( ) \_6. Otra (especifique): \_\_\_\_\_  
( ) \_7. Otra (especifique): \_\_\_\_\_

6. ¿Qué uso le da a la producción de maíz?

- a) Venta b) autoconsumo c)ambos

7. ¿Cuántas personas integran su familia?

- a) 2 b) 3 c) 4 d) más de 4

8. ¿Cuántos animales domésticos tiene?

- a) 1 b)2 c)3 d) más de 3

9. ¿Cuántos kilos de maíz almacena para su autoconsumo?

- a) 50-100kg b)150-200kg c)250kg d) más de 300kg

10. ¿Cuál es el uso principal que le da a su maíz? (Indique en orden de importancia)  
(escuchar expuesta) fotos tapas, tarjetas

**Uso principal**

- |  |     |     |
|--|-----|-----|
| 1. Elaboración de tortillas                      | [ ] | [ ] |
| 2. Elaboración de atole                          | [ ] | [ ] |
| 3. Pozol   | [ ] | [ ] |
| 4. Elote   | [ ] | [ ] |
| 5. Tamales                                       | [ ] | [ ] |
| 6. Tostadas                                      | [ ] | [ ] |
| 7. Alimentos para animales domésticos            | [ ] | [ ] |
| 8. Pinole  | [ ] | [ ] |
| 9. Galletas                                      | [ ] | [ ] |
| 10. Hojas para tamal                             | [ ] | [ ] |
| 11. Artesanías                                   | [ ] | [ ] |
| 12. Elaboración de otro tipo de alimentos: _____ | [ ] | [ ] |

11. ¿De la variedad que siembra, para qué es mejor el uso que le da, de los productos anteriores?

\_\_\_\_\_

12. ¿De los productos que elabora son para?

- a) Consumo  
b) Venta  
c) Ambos

13. ¿Cuáles son las actividades que desarrolla en la transformación del maíz para elaborar la nixtamalización? \*cuantos kilos de maíz\_\_\_\_\_

\*total de tortillas obtenidas\_\_\_\_\_

1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_  
3. \_\_\_\_\_  
4. \_\_\_\_\_  
5. \_\_\_\_\_

6. \_\_\_\_\_  
7. \_\_\_\_\_

14. Si le sobra tortillas ¿Cuál es el destino que le da?

\_\_\_\_\_

15. ¿Usa leña para la nixtamalización?

\_\_\_\_\_

16. ¿Hay diferencias del tiempo de cocción de los diferentes colores de grano?

1. No      2. Si

¿Qué tiempo? \_\_\_\_\_

17. Cuáles son los antojitos hechos en casa que prefiere la familia? (Escuchar)

( ) Tortillas

( ) Atole

( ) Elotes

( ) Tamales

( ) Pinole

( ) Pozol

( ) Galletas

( ) Tostadas

( ) Otros: \_\_\_\_\_

18. ¿Qué diferencias ha observado en las tortillas que prepara con respecto al color del grano? (Comparar con otra variedad)

a) Sabor: \_\_\_\_\_

b) Dureza: \_\_\_\_\_

c) Color: \_\_\_\_\_

d) Consistencia: \_\_\_\_\_

e) Durabilidad: \_\_\_\_\_

f) Anaquel: \_\_\_\_\_

19. Existe alguna variedad que sea más fácil de preparar y que tenga alguna característica en particular (ej. Suave, dureza, etc.) ?

1. Las elaboradas con maíz blanco

2. Las elaboradas con maíz pigmentado

3. Ambas

4. No hay diferencias

20. ¿Le gustaría preparar un alimento artesanal nuevo?

1. Sí

2. No

3. No sabe

**21.** ¿Ha preparado alimentos artesanales con maíces mejorados que no sean de maíces criollos?

1. Sí ¿Nombre de la variedad mejorada? \_\_\_\_\_

2. No

**22.** ¿Sigue preparando alimentos con maíces mejorados?

1. Si

2. No

¿Por qué dejó de hacerlo? \_\_\_\_\_

**24.** Otras observaciones

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_