



EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR

**Usos locales y preferencias de consumo como factores
de la diversidad del maíz nativo de Oaxaca**

TESIS

**Presentada como requisito parcial para otorgar el grado de
Doctora en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable**

Por

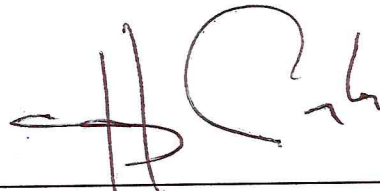
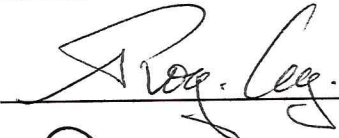
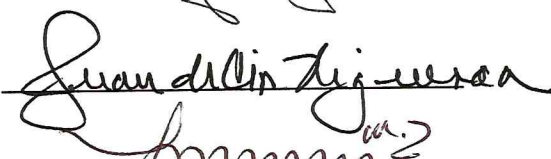
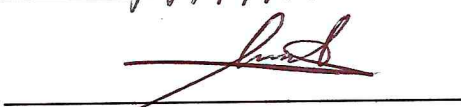
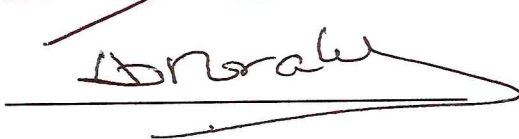
Rosa María González Amaro

2016

El Colegio de la Frontera Sur San Cristóbal de las Casas Chiapas, 24 de junio de 2016. Las personas abajo firmantes, miembros del jurado examinador de: Rosa María González Amaro, hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada “Usos locales y preferencias de consumo como factores de diversidad del maíz nativo de Oaxaca” para obtener el grado de Doctora en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable

Nombre	Firma
Director Dr. Hugo Rafael Perales Rivera	_____
Asesora Dra. Erín Ingrid Jane Estrada Lugo	_____
Asesora Dra. Adriana Elena Castro Ramírez	_____
Asesor Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera	_____
Asesor Dr. Juan de Dios Figueroa Cárdenas	_____
Sinodal adicional Dra. Lorena Ruíz Montoya	_____
Sinodal adicional Dra. Lorena Soto Pinto	_____
Sinodal suplente Dra. Helda Eleonora Morales	_____

El Colegio de la Frontera Sur San Cristóbal de las Casas Chiapas, 24 de junio de 2016. Las personas abajo firmantes, miembros del jurado examinador de: Rosa María González Amaro, hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada "Usos locales y preferencias de consumo como factores de diversidad del maíz nativo de Oaxaca" para obtener el grado de Doctora en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable

Nombre	Firma
Director Dr. Hugo Rafael Perales Rivera	
Asesora Dra. Erín Ingrid Jane Estrada Lugo	
Asesora Dra. Adriana Elena Castro Ramírez	
Asesor Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera	
Asesor Dr. Juan de Dios Figueroa Cárdenas	
Sinodal adicional Dra. Lorena Ruíz Montoya	
Sinodal adicional Dra. Lorena Soto Pinto	
Sinodal suplente Dra. Helda Eleonora Morales	

Agradecimientos

Consejo Tutelar

A los Drs. Hugo Perales Rivera, Rogelio Aguirre Rivera, Juan de Dios Figueroa Cárdenas, Erin Estrada Lugo y Adriana Castro Ramírez, por su orientación y apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

Financiadoras

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico mediante becas posgrado.

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por el financiamiento para el trabajo de campo y laboratorio mediante el proyecto *LE001* “Usos locales y preferencias de consumo como factores de diversidad de los maíces nativos de Oaxaca”.

Ayudantes de campo

Al M.C. Flavio Aragón Cuevas por su apoyo en acceso al área de estudio, por el resguardo de las recolectas de maíz en su unidad de trabajo INIFAP-Valles Centrales, Oaxaca, así como la identificación de razas de las mismas.

Al Dr. Arturo Hernández Montes del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de La Universidad Autónoma Chapingo, por su orientación en la elección de pruebas sensoriales y el desarrollo de las mimosas en campo.

A Felipe Ruíz, Leobardo Martínez, Cecilia De León, Martha González y Ángel Cortés por su apoyo en recorridos y trabajo de campo.

Ayudantes de Laboratorio de CINVESTAV-Querétaro

A Juan Véles Medina, Eleazar Urbina y Agustín Galindo del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), Unidad Querétaro.

Ayudantes de biblioteca de ECOSUR

A Hermilo Cruz García y Mario Zúñiga Trejo por su apoyo en proporcionar literatura especializada en el tema, desempeñando labores en la biblioteca de la institución.

Amigas

A mis compañeras de generación: Edith Cervantes, Abril Figueroa y Eugenia Sántiz, con quienes en diferentes momentos compartí y me apoyaron.

Dedicatoria

A los agricultores y agricultoras que originaron, mantienen y transforman el maíz en cada ciclo, para nutrir el cuerpo y el espíritu.

A mis padres Hermelinda Márquez Juárez, Felicitas Amaro Ramírez e Isidro Amaro Ramírez por su comprensión y amor incondicional.

A los momentos felices y difíciles dedicados a este trabajo, por el crecimiento personal y profesional.

Índice de contenido

Resumen	1
Capítulo I Introducción General	5
Estructura de la tesis.....	6
Aspectos biológicos del maíz	8
Aspectos sociales del maíz	9
Aspectos culturales del maíz	13
Antecedentes	14
Diversidad de los maíces en México	14
Diversidad de los maíces de Oaxaca	15
Participación de las mujeres en la diversidad	16
Usos del maíz	18
La cocina mexicana	20
Preferencias de consumo	22
Calidad del maíz	23
Planteamiento del problema	25
Justificación	28
Hipótesis	31
Hipótesis 1	31
Hipótesis 2	31
Hipótesis 3	31
Objetivos	32
Objetivo general.....	32
Objetivos particulares	32
Capítulo II Métodos generales y área de estudio	33
Métodos generales.....	33
Descripción de área de estudio	33
Presentación y contacto.....	33
Entrevistas abiertas	34
Grupos focales.....	34
Encuestas	35

Recolectas de maíz	35
Análisis fisicoquímicos de los maíces usados en productos especiales	35
Pruebas sensoriales para evaluación de preferencias de consumo	36
Descripción de los sitios de estudio en el estado de Oaxaca	37
Descripción de cada comunidad del área de estudio	38
Región Istmo.....	38
Región Costa.....	40
Región Valles Centrales	42
Región Sierra Norte	45
Capítulo III Diversidad y razones por las que se mantienen variantes de maíz	48
Introducción	48
Materiales y métodos	49
Entrevistas	50
Grupos focales.....	50
Recolectas de maíz	51
Encuestas estructuradas	51
Resultados	61
Número de maíces por comunidad	61
Los maíces del área de estudio	62
Procedencia de maíces	63
Razones por las que se prefieren los maíces que siembran ellos mismos.....	64
Categorías de uso del maíz	84
Usos especiales del maíz	87
Discusión	92
Conclusiones	96
Capítulo IV Participación de la mujer en la diversidad local de maíz nativo	98
Introducción	98
Materiales y métodos	100
Sitios de estudio	100
Entrevistas abiertas	100
Grupos focales.....	100
Observación participante	101

Encuestas	101
Resultados	101
Selección de mazorcas para semilla	101
Decisión sobre los maíces que se siembran.....	102
Venta y compra de maíces	103
Preferencia de maíces para preparación de alimentos.....	105
Demanda de maíces por parte de las mujeres	115
Ausencia de la pareja en grupo doméstico	117
Discusión	118
Conclusiones	120
Capítulo V Preferencias de consumo	122
Introducción	122
Materiales y métodos	124
Sitios de estudio	124
Productos especiales analizados.....	124
Selección de variantes de maíz para analizar	130
Pruebas sensoriales de productos.....	132
Pruebas discriminativas	132
Pruebas de aceptabilidad	134
Resultados	135
Evaluación del maíz en el proceso de preparación	135
Pruebas discriminativas	138
Pruebas de aceptabilidad	139
Discusión	143
Conclusiones	145
Capítulo VI Análisis fisicoquímico de maíces para usos especiales.....	146
Introducción	146
Materiales y método.....	148
Selección de muestras de maíz para análisis.....	148
Dimensiones del grano	149
Peso hectolítrico	150
Humedad del grano	150

Peso de mil granos	151
Índice de flotación	151
Color del grano	152
Perfil amilográfico del almidón	152
Elaboración de productos	153
Tejate.....	153
Totopo.....	154
Propiedades térmicas y viscoelásticas	158
Difractómetro de rayos X	160
Analizador Rápido de Viscosidad (RVA).....	160
Calorímetro Diferencial de Barrido (DSC).....	161
Proximales	161
Textura.....	162
Color de productos	162
Resultados	162
Tejate.....	162
Componentes químicos del maíz y tejate	163
Contenido de minerales en tejate	164
Propiedades térmicas en maíz, cuanextle y tejate.....	165
Almidón resistente e índice glucémico en Tejate	165
Totopo.....	168
Propiedades fisicoquímicas de los maíces usados en Totopo.....	168
Propiedades físicas de totopos.....	169
Componentes químicos en maíz, masa y totopo	170
Propiedades térmicas en maíz, masa y totopo	170
Discusión	173
Conclusiones	177
Capítulo VII Discusión y Conclusiones Generales	179
Sugerencias	183

Lista de cuadros

Cuadro	Página
Capítulo II	
1. Ubicación de las comunidades consideradas en el estudio	38
2. Características de las comunidades consideradas en el estudio	38
3. Rasgos ambientales, poblacionales y agrícolas de las comunidades en estudio	39
4. Tamaño de muestra de las actividades desarrolladas en campo en el área de estudio	47
Capítulo III	
1. Actividades desarrolladas en campo en el área de estudio	50
2. Morfotipos de maíz determinados con base en información de grupos focales, encuestas e identificación de raza	53
3. Agrupación de las variables de la encuesta para análisis de importancia	58
4. Cálculo del índice de satisfacción para respuestas a las variables de la encuesta	61
5. Número de maíces locales e introducidos que se manejan en la comunidad y por grupo doméstico	62
6. Maíces que se manejan en San Blas Atempa, según las entrevistas que sustituyeron a grupos focales	65
7. Maíces que se manejan en Santa Miguel del Puerto, según los grupos focales	66
8. Maíces que se manejan en San Pedro Jicayán según las entrevistas que sustituyeron a grupos focales	68
9. Maíces que se manejan en San Agustín Yatareni, según los grupos focales	69
10. Maíces que se manejan en Santo Tomas Mazaltepec, según los grupos focales	70
11. Maíces que se manejan en San Andrés Huayapam, según los grupos focales	71

12.	Maíces que se manejan en Santa María Peñoles, según los grupos focales	73
13.	Maíces que se manejan en Santa María Jaltianguis, según los grupos focales	74
14.	Maíces que se manejan en Santa María Tlahuitoltepec, según los grupos focales	76
15.	Nombre de raza a la que pertenecen las recolectas de maíz hechas en el área de estudio.	63
16.	Relación de maíces que se registraron por comunidad para procedencia declarada mediante grupos focales	78
17.	Razones mencionadas por las que se siembran los tipos de maíz en las comunidades	79
18.	Índice de satisfacción relativo en variables climáticas, agrícolas y de uso, de los maíces más representativos por comunidad del área de estudio	82
19.	Importancia del color del maíz para todas las variables en general	86
20.	Importancia del color del maíz en las variables ambientales y agrícolas por comunidad	89
21.	Importancia del color del maíz en las variables de uso por comunidad	90
22.	Relación de platillos especiales más mencionados en las comunidades del área de estudio	88
23.	Descripción de los principales productos especiales del área de estudio	92
Capítulo IV		
1.	Selección de semilla y preferencia de maíces por mujeres, según los grupos focales de cinco comunidades	104

2.	Frecuencia de mención de los maíces sembrados que se usan para alimentos comunes, según encuestas de mujeres en cinco comunidades	106
3.	Frecuencia de mención de los maíces sembrados que se usan para platillos especiales, según encuestas de mujeres en cinco comunidades	107
4.	Frecuencia de mención de los maíces comprados que se usan para alimentos comunes, según encuestas de mujeres en cinco comunidades	110
5.	Frecuencia de mención de los maíces comprados que se usan para platillos especiales, según encuestas de mujeres en cinco comunidades	111
6.	Maíces comprados para un uso específico, según encuesta e mujeres en cinco comunidades	115
7.	Maíces preferidos para alimentos comunes y platillos especiales, indicados por las mujeres	115

Capítulo V

1.	Productos y maíces analizados en preferencia de consumo en cada .comunidad de origen del producto	131
2.	Evaluación de maíces en cada fase del proceso de elaboración de los productos	137
3.	Percepción del rendimiento de los maíces en masa y producto final	138
4.	Resultados de la prueba discriminativa de los cinco productos entre género	138
5.	Resumen de diferencias entre medias en las comparaciones múltiples del maíz nativo local con los otros maíces incluidos en los productos analizados	139
6.	Calificación individual de las variantes de maíz por indicadores de calidad en cada producto analizado	142

Capítulo VI

1.	Relación de muestras de maíz para productos especiales en análisis de laboratorio	149
2.	Propiedades fisicoquímicas de muestras de maíz para tejate	163
3.	Composición química proximal de muestras de maíz y tejate	163
4.	Composición mineral de tejate, maíz y muestras de cenizas	164
5.	Efecto de recocado en las propiedades térmicas de maíz, cuanextle y téjate	167
6.	Almidón total y almidón resistente en tejate	168
7.	Propiedades fisicoquímicas de muestras de maíz para totopo	169
8.	Propiedades físicas de muestras de totopos	169
9.	Composición química proximal de muestras de maíz, masa y totopo	171
10.	Efecto de recocado de almidón en las propiedades térmicas de maíz a los totopos y las propiedades viscoelásticas del producto final	172

Lista de figuras

Figura	Página
Capítulo II	
1. Ubicación de comunidades que conforman el área de estudio	37
Capítulo III	
1. Categorías de uso de los maíces de las comunidades del área de estudio en Oaxaca	85
2. Atole de boda platillo especial de Jaltianguis-Sierra Norte. Dulce de chilacayota, espesado con maíz rojo, platillo especial de Peñoles-Mixteca Baja	92
Capítulo V	
1. Tejate, mazorcas de maíz Bolita blanco, preferente para elaboración del mismo	126
2. Nicuatole de diferentes sabores, elaborados con maíz Bolita blanco, amarillo y negro	127
3. Tlayudas en comal, hechas con maíz Bolita blanco en Mazaltepec	128
4. Totopos delgados de maíz Zapalote chico, típicos de San Blas Atempa, a la venta en el mercado central de Tehuantepec	130
5. Gráficas que muestran la capacidad discriminativa de los participantes entre género en cada producto	141
Capítulo VI	
1. Diagrama de flujo del proceso tradicional de elaboración del téjate	155
2. Diagrama de flujo del proceso tradicional de elaboración del totopo	156
3. Comezcal, horno de barro a manera de olla sin fondo, en las paredes se cuecen los totopos	159

Resumen

México cuenta con una gran diversidad de maíces nativos, esta variación es producto de la adaptación de los maíces a distintos ambientes biofísicos y de la selección humana. Se ha propuesto que un factor de selección importante es el uso culinario de los maíces, lo cual puede estar determinado por la variedad de maíz utilizada para preparar alimentos particulares. La amplia diversidad de maíz en Oaxaca se representa en su gastronomía ampliamente reconocida enriquecida de platillos especiales. En este trabajo se analizó la relación entre usos y la diversidad de maíz en Oaxaca, poniendo especial atención a los usos culinarios especializados. Se trabajó en nueve comunidades pertenecientes a las regiones Costa, Istmo, Valles Centrales y Sierra Norte del estado. Se hicieron entrevistas y se desarrollaron grupos focales con los que se determinaron las variedades de maíz que se siembran en cada comunidad, se describieron sus características y las razones por las que se cultivan. Se implementaron encuestas formales para cuantificar los resultados de los grupos focales. También se desarrollaron ejercicios de discriminación y preferencia de cinco productos (tortilla, tlayuda, totopo, nicuatole y tejate) elaborados con distintos maíces. Se analizó en laboratorio la calidad físico-química de variantes de maíz para tejate y totopo. Se encontró que una vez que se aseguran los caracteres ambientales y agronómicos adecuados en los maíces, predomina la aptitud de uso polivalente de los maíces como razón de la siembra de las variedades, en particular de las blancas. En maíces que se siembran con menor frecuencia o en menor escala las razones se asocian principalmente al uso. Los criterios de selección de semilla no difieren entre hombres y mujeres, sin embargo, las mujeres influyen en la diversidad local y regional de los maíces al demandar

variantes particulares no sembradas en su hogar, que prefieren para preparar platillos comunes y especiales. La discriminación entre distintos maíces en tortilla común y los platillos especiales no fue estadísticamente significativa y la aceptabilidad para el consumo de los platillos especiales en pruebas ciegas no indica la preferencia por los maíces nativos que acostumbran consumir. Sin embargo, en tortilla y tlayuda se encontró una tendencia positiva en la discriminación del maíz local (p 0.071 y 0.072, respectivamente) y en tortilla se encontró preferencia por maíces nativos. Se describieron las propiedades físicas y térmicas de los maíces estudiados y se encontró que los maíces nativos preferidos para tejate y totopo destacan en propiedades relacionadas con la calidad de estos productos. En conclusión, no se encontró una relación directa entre usos especiales y diversidad del maíz. Sin embargo, los usos influyen en la diversidad de los maíces más importantes porque tienen un mayor número de usos que los maíces poco frecuentes y porque los usos especiales generan demanda de diversidad (maíces no sembrados por el hogar) e involucran una preferencia cultural por los maíces nativos locales. Promover la preservación de la diversidad de usos culinarios puede ser importante para fortalecer la conservación de la diversidad del maíz en Oaxaca.

Palabras clave: platillos especiales, participación de mujeres, fisicoquímica de maíz, apreciación cultural y Oaxaca.

Abstract

Mexico has a large diversity of native maize varieties, this variation is the product of their adaptation to different biophysical environments and human selection. It has been proposed that an important selection factor is the diverse culinary use of maize, some of which could be determined by the maize variety used to prepare the particular dish. The wide diversity of maize in Oaxaca is shown in its renowned cuisine, enriched with several special dishes that are unique in Mexico. In this research we studied the relationship between uses and maize diversity in Oaxaca, giving special attention to specialty culinary uses. The research was done in nine communities of the Costa, Isthmus, Central Valleys and Sierra Norte regions of the State. Open interviews and focus groups were carried out to determine which maize varieties were planted in each community, their characteristics and their reasons for cultivating the varieties, formal surveys were also implemented to quantify the results of the focus groups. Exercises for discrimination and preference of five important products of Oaxaca (tortilla, tlayuda, totopo, nicoatole y tejate) made with different maize varieties were also performed. The microstructure and physical-chemistry of different maize varieties was studied in the laboratory for tejate and totopo. It was found that once the appropriate environmental and agronomic traits are secured with their varieties, the predominant reasons for planting the varieties are related to the polyvalent use of the varieties., In varieties that are planted less frequently or in smaller quantities the reasons for their cultivation are mainly associated with their use. Seed selection criteria did not differ between men and women, however, women influence local and regional maize diversity by their demand of particular variants, not cultivated by their household, they prefer to prepare common and specialty

dishes. Discrimination between different maize types for common tortilla and specialty dishes was not statistically significant and acceptability for use in blind tests did not indicated a preference for the local native maize they usually consume. Nonetheless, discrimination of maize varieties for tortilla and tlayuda presented a positive almost significant difference ($p = 0.071$ and 0.072 , respectively) and for tortilla a preference for native maize varieties was detected. Physical and thermal properties of maize varieties studied were described, we found that preferred landraces for the preparation of totopo and tejate present better quality-related properties for these products. In conclusion, a direct relationship between specialty uses and maize diversity was not found. Nonetheless, uses influence the diversity of major maize varieties because they have a larger number of uses than less frequent maize types and because specialty uses generate a demand for diversity of maize varieties not planted by the household comprising cultural preferences of local landraces. Promoting the preservation of the diversity of culinary uses may be important to strengthen the conservation of maize diversity in Oaxaca.

Keywords: special dishes, participation of women, physical chemistry, cultural appreciation and Oaxaca.

Capítulo I Introducción General

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los tres cereales más importantes del mundo, su centro de origen y diversificación es México y se reconocen 59 razas, y cientos de variantes particulares (Sánchez *et al.*, 2000; CONABIO, 2011). Esta diversidad se atribuye a procesos de adaptación local a los distintos ambientes y la selección humana. El maíz es la especie con mayor amplitud de distribución altitudinal y latitudinal y ha cambiado en función de las condiciones biofísicas asociadas. Asimismo, las necesidades de los hogares campesinos y el uso que le dan, también ha promovido su diversidad. El uso alimenticio sitúa al maíz en el grupo de los cuatro cultivos básicos (papa, arroz y trigo) que aportan más del 50% al sistema alimentario mundial (FAO, 2011). México no solo es centro de diversidad de formas biológicas del maíz, también lo es de un conjunto de usos culinarios. En las diferentes regiones de México se preparan numerosos platillos de maíz, que varían en cada región dependientes de las tradiciones culinarias, la disponibilidad de razas nativas y los gustos personales (Linares y Bye, 2012). La cocina oaxaqueña es icono nacional y se distingue por la creación de platillos especiales hechos con base en maíz, que han alcanzado un importante mercado regional, nacional e inclusive internacional (Matus, 2009).

En este trabajo se analiza la relación que hay entre los usos y la diversidad del maíz en comunidades del Estado de Oaxaca. La investigación se enfoca en platillos especiales propios de Oaxaca, estos son los alimentos típicos y originarios de un lugar o región del Estado. Dada la asociación de razas particulares en la preparación de estos platillos, se ha propuesto que estos usos son importantes como motivo

para mantener las razas (Ortega, 2003). Para este propósito se examinó la importancia de adaptación biofísica de los maíces y de sus usos, estimar la importancia de los usos especiales como motivos para la siembra y conservación de los maíces. Por otra parte, se ha señalado que las mujeres tienen criterios definidos de cuál es el mejor tipo de maíz para cada forma específica de consumo (Hernández-Xolocotzi, 1972, Tapia y De la Torre, 1997, Aguirre, 1999 y Mendoza *et al.*, 2004). El estudio también examina la participación de las mujeres en la selección de los maíces y su diversidad y las cualidades físico-químicas de distintos maíces y sus diferencias al preparar platillos especiales particulares. Los maíces apropiados para la elaboración de usos especiales podría justificarse por preferencias de consumo, por lo que también se experimentó si existe preferencia por las variedades locales de maíces para la elaboración de tortillas y los productos especiales estudiados.

Este trabajo ofrece un avance de la forma en que los usos contribuyen a la conservación de la diversidad de los maíces nativos de Oaxaca.

Estructura de la tesis

Este documento se compone de siete capítulos. En el Capítulo I se presentan los antecedentes sobre la generación y mantenimiento de la diversidad genética en la agricultura y del maíz en particular, además de los estudios que han abordado la relación entre el uso y la diversidad. En este capítulo se incluye también el planteamiento del problema, hipótesis y los objetivos de la investigación.

En el Capítulo II de métodos generales y área de estudio se mencionan los procedimientos que se siguieron en la investigación y se hace una descripción de características relevantes de las comunidades en donde se desarrolló el trabajo de campo.

El Capítulo III aborda la diversidad del maíz y las razones para mantener variantes en cada comunidad. Trata de la importancia de los maíces que se manejan en los grupos domésticos en variables ambientales, agrícolas y de uso. También se señalan las categorías de uso y los usos especiales. En el Capítulo IV se describe la participación de la mujer en la diversidad local de maíz nativo. Su influencia desde la selección de los maíces apropiados para usos comunes y especiales, la demanda y abastecimiento de maíces en sus requerimientos culinarios.

El Capítulo V presenta las preferencias de consumo del maíz en función de la apreciación de las mujeres durante el proceso de elaboración de tortilla común y productos especiales (tejate, nicuatole, tlayuda y totopo), y las pruebas sensoriales del consumo de estos alimentos hechos con maíz nativo y maíces comerciales. De forma complementaria, el Capítulo VI contiene los análisis fisicoquímicos de los maíces utilizados en tejate y totopo, que muestran las propiedades de diferentes maíces y su relación con la calidad de estos productos, para comprender la preferencia de consumo referida en campo.

En el Capítulo VII se hacen la discusión y conclusiones generales, para resumir y centrar el alcance de los resultados en función de los objetivos de esta investigación.

Aspectos biológicos del maíz

El sureste mexicano forma parte de Mesoamérica, región que es considerada uno de los ocho centros de origen y diversificación de los cultivos (Vavilov, 1926; Harlan 1971). En Mesoamérica se originaron numerosos cultivos importantes como el maíz, frijol, calabaza, chile, aguacate, algodón, tejocote, cacao, vainilla maguey y tuna, entre otros. Sin embargo, posiblemente la contribución más importante de México al mundo es el maíz (Hernández-Xolocotzi, 1985).

La diversidad del maíz se debe a procesos biológicos independientes y en interacción con procesos antropogénicos que datan de al menos 8, 000 años, llevados a cabo por numerosos grupos humanos que se asentaron en el territorio nacional y que se continúan año con año (Matsuoka *et al.*, 2002; Piperno y Flannery, 2001).

La gran diversidad genética del maíz (Zhao *et al.*, 2006) es posiblemente una de las principales causas de su gran diversificación en raza o variedades. La recombinación y mutaciones de los genes, crea la formación de genotipos que pueden incrementar su frecuencia en una población si su genotipo se ajusta a las condiciones ambientales y a las exigencias o necesidades de los productores. Asimismo, si estos genotipos son sensibles a los factores como la temperatura, luz, sequía, insectos o enfermedades, entonces se mantienen en la población contribuyendo a la diversidad y al potencial evolutivo del maíz a través de la selección artificial o natural en diferentes ambientes. Los tipos de maíz que prevalecen, son variedades que continúan en evolución, posiblemente

ininterrumpida por cientos de años –o milenios- en las condiciones ambientales en las que se está cultivando.

Se México se reportan 64 razas de maíz, de la cuales 59 son nativas y cinco fueron descritas en otras regiones (Nal-Tel de Altura, Serrano, Negro de Chimaltenango y Quicheño de Guatemala y Cubano amarillo, del Caribe) (CONABIO, 2012). El concepto de raza ha sido aplicado mundialmente a la clasificación de maíz, y fue definido por Anderson y Cutler (1942) como “un grupo de individuos relacionados, con suficientes características en común que permite su reconocimiento como grupo”.

El entrecruzamiento de razas hecho por agricultores muy posiblemente ha sido uno de los factores más importantes en la evolución y diversidad actual de razas del maíz (Wellhausen *et al.*, 1951).

Cabe mencionar que se ha encontrado que dentro de las razas de maíz existe mayor diversidad genética que entre razas (Pressoir y Berthaud, 2004b; Vigouroux *et al.*, 2008). Dentro de una raza se pueden encontrar diferentes variantes de color y dentro de un mismo color hay diferentes tipos de grano, precocidad, adaptaciones a distintas condiciones ambientales y resistencia a sequías, insectos y otros (Perales y Hernández, 2005).

Aspectos sociales del maíz

A través del tiempo los productores han mantenido y modificado sus variedades al desarrollar distintas formas de manejo y por el flujo o intercambio de semilla. Los productores de una localidad tienen un conjunto de variantes de maíz que satisfacen sus diferentes intereses y, en muchos casos, estas son complementarias. Por

ejemplo, pueden tener una variedad que tolera insectos de almacén y otra que dé mayor rendimiento (Bellon, 1996). El conjunto de variantes de maíz que se siembran en el grupo doméstico se pueden modificar a través del tiempo, algunas de estas son desplazadas, pero también se agregan nuevas variantes y algunas de estas cambian al evolucionar a nuevas condiciones ambientales o por cruza con otros tipos (Perales *et al.*, 2003b) de acuerdo con nuevos intereses del productor. Esto promueve una diversidad dinámica aún bajo condiciones aparentemente tradicionales de producción. Las demandas del mercado pueden ser un motivo de desplazamiento de variantes locales por la demanda de maíces de mayor rendimiento o caracteres uniformes del grano que exige la comercialización masiva (Bellon, 1996).

El maíz, en virtud de sus propiedades, satisface diversas necesidades humanas. Su utilidad le concede un *valor de uso* que está determinado por sus propiedades materiales de las que el hombre se sirve y se apropia (Dorantes, 1971). Los usos del maíz se clasifican en categorías como: alimenticio, forrajero, medicinal, combustible, ceremonial y adivinación (Maldonado-Koerdell, 1979; Estrada, 1989). Con mucho, en México el uso alimenticio es el predominante, cuando en el resto de mundo su uso como insumo en alimentos balanceados para animales y en la industria son los primarios.

En México, casi todos los maíces se usan principalmente en la alimentación diaria como tortilla, pero también como tamales, atoles, pozol, tostadas y elote. Sin embargo, también existen *platillos o alimentos especiales* para los que es común

que se requieren algunas variantes de maíz nativo específicas para su elaboración apropiada. Algunos platillos especiales se preparan en festividades comunales o en celebraciones familiares y son productos originarios de una región y con distribución restringida.

Se ha propuesto que los usos en platillos especiales es un factor que mantiene la diversidad del maíz (Ortega, 2003). Un ejemplo es el caso del maíz de las razas Ancho y Cacahuacintle, que se usan en la elaboración de pozole. Sus caracteres de endospermo y grano grande y ancho, hace que absorba bien el agua y que los granos revienten en “flores grandes” al preparar el platillo. La gente del centro del país no acepta granos pequeños para la elaboración del pozole (Hernández, 2010; Figueroa *et al.*, 2013a; 2013b) y las características del maíz Cacahuacintle y Ancho los hacen excelentes para este platillo. Estas razas se distribuyen en Jalisco, Michoacán, Morelos y Puebla; pero en el caso de Ancho se han registrado esfuerzos de agricultores por adaptarla a la zona de Chalco-Amecameca, en el Estado de México, porque su uso especializado para pozole le confiere un mayor precio en el mercado (Perales *et al.*, 2003; Keleman y Hellin, 2009; Gómez *et al.*, 2010).

Los tipos de platillos especiales con maíz se clasifican de acuerdo con su región geográfica, envoltura, relleno, tamaño, color, forma de preparar y cocción (Solís, 1998). La base de estos platillos son maíces nativos y se supone que, por sus propiedades y calidades particulares, son necesarios en su preparación (Ortega, 2003), se considera que los consumidores conocedores prefieren estos maíces para que el platillo tenga una calidad satisfactoria.

En Oaxaca hay diversos productos especiales que son originarios del estado, elaborados con base en maíz. Entre estos destacan el tejate una bebida ancestral de maíz con cacao, el nicuatole, una gelatina a manera de postre hecha básicamente de maíz con azúcar y canela y la tlayuda, una tortilla de gran tamaño con textura correosa, de la región Valles Centrales y el totopo, otro tipo de tortilla, dorada y forma aplanada, original del Istmo de Tehuantepec.

Las preferencias de consumo se definen como la predominancia de elección o satisfacción de un grupo de personas quienes eligen entre alimentos alternativos disponibles con base en la percepción biológica del sabor, color, olor y textura, y por factores de mercado como el precio del producto, la pureza del alimento, la facilidad o la dificultad de la preparación (Belasco y Scranton, 2002; Nestle, 2002; Schlosser, 2001; Watson y Caldwell, 2005; Smith, 2006; Bertrán, 2010). García y Bach (1999) dicen que un rechazo inicial a nuevos alimentos puede modificarse con exposición repetida al alimento en por lo menos ocho a diez veces.

La calidad y autenticidad de los alimentos son construcciones culturales que involucran el aporte de ingredientes que dan identidad al individuo, en virtud de satisfacer sus preferencias de consumo (Matus, 2009). Es posible que en los platillos especiales con maíz, las preferencias por algunas variedades se justifican por cualidades de las variantes y, por lo tanto, favorecen su conservación como ingredientes de identidad. La calidad es la medida en que los niveles de un conjunto de características que ofrece un producto o servicio satisfacen necesidades expresadas o implícitas de los consumidores (Rivera, 1995; Vallcanares, 2012). La

calidad también se debe a cualidades higiénicas y químicas que son identificadas por análisis fisicoquímicos que describen las propiedades de los alimentos.

Aspectos culturales del maíz

El maíz en México es el sustento diario de alimentación y, además, fue concebido como un alimento sagrado que nutre el cuerpo y el alma porque estamos hechos de maíz, según se narra en el Popol Vuh (Recinos, 1947). Esta creencia de alguna manera se alude en el presente, como puede observarse en las múltiples formulaciones que adquiere de “hombres y mujeres del maíz” (Cruz, 2000). El maíz dentro del núcleo de la cultura es elemento tradicional de las prácticas de consumo y significados que son aprendidas en el seno de familias campesinas. Así, el consumo en la familia puede ser considerado no sólo como actividad reproductiva sino a la vez como actividad generadora de sistemas de significación (López-Austin, 2001).

Esta relación íntima de las familias campesinas con el maíz se manifiesta en su particular aprecio por los maíces nativos de su comunidad, que les han sido heredados y son el sustento diario que “sí llena y da fuerza”, en contraposición a los maíces híbridos (Petrich, 1987). Según Mintz (1996), los grupos humanos tienden a dar significados a los alimentos y los clasifican de acuerdo con la ocasión, edad, sexo, estado fisiológico, imagen corporal y prestigio, entre otros. Los significados externos, son ajenos al ámbito familiar y se refieren a la disponibilidad y accesibilidad de los alimentos, o bien, ideas sobre alimentación y salud que emiten los medios.

El maíz para las familias campesinas está directamente ligado a la unidad de producción y consumo. Sin embargo, definir a la familia dependerá del lugar en que ésta se encuentre. En Latinoamérica durante la conquista de los españoles, se introdujo el modelo de la familia según la iglesia (Robichaux, 2007). En México, el modelo se presenta también en sistemas familiares extendidos basados en distintos niveles de integración social (Harell, 1997).

La familia residencial o grupo doméstico, se conforma por todas las personas que viven bajo el mismo techo (Segalen, 1981). El grupo doméstico puede estar conformado por una familia nuclear que consta solo del matrimonio con hijos o bien por una familia extensa que comprende matrimonio con hijos y sus esposas e hijos (Robichaux, 2005b). El grupo doméstico de residencia se define cuando una familia extensa habita en el mismo lote y consumen de una sola preparación de alimentos, aunque tengan habitaciones independientes (Robichaux, 2005a).

Eric Wolf (1957) describe que en las unidades domésticas campesinas de México se toman decisiones económicas, sociales y políticas. Indica que entender las relaciones que existen al interior y exterior de la comunidad dependen de si el tipo de familia, es nuclear o extensa.

Antecedentes

Diversidad de los maíces en México

El estudio sistemático de la diversidad del maíz en México se inició en la década de los 30 por N. I. Vavilov (1932) y E. Anderson y H. C. Cutler (1942). En 1943 se

comenzó el primer esfuerzo sistemático de recolecta de maíz en todo el país por la Oficina de Estudios Especiales (SAG-Fundación Rockefeller), esta muestra de la diversidad del maíz sirvió de base para que Wellhausen y colaboradores (1951) publicarán el sistema de clasificación racial que es empleado en México (Kato *et al.*, 2009). Posteriormente se han hecho más colectas sistemáticas, entre las que destacan las realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA, ahora INIFAP) en la década de los 70 y la más reciente de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) entre 2008-2013. En todos estos trabajos ha sido patente la riqueza de maíz en el país y son importantes para apoyar la conservación de las poblaciones.

En México se distribuyen 59 razas nativas de maíz (Sánchez *et al.*, 2000), distribuidas desde el nivel del mar hasta poco más de los 3,000 msnm. Estas razas se siembran desde ambientes semiáridos y cálidos con baja precipitación, hasta templados, secos o húmedos y en ambientes muy cálidos y húmedos en condiciones de suelos escasos, delgados y profundos muy fértiles y se siembran en diferentes épocas del año (Hernández-Xolocotzi, 1985; CONABIO, 2011). Además, existe gran diversidad morfológica dentro de las razas, en la variedad de formas y tamaño de la mazorca, en textura de grano y una extensa gama de colores (Ortega, 2003; Aragón-Cuevas *et al.*, 2005).

Diversidad de los maíces de Oaxaca

Oaxaca es una de las regiones de México con mayor diversidad de razas de maíz (Perales y Golicher 2014). El estado de Oaxaca ha sido recolectado desde el trabajo

de la Oficina de Estudios Especiales en los años 40 y recientemente Aragón-Cuevas *et al.* (2006, 2010) reportaron 35 razas, entre las que destacan Bolita, Cónico, Mushito, Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño y Zapalote Chico.

En general, es posible explicar la diversidad de maíces por la variación en condiciones ambientales, económicas y culturales. Sin embargo, no conocemos adecuadamente en qué casos los maíces que se cultivan en una comunidad particular depende de factores del ambiente natural o si se hacen por factores culturales, incluyendo sus usos. Orozco-Ramírez *et al.* (2014) destacan la importancia del factor social de las redes de semilla para dos grupos indígenas en Oaxaca. Sin embargo, indican que criterios conscientes (como morfología o color) e inconscientes (preferencias latentes) son parte de la selección que produce las variantes de maíz utilizadas. Entre estas preferencias latentes es posible que intervenga la preferencia de calidades particulares de los maíces que no se pueden conseguir con cualquier variedad.

Participación de las mujeres en la diversidad

En el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992) se propone el uso sostenible de los componentes de la biodiversidad y la distribución justa y equitativa de las ventajas derivadas de su utilización, alcanzar este objetivo implica reconocer la importancia del conocimiento que poseen las mujeres, incluyendo los usos, derechos y necesidades con respecto a la biodiversidad local (Pazmiño, 2007). Por el contrario, no tomar en cuenta la participación de las mujeres en la generación y

conservación la diversidad genética puede causar su reducción amenazando a la seguridad alimentaria (FAO e IPGRI, 2002; Doss, 2002).

Diversos estudios registran el trabajo de las mujeres en la diversidad. Anderson *et al.* (1999) reportaron que en el sureste de México las mujeres crían hasta nueve razas locales diferentes de gallinas y que al seleccionar las mejores razas, tienen en cuenta 11 características separadas y pueden distinguir las razas y especies de acuerdo con cada una de ellas. En 1993 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación con base en investigaciones de Guatemala, señaló que las mujeres son un factor clave en la conservación de los recursos genéticos del maíz, además de que en huertos familiares cultivan una amplia variedad de hortalizas y condimentos (Vanninayake, 1999).

Bellon *et al.* (2004) hicieron un experimento para evaluar maíces por hombres y mujeres en Oaxaca y señalan que las mujeres prefieren las variedades de color, y particularmente los más raros tuvieron mayor demanda.

La investigación sobre el conocimiento de las mujeres en el almacenamiento, procesamiento y características culinarias se ha estudiado poco. Lope-Alzina (2007) describe que las mujeres influyen en la selección de variedades de maíz y calabaza en Yucatán al seleccionar la semilla para preparación de alimentos, al pedir a los hombres sembrar algunas variedades y mediante el cuidado de las plantas en huertos familiares.

Usos del maíz

Los usos del maíz se han descrito en los Códices Florentino y Mendocino (Estrada, 1989; Taube, 1989; Lope-Alzina, 2007; Fernández *et al.*, 2013). En el código Florentino se muestra al maíz como una planta de uso integral por el aprovechamiento de varias de sus estructuras en diferentes etapas fenológicas. En el Código Florentino se dan a conocer los usos alimenticio, medicinal, forrajero, combustible, ceremonial y tributario (Estrada, 1989). Más tarde se desarrollan otros usos del maíz: los tallos y hojas secas se pueden usar para fabricar papel, las brácteas y las espigas sirven como envoltura de cigarros y tamales, en la elaboración de figuras artesanales, o en tiras angostas para hacer colchones y raíces, y las bases de los tallos sirven como abono dejándolos en el terreno. Actualmente, el maíz se utiliza en cientos de productos industriales, es fuente de materia prima para producir almidón y derivados, como edulcorantes, aceite y alcohol, entre otros. Algunos de estos productos industriales son utilizados en la industria química y en algunos casos como reemplazo de los derivados del petróleo (Ranum *et al.*, 2014).

El uso alimenticio es fundamental en la trascendencia del maíz, ha sido el principal uso histórico. El maíz es uno de los cuatro cultivos que, junto con tres especies de animales (vacas, cerdos y pollos) aportan más de la mitad al sistema alimentario mundial (Boege-Schmidt, 2008; FAO, 2011). En México y Guatemala es donde más se ha desarrollado la cultura culinaria del maíz. Echeverría y Arroyo (1982) describieron más que 600 recetas elaboradas con maíz. La gran mayoría de las recetas son para variantes de tortillas y tamales y otras formas de preparar la masa

(como son sopes, tlacoyos, gorditas y otros), pero también hay muchos platillos para elotes, pozole, atole, pinole y bebidas. El uso culinario del huitlacoche (o carbón del maíz, *Ustilago maydis* en mazorcas inmaduras), es el único caso de consumo de una enfermedad entre los cereales (Juárez-Montiel *et al.*, 2011) y no hace más de cien años que se arraigó a la culinaria mexicana (Valadez *et al.*, 2011).

Se sabe que hay numerosos platillos originados y restringidos a las diferentes regiones del país. Sin embargo, pocos platillos han destacado y en la mayoría de los casos su conocimiento no va más allá de la descripción de su forma de preparación e ingredientes. Este es el caso de estudios, como los de Oseguera (1995, 2003 y 2008), que ha descrito productos de Michoacán y Colima. Trabajos como el de Figueroa *et al.* (2016) sobre los almidones resistentes al elaborar tamales son la excepción. Varias preparaciones en Oaxaca son únicas en México, como son el tejate, las tlayudas (o clayudas), el nicuatole de Valles Centrales, los totopos del Istmo. Por lo estrechamente ligados algunos productos con razas particulares de maíz se ha pensado que estas razas son necesarias o mejores que otras para esas preparaciones. Por ejemplo, el maíz de la raza Bolita es el dominante en la región en que se preparan tlayudas (Ramírez-Jaspeado, 2012), nicuatole y tejate y el Zapalote Chico es la raza dominante en el Istmo de Tehuantepec, donde se preparan los totopos del Istmo (León-Tarin, 1994). Sin embargo, no se conoce qué tanto son sustituibles los maíces con los que tradicionalmente se elaboran estos productos y si estos maíces tienen algunas características físico-químicas que los hagan mejores que los de otras razas para estos propósitos.

Ramírez-Jaspeado (2012) revisó las cualidades botánicas y bioquímicas del maíz Bolita para la elaboración de la tlayuda y reportó que la raza Bolita no era exclusiva en la elaboración de tlayudas. Para totopo León-Tarin (1994) hizo una caracterización física, nutricional y sensorial del producto, mientras que Monroy *et al.* (2009) diseñaron una innovación de tecnología para la fabricación del totopo. El tejate es el producto en el que se han desarrollado más trabajos en términos de ingredientes, nutrición, química, composición y globalización ante el mercado (Soleri y Cleveland, 2007; Soleri *et al.*, 2008; Sotelo *et al.*, 2012).

La cocina mexicana

La cocina tradicional mexicana, como expresión cultural comunitaria, ancestral y viva, fue declarada Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad en el 2010 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Esta gastronomía tiene al maíz como ingrediente principal y lo emplea en variadas formas, en las que se han desarrollado diferentes procesos de preparación y conservación como nixtamalización, cocción al vapor y en horno subterráneo, fermentación, molienda para la preparación de harinas, reventado, deshidratado, salado, ahumado, asado y otras (Fernández *et al.*, 2013).

La culinaria en México se constituye por varias cocinas regionales. Hinojosa (2009) describe siete regiones gastronómicas en el país con base en los recursos comestibles, la producción o preparación de alimentos y grupos étnicos locales.

El mestizaje gastronómico originado a partir de 1521 trajo a México buena parte de las tradiciones culinarias europeas, con una importante dosis de hábitos provenientes del norte de África (Iturriaga, 1998). Sin embargo, el maíz sigue siendo el centro de las cocinas representativas del país, las cuales están sustentadas en la riqueza genética de los maíces nativos. Estos maíces caracterizados por la diversidad de colores, tamaños y texturas de sus granos, lo que proporciona sabores característicos a platillos y bebidas muy variados. Un ejemplo de esta variación en los maíces es en la cocina michoacana, con sus distintos tipos de pozole, huchepos, taku uakata, uachakata, nakatamales, atoles, tortillas, corundas, pinoles, ponteduro, elotes, postres, bebidas y uso en pigmentación de alimentos, muchos de ellos elaborados solo para consumo en ocasiones especiales (Carrera *et al.*, 2007; Oseguera, 2008). La cocina oaxaqueña es una de las más desarrolladas en México, un conjunto de publicaciones da cuenta de esta diversidad (por ejemplo, Caltzontzin, 2004; Soleri *et al.*, 2008; Castro, 2004; Dalton, 2000; Henestrosa, 2004; Hernández y Merlín, 2004; Merlín y Hernández, 2004). En estos trabajos el maíz destaca como ingrediente principal de una diversidad de tortillas, tamales, atoles y guisos, además de que resalta la importancia de los grupos étnicos de Oaxaca en esta diversidad culinaria.

En las últimas décadas se ha desarrollado una *alta cocina mexicana* con raíces folclóricas recurriendo a productos tradicionales mexicanos, pero usando técnicas culinarias internacionales. Esta cocina ha creado recetas creativas y novedosas que revalorizan los ingredientes locales y rescatan otros olvidados (Hinojosa, 2009).

Preferencias de consumo

La preferencia por alimentos es un fenómeno que ha evolucionado. La inclinación por al sabor dulce y el rechazo de sustancias amargas se consideran innatas, no obstante, hubo un alto costo adaptativo de los errores cometidos al aprender a evitar la ingesta de sustancias tóxicas (Rozin, 1996). Los estudios de las preferencias de consumo se han enfocado al mercado de productos alimenticios, al análisis descriptivo de los productos y la aceptabilidad del consumidor.

La preferencia de consumo en productos tradicionales de México se ha comenzado a estudiar desde diferentes perspectivas. Jiménez-Vera *et al.* (2010) hicieron una evaluación microbiológica y sensorial de fermentados de pozol blanco simple, con cacao (*Theobroma. cacao*) y coco (*Cocos nucifera*), para mejorar las características organolépticas del pozol, y encontraron que la adición de sabores no mejoró la preferencia entre los consumidores evaluados y el pozol blanco fue el preferido. Hernández-Morales *et al.* (2010) determinaron indicadores de calidad en queso añejo del Estado de México y encontró mayor aceptabilidad para textura mantecosa, desmenuzable y húmeda, sin embargo, el queso menos preferido presentó mejores atributos para duración de sabor y para el olor astringente y picante. Asimismo, Calvo-Arriaga *et al.* (2010) estudiaron las características sensoriales preferidas en tres cultivares de nopalitos (*Opuntia*) de importancia comercial en Milpa Alta con 12 tributos sensoriales. Plascencia (1998) desarrollo pruebas sensoriales de frituras (botanas) de maíz rojo, amarillo y azul elaboradas por nixtamalización y proceso hidrotérmico. Plascencia encontró que los tres mostraron características funcionales y sensoriales similares, para color el maíz amarillo fue el más aceptado y en sabor

el maíz azul fue preferido. Lozano (2008) estudió la aceptación de pinoles con mayor nutricional, estos fueron elaborados con maíz, y otros granos como amaranto, arroz, cebada, frijol, garbanzo, haba y/o lenteja. Los pinoles con leguminosas tenían mejor cantidad y calidad de proteína y algunos tuvieron mejor aceptación que el pinole simple de maíz.

Calidad del maíz

La calidad del grano de maíz se describe por la constitución física y la composición química, características que determinan el valor nutricional, las propiedades tecnológicas y usos potenciales de las variantes de maíz (Aragón-Cuevas *et al.*, 2006). Los trabajos en calidad de cereales se han enfocado a las necesidades de la industria. Algunos de los atributos importantes del grano del maíz para los campesinos, como la vida de anaquel de maíces nativos o contenido nutricional por color del grano, no han sido estudiados (Cuevas *et al.*, 1985). En cambio, los atributos de interés industrial, como la importancia de la nixtamalización y la calidad de la tortilla, han sido tratadas por varios autores.

Katz *et al.* (1974) discuten el uso de cal para cocinar el maíz y encontraron que en los pueblos que usan cal el maíz es más importante en la alimentación. Figueroa *et al.* (1994, 2001, entre otros) estudiaron la optimización del proceso de nixtamalización industrial e hicieron contribuciones a la modernización del proceso. Bressani (1990) analizó el valor nutritivo de tortilla de maíz común y del maíz QPM (Quality Protein Maize, maíz con proteína de calidad con mayor contenido de lisina y triptófano) y encontró que este último da un producto igualmente satisfactorio y con valor nutricional significativamente mayor.

Algunos trabajos han estudiado la calidad de las variedades nativas para tortilla. Por ejemplo, Vázquez *et al.* (2003) examinaron las propiedades físicas y químicas del grano para calidad de tortilla en 40 maíces criollos y 70 retrocruzas mejoradas, sus resultados señalan que los maíces criollos tienden a ser de textura suave y las mejores tortillas se obtuvieron de la raza Bolita. Mauricio *et al.* (2004) caracterizaron 86 accesiones de 45 razas con base en atributos del grano para su calidad tortillera y sus posibles usos y encontraron que las variantes con mayor capacidad de absorción de agua eran mejores para tortillas y atoles y las de menor absorción para botanas. Narváez-González *et al.* (2007) exploraron las relaciones entre el tamaño del gránulo de almidón y sus propiedades térmicas y de pastificado en 71 razas y encontraron que las razas de México y Sudamérica tienen mayor variación en usos, comparadas con las de Centroamérica y el Caribe que solo eran adecuadas para tortillas y botanas. Antuna *et al.* (2008) evaluaron cinco razas de maíces nativos para elaborar tortillas y encontraron que Tuxpeño fue el que presentó la menor resistencia a la tensión y al corte y, produjo la mejor tortilla. Coutiño *et al.* (2008) investigaron la calidad de grano para tortillas y botanas de dos variedades mejoradas de la raza Comiteco.

Aragón-Cuevas *et al.* (2012) analizaron la calidad industrial de 336 colectas de maíz nativo de la sierra Sur de Oaxaca, y describen el uso potencial de los maíces en la industria harinera y botanera.

La preferencia de los consumidores para tortillas elaboradas con distintas variedades o ha sido estudiada, ni la calidad de los maíces nativos para la elaboración de platillos especiales. Soleri y Cleveland (2004) señalan que el estudio de los alimentos tradicionales tiene poca atención.

En los últimos años la investigación de los alimentos se ha concentrado en la identificación de componentes biológicamente activos que puedan reducir el riesgo de padecer enfermedades, así como mejorar las condiciones físicas y mentales del ser humano (Ashwell, 2001). El maíz también ha sido objeto de estudio en esta área, Arroyo *et al.* (2007) determinaron que la actividad hipocolesterolémica y antioxidante del consumo crónico del extracto hidroalcohólico atomizado del maíz morado disminuye los niveles de colesterol total y aumenta la capacidad antioxidante en ratas. Shipp y Abdel-Aal (2010) y Aguilera *et al.* (2011) señalan que la fuente importante de antocianinas, además de las frutas rojas (bayas y uvas) es el maíz morado, del cual se han hecho extractos de antocianinas como suplemento dietético antioxidante.

Estos denominados alimentos funcionales se han diversificado y ha aumentado su demanda (Franch, 2009).

Planteamiento del problema

En general, es posible explicar la diversidad de maíces en Oaxaca por la gran variedad de condiciones ambientales y culturales presentes en el Estado.

Conocemos que hay un conjunto de factores que los campesinos toman en cuenta para conservar las variedades que siembran, como adaptación de las variedades al ambiente, características fenotípicas, rendimiento y su estabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, calidad, uso y otras (Bellon, 1996). Las diferencias ambientales tienen efectos sobre la adaptación a las variedades de maíz (Ruiz *et al.*, 2008), pero también esperamos que distintos grupos culturales afecten sus poblaciones (Perales *et al.*, 2005; Brush y Perales, 2007). La descripción específica

de en cuáles razas, variantes o regiones los factores ambientales y biológicos son los factores principales que determinan su presencia o, en qué casos son factores distintos al ambiente, como el uso, no es bien conocida.

Este trabajo explora la idea de que la selección de razas para usos específicos es una causa principal del mantenimiento de la diversidad del maíz (Hernández-Xolocotzi, 1972; Ortega, 2003), en este trabajo establece la relación de los usos y la presencia de los maíces locales.

Un aspecto importante de los usos culinarios en platillos especiales de maíz es el papel de las mujeres en la selección de variedades y semilla. Datos etnográficos sugieren que los agricultores, y en particular las mujeres, tienen una idea específica de cuál es el mejor tipo de maíz para algunas formas de consumo (Hernández-Xolocotzi, 1972; Tapia y De la Torre, 1997; Rice *et al.*, 1998; Mendoza *et al.*, 2004). No tenemos suficientes ejemplos de en qué forma intervienen las mujeres en la determinación de cuáles variedades se siembran en el hogar y en la selección de semilla, este trabajo estudia la contribución de las mujeres en la diversidad local del maíz.

Se supone que para algunos platillos especiales la variedad particular de maíz puede ser necesaria para su elaboración apropiada, pero conocemos poco que tan imprescindibles son algunas variedades o razas de maíz en los platillos particulares o productos. En esta investigación se estudia si hay preferencia del maíz nativo a nivel comunidad en la elaboración de tortillas y platillos especiales, en donde

también se observa lo que hombres y mujeres prefieren en la utilización de variedades y la selección de grano para elaboración de dichos productos.

Los criterios para definir la calidad del maíz están relacionados con las costumbres alimentarias de cada entorno local (Appendini *et al.*, 2008). La preferencia de maíces para ciertos alimentos en función de su calidad, se prueba con análisis de las propiedades fisicoquímicas del maíz nativo en los productos especiales del maíz, en donde es posible conocer qué tanto las preferencias se deben a diferencias de algunas variables del maíz y que tanto a expresiones simbólicas. Esta fase se incluyó para esclarecer si existe la posibilidad de sustituir variedades en platillos especiales y si estos pueden ser un sostén para la conservación de algunas variantes de maíz.

Por lo anterior se plantearon las siguientes preguntas de investigación que guiaron el presente estudio:

1. ¿En qué medida intervienen los factores ambientales, agrícolas y de uso en sembrar y mantener los tipos de maíz en una comunidad?
2. ¿Cuál es la relación entre usos y la diversidad local del maíz, y cómo influyen los usos especiales en la distribución y conservación de los maíces?
3. ¿Qué particularidades de la selección de semilla por parte de las mujeres repercute en las variantes de maíz que se siembran en el grupo doméstico?
4. ¿Qué tanto las personas de la comunidad distinguen el maíz nativo en tortilla y platillos especiales y lo prefieren?

5. ¿Existe relación entre las propiedades fisicoquímicas de los maíces preferidos para usos especiales con la calidad de los platillos especial, que justifique su preferencia?

Justificación

Actualmente, la conservación *in situ* de las variedades nativas de maíz en México es un objetivo de técnicos y científicos, algunos han participado en el desarrollo del Programa de Conservación de Maíz Criollo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y el Proyecto Global de Maíces Nativos de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En general se reconoce que no solo necesitamos la conservación *ex situ* de las variedades nativas en bancos de germoplasma, también es muy importante la conservación de estas variedades en campos de agricultores junto con la cultura asociada a estas variedades (Rivas *et al.*, 2001; Bellon *et al.*, 2003; Arias *et al.*, 2004).

Aunque el Programa de Conservación de Maíz Criollo de la CONANP está operando desde 2009, casi toda la conservación *in situ* del maíz en México es *de facto*. Esto es, en México la conservación *in situ* del maíz se hace por los agricultores por sus propios motivos e intereses, el programa de la CONANP no llega ni al 1% de los agricultores que siembran variedades nativas de maíz y todos estos agricultores ya lo hacían previo al programa. Es necesario entender las causas o motivos por los que se conservan las variedades nativas de maíz para que los programas de apoyo tengan efectividad. Tenemos avances considerables en nuestro entendimiento de cuales factores determinan la conservación *in situ* de maíz (ver el trabajo de M.

Bellon, D. Soleri, A. Aguirre, H. Perales, E. van Dusen, G. Dyer, A. Keleman, E. Rice, A. Arslan, J. van Etten y otros). No obstante, los usos y platillos especiales solo han sido considerados indirectamente a través de los mercados de especialidad (Perales *et al.*, 2003; Keleman y Hellin, 2009), como lo es por ejemplo para la raza Ancho usada en pozole o los tlacoyos de maíz azul para el turismo de fin de semana en Amecameca. Determinar la relación entre usos especiales y la diversidad de los maíces nativos es un propósito relevante para afinar nuestras explicaciones sobre la conservación in situ del maíz mexicano.

Se ha propuesto que las mujeres predominan en los procesos post-cosecha de selección de semilla (Lope-Alzina, 2007), aunque también se ha descrito que son los hombres quienes controlan la selección de semilla en última instancia (Rice *et al.*, 1998). Es posible que las preferencias y criterios de las mujeres influyan en las decisiones en los hogares y seguramente ellas también han desarrollado la biodiversidad agrícola. Conocer la manera en que ellas influyen en la diversidad, acredita y se visibiliza su participación y muestra las formas de conservación de hombres y mujeres.

La selección de razas de maíz para usos en platillos especiales es un argumento que se ha considerado como un factor que mantiene la diversidad del maíz (Ortega, 2003) sin que se haya presentado evidencia adecuada. Una idea relacionada con lo anterior es la preferencia de los hogares por sus propios maíces.

La tortilla y el tamal son los principales productos elaborados con maíz y casi todos los maíces pueden ser usados para este propósito con buenos resultados. Sin

embargo, es posible que en distintas comunidades se prefieran las tortillas y tamales elaborados con sus propios maíces frente a aquellos hechos con otros maíces disponibles comercialmente. Esta preferencia puede ser debida a diferencias en textura, flexibilidad, sabor u otra variable físico-química, pero también puede ser debida a factores sociales como el condicionamiento en la estimulación inherente a la ingesta (García y Bach, 1999), el gusto histórico entre lugar y alimento (Oseguera, 1995), apreciación cultural o a expresiones simbólicas que derivan de la etnicidad auto-asignada (Valenzuela, 2000).

Estudiar estos dos últimos aspectos, la posibilidad de sustituir variedades en platillos especiales y tortillas y su preferencia, además de buscar correlacionar lo anterior con características físico-químicas de los maíces es de interés para prever qué tanto los productos especiales pueden ser un sostén para la conservación de algunas razas.

Hipótesis

Hipótesis 1

Si algunos maíces se aprecian y cultivan por sus características apropiadas para la elaboración de platillos especiales, entonces:

- a) La presencia de platillos especiales mantiene el cultivo de algunos maíces en las comunidades (o región).
- b) A mayor número de platillos especiales aumenta el número de variantes que se cultivan en la comunidad (o región)

Hipótesis 2

Si las mujeres seleccionan el maíz (variantes, tipo de grano y colores) en función de la preparación de alimentos, entonces esto contribuye a la diversidad de maíz presente en la comunidad.

Hipótesis 3

- a) Si las personas de comunidades rurales tienen preferencia por el maíz que producen, entonces, ante tortillas de distintos maíces son capaces de distinguir la hecha con su propio maíz y prefieren el tipo propio.
- b) Si los productos especiales (como las tlayudas, el totopo y el tejate) se elaboran con maíces especiales para su uso, entonces, si se elaboran estos productos con maíces distintos al indicado el producto será de menor calidad y menos preferido por consumidores.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la relación entre usos, la selección de semilla y variedades por las mujeres y de las preferencias de consumo, con la diversidad de variedades de maíz nativo en Oaxaca.

Objetivos particulares

1. Determinar los factores ambientales y de uso que explican el cultivo de las distintas variedades de maíz en comunidades con distintas condiciones ambientales, étnicas y manufactureras de productos especiales.
2. Identificar y describir la participación de las mujeres en la selección de maíz y de las variedades que se siembran para la preparación de los alimentos.
3. Determinar la preferencia de los hogares por tortillas y otros productos especiales de maíz elaborados con distintas variedades y determinar si existe correlación con características micro-estructurales o físico-químicas.

Capítulo II Métodos generales y área de estudio

Métodos generales

Descripción de área de estudio

Para explorar la diversidad del maíz en el estado de Oaxaca, se seleccionaron sitios con diferentes ambientes, para incluir el mayor número de variantes y por la presencia de usos especiales de maíz representativos de la entidad. En un gradiente altitudinal de 46 a 2224 msnm se seleccionaron nueve comunidades de diferentes ambientes: cálido subhúmedo (3), semicálido húmedo (1), templado subhúmedo (4) y templado húmedo (1).

En estas localidades hay presencia de grupos indígenas y mestizos, escenario conveniente para el estudio de los diferentes usos del maíz. De las nueve comunidades, cinco son de etnia zapoteca, que incluyen zapotecos del Istmo, Valle y Sierra; en tres hay presencia de mixtecos, tanto de la Costa, como del Valle y una comunidad es Mixe.

Presentación y contacto

Se presentó el proyecto de investigación a las autoridades municipales correspondientes de cada comunidad para solicitar permiso y apoyo, así como establecer relaciones de trabajo.

También se contactó con los responsables de organizar y comunicar a los pobladores, generalmente son individuos que se encuentran dentro del comité ejidal

o en algún otro cargo municipal, incluso se contó con el apoyo de miembros de organización civil (COCIM. S.C. en Peñoles). Se solicitó su apoyo en el acompañamiento de las actividades y la recomendación de personas que pudieran participar en la investigación.

Entrevistas abiertas

Para explorar el tema se hicieron 69 entrevistas abiertas en las comunidades del área de estudio con el objetivo de conocer los maíces de cada comunidad y su aprovechamiento. Se les preguntó a personas recomendadas y otras que mostraron disponibilidad, sobre las variantes de maíz en su grupo doméstico y los usos que le daban a cada tipo. Esto permitió tener una primera idea específica del universo de maíces y usos en estas comunidades.

Grupos focales

Con base en la información de las entrevistas, se diseñó un cuestionario semiestructurado que sirvió como instrumento para el desarrollo de grupos focales en cada comunidad. Los grupos focales tuvieron la finalidad de obtener información consensuada sobre los maíces presentes en cada comunidad y los usos de estos, además se exploraron las razones por las que son sembrados o preferidos.

Se desarrollaron 14 grupos focales en siete de las comunidades, en casi todos se hicieron solo con hombres o mujeres para permitir que las mujeres se expresaran con mayor soltura. En cada grupo participaron de 6 a 12 personas de la comunidad, se buscó que estos fueran reconocidos por su conocimiento sobre el maíz.

Encuestas

Con base en la información obtenida en entrevistas abiertas y grupos focales se diseñó la encuesta para tratar de confirmar tendencias con mayor información en los temas fundamentales de la tesis: las razones de mantener los tipos de maíz, los usos y preferencias de estos.

Se aplicaron 265 encuestas a grupos domésticos de las comunidades que comprenden al área de estudio.

Recolectas de maíz

Para conocer los maíces que se manejan por comunidad, en cada grupo doméstico que accedió a contestar encuesta, se le solicitaron mazorcas de cada uno de los maíces que había sembrado. Se obtuvieron 432 recolectas de maíces compuestas de 2 a 6 mazorcas, las cuáles sirvieron de muestra para la identificación de las razas.

Análisis fisicoquímicos de los maíces usados en productos especiales

Se desarrollaron análisis fisicoquímicos de los maíces utilizados en la elaboración de tejate (Bolita blanco, Bolita amarillo, Chalqueño y Cacahuacintle) y totopo (Zapalote Chico, Chalqueño, Tuxpeño e Híbrido 30G5), para conocer su composición y propiedades en función de los indicadores de calidad del producto.

Se analizaron las muestras en grano, durante el proceso de elaboración en masa y en el producto final. Primeramente, se midieron las propiedades físicas del grano,

después, tanto en grano, como en masa y producto final se hicieron estudios bromatológicos y se determinaron las propiedades térmicas y viscoelásticas. Finalmente, en tejate se determinó el índice glucémico durante su consumo y en totopo, la textura del producto.

Pruebas sensoriales para evaluación de preferencias de consumo

Se desarrollaron pruebas sensoriales para evaluar la preferencia del maíz en el producto a través del consumo. Estas pruebas se hicieron para tortilla común y cuatro productos especiales (nicuatole, tlayuda, totopo y tejate), cada uno de estos se elaboraron con cuatro diferentes tipos de maíz.

Se hicieron dos pruebas sensoriales. Primero se hizo una prueba discriminativa en la que se reconoció la capacidad de las personas para distinguir los productos elaborados con diferentes maíces y después una prueba de aceptabilidad, que permitió conocer a los maíces favoritos y que tanto se prefieren. Las pruebas se llevaron a cabo en cada comunidad de origen del producto: nicuatole en Yatareni, Tlayuda en Mazaltepec, totopo en Atempa, tejate en Tlapazola y para tortilla normal en Jaltianguis, una comunidad más accesible. Se tuvo la participación de 80 hombres y mujeres en cada producto, quienes recibieron un apoyo económico de medio día de jornal por su tiempo invertido en las pruebas. Los participantes degustaron cuatro muestras de un producto y asentaron una calificación de sus preferencias por medio de una escala hedónica de nueve puntos.

Descripción de los sitios de estudio en el estado de Oaxaca

La investigación se desarrolló en el estado de Oaxaca en nueve comunidades con ambientes contrastantes definidos principalmente por temperatura, en función de la altitud (Figura 1). El ambiente cálido está representado por tres comunidades, dos de la Costa y una del Istmo; en el ambiente semi-cálido se estudió una comunidad de Valles Centrales y en el ambiente templado dos de Sierra Norte y tres de Valles Centrales (Cuadro 1). Algunas comunidades se escogieron por la elaboración de productos especiales de maíz que representan importancia económica para el estado. En estos sitios hay poblaciones indígenas y predominantemente mestizas, por lo que encontramos variación de productos especiales a los que algunas se dedican (Cuadro 2).

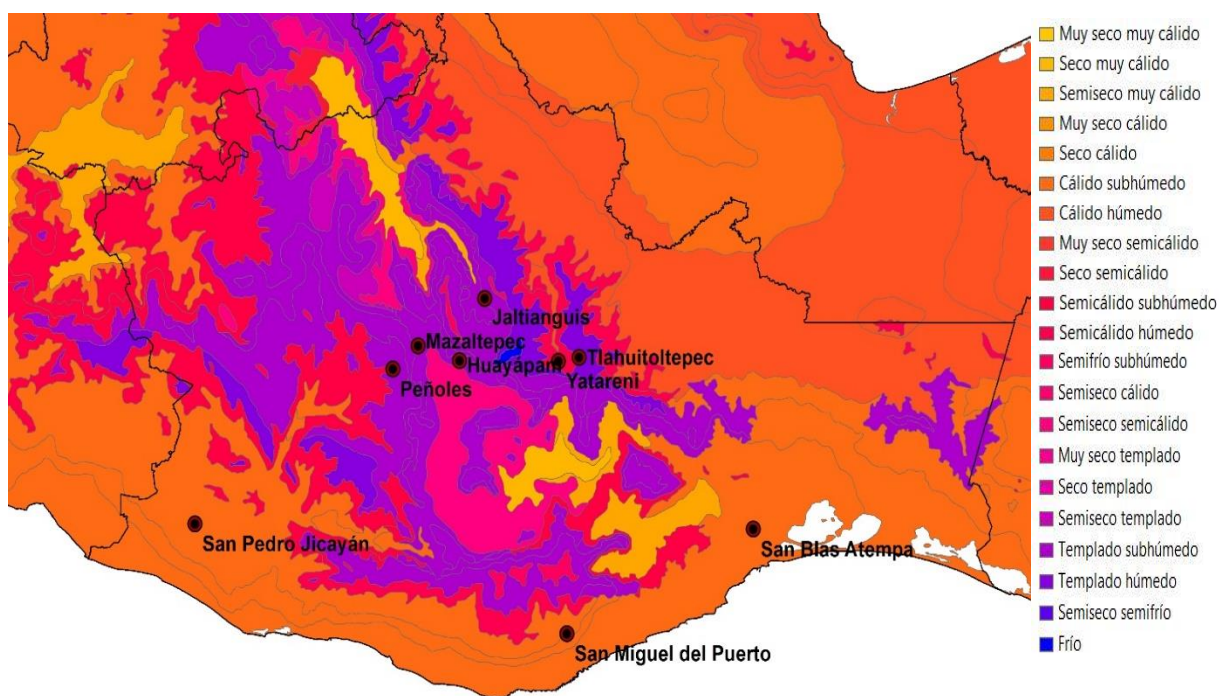


Figura 1. Ubicación de comunidades que conforman el área de estudio. (Las comunidades de San Andrés Huayapam y Santa María Tlahuitoltepec no están rotuladas por empalme en espacio. Fuente: INEGI 2013).

Cuadro 1. Ubicación de las comunidades consideradas en el estudio.

Ambiente	Municipio y comunidad	Altitud	Latitud	Longitud
Cálido subhúmedo	San Blas Atempa	46	16°19'35"	095°13'32"
Cálido subhúmedo	San Miguel del Puerto	358	15°55'21"	096°10'28"
Cálido subhúmedo	San Pedro Jicayan	374	16°27'01"	098°00'54"
Semicálido húmedo	San Agustín Yatareni	1596	17°04'50"	096°40'05"
Templado subhúmedo	San Andrés Huayapam	1695	17°06'06"	096°39'54"
Templado subhúmedo	Santo Tomas Mazaltepec	1668	17°10'20"	096°52'15"
Templado subhúmedo	Santa María Peñoles	2038	17°04'40"	097°00'05"
Templado subhúmedo	Santa María Jaltianguis	2104	17°21'43"	096°31'40"
Templado húmedo	Santa María Tlahuitoltepec	2224	17°05'35"	096°03'52"

Cuadro 2. Características de las comunidades consideradas en el estudio.

Comunidad	Grupo étnico	Razas de maíz principales	Productos especiales
Atempa	Zapoteco	Zapalote Chico y Tuxpeño	Totopo
Puerto	Mixteco	Conejo y Tuxpeño	Tostadas de coyol
Jicayan	Mixteco	Olotillo y Tuxpeño	Memelitas
Yatareni	Zapoteco	Bolita y Pepitilla	Nicuatole
Huayapam	Zapoteco	Bolita y Pepitilla	Tejate
Mazaltepec	Zapoteco	Bolita y Pepitilla	Tlayudas
Peñoles	Mixteco	Cónico, Chalqueño, Mixeño y Bolita	Dulce de chilacayota
Jaltianguis	Zapoteco	Cónico, Mixeño, Elotes Cónicos y Bolita	Atole de boda
Tlahuitoltepec	Mixe	Serrano Mixe, Cónico y Bolita	Machacado

Descripción de cada comunidad del área de estudio

Algunas comunidades comparten características ambientales, como las de la región centro, Jicayán tiene el mayor número de habitantes, mientras que Jaltianguis es la de menos. En todos los sitios la mayor parte de superficie agrícola es de temporal y muy poco de riego, excepto en Atempa, y en todas las comunidades el maíz es el cultivo principal (Cuadro 3).

Región Istmo

La comunidad San Blas Atempa pertenece a la región Istmo del estado y al distrito Tehuantepec, la etimología indica que Atempa del náhuatl atoyac-"río", tentli-"borde u orilla" y pan-"sobre", significa "a la orilla del río", haciendo referencia de este asentamiento social a orilla del río Tehuantepec. La vegetación de selva baja

Cuadro 3. Rasgos ambientales, poblacionales y agrícolas de las comunidades en estudio.

Comunidad	TMA °C	PMA Mm	Hab Mpio	PT Com	PM Com	PF Com	Agricultura Ha	Temporal Ha	Riego Ha	Cultivos Ha
Atempa	30	859	17,094	11,959	5,881	6,078	5,674	2,087	3,560	Maíz_3,950 Sorgo_695 Frijol_10 Café_3,784
Puerto	26 a 28	2000 a 3000	8,481	779	378	401	6,598	6,578	20	Maíz_2,016 Frijol_92 Maíz_1,194
Jicayán	26	700	11,555	4,710	2,278	2,432	1,746	1,680	66	Frijol_11 Maíz_90
Yatareni	18 a 22	700	4,075	3,709	1,744	1,965	170	170	-	Maíz_227 Frijol_26
Huayapam	18	688	4,879	4,344	2,040	2,304	764	743	21	Maíz_1,384 Frijol_12
Mazaltepec	16	847	2,333	1,878	870	1,008	1,444	1,344	100	Alfalfa_33 Maíz_2,555
Peñoles	14 a 22	700 a 1200	7,865	646	304	342	3,048	2,931	117	Frijol_470 Maíz_51
Jaltianguis	18 a 20	800	575	559	251	308	127	125	2	Frijol_26 Calabaza_5
Tlahuitoltepec	16	1200 a 1400	9,663	3,452	1,641	1,811	1,456	1,156	300	Maíz_1,026 Frijol_218

Fuente: INEGI, 2011.

TMA=Temperatura Media Anual, PMA=Precipitación Media Anual, Hab Mpio=Número de habitantes en el municipio, PTCom=Población Total de la Comunidad, PMCom=Población Masculina de la Comunidad, PFCom=Población Femenina de la Comunidad, Agricultura= Superficie de siembra, Temporal= Superficie de siembra de temporal, Riego= Superficie de siembra de riego, Cultivos= Superficie sembrada con los cultivos principales.

caducifolia fragmentada predomina en la región. Cuenta con terreno plano de suelo tipo cambisol éutrico, propicio para la agricultura. La actividad económica está basada en el sector agropecuario, los principales cultivos son maíz (3,950 Ha), sorgo (695 Ha) y frijol (10 Ha), los cultivos secundarios como el camote, ajonjolí, melón y jitomate se desarrollan en las zonas de riego. La producción de ganado vacuno y ovino es un aporte económico con la venta de ganado en otras regiones del estado, en la agencia de Santa Rosa de Lima se dedican a la pesca a pequeña escala. Otra actividad que también contribuye es la de tipo artesanal con el bordado del traje típico “Tehuano” y de hamacas. Actividades relacionadas con el comercio son las de transformación del maíz con la elaboración de totopos y la leche con producción de queso que se venden en Tehuantepec y Salina Cruz. Por otra parte, algunos hombres se emplean en la refinería de Salina Cruz (INEGI, 2011; PMDS, 2013).

Región Costa

San Miguel del Puerto de la región Costa, en el distrito de Pochutla, es una comunidad que se encuentra a 25 km del mar, se le dio el nombre de puerto, porque tuvo su primer asentamiento en lo que actualmente es la bahía de Santa Cruz Huatulco. Se caracteriza por grandes extensiones de selva baja caducifolia, selva mediana fragmentada, vegetación riparia y secundaria. Los principales cultivos son café (3,784 Ha), maíz (2,016 Ha) y frijol (92 Ha) y los cultivos secundarios son sandías, papayas, plátano y calabaza. Es importante mencionar que en esta comunidad se cuenta con un Banco de Semillas Comunitario (BSC) desarrollado por investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y

Pecuarias (INIFAP) de Valles Centrales, Oaxaca, para resguardar, renovar e intercambiar semillas nativas en la comunidad. El BSC alberga semillas nativas de 28 variantes de calabaza, 27 de maíz, 14 de frijol y 3 de chile. Cabe mencionar que la enseñanza de este sistema a los agricultores, puede modificar las opiniones y afectar el manejo del maíz en la localidad. No hay actividad ganadera, solo el uso de animales domésticos como toros para la yunta, burros de carga, pollos para huevo y carne. Otras actividades que contribuyen a la economía son la fabricación de tabique rojo, adobe y teja, de forma artesanal se hacen comales y ollas. También se benefician del ecoturismo, cuentan con el río Copalita caudaloso para la actividad del deporte acuático de alto riesgo, cascadas de Copalitilla, playa Mojón, playa Gamito, playa la Garza, playa Bocana de Copalita, Arenales, puente las Hamacas, puente Copálita y bosques propios para excursión o caminata (INEGI, 2011; Aragón-Cuevas *et al.*, 2011; Senasica, 2011; PMDS, 2013).

El municipio San Pedro Jicayán, también pertenece a la región Costa, del distrito Jamiltepec. Jicayán del náhuatl xicalli-“jícara” y yan-“lugar de acción”, significa “lugar que produce jícaras”. Su selva baja caducifolia ha sido fragmentada por pastizal y presencia de vegetación secundaria. Los principales cultivos son maíz (1,194 Ha) y frijol (11 Ha), otros cultivos que se desarrollan son: camote, tomate, chile, calabaza, jamaica, jícama, cacahuete, melón, sandía, papaya criolla, plátano, caña, tabaco, pepino, zanahoria, acelga y ajonjolí. La ganadería bovina es de importancia económica, además de la engorda de becerros y toretes, se obtienen derivados de la leche como el queso y la venta de la misma leche; también está la producción de traspatio de gallinas en la producción de huevo y carne con porcinos

y ovinos, y en pequeña escala el pastoreo de caprinos y la apicultura. En el municipio la representación cultural, mantiene la actividad artesanal de la transformación del hilo coyuche, nombre que se le da por su color café (*Gossypium hirsutum* L.) en bonitos vestidos típicos de la región y el tallado de jícaras (*Crescentia cujete* L.) con impresionantes decoraciones de flora y fauna (INEGI, 2011; PMDS, 2013).

Región Valles Centrales

San Agustín Yatareni comunidad de la región Valles Centrales, del distrito Centro. Etimológicamente Yatareni proviene del zapoteco Gueta-“tortilla” y Reni-“sangre”, Guetareni que significa "tortilla de sangre". Comunidad cercana a la ciudad de Oaxaca, por lo que carece de vegetación primaria debido a la apertura agrícola y la urbanización, solo se observan reminiscencias de selva baja caducifolia, predomina la vegetación secundaria constituida por pirules (*Schinus molle* L.), huizache (*Acacia farnesiana* L.) eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) y casuarina (*Casuarina equisetifolia* L.). La actividad agropecuaria se ha reducido, pero aún aporta a la economía campesina, actualmente solo se siembran 90 Ha con maíz y algunas veces se combina con frijol. No hay actividad ganadera intensiva, se trata de crianza de toros para la yunta y burros, se crían aves de corral y ganado porcino en muy baja escala. La actividad económica importante en la comunidad es el comercio constituido de misceláneas, molino, panadería, etc., la fabricación de ladrillo, la elaboración y venta de tortilla y nicuatole (gelatina de maíz (INEGI, 2011; PMDS, 2013).

San Andrés Huayapam también es un municipio de la región Valles Centrales y distrito Centro. Huayapam del náhuatl hueyatli-“agua grande” y pan-“sobre”, significa "sobre el agua grande". Su vegetación se compone de bosque de pino encino, también se cuenta con una pequeña superficie de selva baja caducifolia y vegetación secundaria. La zona forma parte de la región hidrológica Río Atoyac RH-20 A, una de las principales fuentes de agua para la zona metropolitana de la ciudad de Oaxaca, es necesario atesorar esta área para mantener este servicio ambiental, en el municipio el agua es para uso doméstico, agrícola y para venta en pipas. La agricultura es una actividad principal con el maíz (727 Ha), frijol (26 Ha), jitomate y alfalfa que son de temporal y para autoconsumo. Los cultivos secundarios son chile de agua, chayotes, orégano, acelga, rábano, calabacitas, lechuga, cilantro, hierbabuena, pepino, gladiolas, alcatraces y azucenas, una parte se produce en riego e invernadero. La ganadería es en menor escala con borregos y chivos, ganado bovino para producción de carne, leche, y quesos, también se crían aves de corral y puercos para autoconsumo, caballos, asnos y mulas para monta y carga. Hay un criadero de mojarra para su comercialización. La elaboración y venta de Tejate (bebida tradicional) y otros derivados del maíz es el principal ingreso de la mayoría de las familias (INEGI, 2011; PMDS, 2013).

La comunidad Santo Tomas Mazaltepec también es de la región Valles Centrales, del distrito Etlá. El nombre de Mazaltepec del mazatl-“venado” y tepetl-“cerro” significa Cerro de Venados. Hay en la localidad una importante área de Bosque de pino encino, selva baja caducifolia fragmentada, pequeñas superficies de matorral y vegetación secundaria. Un sector importante de esta población se dedica a la

agricultura de maíz (1,384 Ha), frijol (12 Ha) y alfalfa (33 Ha), otros cultivos son calabaza, avena forrajera, cebada forrajera y en menor cantidad jitomate. Por otra parte, la cría de ganado bovino también contribuye con la economía familiar, hay producción de leche la cual se comercializa directamente en la comunidad y la elaboración de quesos. En menor escala crían chivos y cerdos, además de las aves de traspatio para autoconsumo. Los principales ingresos del municipio son la venta de tortilla tipo tlayuda y la venta de productos lácteos. Los principales puntos de venta son el mercado de Etlá y Central de abastos de la ciudad de Oaxaca. La relativa cercanía a la ciudad, permite a una minoría emplearse en comercio y transporte público (INEGI, 2011; PMDS, 2013).

Santa María Peñoles es otra comunidad de Valles Centrales del distrito Etlá. Originalmente se llamó Ixcuintepéc, del náhuatl ixcuintl-"perro" y tepetl-"cerro" que significa "cerro de perros". Sin embargo, durante la conquista los españoles le nombraron Peñoles, porque en la cumbre de unos peñoles que existían cerca de la zona, pusieron resistencia guerreros mixtecos y mexicas. Predomina la Selva baja caducifolia y en menor superficie Bosque de pino encino. La actividad agrícola se desarrolla con maíz (2,555 Ha), frijol (470 Ha) y garbanzo. Avena, trigo y chilacayote son cultivos secundarios, también se ha implementado la siembra de jitomate, calabaza, chícharo y otras hortalizas en riego. Cabe mencionar que en esta comunidad también hay un Banco de Semillas Comunitario (BSC) que alberga semillas nativas: 23 variantes de maíz, 3 de frijol y 2 de calabaza, el objetivo es resguardar, renovar e intercambiar semillas nativas en la comunidad. No hay ganadería como tal, sino, el manejo y uso de animales en traspatio y venta:

borregos, chivos, toros, caballos, burros, pollos y guajolotes, en minoría cerdos y vacas. Existe un proyecto de cría de truchas en la localidad de Rio Hondo, Estetla (INEGI, 2011; PMDS, 2013).

Región Sierra Norte

El municipio de Santa María Jaltianguis, pertenece a la región Sierra Norte, del distrito Ixtlán, Jaltianguis viene del náhuatl xalli-“arena” y tiyanquiztli -“mercado”, por lo que se interpreta como “mercado de arena”. La vegetación dominante es el Bosque de pino encino. El sector agropecuario es la principal actividad económica, en la agricultura se cuenta con maíz (51 Ha), frijol (26 Ha), calabaza 5 Ha, chícharo (3 Ha) y alfalfa (2 Ha). Se conservan algunos frutales como manzana, durazno, peras; se producen ornamentales en maceta y de corte, y hortalizas en riego. La producción bovina y porcina es limitada, hay venta de leche, crianza de conejos, pollos y guajolotes. Del sector forestal se aprovecha leña, material para construcción, carpintería y en menor cantidad se produce carbón. Algunos negocios como panadería, misceláneas y purificador de agua contribuyen a la economía. Algunas familias conocen de la elaboración de artesanía con totemoxtle de maíz. Se cuenta con una zona de ecoturismo con cabañas para visitantes y se practica en menor medida la apicultura (INEGI, 2011; PMDS, 2013, Aragón-Cuevas *et al.*, 2011).

Santa María Tlahuitoltepec, también se ubica en la región Sierra Norte, del distrito Mixe. Tlahuitoltepec del náhuatl tlahuitol-“arco” y tepec-“cerro” significa “cerro arqueado, por otra parte del mixe (ayuujk) Xäämkejxpet que significa "lugar frío". La

vegetación es bosque de pino encino y cedro blanco, en la comunidad atraviesan varios ríos, que provienen de las afluentes del Cempoaltépetl, principalmente tres que nacen dentro del Municipio y son el río Yacochi, el de Rancho Tejas y el de Guadalupe Victoria. Los principales cultivos son maíz (1,026Ha) y frijol (218 Ha), también se cultiva chilacayote, papa, calabaza, chícharo, habas, chiles, tomates y camotes. Se aprovechan los quelites y se atienden árboles frutales de diferentes especies: duraznos, ciruela, pera, manzana, aguacate, capulín y tejocote. Se lleva a cabo la crianza de aves de traspatio con guajolotes, gallinas y gallos criollos. El uso prioritario de los productos forestales consiste en leña, madera (tablas, duelas) y material para construcción. Los productos que se comercializan de manera regular son las artesanías (traje típico), alfarería, frutales y la ganadería. La producción que tiene mercado local son las hortalizas (rábanos, coles, cebollas, ajos, coliflores y zanahorias) y especias (INEGI, 2011; PMDS, 2013).

Trabajo de campo en las comunidades

Las diferencias propias de los sitios de estudio y la variable participación de sus habitantes, requirieron ajustar los métodos de muestreo y el desarrollo del trabajo de campo en cada comunidad. En el siguiente cuadro se resume las actividades hechas por comunidad.

Cuadro 4. Tamaño de muestra de las actividades desarrolladas en campo en el área de estudio.

Comunidad	Entrevistas abiertas	Grupos focales	Encuestas	Recolectas maíz	Encuestas mujeres	Pruebas sensoriales
Atempa	7	-	30	5	10	80
Puerto	8	2	30	51	-	-
Jicayán	6	-	41	99	-	-
Yatareni	10	2	21	25	10	80
Huayapam	10	2	24	32	10	80
Mazaltepec	7	2	30	41	10	80
Peñoles	7	2	30	81	-	-
Jaltinguis	7	2	30	48	10	80
Tlahuitoltepec	7	2	30	50	-	-
Total	69	14	265	432	50	450

Capítulo III Diversidad y razones por las que se mantienen variantes de maíz

Introducción

Leclerc y Coppen (2012) plantean que la diversidad debe ser entendida como producto de la interacción entre genotipo (G), ambiente (E) y sociedad (S) en el modelo $G \times E \times S$. La interacción biológica y sociocultural inicia en la utilización de las especies silvestres con la recolección, en la domesticación esta interacción se hace más compleja con los efectos de la selección de poblaciones de plantas en diferentes ambientes (Zizumbo *et al.*, 2008).

En los tipos de maíz que se siembran, los caracteres relacionados al ambiente son generalmente el factor dominante pues la capacidad de adaptación al clima, suelo y temperatura, es un requisito para su desarrollo. Los caracteres agrícolas están ligados al ambiente, en función de la resistencia (a sequías, plagas y enfermedades) y rendimiento (derivado de la adaptación y también expresada en la estabilidad del rendimiento). Además, se ha demostrado que factores del ámbito cultural también están presentes (Perales *et al.*, 2005; Brush y Perales 2007).

Bellon (1996) indica que los agricultores enfrentan simultáneamente los diversos factores que consideran importantes, como la variabilidad ambiental, el rendimiento y la dieta, y que no hay una sola variedad de maíz que cumpla con todo lo necesario. Por lo tanto, es común que los agricultores tengan un conjunto de variedades locales

que son complementarias entre sí para algunos caracteres de interés. Por ejemplo, productores del centro de Chiapas siembran maíz nativo para autoconsumo y variedades modernas (generaciones avanzadas de híbridos) para el mercado (Bellon, 1991). Bellon y Taylor (1993) muestran que pequeños productores del sureste de México siembran diferentes maíces en suelos de diferente calidad. Castillo y Chávez (2013) mencionan que, en el Estado de México, cuando el agricultor tiene terrenos en diferentes microclimas siembra maíz blanco de ciclo tardío, negro o amarillo que son intermedios y/o rojos o rosados de ciclo corto.

La selección de razas o variedades de maíz para usos en platillos especiales es un argumento que se ha propuesto como un factor que mantiene la diversidad (Hernández-Xolocotzi, 1985; Ortega, 2003). La idea de que un tipo de maíz tiene propiedades que le confieren calidad a un alimento, que no se puede obtener con otro, permite la concepción del maíz como ingrediente que da autenticidad étnica en calidad para satisfacer preferencias de consumo (Matus, 2009).

En este trabajo se estudiaron las razones de los pobladores para mantener las variedades locales de maíz y su diversidad, enfocando en particular los usos en platillos especiales.

Materiales y métodos

Se desarrollaron entrevistas abiertas, grupos focales, encuestas y recolectas de maíz en las nueve comunidades comprendidas en el área de estudio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Actividades desarrolladas en campo en el área de estudio.

Comunidad	Entrevistas abiertas	Grupos focales	Encuestas	Recolectas maíz
Atempa	7	-	30	5
Puerto	8	2	30	51
Jicayán	6	-	41	99
Yatareni	10	2	21	25
Huayapam	10	2	24	32
Mazaltepec	7	2	30	41
Peñoles	7	2	30	81
Jaltanguis	7	2	30	48
Tlahuitoltepec	7	2	30	50
Total	69	14	265	432

Entrevistas

Para obtener información general sobre las variantes de maíz de la comunidad, usos básicos y especiales, se hicieron 69 entrevistas abiertas en los sitios de estudio (Cuadro 1). Los informantes fueron recomendados por autoridades municipales, ejidales o contacto local. En este ejercicio también se obtuvo información sobre las razones por las que se tienen sus maíces, el conocimiento e interés sobre otras variantes de fuera de la comunidad.

Grupos focales

Se trabajó con grupos focales para obtener una opinión consensuada sobre los maíces que se cultivan en la comunidad. El diseño del cuestionario se basó en la información de entrevistas previas, se enfocó en temas como: la importancia de cada variante de acuerdo con sus atributos, razones por las que se siembran, usos, maíces preferidos, maíces perdidos y maíces que se conocen y no se siembran localmente. De manera complementaria se preguntó sobre el papel de las mujeres en la selección de semilla y variedades, y sobre preferencias de maíces particulares para tortillas y otros productos (Anexo 1).

Se hicieron 14 grupos focales, dos por comunidad (excepto en Atempa y Jicayán) con 6 a 12 personas, hombres y mujeres, por separado. Durante esta actividad los grupos de participantes intercambiaron y expresaron conocimientos, sentimientos, creencias y experiencias en relación al maíz. En las comunidades donde no fue posible la organización de grupos se hicieron entrevistas individuales a seis hombres y seis mujeres. Los grupos focales se establecieron con base en recomendaciones de agricultores reconocidos por las autoridades locales como conocedores del maíz y por contactos identificados durante las entrevistas abiertas.

Recolectas de maíz

Para conocer las variantes de maíz de cada comunidad se hicieron recolectas representativas de hasta 6 mazorcas por cada tipo de maíz sembrado por los grupos domésticos que participaron en la encuesta. Cada recolecta representa una población de maíz de un hogar, un lote de semilla de Louette (1997), y se conforma de mazorcas que representan las características y variación de material genético (CONABIO, 2010). Se obtuvieron 432 recolectas y el M. C. Flavio Aragón Cuevas hizo la identificación de la raza de maíz a la que pertenecen (Cuadro 1).

Encuestas estructuradas

Con base en la información generada en los grupos focales se diseñó un instrumento de encuesta para verificar y medir la importancia y respuesta de los maíces que se manejan por grupo doméstico a condiciones ambientales, caracteres agrícolas y usos comunes y especiales (Anexo 2).

Se seleccionaron grupos domésticos en forma aleatoria en la comunidad, consideró el mismo número de participantes en cada barrio, en donde se dividieron las encuestas por calles. Se aplicaron 265 encuestas, 30 en cada sitio de estudio, excepto en Jicayán en donde se hicieron 41 encuestas. En Yatareni (21) y Huayapam (24) se obtuvo un menor número debido a que son comunidades cercanas a la Cd. de Oaxaca y muy poca gente siembra porque compran su maíz (Cuadro 1).

Los informantes describieron a sus variantes de maíz por nombre común, y a cada una se le determinó la raza. Pero, dado que la misma raza tiene más de un tipo de maíz y se repiten los nombres comunes en diferentes razas, fue necesario clasificar a los maíces en morfotipos por comunidad (Cuadro 2). En cada morfotipo se concentró la variabilidad de algunos maíces y se nombraron con la raza y el color del maíz, a menos que tuviesen un nombre o descripción típicamente distinto, de esta forma, se obtuvieron “variantes de maíz” con un mayor número de accesiones o registros, adecuadas para el análisis.

Cuadro 2. Morfotipos de maíz determinados con base en información de grupos focales, encuestas e identificación de raza.

No. Morfotipo	Localidad	Morfotipo	Grupo focal		Encuesta		Raza
			Nom común	Nom común	Color		
1	SBA	Zapalote chico blanco	Criollo	Criollo Zapalote chico	Blanco, crema	Zapalote chico	
2	SMP	Conejo amarillo	Cuarenteño	Cuarenteño	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Conejo	
3	SMP	Conejo blanco		Porroncito	Blanco, crema	Conejo	
4	SMP	Hibrido blanco	Hibrido	Hibrido	Blanco, crema	Hibrido	
5	SMP	Olotillo amarillo	Olotillo Criollo	Criollo	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Olotillo	
6	SMP	Olotillo blanco			Blanco, crema	Olotillo	
7	SMP	Olotillo negro			Morado, negro	Olotillo	
8	SMP	Olotillo pinto			Blanco-amarillo	Olotillo	
9	SMP	Olotillo rojo			Sangre de toro	Olotillo	
10	SMP	Tepecintle blanco	Tablita	Tablita Tepecente	Blanco, crema	Tepecintle	
12	SMP	Tuxpeño amarillo	Tablita Mezclado Rocamei	Cuarenteño grande Hibrido Rocamei	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Tuxpeño	
13	SMP	Tuxpeño blanco			Blanco, crema	Tuxpeño	
13	SMP	Tuxpeño negro			Morado, negro	Tuxpeño	
14	SMP	Tuxpeño pinto			Blanco-amarillo-negro	Tuxpeño	
15	SMP	Tuxpeño rojo			Rojo claro, rojo fuerte	Tuxpeño	
16	SMP	Tuxpeño variegado			Rayadito	Tuxpeño	
17	SPJ	Conejo amarillo	Cuarenteño	Zapalote Maizón Conejo	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Conejo	
18	SPJ	Conejo blanco			Blanco, crema	Conejo	
19	SPJ	Conejo negro			Morado, negro	Conejo	
20	SPJ	Conejo pinto			Pinto	Conejo	
21	SPJ	Conejo rojo			Rojo claro, rojo fuerte	Conejo	
22	SPJ	Conejo variegado			Rayado blanco-rojo	Conejo	
23	SPJ	Olotillo amarillo	Criollo	Criollo Carriceño Olotillo	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Olotillo	
24	SPJ	Olotillo blanco			Blanco, crema	Olotillo	
25	SPJ	Olotillo negro			Morado, negro	Olotillo	
26	SPJ	Olotillo pinto			Blanco-amarillo	Olotillo	
27	SPJ	Olotillo rojo			Rojo claro, rojo fuerte	Olotillo	
28	SPJ	Tuxpeño amarillo	Tuxpeño	Tabloncillo Maizón	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Tuxpeño	

No. Morfortipo	Localidad	Morfortipo	Grupo focal		Encuesta		Raza
			Nom común	Nom común	Color		
29	SPJ	Tuxpeño blanco		Tuxpeño	Blanco, crema	Tuxpeño	
30	SPJ	Tuxpeño negro			Morado, negro	Tuxpeño	
31	SPJ	Tuxpeño rojo			Rojo claro, rojo fuerte	Tuxpeño	
32	SAY	Bolita amarillo	Criollo	Criollo Bolita	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Bolita	
33	SAY	Bolita blanco			Blanco, crema	Bolita	
34	SAY	Bolita negro			Morado, negro	Bolita	
35	STM	Bolita amarillo	Criollo	Criollo Bolita	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Bolita	
36	STM	Bolita blanco			Blanco, crema	Bolita	
37	STM	Bolita negro			Morado, negro	Bolita	
38	STM	Bolita pinto	Híbrido	Híbrido	Blanco-negro	Bolita	
39	STM	Hibrido blanco			Blanco, crema	Híbrido	
40	SAH	Ancho blanco	Criollo	Bolita Criollo	Blanco, crema	Ancho	
41	SAH	Bolita amarillo			Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Bolita	
42	SAH	Bolita blanco			Blanco, crema	Bolita	
43	SAH	Bolita negro			Morado, negro	Bolita	
44	SAH	Bolita pinto			Blanco-negro	Bolita	
45	SAH	Bolita rojo			Rojo fuerte, rojo claro	Bolita	
46	SMPe	Ancho blanco	Ancho	Pozolero	Blanco, crema	Ancho	
47	SMPe	Arrocillo blanco	-	Ligero	Blanco	Arrocillo	
48	SMPe	Bolita amarillo	Criollo tempranero	Criollo	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Bolita	
49	SMPe	Bolita blanco		Tempranero	Blanco, crema	Bolita	
50	SMPe	Bolita negro	Cajete	Cajete	Morado, negro	Bolita	
51	SMPe	Chalqueno rosa			Rosa fuerte, rosa claro	Chalqueño	
52	SMPe	Cónico amarillo	Criollo tardío	Criollo	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Cónico	
53	SMPe	Cónico blanco		Ligero	Blanco, crema	Cónico	
54	SMPe	Cónico negro		Tardío	Morado, negro	Cónico	
55	SMPe	Cónico pinto	Criollo de templado Criollo de frío	Criollo de templado	Blanco-negro	Cónico	
56	SMPe	Elotes Cónicos amarillo			Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Elotes cónicos	
57	SMPe	Elotes Cónicos blanco			Blanco, crema	Elotes cónicos	
58	SMPe	Elotes Cónicos negro			Morado, negro	Elotes cónicos	
59	SMPe	Elotes Cónicos pinto			Blanco-negro	Elotes cónicos	
60	SMPe	Elotes Cónicos rojo	Criollo de cálido	Elotero	Rojo fuerte	Elotes cónicos	
61	SMPe	Tuxpeño blanco			Blanco, crema	Tuxpeño	
62	SMJ	Bolita blanco	Criollo del valle		Blanco, crema	Bolita	

No. Morfotipo	Localidad	Morfotipo	Grupo focal		Encuesta		Raza
			Nom común	Nom común	Color		
63	SMJ	Cónico amarillo	Criollo templado	Criollo de templado Criollo de frio	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Cónico	
64	SMJ	Cónico blanco			Blanco, crema	Cónico	
65	SMJ	Cónico morado			Morado, negro	Cónico	
66	SMJ	Cónico pinto			Blanco-negro	Cónico	
67	SMJ	Elotes Cónicos negro	Criollo negro templado	Criollo de templado	Negro, azul, morado	Elotes cónicos	
68	SMJ	Hibrido	Hibrido	Criollo de frio	Blanco, crema	Híbrido	
69	SMJ	Nal-tel de altura amarillo	Criollo de caliente	Criollo de tierra caliente	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Nal-tel de altura	
70	SMJ	Nal-tel de altura blanco			Blanco, crema	Nal-tel de altura	
71	SMJ	Oloton amarillo			Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Olotón	
72	SMJ	Oloton blanco			Blanco, crema	Olotón	
73	SMJ	Oloton negro	Criollo frio Criollo pinto	Criollo de frio	Morado, negro	Olotón	
74	SMJ	Oloton pinto			Blanco-negro	Olotón	
75	SMJ	Oloton rojo			Rojo claro, rojo, fuerte	Olotón	
76	SMT	Mixeno amarillo	Criollo de templado	Maíz de templado	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Mixeño	
77	SMT	Mixeno blanco			Blanco, crema	Mixeño	
78	SMT	Mixeno negro			Morado, negro	Mixeño	
79	SMT	Mixeno pinto			Blanco-negro	Mixeño	
80	SMT	Nal-tel de altura amarillo	Criollo de tierra caliente	Maíz de tierra caliente	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Nal-tel de altura	
81	SMT	Nal-tel de altura blanco			Blanco, crema	Nal-tel de altura	
82	SMT	Nal-tel de altura negro			Morado, negro	Nal-tel de altura	
83	SMT	Oloton amarillo			Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Olotón	
84	SMT	Oloton blanco	Criollo de tierra alta Criollo de tierra fría	Maíz de tierra fría	Blanco, crema	Olotón	
85	SMT	Oloton negro			Morado, negro	Olotón	
86	SMT	Oloton pinto			Blanco-negro	Olotón	
87	SMT	Serrano mixe amarillo	Criollo de temaplado	Maíz de tierra templada Maíz de tierra fría	Amarillo, amarillo claro, amarillo fuerte	Serrano mixe	
88	SMT	Serrano mixe blanco			Blanco, crema	Serrano mixe	
89	SMT	Serrano mixe negro			Morado, negro	Serrano mixe	
90	SMT	Serrano mixe rojo			Rojo fuerte	Serrano mixe	

Se preguntó la importancia y satisfacción del maíz en cada variable, en donde las opciones de respuesta fueron; Muy importante=1, Algo importante=2 y No importante=3 para importancia y Muy bueno=1, Bueno=2, Deficiente=3, Muy deficiente=4 y No se ha usado=5 para satisfacción.

Por otra parte, las variables de la encuesta se agruparon en conjuntos de: clima, suelo, conducta, resistencia ambiental, resistencia biológica, caracteres de la planta, caracteres de la mazorca, caracteres del grano, usos generales, usos ceremoniales, usos alimenticios, alimentos comunes y alimentos especiales, porque los métodos multivariantes no funcionan bien con muchas variables y así se observan los principales elementos de forma concreta (Cuadro 3).

Para el análisis se reescalaron los valores de las respuestas para coincidir con el índice de satisfacción propuesto por Bellon (2002), en el que evalúa la importancia relativa y la distribución de los rasgos entre las variedades cultivadas por los agricultores. Los valores del índice oscilan entre 0 y 1; en donde los valores cercanos a cero carecen de importancia y próximos a 1 la importancia aumenta. De esta manera en importancia: Muy importante=1, Algo importante=0.4 (valor intermedio/aceptable) y No importante=0. Para satisfacción: Muy bueno=1, Bueno=0.5 (intermedia/aceptable), Deficiente=-0.5 (intermedia/no aceptable), Muy deficiente=-1 y No se ha usado=0. Se construyó una matriz multiplicando los valores asignados al componente de importancia y de satisfacción, con lo que se obtiene una gama de valores que va de -1 a 1 (Cuadro 4). Valores hacia el extremo negativo, indican que pueden ser importantes pero deficientes; y valores cercanos a 1 indican

importante y muy bueno. Los valores de cero pueden indicar que no es importante independientemente de la opinión de satisfacción, o bien que no se usa independientemente de la importancia.

Cuadro 3. Agrupación de las variables de la encuesta para análisis de importancia.

No. variable	Clave	Variable	Agrupación
1	a301a	Importancia y satisfacción de su maíz en clima frío	Clima
2	a302a	Importancia y satisfacción de su maíz en clima templado	
3	a303a	Importancia y satisfacción de su maíz en clima semicálido	
4	a304a	Importancia y satisfacción de su maíz en clima cálido	
5	a305a	Importancia y satisfacción de su maíz en suelo delgado	Suelo
6	a305a	Importancia y satisfacción de su maíz en suelo profundo	
7	a305a	Importancia y satisfacción de su maíz en suelo apretado	
8	a305a	Importancia y satisfacción de su maíz en suelo suelto	
9	a309a	Importancia y satisfacción de su maíz en terreno plano	
10	a310a	Importancia y satisfacción de su maíz en terreno ladera	
11	a320a	Importancia y satisfacción de su maíz en rendimiento en peso del grano	Conducta
12	a321a	Importancia y satisfacción de su maíz en rendimiento en volumen del grano	
13	a322a	Importancia y satisfacción de su maíz en tiempo de maduración largo	
14	a323a	Importancia y satisfacción de su maíz en tiempo de maduración intermedio	
15	a324a	Importancia y satisfacción de su maíz en tiempo de maduración corto	
16	a325a	Importancia y satisfacción de su maíz en resistencia a sequía	Resistencia ambiental
17	a326a	Importancia y satisfacción de su maíz en resistencia al frío	
18	a327a	Importancia y satisfacción de su maíz en resistencia a granizo	
19	a328a	Importancia y satisfacción de su maíz en resistencia al viento	
20	a329a	Importancia y satisfacción de su maíz en resistencia al gusano cogollero	Resistencia biológica
21	a330a	Importancia y satisfacción de su maíz en resistencia a gallina ciega	
22	a331a	Importancia y satisfacción de su maíz en resistencia a plagas de almacén	
23	a332a	Importancia y satisfacción de su maíz en facilidad de desgrane	
24	a333	Importancia de tener conocimiento del ciclo de maíz	
25	a340a	Importancia y satisfacción de su maíz en altura de la planta	Características de la planta
26	a341a	Importancia y satisfacción de su maíz en grosor del tallo en la planta	

No. variable	Clave	Variable	Agrupación
27	a342a	Importancia y satisfacción de su maíz en altura de la mazorca	Características de la mazorca
28	a343a	Importancia y satisfacción de su maíz en largo de mazorca	
29	a344a	Importancia y satisfacción de su maíz en ancho de mazorca	
30	a345a	Importancia y satisfacción de su maíz en número de hileras	
31	a346a	Importancia y satisfacción de su maíz en grosor de olote	
32	a347a	Importancia y satisfacción de su maíz en tamaño de totomoxtle	
33	a348a	Importancia y satisfacción de su maíz en color de totomoxtle	Características del grano
34	a349a	Importancia y satisfacción de su maíz en tamaño del grano	
35	a350a	Importancia y satisfacción de su maíz en ancho del grano	
36	a351a	Importancia y satisfacción de su maíz en color del grano	Usos generales
37	a 360 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz en grano para forraje	
38	a 361 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz en planta como forraje	
39	a 362 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz en planta seca como abono	
40	a 363 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como alimento	
41	a 364 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz en alimentos tradicionales	
42	a 365 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como envoltura de tamal	
43	a 366 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como medicinal	
44	a 367 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como combustible	
45	a 368 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como artesanía	
46	a 369 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como material para construcción	Usos ceremonial
47	a 370 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como masa para llevar al cerro	
48	a 371 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como mazorcas para poner en el altar de casa	
49	a 372 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz como ofrenda para llevar a la iglesia	
50	a 373 ^a	Importancia y satisfacción de su maíz en adivinación	Alimentos generales
51	a401a	Importancia y satisfacción de su maíz por contenido nutricional	
52	a402a	Importancia y satisfacción de su maíz en nixtamal	
53	a403a	Importancia y satisfacción de su maíz en tortilla	
54	a404a	Importancia y satisfacción de su maíz en atole	

No. variable	Clave	Variable	Agrupación
55	a405a	Importancia y satisfacción de su maíz en tamales	
56	a406a	Importancia y satisfacción de su maíz en tostadas	
57	a407a	Importancia y satisfacción de su maíz en pinole	
58	a408a	Importancia y satisfacción de su maíz en empanadas	
59	a410a	Importancia y satisfacción de su maíz en molotes	
60	a411a	Importancia y satisfacción de su maíz en picaditas (memelitas)	
61	a413a	Importancia y satisfacción de su maíz en elote	
62	a501a	Importancia y satisfacción de su maíz en sequeza	Alimentos especiales
63	a502a	Importancia y satisfacción de su maíz en nicuatole	
64	a503a	Importancia y satisfacción de su maíz en téjate	
65	a504a	Importancia y satisfacción de su maíz en tepache	
66	a505a	Importancia y satisfacción de su maíz en tlayuda	
67	a506a	Importancia y satisfacción de su maíz en blanditas	
68	a507a	Importancia y satisfacción de su maíz en tortilla de maíz nuevo	
69	a508a	Importancia y satisfacción de su maíz en totopos	
70	a509a	Importancia y satisfacción de su maíz en totopo de maíz nuevo	
71	a510a	Importancia y satisfacción de su maíz en tostadas de corozo	
72	a511a	Importancia y satisfacción de su maíz en tostadas de coco	
73	a512a	Importancia y satisfacción de su maíz en jitapa'a	
74	a513a	Importancia y satisfacción de su maíz en machacado	
75	a514a	Importancia y satisfacción de su maíz en atole de granillo	
76	a515a	Importancia y satisfacción de su maíz en atole de boda (de pinol)	
77	a516a	Importancia y satisfacción de su maíz en chocolate atole	
78	a517a	Importancia y satisfacción de su maíz en dulce de chilacayota	
79	a518a	Importancia y satisfacción de su maíz en atole de pitona (temazcal)	
80	a519a	Importancia y satisfacción de su maíz en pozole	

Cuadro 4. Intervalo de valores que puede tomar el índice de satisfacción-importancia para respuestas a las variables de la encuesta.

Satisfacción \ Importancia		Muy importante	Algo importante	No importante
		1	0.4	0
Muy bueno	1	1	0.4	0
Bueno	0.5	0.5	0.2	0
Deficiente	-0.5	-0.5	-0.2	0
Muy deficiente	-1	-1	-0.4	0
No se ha usado de esta forma	0	0	0	0

Al final, todas las variables fueron sumadas en un índice para obtener un solo valor para cada maíz, el cual se puede interpretar directamente.

Resultados

Número de maíces por comunidad

Los datos de entrevistas, grupos focales y encuestas indican que se tienen entre 1 y 15 tipos de maíz por comunidad, las comunidades Tlahuitoltepec y Jaltianguis de la Sierra Norte destacan por tener el mayor número. La mayoría de los maíces son nativos, y solo se llegaron a encontrar hasta dos variantes de maíz introducidas por comunidad. En la Costa se encontró el mayor número de maíces introducidos. En promedio, en los grupos domésticos de las comunidades estudiadas se siembran entre 1 y 2.77 tipos de maíz, sin embargo, en Jicayán y Puerto, hubo dos agricultores que siembran seis o siete diferentes maíces (Cuadro 5).

Cerca del 50% de las personas entrevistadas indicó que tiene su maíz nativo por adaptación a su ambiente y resistencia a plagas. La mayoría de los agricultores siembran de 0.5 ha a 1.5 ha en comunidades con mayor número de maíces los

agricultores tienen comúnmente dos o tres lugares distintos, típicamente variación de climas o suelos que pueden tener variación de climas o suelos. Por el contrario, en San Blas Atempa predomina el clima cálido y terreno plano y solo se maneja un maíz nativo.

Cuadro 5. Número de maíces locales e introducidos que se manejan en la comunidad y por grupo doméstico.

Comunidad	Entrevistas			Grupos focales			Encuesta		
	Local	Fuera	Hogar	Local	Fuera	Hogar	Local	Fuera	Hogar
Atempa	1	3	2	1	1	1	1	1	1.00
Puerto	10	2	4	8	3	3	11	4	2.53
Jicayan	5	1	2	5	3	2	11	4	2.63
Huayapam	4	3	2	5	1	2	5	1	1.43
Yatareni	4	2	2	4	2	1	3	1	1.29
Mazaltepec	5	3	2	7	2	2	4	1	2.00
Peñoles	5	1	3	8	1	3	13	3	2.77
Jaltianguis	4	2	2	7	1	2	13	1	1.87
Tlahuitoltepec	7	3	3	11	0	2	15	0	1.90

Fuera: que vienen de otra comunidad, región o estado.

Los maíces del área de estudio

A través de grupos focales se determinaron los maíces que se siembran en cada comunidad. En este ejercicio se confirmó que la mayoría de los maíces que se siembran en la comunidad son nativos. Sin embargo, en casi todas las comunidades han probado algunos maíces comerciales (uno o dos por hogar) y se utilizan de uno a 15 tipos por comunidad. Los agricultores opinaron que se han dejado de sembrar solo unos pocos maíces nativos en estas comunidades. En general, hay un amplio consenso de la preferencia del maíz nativo sobre las variedades comerciales. En los grupos focales también se encontró que se tiene más de una variedad de maíz por comunidad en virtud de adaptación a características ambientales, agrícolas y de uso. Se mencionan como factores importantes el clima y el suelo y ponen atención

en el rendimiento y la resistencia a plagas de almacén. Señalaron que, los colores del maíz se relacionan con su uso y su preferencia por algunos tipos (Cuadros 6 a 14).

En las recolectas se identificaron 15 razas de maíz, en donde Bolita (123), Olotillo (84) y Tuxpeño (63) son las más representativas, mientras que de Chalqueño y Tepecintle solo se obtuvo una recolecta (Cuadro 15).

Cuadro 15. Nombre de raza a la que pertenecen las recolectas de maíz hechas en el área de estudio.

Raza	Recolectas	Comunidad
Ancho	9	Peñoles (5) y Huayapam (4)
Arrocillo	4	Peñoles
Bolita	123	Peñoles (6), Jaltianguis (2) Mazaltepec (49), Yatareni (27) y Huayapam (29)
Chalqueño	1	Peñoles
Conejo	29	Jicayán (29) y Puerto (6)
Cónico	45	Peñoles (28) y Jaltianguis (17)
Elotes Cónicos	33	Peñoles (29) y Jaltianguis (4)
Mixeño	12	Tlahuitoltepec
Nal-tel de Altura	12	Tlahuitoltepec (9) y Jaltianguis (3)
Olotillo	84	Jicayán (68) y Puerto (16)
Olotón	46	Tlahuitoltepec (17) y Jaltianguis (28)
Serrano Mixe	22	Tlahuitoltepec
Tepecintle	1	Puerto
Tuxpeño	63	Jicayán (18) y Puerto (45)
Zapalote Chico	30	Atempa

Procedencia de maíces

En todas las comunidades la mayoría de los maíces tienen procedencia local, sin embargo, en casi todas las comunidades también siembran algunos maíces con origen externo y conocen otros tipos de fuera de la comunidad que no siembran, principalmente porque no se ha probado su adaptación al clima y suelo. Los maíces comerciales que se venden en la tienda local, el molino o Liconsa de cada

comunidad se identifican por su tamaño de grano y no se sabe con certeza su procedencia. Los vendedores de la central de abastos indican que el maíz viene de Puebla, Tlaxcala, Chiapas y Sinaloa, por lo tanto, si su origen es Puebla y Tlaxcala esperaríamos que sean Cónicos y Chalqueños, los de Sinaloa seguramente son híbridos comerciales y los de Chiapas podrían ser comerciales o nativos (Tuxpeños o Comitecos). En las comunidades se han perdido de uno a dos maíces, ya sea porque no se adaptaron, su poco rendimiento o porque las características propias del grano (textura o color) no eran para muchos usos (Cuadro 16).

Razones por las que se prefieren los maíces que siembran ellos mismos

En los grupos focales mencionaron que tienen más de una variedad de maíz por comunidad en virtud de adaptación a características ambientales, agrícolas y de uso (Cuadro 17). A los maíces que son de fuera de la comunidad les reconocen pocos atributos, algunos positivos como el rendimiento, pero reconocen que solo sirven para tortilla y el ganado (Cuadros 17).

Cuadro 6. Maíces que se manejan en San Blas Atempa, según las entrevistas que sustituyeron a grupos focales.

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Tiempo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo Blanco	Comunidad	Mazorcas medianas a pequeñas	Siembra en julio, cosecha de octubre a noviembre, maduración de 3 meses	Cálido	Se desgrana bien y rinde	Totopo, tortilla, atole, empanadas, garnachas, tamales y elote. Medicinal el pelo elote. Forraje en planta seca. Elote y atole.	Preferido para totopos y atole.	Zapalote Chico
Híbrido	De fuera sembrado	-	-	De riego	Apropiado para elote	Medicinal el pelo elote. Forraje en planta verde	Preferido en elote	Híbrido
Maíz Chiquito	De fuera a la venta	Ta maño pequeño del grano	-	-	Viene de Chiapas, las tortillas son blanditas	Totopo, atole, tamales y tortilla	-	Tuxpeño
Maíz Mediano	De fuera a la venta	Ta maño intermedio del grano	-	-	Viene de Veracruz	Totopo, atole y tamales	-	Chalqueño
Maíz Grande	De fuera a la venta	Ta maño grande del grano	-	-	Viene de Sinaloa, rinde más que el maíz criollo	Totopo, atole y tamales	Rinde más en totopo. Se dora bien el totopo	-

Cuadro 7. Maíces que se manejan en Santa Miguel del Puerto, según los grupos focales.

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Olotillo amarillo	Comunidad	Mazorcas largas, olote delgado	Siembra en junio, cosecha en septiembre	Crece en ladera	Le afecta gallina ciega, casi no se pica	Tortillas, tamales, empanadas, memelas, tostadas y atole. Forraje en planta seca y grano. Ritual en tortilla. Ofrenda en mazorca	Bueno para tostadas, no para tamales, tortillas duras	Olotillo
Tablita amarillo	Comunidad	Mazorca poco ancha, grano más grueso y pesado	Siembra en agosto, cosecha en noviembre	De suelo delgado	Fácil desgrane, se pica poco	Tortillas, tamales, tostadas y atole. Forraje en planta seca y grano	Bueno para tostadas, tortillas duras. Preferido por grano pesado	Tuxpeño
Tablita blanco	Comunidad	Milpa grande, de olote grueso, maíz bofo y blando	Siembra en junio, cosecha en octubre	De terreno plano	Suave para desgranar, rendidor	Tortillas, tamales, tostadas, empanadas, memelas, atole y elote. Forraje en planta seca. Ritual en tortilla. Ofrenda en mazorca	Tiene más usos, bueno para tortilla, preferido por grano blando	Tepecintle
Criollo rojo (Sangre de toro)	Comunidad	Mazorcas largas, olote delgado	-	Suelo delgado	Es difícil quitarle el pericarpio	Tortillas y tepache. Ofrenda en mazorca	Bueno para tepache. Se siembra para no perderlo	Olotillo
Criollo pinto	Comunidad	Blanco con amarillo o blanco con negro, olote delgado, poco maíz	Siembra en agosto, cosecha en noviembre	En ladera	Se pica rápido	Tortillas y elote	Elotes simples, se siembra para no perderlo	Olotillo
Criollo pinto (Mezclado)	Comunidad	Blanco non negro, mazorcas anchas, granos pequeños	Maduración de 4 meses	En lugares planos	Se pica menos	Tortillas, elote	Elotes simples, se siembra para no perderlo	Tuxpeño
Maíz morado	Comunidad	Grano blanco, algunos de olote y totomoxtle morado	Maduración de 3.5 meses	En laderas	Duro para desgranar	Tortillas, tamales, tostadas y atole. Envoltura de	Se usa mucho para tamales porque el color morado del	Tuxpeño

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
						tamal en totomoxtle. Ofrenda en mazorca	totomoxtle pinta el tamal	
Cuarenteño	Comunidad	Mazorcas pequeñas, grano pequeño	Tempranero, maduración de 2 meses	De lugares planos	-	Tortillas, tamales y atole	-	Conejo
Rocamei (Híbrido acriollado)	De fuera sembrado	Milpa grande, elotes dulces, con más maíz	Siembra en mayo, cosecha en septiembre	En ladera y plano	Híbrido con características de criollo, se pica rápido	Tortillas, tamales, tostadas y atole. Forraje en planta seca y maíz. Ofrenda en tortilla		Tuxpeño
Rocamei (Híbrido azul-negrito)	De fuera sembrado	Milpa grande, elotes dulces, con más maíz	Tempranero Siembra en mayo, cosecha en agosto	En ladera y plano	Híbrido con características de criollo, se pica rápido, tortillas suaves	Tortillas y elotes. Ofrenda	Elotes dulces, se conserva desde hace 10 años, es un híbrido con caracteres de criollo	Tuxpeño
Magueyano	De fuera sembrado	Es más grande que Olotillo amarillo	-	-	Buen rendimiento, casi no se pica	Tortillas, tamales, tostadas y atole		-
Zapalote chico	De fuera conocido	No se da en los climas	-	-	-	Tortillas y tamales		-
Maíz borracho	Perdido	Ya no dio en el clima	-	-	-	-		-
Tempranero grande	Perdido	Ya no dio en el clima	-	-	Duro para desgranar	-		-

Cuadro 8. Maíces que se manejan en San Pedro Jicayán según las entrevistas que sustituyeron a grupos focales.

Nombre Común	Origen de maíz	Características Morfológicas	Tiempo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo blanco	Comunidad	Olote delgado	Siembra en junio, cosecha de septiembre a octubre, maduración de 3 meses	Crece bien en laderas y terreno plano	Rendidor	Tortilla, tortilla nueva, tamales, empanadas, memelas, espesor de guisos, atole y elote. Forraje en planta seca. Construcción de cercas	El atole blanco se usa para enfermos. La tortilla es suave, la tortilla nueva es de maíz en camahua. Favorito porque tiene más usos	Olotillo
Criollo amarillo	Comunidad	Olote delgado	Maduración de 2 meses	Crece bien en laderas y terreno plano	Se pica menos	Tortilla, tamales, atole, empanadas, memelas, espesor de guisos, elote y jitapa'a. Forraje en planta seca	-	Olotillo
Criollo morado	Comunidad	Olote delgado	Maduración de 2 meses	Crece bien laderas y terreno plano	Se pica rápido	Tortilla, espesor de guisos y elote. Forraje en planta seca	Se usa por cambiar de color y sabor en tortilla	Olotillo
Criollo pinto	Comunidad	Blanco con rosa, blanco con rojo, olote delgado	-	Crece bien en laderas y terreno plano	-	Tortilla	-	Olotillo
Criollo rojo	Comunidad	Olote delgado	Maduración de 3 meses	Crece bien en laderas y terreno plano	-	Tortilla. Medicinal y cura a los alcohólicos	No se siembra, nace en el blanco	Olotillo
Blanco	De fuera sembrado	Olote grueso y grano chiquito	Maduración de 4 meses, algo tardío	Es de terreno plano	resiste el acame	Tortilla, tamales, espesor de guisos y atole	Lo entrega el PROGRAN	Tuxpeño
Cuarenteño o chaparro	De fuera sembrado	Blanco, mazorca y planta pequeña	Maduración de mes y medio	Es de terreno plano	-	Tortilla, tamales y atole. Forraje en planta fresca y seca	Casi el 50% siembra este maíz	Conejo
Híbrido	De fuera sembrado	Blanco	-	Es de terreno plano	-	Tortilla y elote	De LICONSA, no llena y viene sucio	Híbrido
Criollo	Conocido no se siembra	Blanco	-	No se da	-	-	De Yoloxochi, Gro.	-

Cuadro 9. Maíces que se manejan en San Agustín Yatareni, según los grupos focales.

Nombre común	Origen de maíz	Características Morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Maíz criollo blanco	Comunidad	Planta baja, mazorca mediana	Siembra en marzo u agosto, cosecha en junio o diciembre	De terreno plano y ladera	Tarda en picarse, buen rendimiento	Tortillas, tamales, atole, empanadas, memelas, tostadas, guisados, nicuatole y tejate. Envoltura de tamal en totomoxtle. Medicinal el pelo de elote	Este se siembra más. Preferido para nicuatole	Bolita
Maíz criollo amarillo	Comunidad	Planta baja, mazorca mediana	Siembra en mayo, cosecha en agosto	De terreno plano	Se pica menos que el blanco	Tortillas, tamales, atole, empanadas, memelas, guisados, sequeza, nicuatole y tejate. Envoltura de tamal en totomoxtle. Forraje en grano	Preferido para tostadas y sequeza, más nutritivo	Bolita
Maíz criollo azul (negro)	Comunidad	Planta baja, mazorca mediana	Siembra en junio, cosecha en octubre	De terreno plano y ladera	Se pica rápido	Tortillas, tamales, guisados y nicuatole. Combustible	Casi no se siembra	Bolita
Maíz rojo	Comunidad	Planta baja, mazorca mediana	Siembra en marzo u agosto, cosecha en junio o diciembre	De terreno plano y ladera	Sale en la milpa	Tortillas, tamales, guisados y nicuatole	A veces sale en el maíz blanco	Bolita
Tempranero blanco	Comunidad	Olote, caña y totomoxtle morado, grano blanco	Maduración de 3 meses	De lugares húmedos, terreno plano	El riego le ayuda	Tortillas, tamales, atole, guisados, nicuatole y tejate	-	Bolita
Maíz anchito	De fuera sembrado	cañuela gruesa, jilote largo, menos rendidor, granos anchos y menor grano	Maduración 4 meses	De lugares húmedos, terreno plano	Pesa menos	Tortillas, tamales, atole y guisados	-	Ancho
Maíz delgado	De fuera a la venta	-	-	-	Menos rendidor en alimento	Tortillas, tamales, atole y guisados	Rinde en tortillas	-
Maíz larguito	De fuera a la venta	-	-	-	Poco rendidor en tortilla	Tortillas, tamales, atole y guisados	No rinde en tortillas, se ponen duras	-

Cuadro 10. Maíces que se manejan en Santo Tomas Mazaltepec, según los grupos focales.

Nombre común	Origen de maíz	Características Morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo blanco	Comunidad	Planta no muy alta, mazorcar medianas	Maduración de 3.5 a 4 meses	De terreno plano, necesita agua. Escoge lugar, no se da en todos lados	Rinde	Tlayudas, tortillas, tamales, empanadas, memelas, espesor de guisados, sequeza y atole. Envoltura de tamal en totomoxtle. Forraje en planta seca y grano. Artesanía de totomoxtle. Medicinal el pelo de elote.	Preferido para tlayuda	Bolita
Criollo amarillo	Comunidad	No hace mucho zacate, no crece mucho	Maduración de 3 meses	En ladera y terreno plano, suelo delgado	Resiste sequía	Tlayudas, tortillas, tamales, espesor de guisados, sequeza y atole. Medicinal el pelo de elote. Forraje en grano. Herramienta en olotes como desgranador	Importante para variar el color en tlayuda. Preferido para sequeza	Bolita
Criollo azul (negro)	Comunidad	Mazorcas intermedias, grano boludito	Maduración de 3 meses	En ladera y cualquier parte	Se pica rápido, es dulce	Tortillas, tamales, espesor de guisados y atole. Combustible. Abono en planta seca	Tortillas suaves y dulces	Bolita
Criollo pinto	Comunidad	Blanco con negro	Maduración de 3 meses	En ladera	Se pica igual que el negro	Tortillas, tamales y atole	-	Bolita
Híbrido (forrajero y B-152)	De fuera sembrado	Planta alta con más hoja	Maduración de 4 meses	En lugares planos	Rinde en follaje	Tortillas, tamales	Las tortilla se queman y no rinde, el atole no espesa	Híbrido
Reveño (pozolero o ancho)	De fuera sembrado	Granos grandes, anchos y mazorcas gruesas	Maduración de 4 meses	En lugares planos	Rinde	Tlayudas, tortillas, tamales, atole	Esponja la masa, coloración oscura y cremosa, se quema la tortilla	Ancho
Chiapaneco (anchito)	De fuera a la venta	Grano parecido al criollo	-	no se da en el clima	-	Tlayudas, tortillas, tamales, atole	Este grano viene de Chiapas	-
Planchado	De fuera a la venta	-	-	-	-	Tortillas, tamales, atole	Tortilla como el criollo	-

Nombre común	Origen de maíz	Características Morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Ajito	De fuera a la venta	Olor raro de almacenamiento	-	-	-	Tortillas, tamales, atole	Es Chalqueño de Tlaxcala y Puebla	-
Belatove o Peruano (rosa)	Perdido	-	-	-	No fue productivo y se picaba rápido	Tortillas	Casi no se usaba	-

Cuadro 11. Maíces que se manejan en San Andrés Huayapam, según los grupos focales.

Nombre común	Origen de maíz	Características Morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo blanco	Comunidad	Mazorca mediana	Maduración de 4 meses	Clima templado a cálido, en terreno plano	Se pica menos, buen rendimiento	Tortilla, tamales, empanadas, memelas, atole, guisos y tejate. Envoltura para tamal el totemoxtle. Forraje en planta seca. Combustible. Medicinal el pelo de elote. Artesanías de totemoxtle	El que más se siembra y se usa para tortilla. Preferido para tejate	Bolita
Criollo amarillo claro	Comunidad	Tempranero o violento	Maduración de 3 meses	En ladera y plano	Se pica menos que el blanco	Tortilla, tamales, atole, guisos, sequeza y tejate. Forraje en grano. Ofrenda en mazorca	Preferido para tejate y sequeza	Bolita
Criollo amarillo intenso	Comunidad	Tempranero o violento	Maduración de 3 meses	En ladera y plano	Se pica menos que el blanco	Tortilla, tamales, atole, guisos y tejate. Ofrenda en mazorca	-	Bolita
Criollo pinto	Comunidad	Blanco con negro	Maduración de 3.5 meses	En ladera y plano	Se pica igual que el negro	Tortilla, tamales y guisos	-	Bolita
Criollo negro (azul)	Comunidad	Mazorcas medianas de grano grueso	Maduración de 4 meses	En ladera y plano	Se pica más rápido	Tortilla, tamales, y guisos. Ofrenda en mazorca	-	Bolita
Criollo rojo	Comunidad	Mazorca mediana	Maduración de 4 meses	Clima templado a cálido, en terreno plano	Sale entre el cultivo del maíz blanco	Tortilla y tamales. Medicinal en grano para la orina	-	Bolita
Sangre de toro	Comunidad	Mazorca mediana	Maduración de 4 meses	Clima templado a cálido, en terreno plano	Sale entre el cultivo del maíz blanco	Tortilla y tamales. Medicinal en grano para la orina	La masa sale color rosa y la tortilla es dura	Bolita

Nombre común	Origen de maíz	Características Morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Maíz tabloncito olote delgado	De fuera sembrado	Granos grandes y anchos, olote delgado	-	En loma, con lugares de mayor humedad, suelo delgado	Rinde	Tortilla, tamales y atole, guisos. Forraje en planta seca y grano	Viene de Zola de Vega	Bolita
Anchito	De fuera sembrado	Granos anchos, mazorcas gruesas	Maduración de 4 a 4.5 meses	De terrenos planos	Poco rendimiento	Tortilla, tamales, atole, guisos y tejate	Mal olor cuando se moja el maíz. Se consigue en Zaachila	Ancho
Híbrido olote delgado	De fuera conocido	-	-	-	Para forraje	Tortilla, tamales y guisos	-	Híbrido
Maíz tardón	Perdidos	-	Maduración de 3 a 4 meses	No se da en el clima	No era rendidor	Tortilla, tamales, atole, guisos y tejate	-	-
Maíz amarillo de monte	Perdidos	-	Maduración de 5 meses	No se da en el clima	No era rendidor	-	-	-
Rosadito (rojo)	Perdidos	-	-	-	-	No tenía muchos usos	-	-
Larguito	De fuera a la venta	-	-	-	No es semilla	Tortilla, tamales, atole, guisos y tejate	No es bueno para tejate	-
Anchito	De fuera a la venta	-	-	-	No es semilla	Tortilla, tamales, atole, guisos y tejate	-	-

Cuadro 12. Maíces que se manejan en Santa María Peñoles, según los grupos focales.

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo blanco temprano	Comunidad	Es temprano, granos grandes	Siembra en tierra caliente en abril, en tierra fría en junio, cosecha en octubre, maduración de 4 meses	En zonas de tierras altas, en clima templado y cálido	-	Tortilla, tamales, espeso de guisos, empanadas, memelas, elote y atole	Se siembra más porque es temprano, tiene más usos, la tortilla es blanda	Bolita
Criollo blanco tardío	Comunidad	Tardío, granos medianos	Siembra en junio, maduración de 6 a 7 meses	Clima frío	-	Tortilla, tamales, espeso de guisos, empanadas, memelas, elote y atole. Medicinal en pelo de elote. Ofrenda	-	Cónico
Criollo amarillo templado	Comunidad	Intermedio, granos medianos	Maduración de 5 meses	Clima templado	No se pica rápido	Tortilla, tamales, espeso de guisos, elote y atole. Medicinal en atole	La tortilla es dura, rinde más en tortilla	Cónico
Criollo amarillo cálido	Comunidad	Tempranero, granos medianos	Cuarenteño	Clima cálido	-	Tortilla, tamales, espeso de guisos, elote y atole. Medicinal en pelo de elote	Es nutritivo, da fortaleza en atole de pitona (<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.) en postparto	Tuxpeño
Criollo negro frío	Comunidad	Tardío, granos grandes	Maduración en 8 meses	Clima templado y frío	Se pica rápido	Tortilla y atole. Ofrenda	El atole fortalece a la mujer después del parto, fortalece a los niños y retarda la vejez	Elotes cónicos
Criollo pinto templado	Comunidad	Tardío, granos grandes	Maduración en 7 meses	Clima templado	-	Tortilla, tamales y atole	-	Elotes cónicos
Criollo rojo (latova) frío	Comunidad	Tardío, granos grandes	Maduración en 8 meses	Clima frío	Se pica rápido	Tortilla y dulce de chilacayota. Ofrenda	Se siembra para no perder el color	Elotes cónicos

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Cajete	Comunidad	Planta alta, olote un poco grueso, granos medianos	Maduración de 9 meses	Clima templado	Se siembra a 30 cm de profundo	Tortilla, tamales y atole		Chalqueño
Híbrido	De fuera sembrado	-	-	En zonas planas y clima templado	-	Tortillas	No sirve para nixtamal, no rinde en alimento	Híbrido
Blanco	De fuera a la venta	-	-	-	-	Tortillas, tamales y atole	De CONASUPO o Central de Oaxaca	-

Cuadro 13. Maíces que se manejan en Santa María Jaltianguis, según los grupos focales.

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo blanco o del valle	Comunidad	Mazorcas medianas de grano grande	Siembra en abril, cosecha en noviembre	En clima templado	Se desgrana mejor, se pica después del negro, buen rendimiento	Tortilla, tamales, atole, espesor de guisados, empanadas, memelas, tostadas y elote. Envoltura para tamal en totemoxtle. Forraje en planta seca y como medio de cultivo de hongos	Buenas tortillas	Bolita
Criollo blanco templado	Comunidad	Plantas bajas, mazorcas medianas, granos alargados	Siembra en abril, cosecha en diciembre	En tierra alta, clima frío y templado	Buen rendimiento	Tortilla, tamales, atole, espesor de guisados, empanadas, memelas, tostadas y elote. Medicinal el pelo de lote	Preferido para tortilla y atole	Cónico
Criollo amarillo claro caliente	Comunidad	Mazorcas pequeñas, granos suaves	Siembra en junio, cosecha en diciembre	En partes bajas, suelo arenoso y clima caliente	Se pica menos, resistencia a sequía	Tortilla y tostadas. Ofrenda en mazorca	Preferido para tortilla y pinole. Es más nutritivo	Nal-tel de Altura
Criollo amarillo con naranja	Comunidad	Mazorcas pequeñas, granos duros	Siembra en junio, cosecha en diciembre	En partes bajas, suelo arenoso y clima caliente	Se pica menos, resistencia a sequía	Tortilla y tostadas. Ofrenda en mazorca	-	Nal-tel de Altura

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo negro templado	Comunidad	Plantas altas y mazorcas de una cuarta (15 a 20 cm)	Siembra en mayo, cosecha en diciembre	Terrenos en la parte media, suelo grueso, clima templado	Se pica rápido, rinde poco	Tortilla, tamales, tostadas y elote	Buen pinole	Elotes Cónicos
Criollo pinto	Comunidad	Planta alta, mazorca blanco con negro y grande		En zonas de monte, suelo grueso, clima frío	Rinde poco	Tortilla, tamales, tostadas y elote	Buen atole	Olotón
Criollo rojo	Comunidad	Plantas chaparras, mazorcas medinas		Clima cálido	Rinde poco	Tortilla, tamales, tostadas y elote	-	Cónico
Mejorado	De fuera sembrado	Mazorcas medianas, granos duros	Maduración de 6 meses	Clima templado y cálido	No se adapta al clima, no rinde	Tortilla, tamales, atole y elote	-	Híbrido
Pozolero	De fuera a la venta	-	-	-	-	Pozole	Se usa para pozole el día de la fiesta	-
Híbrido	De fuera a la venta	-	-	-	-	Tortilla, tamales, atole, tostadas y elote	Es de CONASUPO, no tiene buen sabor y el color es raro	-

Cuadro 14. Maíces que se manejan en Santa María Tlahuitoltepec, según los grupos focales.

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo amarillo de tierra alta	Comunidad	Mazorcas amarillas con tonalidad naranja a rojo, de grano pesado	Siembra de febrero a marzo, cosecha de noviembre a diciembre	En tierra alta, clima frío	Se pica poco	Tortillas, tamales, espesor de guisos, tostadas, empanadas, memelas, elote y machacado. Forraje en grano y planta seca. Ofrenda. Envoltura para tamal en hoja de planta seca y totemoxtle	Bueno para tortilla, pozole y machacado. Grano pesado, rinde más y retiene el hambre	Olotón
Criollo negro de tierra alta	Comunidad	Mazorcas grandes	Siembra en marzo, cosecha en octubre	En tierra alta, clima frío	Se pica rápido	Tortillas, tamales, espesor de guisos, atole y elote. Ritual en grano	Buen atole	Olotón
Criollo blanco de templado	Comunidad	Mazorcas medianas, grano más ligero y suave	Siembra de abril a marzo, cosecha de diciembre a enero	En tierra fría, clima frío	Se pica después del maíz negro	Tortillas, atole, tamales, espesor de guisos, empanadas, memelas, tostadas, elote y machacado. Medicinal en pelo de elote. Ofrenda en masa. Forraje en planta seca. Construcción de cercas	Bueno para tortilla, pozole y machacado. El atole blanco es medicinal	Serrano Mixe
Criollo amarillo de templado	Comunidad	Mazorcas grandes, grano boludito	Siembra en mayo, cosecha en diciembre	En tierra templada, clima templado	Se pica menos	Tortillas, tamales, espesor de guisos, tostadas, elote y machacado. Ofrenda en mazorca. Forraje en planta seca	Bueno para machacado, rinde más en nixtamal, más nutritivo	Mixeño
Criollo negro de templado	Comunidad	Plantas y mazorcas grandes	Siembra en mayo, cosecha en noviembre	En tierra templada, clima templado	Se pica rápido	Tortillas, tamales, espesor de guisos y elote. Ritual	Buen atole	Mixeño

Nombre común	Origen de maíz	Características morfológicas	Ciclo de maduración	Caracteres ambientales	Caracteres agrícolas	Caracteres de uso	Observaciones	Raza
Criollo pinto	Comunidad	Mazorcas blancas o amarillas con algunos granos negros o rojos	Siembra de abril a marzo, cosecha de diciembre a enero	En tierra templada, clima templado	Se pica igual que el maíz negro	Tortillas, tamales, espesor de guisos y elote	-	Olotón
Criollo matizado	Comunidad	Mazorcas medianas, de color blanco o amarillo con rayas negras, rojas o naranjas	Siembra de abril a marzo, cosecha de diciembre a enero	En tierra fría, clima templado	Se pica igual que el maíz negro	Tortillas, tamales, espesor de guisos y elote. Ritual en mazorca	-	Serrano Mixe
Criollo rojo	Comunidad	Granos de color guinda o rojo	Siembra en mayo, cosecha en diciembre	En tierra templada, clima templado	Se pica igual que el maíz negro	Tortillas, tamales, espesor de guisos, tepache y elote. Ritual en mazorca. Adivinación en grano	El mejor para tepache	Mixeño
Criollo blanco de tierra caliente	Comunidad	Mazorcas pequeñas	Siembra de mayo a julio, cosecha en octubre	En tierra baja, clima cálido	Se pica igual que el maíz negro	Tortillas, tamales, espesor de guisos y elote.	Buenas tortillas	Nal-tel de Altura
Criollo amarillo de tierra caliente	Comunidad	Mazorcas pequeñas	Siembra de mayo a julio, cosecha en octubre	En tierra baja, clima cálido	Se pica menos, retiene más el hambre	Tortillas, tamales, espesor de guisos y elote. Ritual en mazorca		Nal-tel de Altura
Criollo negro de tierra caliente	Comunidad	Mazorcas pequeñas	Siembra de mayo a julio, cosecha en octubre	En tierra baja, clima cálido	Se pica rápido	Tortillas, tamales, espesor de guisos y elote. Ritual en mazorca	-	Nal-tel de Altura
Híbrido	De fuera conocido	-	-	-	-	Tortillas, atole, empanadas, memelas, tamales y espesor de guisos	Es de CONASUPO, el sabor es raro y color feo. Se usa solo cuando no se sembró del propio	Híbrido
Híbrido	De fuera a la venta	-	-	-	-	Tortillas, atole, empanadas, memelas, tamales y espesor de guisos	-	Híbrido

Cuadro 16. Relación de maíces que se registraron por comunidad para procedencia declarada mediante grupos focales.

Región	Comunidad	Número de maíces		
		Comerciales	Conocidos no presentes	Perdidos localmente
Istmo	Atempa	3	3	0
Costa	Puerto	0	1	2
	Jicayan	0	1	0
Valle Central	Yatareni	2	0	0
	Mazaltepec	3	0	1
	Huayapam	2	1	3
	Peñoles	1	0	0
Sierra Norte	Jaltianguis	2	0	0
	Tlahuitoltepec	1	1	0

Cuadro 17. Razones mencionadas por las que se siembran los tipos de maíz en las comunidades.

Procedencia del maíz	Tipo de maíz	Razones para mantener los tipos de maíz		
		Ambiental	Agrícola	Usos
Comunidad	Criollo blanco, criollo amarillo, criollo azul o negro, criollo rojo y criollo pinto	-Adaptación al clima -Adaptación al relieve del terreno -Le queda el tipo de suelo -Crece bien a la profundidad de suelo	-Buen rendimiento -Características de la planta -Resistencia a sequía, helada o plaga -Resistencia a plagas de almacén -Conocimiento del ciclo agrícola -Tiempo de maduración -Contenido nutricional -Facilidad de desgrane	-Alimenticio -Forrajero -Medicinal -Envoltura -Abono -Combustible -Desgranador -Ofrenda -Ritual -Adivinación -Artesanía -Material de construcción
Introducidos sembrados localmente	Criollo blanco de otro lugar, híbrido y mejorado	-Adaptación al clima -Adaptación al relieve del terreno	-Buen rendimiento -Características de la planta -Durabilidad en almacén -Facilidad de desgrane	-Alimenticio -Forrajero

En grupos focales los pobladores de las diferentes comunidades coinciden en señalar algunas características del maíz que toman en cuenta para su siembra como la adaptación al clima, al suelo y pendiente del terreno, el rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, así como la duración del ciclo. En la región Valles Centrales se expresa una relación entre la precocidad y los colores de los maíces, los negros se consideran más precoces, los amarillos tienen maduración intermedia y los blancos son tardíos (Cuadros 9 a 12).

Los análisis de las encuestas muestran en los usos los valores más altos del índice de importancia y satisfacción relativo que las variables de caracteres ambientales y agrícolas. En el cuadro 17, se muestran valores del índice de satisfacción relativo más cercanos a 1 para las variables de uso en todas las comunidades, específicamente; uso alimenticio y alimentos comunes, pues lo pobladores indican que es el único sustento diario y aunque no se siembre, se compra. Los caracteres de la planta, la mazorca y el grano le siguen en importancia porque el grano les confiere a los alimentos color y sabor, además, de estos depende la respuesta a variables ambientales, en donde el clima alcanza valores de hasta 0.4. En el grupo de variables menos importantes están la resistencia ambiental, usos ceremoniales y alimentos especiales, se observa que en resistencia ambiental la menor importancia se tiene en comunidades de la costa, por la ausencia de microclimas. En los usos ceremoniales, Tlahuitoltepec es la comunidad que aprecia más a los maíces por este carácter que posiblemente tenga relación con que la mayoría de la población es indígena, quienes mantienen el idioma mixe y las costumbres de ofrenda y ritual con el uso del maíz. En los alimentos especiales destaca Huayapam,

una de las comunidades que sustenta su economía en la venta del tejate, producto especial (Cuadro 18).

En San Blas Atempa, se observó solo un tipo de maíz, en este caso es difícil encontrar una razón particular a la que podamos adscribir la preferencia de esta comunidad sin otro maíz para contrastar, pero podemos observar que hay consenso en que el Zapalote Chico es bueno para clima cálido (como es el de la comunidad) pero no para otros tipos de clima. También podemos ver que se considera bueno este maíz para forraje y combustible, y no muy bueno para envoltura de tamal o artesanía. Igualmente, se considera bueno para tortilla y elote, pero no para tostada o pinole.

En el caso de San Miguel del Puerto se encontraron 15 tipos de maíz, de los cuales solo 3 tuvieron más que tres muestras. En adaptación a condiciones climáticas no contrastan fuertemente (aunque los Olotillos tienden un poco más a clima semi-cálido, al igual que en Chiapas) en usos si contrastan. Por ejemplo, los híbridos no se consideran buenos para forraje verde y para artesanía solo destacó el Tepecintle.

Cuadro 18. Índice de satisfacción relativo en variables climáticas, agrícolas y de uso, de los maíces más representativos por comunidad del área de estudio.

Comunidad	Variante de maíz	F	C	S	CN	RA	RB	P	M	G	U	UC	U A	AC	AE	I
Atempa	Zapalote Chico blanco	30	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.9	0.7	1.0	0.5	0.1	1.0	0.7	0.3	7.3
Puerto	Olotillo amarillo	9	0.3	0.7	0.4	0.3	0.9	0.7	0.7	0.9	0.5	0.3	1.0	0.8	0.3	7.6
	Tuxpeno amarillo	9	0.3	0.7	0.4	0.3	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	0.2	0.9	0.8	0.4	7.7
	Tuxpeno blanco	29	0.3	0.6	0.4	0.3	0.4	0.7	0.5	0.8	0.5	0.2	0.9	0.8	0.4	6.9
Jicayán	Conejo amarillo	10	0.2	0.4	0.3	0.2	0.5	0.7	0.6	0.8	0.5	0.1	0.9	0.7	0.3	6.2
	Olotillo amarillo	18	0.4	0.6	0.5	0.3	0.6	0.8	0.6	0.9	0.5	0.2	0.8	0.7	0.3	7.1
	Olotillo blanco	28	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.7	0.6	0.9	0.5	0.2	0.9	0.8	0.4	7.0
	Tuxpeno blanco	9	0.3	0.5	0.4	0.4	0.5	0.8	0.6	0.9	0.4	0.1	0.9	0.9	0.4	7.1
	Olotillo negro	11	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.6	0.4	0.8	0.4	0.1	0.8	0.7	0.2	5.7
	Olotillo rojo	9	0.3	0.5	0.5	0.3	0.6	0.7	0.6	0.8	0.5	0.3	0.9	0.6	0.2	6.7
Yatareni	Bolita amarillo	5	0.3	0.6	0.5	0.5	0.8	0.8	0.6	1.0	0.5	0.3	0.9	0.8	0.3	7.9
	Bolita blanco	21	0.3	0.6	0.4	0.4	0.7	0.9	0.7	1.0	0.5	0.3	0.9	0.9	0.4	8.0
Huayapam	Ancho blanco	4	0.3	0.5	0.4	0.3	0.7	0.8	0.7	1.0	0.5	0.4	1.0	0.9	0.4	7.9
	Bolita blanco	18	0.3	0.5	0.4	0.3	0.7	0.9	0.7	1.0	0.4	0.2	1.0	0.9	0.4	7.8
	Bolita amarillo	7	0.3	0.5	0.4	0.4	0.7	0.9	0.6	1.0	0.5	0.2	1.0	0.9	0.4	7.6
Mazaltepec	Bolita amarillo	12	0.4	0.7	0.4	0.5	0.5	0.9	0.6	0.9	0.6	0.1	0.9	0.7	0.3	7.5
	Bolita blanco	27	0.4	0.7	0.4	0.3	0.5	0.9	0.7	0.9	0.5	0.1	0.9	0.9	0.4	7.7
	Híbrido blanco	5	0.3	0.6	0.5	0.7	0.2	0.8	0.6	1.0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	5.4
	Bolita negro	8	0.3	0.7	0.4	0.3	0.4	0.9	0.6	0.9	0.5	0.0	0.8	0.6	0.2	6.6
Peñoles	Bolita blanco	12	0.3	0.5	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	1.0	0.5	0.0	1.0	0.9	0.3	7.5
	Cónico blanco	13	0.3	0.5	0.4	0.5	0.6	0.8	0.7	1.0	0.4	0.1	0.9	0.9	0.3	7.3
	Cónico amarillo	14	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.7	0.6	0.9	0.4	0.1	0.9	0.8	0.2	6.7
	Elotes Cónicos negro	15	0.2	0.5	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6	1.0	0.4	0.0	0.9	0.8	0.2	6.8
	Elotes Cónicos rojo	11	0.2	0.5	0.4	0.3	0.5	0.8	0.6	1.0	0.4	0.1	0.9	0.8	0.2	6.6

Comunidad	Variante de maíz	F	C	S	CN	RA	RB	P	M	G	U	UC	U A	AC	AE	I
Jaltianguis	Cónico blanco	9	0.2	0.6	0.5	0.5	0.5	0.8	0.6	0.9	0.4	0.4	1.0	0.9	0.2	7.5
	Olotón blanco	11	0.1	0.6	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6	1.0	0.4	0.4	1.0	0.9	0.2	7.5
	Olotón amarillo	8	0.1	0.7	0.4	0.6	0.5	0.7	0.7	0.9	0.5	0.3	1.0	0.8	0.2	7.3
	Olotón pinto	5	0.2	0.6	0.4	0.6	0.4	0.7	0.7	1.0	0.5	0.3	1.0	0.9	0.2	7.5
Tlahuilottepec	Mixeno amarillo	6	0.2	0.6	0.4	0.5	0.4	0.8	0.7	1.0	0.5	0.5	1.0	0.8	0.3	7.8
	Nal-tel de altura amarillo	5	0.1	0.6	0.4	0.5	0.5	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8	0.3	8.0
	Olotón amarillo	5	0.2	0.6	0.5	0.5	0.5	0.8	0.7	1.0	0.6	0.8	1.0	0.9	0.3	8.5
	Serrano Mixe amarillo	9	0.2	0.5	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	0.7	0.7	1.0	0.8	0.3	8.1
	Serrano Mixe blanco	9	0.3	0.6	0.5	0.6	0.5	0.7	0.8	1.0	0.6	0.6	1.0	0.8	0.3	8.2
	Olotón blanco	5	0.2	0.6	0.5	0.5	0.6	0.8	0.7	1.0	0.6	0.8	1.0	0.9	0.3	8.5
	Mixeno blanco	4	0.3	0.5	0.5	0.6	0.5	0.9	0.7	1.0	0.6	0.6	1.0	0.9	0.4	8.2
	Olotón pinto	4	0.1	0.6	0.4	0.5	0.4	0.7	0.7	0.9	0.6	0.9	1.0	0.8	0.3	7.9

F=Frecuencia; C=Clima; S=Suelo; CN=Conducta; RA=Resistencia ambiental; RB=Resistencia Biológica; P=Caracteres de la planta; M=Caracteres de la mazorca; G=Caracteres del grano; U=Usos generales; UC=Usos ceremoniales; UA=Usos alimenticios; AC=Alimentos comunes; AE=Alimentos especiales; I=índice.

En Santo Tomas Mazaltepec con cinco variantes de maíz, solo tres son importantes y Bolita blanco es el más representativo, porque es el más usado en la elaboración de tlayuda para la venta, principal actividad económica de la comunidad. A pesar del amplio trabajo invertido por comercializadoras de semillas en la comunidad, no se desplaza al maíz Bolita blanco por Híbrido, aunque los híbridos son los más importantes en caracteres del grano (1.0) y su color blanco es adecuado para todos los usos, en apreciación para elaboración de alimentos especiales es el peor.

En general, todas las variedades que se cultivan son apreciadas por más de un carácter y a su vez un solo tipo de maíz no responde a los intereses de los productores. Los maíces nativos se prefieren por su adaptación, resistencia y múltiples usos, mientras que los maíces comerciales (que incluye a híbridos) son preferidos por aspectos agrícolas y para venta, son menos satisfactorios para los intereses del grupo doméstico (Cuadros 6 a 14, 18 y Anexo 3).

El uso está presente y es importante para la conservación de las variantes más abundantes que son las destinadas a usos comunes, de los que la gente vive diariamente y no tanto para los maíces raros de usos especiales.

Categorías de uso del maíz

Se encontraron 11 categorías de uso, siendo el alimenticio el principal seguido por el uso como forraje. Todas las partes de la planta son utilizadas para diversos fines: el totemoxtle para envoltura de tamal, planta seca como abono dejándola en el terreno de siembra, pelo de elote y granos rojos como medicinal, olotes para

combustible, hojas y totomoxtle para artesanía y tallo de la planta como material de construcción.

Además, el maíz se usa con fines ceremoniales: en mazorca para llevar a la iglesia, en grano para curar y en masa para llevar al cerro como ofrenda para ritual y en la adivinación. Sin embargo, aparentemente el uso alimenticio concentra la importancia de mantener diversidad de tipos de maíz para satisfacer la dieta de las personas (Figura 1).



Figura 1. Categorías de uso de los maíces de las nueve comunidades del área de estudio en Oaxaca (n=69 entrevistas).

Los pobladores indicaron que una vez que consumen su producción de maíz, tratan de conseguir maíz nativo (criollo) con los vecinos y al final acuden a las tiendas de la comunidad, las que en general venden maíces que no son locales.

Para los comuneros, el consumo del maíz va más allá de la nutrición como necesidad biológica. Se interesan en satisfacer estándares de calidad en los

alimentos, principalmente el sabor, color, olor y textura. De las distintas formas de consumo del maíz, las que predominan son tortillas, empanadas, memelas, tamales, tostadas, totopos, atoles, espesar guisado y elote (Cuadros 6 a 14).

En general, la gente menciona tipos de maíces favoritos para elaboración de tortillas, tamales y atole y aparentemente son opiniones particulares, ya que no parece que existe consenso entre familias y entre comunidades. Se observaron diferencias entre los usos y preferencias del maíz entre grupos indígenas y mestizos. Las comunidades de grupos indígenas tienen un mayor interés por poseer diferentes colores de maíz, pero, en las entrevistas y encuestas no se observaron diferencias importantes en la selección de estos para alimentos, todos los usan para todo.

Se observa que dentro del grupo doméstico los maíces más abundantes son las variantes blancas, les siguen los amarillos y tienen muy poco de otros colores. El análisis de la importancia del color del maíz en todas las variables, muestra que es importante en variables ambientales como resistencia biológica, así en características de la mazorca y usos alimenticios (Cuadro 19).

Por comunidad se tiene que en San Miguel del Puerto es importante la diferenciación del color para la resistencia biológica, en Yatareni distinguen colores en la conducta del maíz y es significativo en color del grano y finalmente, en Huayapam relacionan colores del maíz con los caracteres del suelo (Cuadro 20).

Cuadro 19. Importancia del color del maíz para todas las variables en general.

Variable	N	Blanco	Amarillo	Otros colores	Significancia
		261	133	129	
Clima		2.09a	1.04a	1.01a	0.257
Suelo		3.31a	3.33a	3.31a	0.965
Conducta		2.11a	2.12a	2.02a	0.311
Resistencia ambiental		1.62a	1.63a	1.53a	0.476
Resistencia biológica		1.51ab	1.69a	1.378b	0.026*
Características planta		2.41a	2.21b	2.10b	0.000*
Características mazorca		4.52a	4.49a	4.20a	0.041*
Características grano		2.75a	2.67a	2.66a	0.292
Usos generales		3.76ab	3.99a	3.62b	0.079
Usos ceremoniales		0.84a	1.08a	0.85a	0.090
Usos alimenticios		2.73a	2.79a	2.67a	0.264
Alimentos generales		8.17a	7.77ab	7.23b	0.000*
Alimentos especiales		7.34a	6.27b	4.91c	0.000*
Índice general		42.17a	41.10a	37.51b	0.000*

Los datos son valores de media; *Datos significativos

En las variables de uso, se observa que en Jicayán, Yatareni, Peñoles y Jaltianguis el color del maíz es significativo para alimentos comunes, y para Puerto, nuevamente Jicayán, Yatareni, Peñoles y también Huayapam es importante el color en alimentos especiales (Cuadro 21).

La selección del color del maíz en función de los usos, se trata del color en general y no de razas específicas, aún en los usos especiales.

Usos especiales del maíz

Dentro del uso alimenticio se exploraron los tipos de maíz que se consideran apropiados para elaboración de productos especiales. En cada comunidad se tienen productos o platillos especiales de maíz para los que la gente usa un tipo de maíz, pues dicen que le da el sabor y la consistencia que demanda el platillo, calidad que no se obtiene con otros maíces (Cuadro 22).

Cuadro 22. Relación de platillos especiales más mencionados en las comunidades del área de estudio.

Comunidad	Grupo étnico	Raza de maíz típica de la comunidad	Producto especial	Propiedad apreciada
Atempa	Zapoteco	Zapalote Chico	Totopo	Sabor y más dorado
Puerto	Mestizo	Tabloncillo	Tostadas de coyul	Olor y crujencia
Jicayan	Mixteco	Olotillo	Memelitas de punta	Sabor y resistencia
Yatareni	Mestizo	Bolita	Nicuatole	Sabor, olor y cuajado
Huayapam	Zapoteco	Bolita	Tejate	Sabor, color y espesor
Mazaltepec	Zapoteco	Bolita	Tlayudas	Color, olor y resistencia
Peñoles	Mixteco	Cónico	Dulce de chilacayota	Sabor, color y espesor
Jaltianguis	Zapoteco	Olotón	Atole de boda	Sabor y espuma
Tlahuitoltepec	Mixe	Mixeño	Machacado	Sabor y consistencia

Los datos de encuesta indican que la relación entre usos especiales y variedades de maíz no es uno a uno, dado que cada maíz que producen o compran tiene más de cuatro usos. No hay exclusividad de un tipo de maíz para un uso especial. Sin embargo, mencionan la preferencia de tipos de maíz por color, tamaño del grano y dureza para la elaboración de algunos alimentos.

Cuadro 20. Importancia del color del maíz en las variables ambientales y agrícolas por comunidad.

Comunidad	Maíz	N	Clima		Suelo		Conducta		Resistencia Ambiental		Resistencia Biológica		Característica Planta		Característica Mazorca		Característica Grano	
			M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
Atempa	Blanco	30	1.06	-	3.10	-	2.13	-	1.94	-	1.04	-	2.72	-	5.07	-	2.97	-
Puerto	Blanco	39	1.08a		3.59a		2.08a		1.05a		1.34a		2.15a		3.87a		2.41a	
	Amarillo	21	1.12a	0.623	3.84a	0.443	2.13a	0.513	1.15a	0.416	2.36a	0.000*	1.99a	0.626	4.61a	0.051*	2.45a	0.245
	Colores	11	1.18a		3.65a		1.88a		0.84a		1.62ab		2.04a		4.41a		2.86a	
Jicayán	Blanco	41	1.26a		2.97a		2.14a		1.46a		1.33a		2.21a		4.14a		2.52a	
	Amarillo	31	1.24a	0.826	2.98a	0.780	2.06a	0.870	1.20a	0.330	1.54a	0.641	2.14a	0.328	3.96a	0.295	2.49a	0.647
	Colores	37	1.18a		3.15a		2.16a		1.21a		1.25a		1.99a		3.56a		2.36a	
Yatareni	Blanco	21	1.02a		3.14a		2.05ab		1.74a		2.11a		2.72a		4.83a		2.99a	
	Amarillo	5	1.08a	0.898	3.40a	0.764	2.42a	0.065*	2.10a	0.533	2.30a	0.155	2.50ab	0.087	4.02ab	0.022	3.00a	0.000*
	Colores	1	1.00a		3.40a		0.90b		1.30a		1.00a		1.50b		2.50b		1.50b	
Huayapam	Blanco	22	1.03a		3.20a		2.02a		1.34a		2.11a		2.70a		4.97a		3.0a	
	Amarillo	4	1.00a	0.107	2.38a	0.047*	2.08a	0.665	1.51a	0.808	2.21a	0.908	2.24a	0.156	3.81a	0.054	2.9ab	0.035*
	Colores	7	0.86a		3.20a		2.27a		1.30a		2.12a		1.90a		4.32a		2.62b	
Mazaltepec	Blanco	32	1.33a		3.80a		2.00a		1.412a		1.41a		2.53a		4.52a		2.68a	
	Amarillo	12	1.43a	0.671	4.04a	0.567	2.11a	0.718	1.81a	0.402	1.50a	0.603	2.83a	0.454	4.49a	0.651	2.83a	0.779
	Colores	10	1.50a		4.21a		1.87a		1.27a		1.18a		2.55a		4.11a		2.75a	
Peñoles	Blanco	31	1.10ab		3.06a		2.14a		1.81a		1.72a		2.43a		4.54a		2.90a	
	Amarillo	18	1.13a	0.018*	3.03a	0.335	2.15a	0.374	1.78a	0.943	1.36a	0.275	2.17a	0.065	4.40a	0.488	2.87a	0.012*
	Colores	34	0.94b		2.88a		1.98a		1.75a		1.53a		2.20a		4.40a		2.69b	
Jaltianguis	Blanco	24	0.72a		3.47a		2.15a		2.15a		1.40a		2.24a		4.32a		2.81a	
	Amarillo	14	0.53a	0.608	3.77a	0.204	2.15a	0.915	2.04a	0.836	1.52a	0.591	2.16a	0.709	4.87a	0.132	2.71a	0.480
	Colores	18	0.62a		3.59a		2.09a		2.08a		1.26a		2.10a		4.60a		2.86a	
Tlahuitoltepec	Blanco	21	1.04a		3.42a		2.32a		2.16a		1.54a		2.14a		5.15a		2.85a	
	Amarillo	25	0.80a	0.164	3.22a	0.436	2.13a	0.094	2.09a	0.495	1.46a	0.644	2.18a	0.568	5.20a	0.693	2.83a	0.280
	Colores	14	0.77a		3.51a		1.88a		1.91a		1.26a		1.97a		4.91a		2.57a	

M=Media; S=Probabilidad de error de diferencia; *=Diferencia estadísticamente significativa

Cuadro 21. Importancia del color del maíz en las variables de uso por comunidad.

Comunidad	Maíz	N	Uso General		Uso Ceremonial		Uso Alimenticio		Alimento Comunes		Alimentos Especiales		Índice	
			M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
Atempa	Blanco	30	4.13	-	0.36	-	3.00	-		-		-	41.02	-
Puerto	Blanco	39	3.83a		0.78a		2.65a		8.04a		8.68a		42.96a	
	Amarillo	21	3.91a	0.655	0.84a	0.513	2.88a	0.074	7.91a	0.171	7.76ab	0.031*	41.56a	0.125
	Colores	11	3.62a		0.49a		2.81a		6.77a		6.47b		38.66a	
Jicayán	Blanco	41	3.43a		0.62a		2.49a		8.08a		8.43a		41.11a	
	Amarillo	31	3.79a	0.719	0.55a	0.745	2.53a	0.887	7.03ab	0.053*	6.94b	0.000*	38.48ab	0.011
	Colores	37	3.55a		0.70a		2.59a		6.63b		4.63c		34.97b	
Yatareni	Blanco	21	3.95a		1.13a		2.81a		9.17a		8.15a		45.81a	
	Amarillo	5	4.34a	0.567	1.20a	0.950	2.60a	0.155	8.34a	0.000*	6.08ab	0.004*	43.38a	0.000*
	Colores	1	3.20a		1.00a		2.00a		3.00b		3.00b		25.30b	
Huayapam	Blanco	22	3.64a		0.83a		2.90a		9.14a		8.80a		45.69a	
	Amarillo	4	3.63a	0.972	0.68a	0.739	3.00a	0.019	8.90a	0.382	7.84a	0.009*	42.10ab	0.007*
	Colores	7	3.52a		0.50a		2.50a		8.12a		5.37b		38.77b	
Mazaltepec	Blanco	32	3.66a		0.41a		2.42a		7.31a		6.34a		39.84a	
	Amarillo	12	4.47a	0.240	0.20a	0.218	2.79a	0.536	6.97a	0.530	5.68a	0.208	41.17a	0.603
	Colores	10	4.21a		0.14a		2.55a		5.95a		4.35a		36.64a	
Peñoles	Blanco	31	3.50a		0.24a		2.73a		8.60a		6.13a		40.92a	
	Amarillo	18	3.05a	0.330	0.22a	0.990	2.80a	0.506	7.77b	0.002*	4.68b	0.000*	37.23b	0.000*
	Colores	34	3.23a		0.22a		2.67a		7.51b		4.67b		36.87b	
Jaltianguis	Blanco	24	3.26a		1.44a		2.91a		9.04a		5.20a		41.12a	
	Amarillo	14	3.57a	0.293	1.44a	0.995	2.93a	0.567	8.13b	0.000*	4.41a	0.299	40.28a	0.605
	Colores	18	3.70a		1.46a		2.85a		8.39b		4.67a		40.25a	
Tlahuitoltepec	Blanco	21	4.74a		2.66a		2.95a		8.58a		6.68a		46.25a	
	Amarillo	25	5.00a	0.250	2.85a	0.749	2.94a	0.088	8.31ab	0.092	6.27a	0.120	45.29ab	0.073
	Colores	14	4.31a		2.90a		2.71b		7.94b		5.72a		42.38b	

M=Media; S=Significancia; *Datos significativos

Entre los platillos especiales de maíz identificados en las comunidades de estudio se tienen postres como las tostadas de coyul, memelitas de punta, nicuatole y dulce de chilacayota; bebidas como el atole de boda y tejate; los totopos y tlayudas que son tipos de tortillas de consumo diario y el machacado, un guisado que se prepara para fin de fiestas (Cuadro 23 y Figura 3).

Cuadro 23. Descripción de los principales productos especiales del área de estudio.

Platillo especial	Tipo de alimento	Ingredientes	Proceso de maíz
Totopo	Tortilla crujiente	Maíz	Masa nixtamalizada
Tostada de coyul	Tortilla crujiente y dulce	Maíz, coyul (coco pequeño de la palmera <i>Acrocomia mexicana</i> Karw. ex Mart.) y azúcar	Masa nixtamalizada
Memelitas de punta	Tortilla triangular rellena y dulce	Maíz, frijol aderezado con hierba de conejo (<i>Tridax coronopifolia</i>) y piloncillo	Masa nixtamalizada
Nicuatole	Gelatina dulce	Maíz, azúcar y canela	Masa sin nixtamalizar
Tejate	Bebida	Maíz, cacao (<i>Theobroma cacao</i>) molido con semilla de mamey (<i>Pouteria zapota</i>) y flor de rosita de cacao (<i>Quararibea funebris</i>) con o sin azúcar	Masa nixtamalizada con ceniza
Tlayuda	Tortilla grande y correosa	Maíz	Masa nixtamalizada
Dulce de chilacayota	Batido espeso y dulce	Maíz, chilacayota (<i>Cucurbita ficifolia</i>) hervida, azúcar y canela	Maíz rojo nixtamalizado y quebrado
Atole de boda	Bebida	Maíz y espuma de cacao	Masa nixtamalizada
Machacado	Guisado	Maíz, papa molida y jitomate	Masa nixtamalizada

La opinión de los entrevistados apoya la idea de que los productos especiales de maíz promueven la presencia de los tipos que brindan calidad a los productos para satisfacer al consumidor, sobre todo en productos que tienen un sólido mercado en la región, incluso a nivel nacional en internacional como las tlayudas y totopos.



Figura 2. Atole de boda platillo especial de Jaltianguis y típico de la parte baja de la Sierra Norte. Dulce de chilacayota, espesado con maíz rojo, platillo especial de Peñoles, típico de la Mixteca Baja.

Discusión

En cuanto al número de maíces que se manejan por comunidad, llama la atención que en Jicayán y Puerto, hubo dos agricultores que han mantenido la siembra de siete y seis diferentes maíces, lo que implica un arduo trabajo que les ha hecho ganar reconocimiento. En el caso de Jicayán, el productor indica que es la ubicación de los terrenos de siembra en diferentes ambientes, lo que hace necesario utilizar diferentes maíces según el sitio. Aunque en San Miguel del Puerto, no hay tal variación de climas, hay que mencionar, que en la comunidad cuentan con un banco de semillas comunitario (BSC) que ha motivado a los agricultores en el manejo del mayor número de variantes posible, promoviendo la experimentación y mantenimiento del banco. Por el contrario, en San Blas Atempa se observó solo un tipo de maíz el Zapalote Chico en 30 muestras, pero muy posiblemente existan otros en muy baja frecuencia. Este maíz se considera el mejor para totopos, lo que representa una razón general para su siembra.

Por otra parte, el caso de San Miguel del Puerto en donde se encontraron 15 tipos de maíz, de los cuales solo 3 tuvieron más que tres muestras, se trata de un patrón común donde se cultivan varios tipos, esto es, unos cuantos son comunes y el resto se encuentran solo en pequeñas frecuencias (Brush y Perales, 2007).

La observación generalizada de que los maíces blancos son los más apreciados porque se pueden usar para todo, después los maíces amarillos y al final otros colores que se usan ocasionalmente, como el pinto, negro y rojo, coinciden con lo encontrado por Brush y Perales (2007), ellos indican que los productores indígenas mantienen una mayor cantidad de maíces de menor importancia comercial y mayor proporción de tipos en colores distintos al blanco. Asimismo, Bellon *et al.* (2004) indicaron que en general los maíces blancos son los más comunes. Cabe señalar que la relación de abundancia del maíz con los colores de este, también está relacionada con el mercado internacional que pone a las variantes blancas y amarillas en primer lugar. Datos de la FAO (1997) indican que la mayor parte del maíz cultivado en todo el mundo es amarillo, porque se destina al ganado, pero el maíz sigue siendo importante en la alimentación humana y en los países que se produce, las variedades blancas superan al amarillo. Más del 90% del maíz blanco se produce en los países en desarrollo, donde representa la cuarta parte de la producción total de maíz y un poco menos de dos quintas partes de la superficie total de maíz (FAO, 1997). Appendini (2010) señala que la alta producción de maíz

blanco se debe a la cadena maíz tortilla que promueve la industria harinera por la demanda de tortillas de maíz blanco.

En las comunidades predominaron los maíces nativos, y son preferidos porque se conoce la respuesta al ambiente y manejo, y porque los pueden usar en una amplia gama de alimentos (Espinosa, *et al.*, 2009).

En general los grupos domésticos tienen variantes de maíz que son complementarias, de diferente color para variar la dieta, en desarrollo de variados climas o suelos y por rendimiento, pues siempre tienen un maíz productivo. Bellon *et al.* (2004) ya habían señalado que las mujeres se inclinan en los maíces de distintos colores para variar la dieta y el escenario de un manejo de variantes de maíz complementarias, fue expuesto por Bellon (2006) durante su análisis del papel de la diversidad intraespecífica en el bienestar del agricultor.

La producción es netamente de autoconsumo y si hay un desabasto, al terminar su grano compran otros maíces que pueden ser nativos de otras comunidades cercanas o comerciales que generalmente son híbridos y más baratos. De esta manera, se construye la diversidad de maíces presentes en la comunidad, los nativos e híbridos proveen el sustento diario (Muñozcano, 2011).

Es relevante en este trabajo mostrar que la importancia y satisfacción de los maíces que siembran se concentra en los usos. Los investigadores han mostrado en numerosos trabajos la correlación entre la adaptación al ambiente y los caracteres

de interés agrícola como fundamento de su existencia (Dowswell *et al.*, 1997; Paliwall *et al.*, 2001), sin embargo, aquí observamos que, sí se consideran esos elementos para el manejo del maíz, pero la razón de peso por la que se mantienen los tipos de maíz es por la utilidad, pues son el sostén diario.

El uso toma lugar en la diversidad desde que hay una selección de maíces para diferentes usos. Se analizaron específicamente los usos especiales porque se dijo que estos mantenían a ciertos tipos de maíz por su exclusividad en su elaboración (Hernández-Xolocotzi, 1972, Tapia y De la Torre, 1997, Aguirre, 1999; Ortega, 2003 y Mendoza *et al.*, 2004). Pero, en este trabajo vemos que el uso del maíz es importante en usos generales y no en usos especiales como se esperaba. Se tiene que los maíces más abundantes son los que tienen más usos, su amplia utilidad obliga a mantenerlos ciclo tras ciclo e incluso conseguirlos en el mercado, mientras que aquellos que casi no se usan, tienden a perderse. Por ejemplo, Bolita blanco se usa para tlayuda, tejate, nicuatole, en productos especiales de Valles Centrales, pero este también se usa para usos comunes como tortilla, tamales, atole, empanadas, memelas y elote. Es el uso que tiene esta variante en la región, que se mantiene su producción y se atiende el mejoramiento de la raza.

Por lo anterior, vemos que la relación de usos, tampoco es lineal como se esperaba, pues los platillos especiales se preparan con los maíces más abundantes en la comunidad y no es exclusivo. Además de que no todos los platillos especiales son de importancia económica para el estado, la mayoría se preparan solo en festividades y ocasionalmente, es decir, no hay una constante demanda.

Al respecto es importante señalar que hay diferentes apreciaciones de los maíces en el área de estudio, y que la condición económica es un factor que define diferente evaluación. En Tlahuitoltepec y Peñoles, en donde se perciben carencias de recursos, no hay una marcada selección de maíces para diferentes usos, pues argumentan que todos sirven para todo, es lo que se da y lo aprovechan, pero si gustan de mezclas de colores o variación en sus alimentos.

Conclusiones

La diversidad de maíces del área de estudio se compone principalmente de maíces nativos y se completa con algunas variantes híbridas comerciales. Las razones para conservar los tipos de maíz son de carácter ambiental, agrícola y de uso, pero, el uso es el factor principal, dado que el maíz es el sustento alimenticio diario y que además cubre necesidades secundarias (medicinal, ofrenda, ritual) de las personas en lo cultural. En las comunidades de Oaxaca se maneja una amplia gama de maíces de varios colores, pero los blancos y amarillos siempre se siembran, aparentemente porque tienen más usos. No existe una relación directa entre platillos especiales y variantes de maíz que se manejan en la comunidad, con dos a tres variantes se cubren las necesidades del grupo doméstico. Los platillos especiales sí hacen necesaria la conservación de algunos maíces, pero coinciden con las variantes más abundantes de la localidad, por lo tanto, se visualiza como una contribución a la diversidad nacional al mantener a las variantes más representativas del estado.

Capítulo IV Participación de la mujer en la diversidad local de maíz nativo

Introducción

En las diferentes regiones del mundo, las mujeres predominan en la recolección de plantas silvestres y como encargadas de huertos familiares (Aguilar y Blanco, 2004). No obstante, su participación se extiende y consolida en trabajos agrícolas, según estimaciones de la FAO (2005), las mujeres producen más del 50% de los alimentos que se cultivan en todo el mundo. Ellas participan tanto en la agricultura de subsistencia como en la comercial, el trabajo que desempeñan en la producción de autoconsumo fortalece la seguridad alimentaria (Pinedo, 2009).

En el campo mexicano las mujeres están involucradas en el proceso de producción y transformación para la alimentación del maíz. Intervienen desde la selección y siembra de semilla, la cosecha y hasta preparación de alimentos y nutrición. Posiblemente, solo la preparación de la tierra (roza y roturación) es la única actividad agrícola con poca participación de mujeres (Radel *et al.*, 2012). Las mujeres, por tener explícita o implícitamente responsabilidades de la preparación de los alimentos diarios de la familia y cuidados del hogar, han desarrollado conocimientos de las características del maíz que les permiten predominar en los procesos de post-cosecha (Lope-Alzina, 2007). Por otra parte, se ha descrito que a pesar de las preferencias que puedan tener las mujeres por ciertas semillas, son los hombres quienes deciden sobre las semillas que se siembran (Rice *et al.*, 1998), no obstante, se reconoce que en México las mujeres de los hogares agrícolas tienen

una influencia de consideración en la selección de variedades por los hombres en los campos agrícolas (Smale *et al.*, 1998). Las preferencias y criterios de las mujeres han contribuido al desarrollado la biodiversidad agropecuaria (Doss, 2002). Galinat (2001) resalta la importancia que tienen las personas del género femenino en el cultivo del maíz al proponer que fue una mujer la que domesticó el maíz. Al respecto Zimmerer (1991) indica que, en la región de los Andes, menos de un tercio de la diversidad que se cosecha podría atribuirse a las condiciones agroecológicas y el resto está vinculada a preferencias culinarias.

Bellon *et al.* (2004) indicaron que en general los maíces blancos son los más comunes, sin embargo, las mujeres se inclinan en los maíces de distintos colores para variar la dieta principalmente y porque algunos se han relacionado con ciertos alimentos. La notable participación de la mujer en la preparación de las formas especiales de alimentos hace relevante estudiar la intervención de la mujer en la selección de las variedades de maíz que deben producirse para la preparación de los distintos platillos especiales.

Por lo anterior, es importante explorar lo que ellas demandan y sus preferencias, para contribuir al entendimiento de la forma (directa o indirectamente) en que sus prácticas afectan a la diversidad local de maíces.

Materiales y métodos

Sitios de estudio

Para abordar el tema se trabajó en cinco comunidades. En San Blas Atempa donde se elabora totopo, San Andrés Huaypam por la producción de tejate, San Agustín Yatareni por el nicuatole, en Santo Tomas Mazaltepec donde elaboran tlayudas y Santa María Jaltianguis. En Jaltianguis no hay un alimento especial de relevancia, pero la comunidad se caracterizó por interés y participación en la investigación. El totopo, tejate, nicuatole y tlayudas son formas especiales de preparar el maíz y estas localidades pueden considerarse el origen de estos alimentos. La preparación de estos platillos está a cargo de las mujeres, y estos productos tienen un mercado amplio.

Entrevistas abiertas

Se entrevistaron a cuatro mujeres en Atempa, Yatareni y Huayapam, y tres en Mazaltepec, y Jaltianguis. Las entrevistadas fueron elegidas por recomendación de las autoridades municipales, ejidales y por contacto personal. La información obtenida fue testimonio de las razones por las que se tienen sus maíces, los usos, el conocimiento e interés sobre otras variantes fuera de la comunidad.

Grupos focales

Se desarrollaron cuatro grupos focales con la participación de 35 mujeres en cuatro comunidades, y en Atempa participaron seis mujeres por entrevista, porque no fue posible organizar el grupo. En los grupos focales se exploró la función de las mujeres en la selección de semilla, se indagaron las técnicas de limpieza del grano

de maíz para semilla y los caracteres de interés para seleccionar. También se preguntó su participación en la toma de decisión de las variantes que se siembran y las preferencias de sus maíces. Durante la reunión, se hicieron las preguntas, ellas opinaron, intercambiaron ideas y al final se conformó una respuesta en común (Anexo 1 y Cuadro 1).

Observación participante

Se procedió mediante técnicas etnográficas para la descripción e interpretación de su participación a lo largo del ciclo del cultivo, poniendo énfasis en la selección de semilla presenciando dos a tres ejercicios en cada comunidad y procesos de post-cosecha como desgrane, almacenamiento y transformación del maíz en alimentos en por lo menos tres hogares por comunidad.

Encuestas

Se aplicó el instrumento de encuesta a mujeres de diez grupos domésticos de cada comunidad. Las preguntas fueron sobre el abasto y demanda de maíz del grupo doméstico, además de sus preferencias y necesidades en la culinaria (Anexo 4).

Resultados

Selección de mazorcas para semilla

En la tarea de selección de semilla para siembra en la temporada siguiente participan todos los integrantes del grupo doméstico, hombres y mujeres, incluyendo: personas de la tercera edad, jóvenes, niños y otros familiares presentes. Los hombres y mujeres conocen de la calidad requerida y la forma en que se hace

la selección de las mazorcas para semilla. El procedimiento consiste en seleccionar mazorcas limpias, sin picaduras de insectos y sin pudrición, bien formadas, de mayor tamaño y con granos grandes y bien llenos. En estas mazorcas se desechan los granos de la base y la punta de la mazorca (unos 2 a 3 cm de cada lado) y solo se usan los granos de la parte central para sembrar. En este proceso no se mencionó ni se observó una aportación particular o distinta de las mujeres, en todos los casos que observamos y en las entrevistas abiertas y grupos focales los hombres y mujeres seleccionan las mazorcas con los mismos criterios. De hecho, las mujeres comentaron que siguen la práctica que aprendieron de los hombres, y ponen atención en caracteres agrícolas que funcionan para el buen rendimiento como mazorcas y granos grandes. Unos cuantos de los hombres entrevistados refirió que la selección de semilla la hacen las mujeres porque ellas saben la que sirve y tienen tiempo de hacerlo en casa. En grupos focales mencionaron que en ocasiones las mujeres hacen la mayor parte de este trabajo al separar las mazorcas para siembra al desgranar el maíz para uso cotidiano (Cuadro 1).

Decisión sobre los maíces que se siembran

El total de las encuestadas, dicen que solicitaron los maíces que sembraron, pero, ninguna tomó la decisión final, y en grupos focales mencionaron que es una decisión de pareja, por lo tanto, son los hombres quienes eligen las variedades que van a sembrar, tomando en cuenta la opinión o petición de su pareja (Cuadros 1 y 2). Todas las mujeres indicaron que solicitan por lo menos un tipo de maíz, la mayoría son variantes nativas, no obstante, en cinco grupos domésticos de Atempa se

siembra maíz híbrido y en tres casos las mujeres lo solicitaron, por su buen rendimiento en la elaboración de totopos y por la calidad en elote (Cuadro 2 y 3).

Basadas en sus necesidades culinarias y su labor de venta, ellas figuran con su petición en lo que se siembra como ocurre en Hayapam, Yatareni y Mazaltepec, en donde se siembra más Bolita blanco por la elaboración de tejate, nicuatole y tlayuda, y aunque algunas familias no se dedican a la venta de estos productos, siembra el maíz, porque sabe que las vendedoras lo compran (Cuadro 4).

Venta y compra de maíces

Al respecto, se tiene que el 30% de los hogares vende su maíz y son ellas quienes saben cuánto se puede vender. Una vez que han contemplado el gasto de su familia, les conviene vender el excedente, para evitar pérdidas por picadura o pudrición. Señalan que el maíz “criollo” tiene buena venta, el blanco se vende más rápido, 20 mujeres indicaron que consiguen maíz nativo de color amarillo principalmente y negro, pero, cuando no siembran blanco, este se consigue primero.

Asimismo, todas las encuestadas señalan que cada año se compran de uno a tres maíces comerciales diferentes por comunidad para cubrir el desabasto, se trata de maíces de grano pequeño como Chuiquito que viene de Chiapas, posiblemente se trate de Tuxpeño, Anchito y Mediano que vienen de Puebla que tal vez sean Cónico y Chalqueño, y maíces de granos largos y adelgazados Ajito y Delgado, que corresponden a maíces híbridos comerciales de Sinaloa. Se compran en las tiendas

Cuadro 1. Selección de semilla y preferencia de maíces por mujeres, según los grupos focales de cinco comunidades.

Tema	Preguntas	Atempa	Yatareni	Huayapam	Mazaltepec	Jaltianguis
Participantes		6	6	8	12	9
Selección de semilla	Participantes en la selección	Padres e hijos	Toda la familia	Toda la familia	Toda la familia y acompañantes	Toda la familia, incluyendo abuelos
	Método de selección	Apartar mazorcas grandes, sin picaduras, de grano lleno y se usan los granos de en medio	Apartar mazorcas grandes, sin picaduras, de grano lleno y se usan los granos de en medio	Mientras se desgrana, se separan mazorcas grandes, sin picaduras, sin granos podridos, de grano lleno y se escogen los granos de en medio Mazorcas grandes, granos grandes y sanos. Los granos gruesos hacen mejor rendimiento en la siembra	Apartar mazorcas grandes, limpias, de grano lleno y se quitan los granos de la orilla	Durante el desgrane se apartan mazorcas grandes, sin picaduras, ni pudrición, de grano macizo y se dejan los granos de en medio
	Caracteres particulares	Las mejores mazorcas y sanas	Mazorcas grandes y buenas		Tamaño de mazorca, buen color, sanas y granos grandes	Mazorcas grandes, sin enfermedad, grano pesado y grande
	Diferencia hombres y mujeres	Todos hacen los mismo	Todos igual	Todos igual	Las mujeres lo aprendieron de los hombres y se hace igual	Todos igual
Decisión sobre maíz	Quien decide el maíz que se siembra	Hombres y mujeres	Los hombres y la mujeres opinan	Los hombres y mujeres. Las mujeres piden algún maíz	En algunos hogares los hombres y en otros las mujeres. Hubo fuerte discusión al respecto	Decisión de pareja, porque las mujeres siempre ayudan
Preferencia de maíces en usos	Maíz favorito para uso común	El criollo blanco y amarillo	Maíces criollos, todos los colores, pero más el blanco	Maíz criollo blanco y amarillo por su sabor y color en tortilla	Maíz criollo blanco por su color	Maíz criollo blanco y pinto
	Maíz favorito para uso especial	En totopo es rico el criollo (Zapalote chico), pero rinde más el híbrido, por eso se prefiere	Todos los colores del maíz criollo (Bolita) para el nicuatole, pero se hace más del blanco	El criollo blanco (Bolita) para el tejate	El criollo blanco (Bolita) para tlayuda	Del criollo blanco (Cónico) son las mejores tortillas

locales o central de abastos de la ciudad de Oaxaca, porque son de menor precio (Cuadro 4).

Preferencia de maíces para preparación de alimentos

Todos los maíces se usan en la preparación de alimentos comunes; tortilla, tostadas, tamales, atoles y elote (Cuadro 2). En alimentos especiales, como el totopo, nicuatole, tayudas y tejate, las variantes nativas son las principales, sin embargo 15 mujeres dijeron que algunos comerciales como Anchito, Larguito, Maíz chiquito y Maíz mediano también se usan, por su parecido con los nativos (Cuadros 5).

Por el papel de hombres y mujeres, podemos esperar que para ellas diferentes maíces presenten distintas cualidades para la elaboración de los guisos. En los datos de encuestas sobre los maíces sembrados, se observa que el color es la principal característica que toman en cuenta para su uso, el blanco es más apreciado, seguido del amarillo, después negro y rojo. Se preguntó sobre la apreciación del tamaño, dureza y sabor del grano para los alimentos comunes y especiales, y en general, para los maíces blancos y amarillos no se observa un criterio distinto en estas otras características, las cuatro propiedades del grano les gustan igual, aunque durante la encuesta se observó que más bien asumen que si les gusta el color, les gusta lo otro, no se esfuerzan por responder diferenciado.

Por el contrario, en los maíces negros y rojos, las pocas personas que los prefieren, es por color y sabor, no son elegidos como favoritos para algún platillo (Cuadros 2 al 5).

Cuadro 2. Frecuencia de mención de los maíces sembrados que se usan para alimentos comunes, según encuestas de mujeres en cinco comunidades

Sitio		Atempa		Huayapam			Yatareni		Mazaltepec					Jaltianguis			
Maíz		Blanco	Híbrido	Blanco	Amarillo	Negro	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Negro	Pinto	Belatova	Blanco	Amarillo	Pinto	Rojo
Frecuencia		7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	8	2
Solicitado		7	3	4	5	1	6	1	7	4	1	1	0	4	3	7	0
Tortilla	Usado	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	7	2
	Color	7	5	9	6	1	8	1	8	5	0	0	0	5	5	7	2
	Tamaño	7	5	9	6	1	5	1	8	5	0	0	0	5	3	3	0
	Dureza	7	5	9	0	1	5	1	8	5	0	0	0	5	4	4	0
	Sabor	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	7	2
	Favorito	7	0	9	0	0	8	1	8	5	2	1	1	5	5	3	0
Tostadas	Usado	-	-	9	6	0	5	1	8	5	2	1	0	5	6	6	2
	Color	-	-	9	6	0	8	1	8	5	0	0	0	5	5	1	0
	Tamaño	-	-	9	6	0	5	1	8	5	0	0	0	5	4	1	0
	Dureza	-	-	9	6	0	4	1	8	5	2	1	0	5	6	1	0
	Sabor	-	-	9	6	0	8	1	8	5	2	1	0	5	6	1	0
	Favorito	-	-	9	6	0	5	1	8	5	0	0	0	5	3	1	0
Tamales	Usado	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	8	2
	Color	7	5	9	0	1	8	1	8	5	0	0	0	5	2	8	2
	Tamaño	7	5	9	6	0	5	1	8	5	2	1	0	5	2	8	0
	Dureza	7	5	9	6	0	5	1	8	5	2	1	0	5	3	8	0
	Sabor	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	8	2
	Favorito	7	0	9	0	0	8	1	8	5	0	0	0	5	2	7	0
Atole	Usado	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	0	0	5	5	3	0
	Color	7	5	9	0	1	8	1	8	0	2	0	0	5	5	1	0
	Tamaño	7	5	9	1	0	5	1	8	0	2	0	0	5	3	3	0
	Dureza	7	5	9	1	0	8	1	8	0	2	0	0	5	3	3	0
	Sabor	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	0	0	5	6	4	0
	Favorito	7	0	9	0	0	8	1	8	0	0	0	0	5	2	1	0
Elote	Usado	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	8	2
	Color	7	5	9	6	1	8	1	8	5	0	1	1	5	6	8	2
	Tamaño	7	5	9	6	1	5	1	8	5	2	1	0	5	6	8	2
	Dureza	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	0	5	6	8	2
	Sabor	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	8	2
	Favorito	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	0	5	3	7	0

Cuadro 3. Frecuencia de mención de los maíces sembrados que se usan para platillos especiales, según encuestas de mujeres en cinco comunidades.

Sitio Maíz		Atempa		Huayapam			Yatareni		Mazaltepec					Jaltianguis			
		Blanco	Híbrido	Blanco	Amarillo	Negro	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Negro	Pinto	Belatova	Blanco	Amarillo	Pinto	Rojo
Segueza	Usado	-	-	9	6	0	4	1	8	5	0	0	0	2	2	0	0
	Color	-	-	9	6	0	4	0	8	5	0	0	0	2	2	0	0
	Tamaño	-	-	9	6	0	4	1	8	5	1	0	0	2	2	0	0
	Dureza	-	-	9	6	0	4	1	0	5	0	0	0	2	2	0	0
	Sabor	-	-	9	6	0	4	1	8	5	0	0	0	2	2	0	0
	Favorito	-	-	0	6	0	4	1	0	5	0	0	0	2	1	0	0
Nlcuatole	Usado	-	-	9	6	0	8	1	8	0	0	0	0	1	1	0	0
	Color	-	-	9	0	0	8	1	8	0	0	0	0	1	0	0	0
	Tamaño	-	-	9	0	0	8	1	8	0	0	0	0	1	0	0	0
	Dureza	-	-	9	0	0	5	1	8	0	0	0	0	1	0	0	0
	Sabor	-	-	9	6	0	8	1	8	0	0	0	0	1	0	0	0
	Favorito	-	-	9	0	0	8	1	8	0	0	0	0	1	0	0	0
Tejate	Usado	-	-	9	6	0	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Color	-	-	9	0	0	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tamaño	-	-	9	6	0	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dureza	-	-	9	6	0	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sabor	-	-	9	6	0	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Favorito	-	-	9	6	0	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tlayuda	Usado	-	-	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	5	7	0
	Color	-	-	9	0	1	8	1	8	0	0	0	0	5	5	1	0
	Tamaño	-	-	9	0	1	8	5	8	5	2	1	1	5	5	3	0
	Dureza	-	-	9	1	0	8	1	8	5	2	1	1	5	3	3	0
	Sabor	-	-	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	5	4	0
	Favorito	-	-	9	0	0	8	1	8	0	0	0	0	5	1	1	0
Totopo	Usado	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Color	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tamaño	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dureza	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sabor	7	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Favorito	7	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atole de granillo	Usado	7	5	9	6	0	8	1	8	5	2	1	1	5	3	7	0
	Color	7	5	9	6	0	8	1	8	5	0	0	0	0	1	0	0
	Tamaño	7	5	9	6	0	4	1	8	5	2	1	0	5	3	7	0

Sitio Maíz		Atempa		Huayapam			Yatareni		Mazaltepec					Jaltianguis			
		Blanco	Híbrido	Blanco	Amarillo	Negro	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Negro	Pinto	Belatova	Blanco	Amarillo	Pinto	Rojo
	Dureza	7	5	9	6	0	4	1	8	5	2	1	0	5	3	7	0
	Sabor	7	0	9	6	0	8	1	8	5	2	1	1	5	3	7	0
	Favorito	7	0	9	6	0	8	1	8	5	0	0	1	5	3	7	0
Atole de boda	Usado	-	-	9	6	0	8	1	8	5	0	0	1	5	3	3	0
	Color	-	-	9	0	0	8	1	8	5	0	0	0	5	3	1	0
	Tamaño	-	-	9	0	0	4	1	8	0	0	0	0	5	3	1	0
	Dureza	-	-	9	0	0	4	1	8	0	0	0	0	5	3	1	0
	Sabor	-	-	9	6	0	8	1	8	0	0	0	0	5	4	3	0
	Favorito	-	-	9	0	0	8	1	8	0	0	0	0	5	4	2	0
Chileatole	Usado	7	5	9	6	1	8	0	-	-	-	-	-	5	5	6	0
	Color	7	5	9	6	1	4	4	-	-	-	-	-	5	5	6	0
	Tamaño	7	5	9	6	0	4	4	-	-	-	-	-	5	5	6	0
	Dureza	7	5	9	6	0	4	4	-	-	-	-	-	5	6	6	0
	Sabor	7	0	9	6	1	4	4	-	-	-	-	-	5	5	6	0
	Favorito	7	0	9	0	0	8	0	-	-	-	-	-	5	5	5	0
Atole de maíz tostado	Usado	-	-	9	6	1	0	1	8	5	2	1	0	5	5	1	0
	Color	-	-	9	6	1	0	1	8	5	0	1	0	5	4	1	0
	Tamaño	-	-	9	6	0	0	1	8	5	2	1	0	5	4	1	0
	Dureza	-	-	9	6	1	0	1	8	5	2	1	0	5	5	1	0
	Sabor	-	-	9	6	0	0	1	8	5	2	1	0	5	4	1	0
	Favorito	-	-	9	6	0	0	1	0	5	0	1	0	5	4	1	0
Hierbatole	Usado	7	5	9	0	0	8	0	-	-	-	-	-	5	3	1	0
	Color	7	5	9	0	0	8	0	-	-	-	-	-	5	3	1	0
	Tamaño	7	5	9	0	0	4	0	-	-	-	-	-	5	3	1	0
	Dureza	7	5	9	0	0	4	0	-	-	-	-	-	5	3	1	0
	Sabor	7	0	9	0	0	4	0	-	-	-	-	-	5	3	1	0
	Favorito	7	0	9	0	0	8	0	-	-	-	-	-	5	3	2	0
Tamales de elote	Usado	7	5	9	6	0	8	1	8	5	0	0	0	5	1	5	0
	Color	7	5	9	6	0	8	1	8	5	0	0	0	5	0	5	0
	Tamaño	7	5	9	6	0	8	1	8	5	0	0	0	5	0	5	0
	Dureza	7	5	9	6	0	8	1	8	5	0	0	0	5	0	5	0
	Sabor	7	0	9	6	0	8	1	8	5	0	0	0	5	0	5	0
	Favorito	7	0	9	6	1	8	1	8	0	0	0	0	5	0	4	0
Pozole	Usado	-	-	9	0	0	8	0	8	0	2	0	1	5	0	3	0
	Color	-	-	9	0	0	8	0	8	0	0	0	0	5	0	1	0
	Tamaño	-	-	9	0	0	8	0	8	0	2	0	1	5	0	3	0

Sitio		Atempa		Huayapam			Yatareni		Mazaltepec					Jaltianguis			
Maíz		Blanco	Híbrido	Blanco	Amarillo	Negro	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Negro	Pinto	Belatova	Blanco	Amarillo	Pinto	Rojo
	Dureza	-	-	9	0	0	5	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0
	Sabor	-	-	9	0	0	8	0	8	0	1	0	1	0	0	1	0
	Favorito	-	-	9	0	0	8	0	8	0	1	0	1	0	0	1	0
Pozole de calabaza	Usado	-	-	9	0	0	5	0	8	5	2	1	1	-	-	-	-
	Color	-	-	9	0	0	8	0	8	0	0	0	0	-	-	-	-
	Tamaño	-	-	9	0	0	8	0	8	0	0	0	0	-	-	-	-
	Dureza	-	-	9	0	0	4	0	8	0	0	0	0	-	-	-	-
	Sabor	-	-	9	0	0	8	0	8	0	0	0	0	-	-	-	-
	Favorito	-	-	9	0	0	8	0	8	0	0	0	0	-	-	-	-
Amarillo	Usado	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	7	2
	Color	7	5	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	7	2
	Tamaño	7	5	9	6	1	4	1	8	5	2	1	1	5	6	3	2
	Dureza	7	5	9	6	1	4	1	8	5	2	1	1	5	6	4	2
	Sabor	7	0	9	6	1	8	1	8	5	2	1	1	5	6	7	2
	Favorito	7	0	9	6	1	5	1	8	5	2	1	1	5	6	3	2

Cuadro 4. Frecuencia de mención de los maíces comprados que se usan para alimentos comunes, según encuestas de mujeres en cinco comunidades.

Comunidad		Atempa			Huayapam					Yatareni						Mazaltepec				Jaltianguis	
Maíz		Chi	Med	Gde	Ama	Ngo	Anc	Lar	Chi	Bco	Ama	Ngo	Anc	Lar	Del	Bco	Ngo	Lar	Aji	Bco	Lic
Frecuencia		5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	1	2	6	2	1	1	2	4	4	3
Tortilla	Usado	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	1	2	6	2	1	1	2	4	3	2
	Color	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	0	2	6	2	1	0	2	4	3	2
	Tamaño	5	3	2	0	2	1	3	1	6	1	1	2	6	0	0	1	2	4	3	2
	Dureza	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	1	1	3	0	0	1	2	4	3	2
	Sabor	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	1	1	3	0	0	0	0	4	3	2
	Favorito	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	1	1	3	0	1	1	4	2	3	1
Tostadas	Usado	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	2	1	1	2	4	2	0
	Color	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	2	1	0	2	4	2	0
	Tamaño	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	2	0	1	2	4	2	0
	Dureza	-	-	-	2	0	1	3	1	0	1	0	0	3	1	0	1	2	4	2	0
	Sabor	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	1	1	3	0	1	1	0	0	2	0
	Favorito	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	0	3	1	1	0	0	0	2	0
Tamales	Usado	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	1	2	6	2	1	1	4	2	2	0
	Color	5	3	2	0	2	1	3	1	6	1	0	2	6	1	1	0	2	4	2	0
	Tamaño	5	3	2	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	0	1	1	2	4	2	0
	Dureza	5	3	2	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	0	1	1	2	4	2	0
	Sabor	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	0	1	3	0	1	1	2	4	2	0
	Favorito	5	3	2	2	2	1	3	0	6	0	0	1	3	0	1	0	0	0	2	0
Atole	Usado	5	3	2	2	2	1	3	1	6	0	0	2	3	2	1	1	2	4	2	0
	Color	5	3	2	0	2	1	3	1	6	0	0	2	6	2	1	1	0	0	2	0
	Tamaño	5	3	2	0	2	1	3	1	6	0	0	1	0	0	1	1	2	4	2	0
	Dureza	5	3	2	0	2	1	3	1	6	0	0	2	3	0	1	1	2	4	2	0
	Sabor	5	3	2	2	2	1	3	1	6	0	0	1	0	0	1	1	2	4	2	0
	Favorito	5	3	2	2	2	1	3	1	6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0
Elote	Usado	0	0	0	2	2	0	0	0	6	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
	Color	0	0	0	2	2	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	Tamaño	0	0	0	2	2	0	0	0	6	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
	Dureza	0	0	0	2	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
	Sabor	0	0	0	2	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
	Favorito	0	0	0	2	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0

Chi=Chiquito; Gde=Grande; Med=Mediano; Ama=Criollo amarillo; Ngo=Criollo negro; Anc= Anchito; Lar=Larguito; Bco=Criollo blanco; Del=Delgado; Aji=Ajito; Lic=Liconsá.

Cuadro 5. Frecuencia de mención de los maíces comprados que se usan para platillos especiales, según encuestas de mujeres en cinco comunidades.

Comunidad		Atempa			Huayapam				Yatareni						Mazaltepec				Jaltianguis		
Maíz		Chi	Med	Gde	Ama	Ngo	Anc	Lar	Chi	Bco	Ama	Ngo	Anc	Lar	Del	Bco	Ngo	Lar	Aji	Bco	Lic
Segueza	Usado	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	1	2	0	1	0	2	4	1	0
	Color	-	-	-	2	0	1	3	1	6	0	0	1	2	0	1	0	2	4	1	0
	Tamaño	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	1	2	0	0	0	2	4	1	0
	Dureza	-	-	-	2	0	1	3	1	6	0	0	1	2	0	0	0	2	4	1	0
	Sabor	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	0	0	0	1	0	2	4	1	0
	Favorito	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	2	4	1	0
Nicuatole	Usado	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	2	1	0	2	4	-	-
	Color	-	-	-	0	0	1	3	1	6	0	0	2	3	0	1	0	0	0	-	-
	Tamaño	-	-	-	0	0	0	3	0	6	1	0	2	6	0	1	0	2	4	-	-
	Dureza	-	-	-	0	0	1	3	1	6	0	0	2	6	0	1	0	2	4	-	-
	Sabor	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	1	0	0	1	0	2	4	-	-
	Favorito	-	-	-	2	2	1	3	1	6	1	0	1	0	0	1	0	0	0	-	-
Tejate	Usado	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	2	-	-	-	-	-	-
	Color	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	3	0	-	-	-	-	-	-
	Tamaño	-	-	-	2	0	0	3	0	6	1	0	2	6	0	-	-	-	-	-	-
	Dureza	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	0	-	-	-	-	-	-
	Sabor	-	-	-	2	0	0	3	0	6	1	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-
	Favorito	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-
Tlayuda	Usado	-	-	-	2	2	1	3	1	6	1	1	2	6	2	1	1	2	4	2	0
	Color	-	-	-	0	2	0	3	0	6	1	0	2	3	0	1	0	0	0	2	0
	Tamaño	-	-	-	0	2	1	3	1	6	1	1	2	6	0	1	1	2	4	2	0
	Dureza	-	-	-	0	2	1	3	1	6	0	1	2	6	0	1	1	2	4	2	0
	Sabor	-	-	-	2	2	0	3	0	6	1	1	1	3	2	1	1	2	4	2	0
	Favorito	-	-	-	2	2	1	3	1	6	1	0	1	3	2	1	0	0	0	2	0
Totopo	Usado	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Color	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tamaño	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dureza	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sabor	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Favorito	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atole de granillo	Usado	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	2	1	1	2	4	2	0
	Color	-	-	-	2	0	0	3	0	6	1	0	2	3	2	1	0	2	4	2	0
	Tamaño	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	0	1	1	2	4	2	0
	Dureza	-	-	-	2	0	0	3	0	6	1	0	2	6	0	1	1	2	4	2	0

Comunidad		Atempa			Huayapam				Yatareni						Mazaltepec				Jaltianguis		
Maíz		Chi	Med	Gde	Ama	Ngo	Anc	Lar	Chi	Bco	Ama	Ngo	Anc	Lar	Del	Bco	Ngo	Lar	Aji	Bco	Lic
	Sabor	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0
	Favorito	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0
Atole de boda	Usado	-	-	-	2	0	2	3	1	6	1	0	2	6	2	1	0	2	4	2	0
	Color	-	-	-	0	0	0	3	0	6	1	0	2	3	0	1	0	2	4	2	0
	Tamaño	-	-	-	0	0	1	3	1	6	1	0	2	6	0	0	0	2	4	2	0
	Dureza	-	-	-	0	0	1	3	1	6	1	0	2	6	0	1	0	2	4	2	0
	Sabor	-	-	-	2	0	0	3	0	6	1	0	1	0	0	1	0	2	4	2	0
	Favorito	-	-	-	2	0	0	3	0	6	1	0	1	0	0	1	0	2	4	2	0
Chileatole	Usado	-	-	-	2	2	1	3	1	6	1	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-
	Color	-	-	-	2	2	1	3	1	6	1	0	2	6	0	-	-	-	-	-	-
	Tamaño	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	3	0	-	-	-	-	-	-
	Dureza	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	2	6	0	-	-	-	-	-	-
	Sabor	-	-	-	2	2	1	3	1	6	1	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-
	Favorito	-	-	-	2	2	1	3	1	6	1	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-
Atole de maíz tostado	Usado	-	-	-	2	2	1	3	1	6	1	0	1	3	0	1	1	2	4	-	-
	Color	-	-	-	2	2	1	3	1	0	1	0	1	3	0	1	0	2	4	-	-
	Tamaño	-	-	-	2	0	1	3	1	6	1	0	1	0	0	1	1	2	4	-	-
	Dureza	-	-	-	2	0	1	3	1	0	1	0	1	3	0	1	1	2	4	-	-
	Sabor	-	-	-	2	0	1	3	1	0	1	0	1	0	0	1	1	2	4	-	-
	Favorito	-	-	-	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2	4	-	-
Hierbatole	Usado	5	3	2	0	0	1	3	1	0	0	0	1	3	2	-	-	-	-	-	-
	Color	5	3	2	0	0	1	3	1	0	0	0	1	0	2	-	-	-	-	-	-
	Tamaño	5	3	2	0	0	1	3	1	0	0	0	1	3	0	-	-	-	-	-	-
	Dureza	5	3	2	0	0	1	3	1	0	0	0	1	3	0	-	-	-	-	-	-
	Sabor	5	3	2	0	0	1	3	1	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-
	Favorito	5	3	2	0	1	1	3	1	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-
Tamal de elote	Usado	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-	-
	Color	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-	-
	Tamaño	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-	-
	Dureza	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-	-
	Sabor	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-	-
	Favorito	-	-	-	2	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-	-
Pozole	Usado	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0
	Color	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0
	Tamaño	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0
	Dureza	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0

Comunidad		Atempa			Huayapam				Yatareni						Mazaltepec				Jaltianguis		
Maíz		Chi	Med	Gde	Ama	Ngo	Anc	Lar	Chi	Bco	Ama	Ngo	Anc	Lar	Del	Bco	Ngo	Lar	Aji	Bco	Lic
	Sabor	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0
	Favorito	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0
Pozole de calabaza	Usado	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	0	0	0	-	-
	Color	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	0	0	0	-	-
	Tamaño	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	0	0	0	-	-
	Dureza	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	0	0	0	-	-
	Sabor	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	0	0	0	-	-
	Favorito	-	-	-	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	1	0	0	0	-	-
Amarillo	Usado	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	0	2	6	2	1	1	2	4	2	0
	Color	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	0	2	6	2	1	1	2	4	2	0
	Tamaño	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	0	2	6	0	1	1	2	4	2	0
	Dureza	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	0	2	6	0	1	1	2	4	2	0
	Sabor	5	3	2	2	2	1	3	1	6	1	0	2	3	0	1	1	2	4	2	0
	Favorito	5	3	2	2	2	1	0	1	6	1	0	2	3	0	1	1	2	4	2	0

Chi=Chiquito; Gde=Grande; Med=Mediano; Ama=Criollo amarillo; Ngo=Criollo negro; Anc= Anchito; Lar=Larguito; Bco=Criollo blanco; Del=Delgado; Aji=Ajito; Lic=Liconsá.

En pocos platillos importa el tamaño del grano, ya que en la mayoría de los alimentos se muele el maíz, pero hay algunos como el pozole en Jaltianguis, donde el grano se deja entero y debe ser de grande, usan poco su maíz nativo para este platillo, compran maíz pozolero en las tiendas locales en sus fiestas (Cuadro 5).

En los maíces comprados también se prefieren a los nativos, principalmente blancos y amarillos, estos son igualmente apreciados en color, dureza y tamaño del grano. Los comerciales también se usan para usos especiales, pero no son importantes en sabor y nunca son los favoritos (Cuadros 4 y 5).

En cuatro de las cinco comunidades encuestadas, 27 grupos domésticos señalaron que compran maíces para preparar un alimento en específico como el atole y tamales, porque con ese tipo de maíz quedan bien, otros para variar el sabor en la tortilla y algunos para platillos especiales como nicuatole, totopo y pozole. Consiguen las variantes nativas en todos sus colores, incluso buscan el maíz negro (6 hogares). El maíz pozolero también es demandado (8 hogares) para el tradicional pozole y en menor medida compran maíz chico y maíz grande para el mismo fin. La mayoría (21) dijo que compra estos maíces por su color y sabor (19) característico que le da al platillo, después por el tamaño del grano (14) y al final por dureza (12) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Maíces comprados para un uso específico, según encuesta a mujeres en cinco comunidades.

Comunidad	Maíz	Fr	Caracteres del grano				Usos
			Color	Tamaño	Dureza	Sabor	
Huayapam	Criollo negro	2	2	0	2	2	Tortilla
	Criollo rojo	1	1	0	0	1	Tortilla
	Pozolero	3	3	3	3	3	Pozole
Yatareni	Criollo blanco	2	2	1	1	2	atole y pozole
	Criollo amarillo	1	1	0	1	1	Atole
	Criollo negro	3	3	0	0	3	tlayuda y nicuatole
Atempa	Chiquito	3	0	3	0	0	Totopo
	Mediano	1	1	1	0	0	Tamales
	Grande	3	1	2	1	1	Atole
Jaltianguis	Criollo amarillo	1	1	0	0	1	pinole
	Criollo negro	1	1	0	0	1	Tortilla
	Pozolero	5	5	4	4	4	Pozole

En resumen, ellas indicaron que los maíces preferidos para alimentos comunes y especiales son los maíces blancos y amarillos, en general los maíces de color negro, rojo y pinto son los menos apreciados (Cuadro 7).

Demanda de maíces por parte de las mujeres

Las mujeres participan en la diversidad local del maíz creando demanda de algunas variantes particulares de maíz para algunos platillos que elaboran ocasionalmente dentro de la comunidad con vecinos y en comunidades cercanas, inclusive en otras regiones, en el esfuerzo de conseguir los maíces que requieren en sus actividades culinarias. Hay una demanda importante de maíces nativos de color distinto al que se sembró en el grupo doméstico (16 mujeres). Ellas suelen comprar maíz criollo negro (4) y un poco de amarillo (3), porque en muchos grupos domésticos no se siembran estos tipos, pero, también compran variantes comerciales (34 mujeres) como: anchito, larguito, ajito, delgado, blanco de Liconsa, maíz chiquito, maíz mediano y maíz grande, por el desabasto de su maíz blanco (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 7. Maíces preferidos para alimentos comunes y platillos especiales, indicados por las mujeres.

Producto	Maíces NO usados	Maíces favoritos
Tortilla	Poco usados criollo pinto y criollo rojo	Criollo blanco, criollo amarillo, larguito, ancho, maíz chico, mejorado y blanco-Liconsa
Tostadas	Poco usados criollo negro y criollo rojo	Criollo blanco, criollo amarillo, larguito, ancho, maíz chico, mejorado, blanco-Liconsa
Tamales	No se usa criollo negro y muy poco criollo amarillo	Criollo blanco, criollo amarillo, criollo pinto, larguito, maíz chico, mejorado y ancho
Atole	Criollo negro, criollo pinto y larguito	Criollo blanco, criollo amarillo, maíz chico, mejorado y anchito
Elote	Poco usados híbrido y mejorado	Criollo blanco, criollo ama, criollo pinto, criollo negro, maíz chico,
Segueza	Criollo negro, criollo pinto, criollo rojo, criollo belatove, maíz chico, híbrido y larguito	Criollo amarillo y criollo blanco
Nicuatole	Maíz chico, híbrido y blanco-Liconsa, poco útil el criollo negro	Criollo blanco, criollo amarillo y anchito
Tejate	criollo negro, híbrido y blanco-Liconsa	Criollo blanco, criollo amarillo y anchito
Tlayuda	Híbrido y blanco-Liconsa, poco usados Criollo negro y criollo pinto	Criollo blanco, criollo ama, maíz chico, delgado, larguito y anchito
Totopo	Ninguno	Criollo blanco
Atole de granillo	Criollo negro y blanco-Liconsa	Criollo blanco, criollo amarillo, criollo pinto, maíz chico, mejorado y anchito
Atole de boda	Criollo negro y blanco-Liconsa	Criollo blanco, criollo amarillo, criollo pinto, maíz chico, mejorado y anchito
Chile atole	Criollo negro y blanco-Liconsa	Criollo blanco, criollo amarillo, criollo pinto, maíz chico, mejorado y anchito
Atole de maíz tostado	Criollo negro, criollo pinto, larguito, anchito y blanco-Liconsa	Criollo blanco, criollo amarillo, maíz chico, mejorado y anchito
Hierba atole	Criollo negro y blanco-Liconsa	Criollo blanco, criollo amarillo, maíz chico, mejorado y anchito
Tamales de elote	Criollo negro y blanco-Liconsa	Criollo blanco, criollo amarillo, maíz chico y mejorado
Pozole	Criollo amarillo, criollo negro, criollo pinto y larguito	Pozolero (cacahuacintle o ancho), criollo blanco y anchito
Pozole de calabaza	Criollo ama, larguito y blanco-Liconsa, poco usados criollo negro y Criollo pinto	Criollo blanco y anchito
Amarillo	Criollo negro, criollo pinto y blanco-Liconsa	Todos los demás

Ausencia de la pareja en grupo doméstico

Aunque en el grupo focal se acordó que la selección de semilla es en pareja y que las mujeres aprendieron la técnica de los hombres. Durante los ejercicios de selección de semilla en 13 grupos domésticos, se observó que los hombres conocen de los factores ambientales, agronómicos y preferencias de consumo, mientras que las mujeres conocen de rendimiento en la cocina, calidad en proceso de elaboración, nutrición, presentación y sabores de los alimentos. A pesar de que los hombres y mujeres expresan su limitación de conocimientos en el ámbito agrícola o gastronómico, las mujeres se interesan por conocer de las actividades del campo. Aunque ellas no toman decisiones sobre lo que se siembra, narran que han aprendido de las variantes de maíz apropiadas para los diferentes terrenos y saben de los colores de maíces en relación al clima. Identifican que los maíces negros y pocas veces los blancos se siembran en tierra fría, el maíz blanco predomina en tierra templada y los amarillos son más de tierra caliente.

En general, pocos hombres se acercan a labores de la cocina y participan del conocimiento de los maíces propicios para los alimentos. En las entrevistas señalan que no les concierne estos aspectos y lo dejan a criterio de la mujer del hogar.

Estos papeles de hombres y mujeres en algunos casos pueden ser críticos, pues aparentemente la situación está influyendo en la diversidad del maíz. Se observó que cuando no está la mujer en el grupo doméstico (por fallecimiento), los hombres cambian el propósito que tenían de su siembra. Se enfrentan a la necesidad de no solo llevar el maíz a la casa, sino que también debe facilitar los alimentos a la familia, lo que le lleva a optar por sembrar una sola variante para venta. En este caso,

informaron que generalmente resuelven dedicarse a sembrar el maíz blanco porque es el que se vende mejor, y le queda la opción de cambiar este maíz por entrega de tortillas con alguna tortillera o darle el maíz a alguna mujer cercana a la familia núcleo (hermana o cuñada) que pueda apoyar en hacerle tortillas.

Por el contrario, cuando las mujeres se quedan sin el esposo, trabajan para obtener el recurso que les permita atender la siembra. Pagan jornales o solicitan a sus hijos hacer los trabajos, pero ellas deciden lo que se siembra. Disponen manejar más de una variante de maíz, el blanco y otro de color diferente. Tienen presente que la cosecha es de autoconsumo y tratan de contar con un excedente para la venta.

Discusión

Los resultados muestran que las mujeres deciden indirectamente sobre las variantes de maíz que se siembran, sus peticiones son tomadas en cuenta por los hombres para los maíces que se siembran cada ciclo. Diversos trabajos mencionan la participación de las mujeres en todo el ciclo del maíz (Lope-Alzina, 2007; Radel *et al.*, 2012), no obstante, la decisión es tomada por el hombre, quien puede o no considerar la opinión de su pareja. Es importante mencionar que la mayoría de las mujeres prefiere actividades y decisiones compartidas con los hombres, reconocen y valoran que ambos aportan diferentes conocimientos.

Aunque la producción es netamente de autoconsumo, en muchas familias hay desabasto de maíz, la compra de algunos maíces para cubrir las necesidades del grupo doméstico, completan la diversidad de los maíces que se manejan en la

comunidad. Maíces nativos y comerciales proveen a las familias campesinas, por lo que, en la diversidad local, también se tienen tipos de maíz de amplia distribución en México (Muñozcano, 2011).

Las mujeres seleccionan los maíces principalmente por color para preparación de los alimentos, aunque parece que no ponen atención en otros caracteres del grano, cuando describen las características de los maíces que no les satisfacen para cocinar algún alimento en específico, mencionan el desagrado del tamaño y dureza del grano, que indica su atención en caracteres finos.

En este tema de la tesis, también se puede apreciar que no hay maíces exclusivos para platillos especiales. Que, tanto maíces nativos como comerciales se usan para alimentos comunes y especiales. Se mencionan algunos caracteres más apreciados, pero los datos siguen mostrando que hay maíces que tienen mayor uso y en estos hay mayor interés.

La demanda de maíces de colores, no siempre tiene que ver con la mejor presentación, ellas gustan de variar la dieta tal como lo señaló Bellon (2004). Muchas de ellas solicitan o compran maíz nativo negro, solo para variar el color y sabor en las tortillas y de más alimentos comunes, a pesar de ser un maíz con poca apreciación.

El interés de las mujeres por tener algunos maíces para sus actividades culinarias, crea una demanda local y regional de tipos de maíces. En general, son dos los

maíces más importantes en la comunidad y la búsqueda de estos, implica su siembra o la compra, por lo tanto, en primera instancia se tratan de producir en el grupo doméstico y después se quieren conseguir en la misma comunidad, incluso se buscan en comunidades cercanas. Por lo tanto, esta necesidad crea una demanda de por lo menos dos maíces en lo local y sus alrededores. No se trata de una serie de tipos de maíces específicos que ellas requieren y entonces, se siembran, tal como se esperaba, si no, de los maíces más comunes, que tienen muchos usos y que se pueden conseguir en otros sitios cercanos.

Esta actividad local, forma parte de la diversidad nacional que caracteriza a nuestro país, algunos maíces son de amplia distribución, mientras que otros son regionales.

Conclusiones

Las mujeres, al igual que todos los integrantes de la familia, participan en la selección de las mazorcas para semilla siguiendo los mismos criterios que tienen los hombres y no se encontró alguna práctica diferenciada.

Los hombres deciden sobre los maíces que se siembran, la elección está influenciada por las peticiones de las mujeres que ven por el abastecimiento y satisfacción de la alimentación familiar.

Las mujeres seleccionan variantes de maíz para la preparación de los alimentos cotidianos (tortilla, atole y tostadas) y los platillos especiales (nicuatole, tejate y pozole). El color y sabor son los principales caracteres del maíz que consideran para definir su uso.

La minoría hace el esfuerzo de conseguir los maíces que requieren en sus actividades culinarias especiales, por lo tanto, algunas mujeres crean demanda de maíz dentro de la comunidad y en otras cercanas.

En ausencia de la mujer en el grupo doméstico la diversidad se reduce a una variante de maíz con potencial comercial que les permita cubrir las necesidades de la familia.

Capítulo V Preferencias de consumo

Introducción

Una idea generalizada es que las variedades de maíces nativos son particularmente inmejorables para la elaboración de algunos platillos especiales. Entre los ejemplos comunes de esta idea están las tlayudas de Oaxaca y los totopos del Istmo. Además, en casi todos los hogares de Oaxaca se considera que los maíces nativos son mejores para preparar tortillas, tamales y el resto de platillos de la culinaria rural (Aragón-Cuevas *et al.*, 2012). Las personas señalan cualidades de sabor, textura, color, olor y que sacian mejor el hambre.

Cuando se habla de la alimentación en México se tiene presente la diversidad biológica y cultural plasmada en la multiplicidad de platillos. Los platillos pueden ser considerados representaciones sociales que giran alrededor del maíz.

Su sabor, color, consistencia y olor tienen significados íntimos que se concentran en el gusto, que, aunque se perciben de forma individual, tienen una aceptación grupal, condición que favorece su permanencia (Bertrán, 2010).

Los alimentos pueden sujetarse a pruebas sensoriales que permiten medir respuestas humanas a productos o ingredientes para conocer las preferencias del consumidor y las características asociadas del alimento. La evaluación sensorial se centra en los cinco sentidos: la vista, el tacto, el olfato, el oído y el gusto, con los que distinguen gran número de estímulos diferentes (Schutz, 1998). Hernández-Montes (2007) define dos tipos de evaluación de acuerdo con los participantes; el Tipo I que caracterizan cualquier diferencia entre los alimentos, sin tomar en cuenta

como los perciben los consumidores y el Tipo II en el que se evalúa la capacidad de los consumidores, para distinguir diferencias pequeñas en los alimentos, bajo condiciones ordinarias de consumo.

Las pruebas discriminativas que determinan si dos muestras se perciben diferentes, son útiles cuando las diferencias entre las dos muestras son muy pequeñas. Dentro de estas, la prueba triangular consiste en ubicar diferencias en los ingredientes, el proceso, el empaque o el almacenamiento. Permite seleccionar y monitorear panelistas por su habilidad para discriminar diferencias (Hernández-Montes, 2007). Las pruebas de aceptabilidad permiten conocer la preferencia al asignar calificaciones, se puede saber qué se prefiere y qué tanto, es decir, la magnitud del gusto (Hein *et al.*, 2008). En la medición de aceptabilidad los panelistas consumidores califican su gusto por el producto en una escala, se pueden hacer con un solo producto y no requieren comparación con otro. La escala hedónica de nueve puntos es una prueba de aceptabilidad ampliamente aceptada para efectuarse con numerosos ejecutantes (mayor que 50), los participantes son usualmente consumidores, seleccionados por su uso actual o potencial de los productos (Hernández-Montes, 2007).

En esta tesis, el desarrollo de pruebas sensoriales de cinco productos especiales de Oaxaca elaborados con diferentes maíces aporta información sobre la capacidad de consumidores experimentados para discriminar entre maíces y una aproximación a las preferencias de consumo.

Materiales y métodos

Sitios de estudio

Se evaluaron los maíces durante la elaboración de los productos y en el consumo de estos por comensales experimentados en el producto particular. Las pruebas sensoriales se llevaron a cabo en la comunidad de origen del producto: nicuatole en San Agustín Yatareni; tlayuda en Santo Tomas Mazaltepec; totopo en San Blas Atempa y tejate en San Marcos Tlapazola.

Se desarrolló la prueba sensorial de tejate en San Marcos Tlapazola debido a que no se pudo llevar a cabo en San Andrés Huayapam considerado inicialmente, por razones de acuerdos sociales del grupo de tejateras que impidió hacer eventos del producto con fines científicos, con el fin de proteger su receta particular que consideran innovadora. Sin embargo, San Marcos Tlapazola también es importante en la elaboración tradicional y el consumo de tejate (como otras de la región Valles Centrales). Las pruebas sensoriales de tortilla se hicieron en Santa María Jaltianguis, por su alta participación y disposición en facilitar el desarrollo del experimento. Para conocer las preferencias de una población foránea y ajena al producto, se hicieron pruebas sensoriales con totopos con la participación del personal de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal de las Casas.

Productos especiales analizados

Los productos especiales de maíz fueron seleccionados por el amplio mercado regional que generan, con representatividad para el estado.

El tejate es una bebida originaria de los pueblos zapotecos de los Valles Centrales de Oaxaca (Sotelo *et al.*, 2012). La palabra tejate, del náhuatl tex-“harina” y atl-“agua”, significa agua harinada (Simeón, 1996). Nombre que se le da por la espuma fina de grasa que se hace encima y se observa como harina. La bebida está hecha con base en maíz cocido en agua y ceniza de encino (*Quercus* sp.), a lo que se le llama cuanextle (del náhuatl *qua*-“comer” y *nextle*-“ceniza” significa comer ceniza (Simeón, 1996). La masa que se obtiene del cuanextle, se condimenta con semilla de mamey (*Pouteria zapota* (Jacq.) llamada pixtle, cacao (*Theobroma cacao* L.) y flor de rosita de cacao (*Quararibea funebris* (La Llave) Vischer) como aromatizante. Todo se bate en un recipiente de barro llamado apastle, a mano y con agua fría. Se vende endulzado o simple y frío en jícara (*Crescentia cujete* L.). Los pobladores dicen que su consumo es ideal para los campesinos, ya que el alto contenido nutricional, les permite ir a la jornada del campo y aguantar el hambre hasta el regreso a casa. En la comunidad de San Andrés Huayapam van en la XVI versión de la feria del tejate, lo que resalta la importancia de la bebida en el estado (Figura 1).



Figura 1. Tejate, mazorcas de maíz Bolita blanco, preferente para elaboración del mismo en Valles Centrales, Oaxaca.

Nicuatole es una gelatina tradicional de origen prehispánico (Muñoz, 2012), común en los pueblos zapotecos de Valles Centrales de Oaxaca. La palabra nicuatole del náhuatl *nicutli*-“miel” que en tiempos prehispánicos se hacía referencia a la miel de agave, y *atolli*-“atole” significa miel atole (Muñoz, 2012). La versión tradicional que se conoce como nicuatole natural consiste de maíz cocido sin nixtamalizar (solo con agua), azúcar y canela. Las nuevas versiones tienen sabores de coco, fresa, piña y chocolate. Cabe destacar que se asocian los colores del maíz con los sabores: el de coco con maíz blanco, piña con maíz amarillo, fresa con maíz rojo y chocolate con maíz negro. Generalmente se vende en rebanadas sobre hoja de anona, común en los grandes mercados de la Ciudad de Oaxaca. Se ha iniciado la proyección

estatal de este producto y se ha dado lugar a la 4a feria del nicuatole en San Agustín Yatareni (Figura 2).



Figura 2. Nicuatole de diferentes sabores, elaborados con maíz Bolita blanco, amarillo y negro en San Agustín, Yatareni, Oaxaca.

La tlayuda es una tortilla también originaria de los pueblos zapotecos de los Valles Centrales de Oaxaca. La palabra tlayuda proviene del náhuatl *tlao-li* “maíz desgranado” y el sufijo español *uda* “abundancia” (Montenegro, 2015). Es una tortilla grande (20 a más que 30 cm de diámetro), delgada (2 a 3 mm) y parcialmente secada en el comal después de cocida (Aragón-Cuevas *et al.*, 2006; Vázquez *et al.*, 2003; Ramírez-Jaspeado, 2012). La textura semi-seca, no llega a ser tostada ya que tiene un poco de flexibilidad, se refiere al término clayuda, el nahutlismo usado

para resistencia o dureza (CEDELIO, 2016), lo que permite que la tortilla tenga larga vida de anaquel (Ramírez-Jaspeado, 2012).

En Santo Tomas Mazaltepec diferencian los términos clayuda y tlayuda. Le dicen clayuda solo a la tortilla grande y cocida que las mujeres de la localidad hacen para vender a los mercados y restaurantes, mientras que explican que tlayuda es esta misma tortilla, pero, preparada con ingredientes (manteca de cerdo, frijol, quesillo, etc.), y que al recalentar adquiere una textura entre dorada y correosa.

Este producto tiene denominación de origen desde el 2010 en los municipios de Ocotlán de Morelos y Ejutla de Crespo, así como el registro de marca colectiva La Querencia, condición que les ha permitido exportar a Estados Unidos. Por otra parte, ya se ha efectuado la 5a feria de la tlayuda en San Antonio de la Cal, eventos que destacan el producto y tradición (Figura 3).



Figura 3. Tlayudas en comal, hechas con maíz Bolita blanco en Mazaltepec, Oax.

El totopo es una tortilla tostada originaria del Istmo de Tehuantepec y hecha por pueblos zapotecos, en la región se le conoce como gueta viguii, del zapoteco gueta-“tortilla” y viguii-“tostada” (León-Tarin, 1994). El nombre, totopo, proviene del náhuatl tlixcallitotopochtli, en donde tlixcalli-“tortilla” y totopochtli- “tostado” igualmente significa, tortilla tostada (Simeón, 1996). Lo peculiar de esta tortilla es el proceso de cocción, ya que se lleva a cabo en “comixcal” o comezcal, una olla de barro sin fondo, en las paredes de esta se pegan las tortillas para su cocción hasta dorarse con el calor que irradian las brasas que se colocan al fondo del comezcal (Figura 4). Este tipo de tortilla representa el consumo diario de maíz en la región del Istmo, es un tanto más frecuente que tortillas comunes, por lo tanto, la venta de totopo es un importante ingreso económico para muchas familias. También se elaboran variantes con sabores que se combinan con la masa de maíz, los ingredientes comunes para este fin son coco, mantequilla, crema y camarón, en raras ocasiones o por encargo se usa cacahuete, almendras o pistache. El totopo es uno de los tipos de tortilla con más larga vida de anaquel y fácil traslado. El totopo también ha sido objeto de ferias y ya se ha efectuado la 5a versión de la Feria Regional del Totopo en Juchitán de Zaragoza.



Figura 4. Totopos delgados de maíz Zapalote Chico, típicos de San Blas Atempa, a la venta en el mercado central de Tehuantepec.

Selección de variantes de maíz para analizar

En el experimento, para cada producto se usaron cuatro variantes de maíz, a tres de estas se tiene acceso y son comunes en la comunidad estudiada, y una se incluyó por contrastante. En todos los casos se usó la raza nativa de la comunidad con la que tradicionalmente se elabora el producto y otro maíz nativo del estado, además se incluyeron dos maíces comerciales (Cuadro 1). Los maíces comerciales Sinaloa y H377 están comúnmente disponibles dentro de la comunidad o en los centros de abasto cercanos, estos los suelen comprar una vez que se ha terminado el maíz que produjeron; el Híbrido 565 se incluyó por petición de un colega fitomejorador.

Cuadro 1. Productos y maíces analizados en preferencia de consumo en cada comunidad de origen del producto.

Producto	Comunidad	Maíces en prueba	Procedencia
Tortilla	Santa María Jaltianguis	1. Cónico blanco	local
		2. Sinaloa	comercial
		3. Zapalote Chico	otro nativo
		4. H-377	comercial
Nicutole	San Agustín Yatareni	1. Bolita blanco	Local
		2. Sinaloa	Comercial
		3. Zapalote Chico	otro nativo
		4. H-377	Comercial
Tlayuda	Santo Tomas Mazaltepec	1. Bolita blanco	Local
		2. Sinaloa	Comercial
		3. Zapalote Chico	otro nativo
		4. H-377	Comercial
Totopo	San Blas Atempa	1. Zapalote Chico	Local
		2. Sinaloa	Comercial
		3. Bolita blanco	otro nativo
		4. H-565	Comercial
Tejate	San Marcos Tlapazola	1. Bolita blanco	Local
		2. Sinaloa	Comercial
		3. Zapalote Chico	otro nativo
		4. H-377	Comercial

Evaluación de los maíces en el proceso de elaboración

En cada una de las comunidades se pidió a cuatro mujeres elaborar los productos, estas se seleccionaron de acuerdo a su disponibilidad y reconocida capacidad de preparación de los productos. A cada una de las cocineras se le entregó 2 kg de cada una de las cuatro variantes de maíces en estudio y se les pidió preparar los alimentos con cada maíz de acuerdo a la receta tradicional que usan.

Además de la observación directa, se aplicaron encuestas a las cocineras sobre qué tan apropiados fueron los diferentes maíces durante su cocción en nixtamal (con cal para tortilla, totopo y tlayuda), el cuanextle (con ceniza en el caso del tejate)

o el tlaciahuatl (solo con agua para nicuatole); además de la calidad de la masa y la calidad en el producto final en todos los casos (Anexo 5).

Pruebas sensoriales de productos

Se hizo un ejercicio de pruebas sensoriales para tortilla, tejate, nicuatole, tlayuda, y dos de totopo. En cada ejercicio primero se aplicaron pruebas discriminativas, para medir la capacidad de distinguir alimentos elaborados con diferentes maíces, y después una prueba de aceptabilidad, para evaluar preferencias de alimentos hechos con los cuatro maíces.

Con el apoyo de las autoridades de la comunidad se convocó la participación de hombres y mujeres adultos en cada comunidad. Se consideró que los pobladores de una comunidad en que se elabora el producto están adecuadamente familiarizados con el consumo del mismo. Participaron 480 personas y fue notoria la mayor participación de mujeres (274), a cada participante se le otorgó el pago de medio día de jornal por su tiempo invertido en el experimento. Las pruebas se desarrollaron en un lugar con buena iluminación, con mesas y sillas y se aseguró una buena preparación de las muestras con una explicación en grupo a las personas que cocinaron y una revisión particular durante la elaboración.

Pruebas discriminativas

Para evaluar la capacidad de diferenciar productos elaborados, se aplicó una prueba Triangular en la que los panelistas evaluaron la diferencia sensorial entre productos hechos con maíz nativo (A) y otros con maíz comercial (B). Las pruebas

triangulares se hacen presentando tres muestras del producto, dos de las muestras fueron elaboradas con un tipo de maíz y la tercera muestra con un maíz distinto, y se le presentaron a los panelistas en “triada” (grupos de tres), repitiendo en cada grupo una de las dos muestras dos veces, la muestra A se repitió en 39 ocasiones, y la muestra B, otras 39 veces. Se pregunta cuál es el producto hecho con el maíz diferente. Se presenta aleatoriamente las seis combinaciones posibles ABB, BAA, AAB, BBA, ABA y BAB.

Con estos valores, y el supuesto de tener un porcentaje de discriminadores de 40% (con un riesgo $\alpha=0.01$ (la probabilidad de aceptar una diferencia, cuando no existe) y un error $\beta=0.01$ (la probabilidad de aceptar que no existe diferencia, cuando si existe) , en el analizador de sensibilidad de pruebas, se encontró que el número mínimo de juicios necesarios para poder sujetar a prueba la hipótesis nula (los maíces no presentan diferencias sensoriales evidentes) era de 76 (Hernández-Montes, 2007) con una confianza en los datos a obtener del 99%. Sin embargo, para que el diseño experimental quedara balanceado se utilizaron 78 evaluaciones (esto es, un múltiplo de 6 para que todas las combinaciones posibles de los dos maíces tuviesen la misma frecuencia en el diseño). Estas se codificaron con números que no sugerían información sobre los maíces a los participantes, sirvió como número de referencia de cada muestra en la boleta de respuestas.

Se le instruyó a cada participante que se trataba de dos muestras iguales y una diferente, que probara, oliera y sintiera cada muestra de izquierda a derecha, con la opción de repetir hasta obtener un juicio. Después se le solicitó que, de acuerdo con su percepción, señalara la muestra diferente en la hoja de respuestas (Anexo 6) y

en algunos casos se les ayudó a expresar su percepción y anotarla. Para analizar los datos se contó el número de respuestas correctas, basándose en Chi-cuadrada.

Pruebas de aceptabilidad

La prueba de aceptabilidad es para evaluar el gusto del participante, indicando su preferencia y que tanto se prefiere en una escala hedónica de nueve puntos. Se calificó el agrado de acuerdo con el color, sabor, olor y textura del producto con las siguientes opciones:

1. Me disgusta extremadamente
2. Me disgusta mucho
3. Me disgusta moderadamente
4. Me disgusta poco
5. Ni me disgusta ni me gusta
6. Me gusta poco
7. Me gusta moderadamente
8. Me gusta mucho
9. Me gusta extremadamente

En esta fase se probó si existía un gusto diferente al consumir uno u otro tipo de maíz al ser preparados como tortillas, nicuatole, totopos, tejate y/o tlayuda. Bajo un diseño experimental de Bloques Completos al Azar, donde los bloques fueron grupos de participantes, se sujetó a prueba la hipótesis nula, esto es, el que todos los productos hechos con distintos maíces tienen la misma preferencia.

A cada panelista se le presentaron las cuatro muestras codificadas y aleatorizadas, y se le instruyó a calificar las muestras de acuerdo con su gusto en color, sabor, olor y textura. Para textura se usaron los términos habituales con los que los participantes identifican a este atributo en su producto, en tortilla se identifica como suavidad, en nicuatole es el cuajado, en tejate es espesor, para tlayuda es el cocido y en totopo la crujencia (Anexo 7).

Los resultados de la escala hedónica se convirtieron en datos de preferencia de pares o por ordenamiento. La escala se basa en intervalos iguales por lo que se le asignaron valores numéricos a cada opción y se hizo el análisis de varianza para un diseño en bloques al azar.

Resultados

Evaluación del maíz en el proceso de preparación

Las cocineras encontraron diferencias entre los tipos de maíces, señalaron contrastes en el desprendimiento del pericarpio del nixtamal, tonalidades distintas en la masa y el producto final, además de diferencias en sabor. En general, los maíces nativos son los preferidos en todas las fases, aunque el maíz Sinaloa tuvo una apreciación similar. En contraste, el maíz nativo no local tuvo la peor calificación, el Bolita se evaluó como deficiente para totopo y Zapalote Chico fue muy deficiente para tortilla, nicuatole, tlayuda y tejate. Varias mujeres señalaron que no pudieron encontrar el punto de cocción de nixtamal para los maíces que no conocían (Cuadro 2). Los híbridos son medianamente aceptados, en tortilla este se califica mal en nixtamal, pero se ve bien en el producto final.

En el producto final se observa que en color y sabor los maíces nativos locales son muy buenos, excepto en tejate, ellas indicaron que es difícil distinguir el sabor del maíz, porque en la bebida predomina el sabor del cacao.

Las mujeres que elaboraron los productos también perciben variación en el rendimiento con los diferentes maíces. En masa el mejor rendimiento se obtuvo con los maíces nativos en nicoatole, tlayuda y tejate, mientras que en tortilla rinde más el Sinaloa y en totopo el híbrido da mayor producción. En producto, para tortilla el híbrido es similar al Cónico, por lo que se usa indistintamente y ellas consideran más rendidor al nativo cuando se tiene, en nicoatole y tlayuda Bolita es el rendidor. Los maíces con menor rendimiento son Zapalote Chico en todos los productos y Bolita en totopo (Cuadro 3).

Cuadro 2. Evaluación de maíces en cada fase del proceso de elaboración de los productos.

Producto	Maíz	Nixtamal			Masa			Producto			
		Pericarpio	Cocción	Color	Color	Aroma	Maleable	Textura	Aroma	Color	Sabor
Tortilla	Cónico	1.0 ± 0c	1.0 ± 0b	1.0 ± 0c	1.0 ± 0c	1.0 ± 0b	1.0 ± 0b	1.0 ± b	1.0 ± c	1.0 ± c	1.0 ± c
	Zapalote	1.0 ± 0c	3.5 ± 0.3a	3.5 ± 0.29a	3.0 ± 0a	2.0 ± 0a	3.0 ± 0.4a	1.2 ± a	3.0 ± a	4.0 ± a	3.0 ± a
	Sinaloa	2.0 ± 0b	2.0 ± 0b	2.0 ± 0b	1.0 ± 0c	1.0 ± 0b	2.0 ± 0ab	2.5 ± a	2.0 ± b	2.0 ± b	2.0 ± b
	H-377	2.7 ± 0.2a	2.0 ± 0.4b	1.2 ± 0.25bc	2.0 ± 0b	1.0 ± 0b	1.2 ± 0.2b	3.7 ± b	1.0 ± c	1.0 ± c	2.0 ± b
Nicuatole	Bolita	-	1.2 ± 0.2b	1.0 ± 0b	1.0 ± 0.25a	1.0 ± 0b	1.7 ± 0.5a	2.0 ± b	1.0 ± b	1.0 ± c	1.0 ± b
	Zapalote	-	2.5 ± 0.3a	2.2 ± 0.25a	2.5 ± 0.29a	3.0 ± 0.41a	1.7 ± 0.2a	3.0 ± a	1.0 ± b	2.0 ± b	2.5 ± a
	Sinaloa	-	2.0 ± 0ab	2.0 ± 0a	2.2 ± 0.25a	2.2 ± 0.5ab	1.7 ± 0.2a	2.0 ± b	1.0 ± b	2.0 ± b	1.7 ± ab
	H-377	-	2.0 ± 0.4ab	2.2 ± 0.25a	2.7 ± 0.41a	2.5 ± 0.63ab	2.5 ± 0.2a	2.0 ± b	2.0 ± a	2.7 ± a	2.5 ± a
Tlayuda	Bolita	1.2 ± 0.2a	1.0 ± 0c	1.0 ± 0b	1.0 ± 0b	1.0 ± 0b	1.0 ± 0.2b	1.0 ± b	1.0 ± b	1.0 ± c	1.0 ± c
	Zapalote	3.0 ± 0.4a	3.5 ± 0.3a	2.7 ± 0.25a	2.5 ± 0.29a	2.7 ± 0.2a	2.7 ± 0a	2.7 ± a	3.0 ± a	3.2 ± a	3.0 ± ab
	Sinaloa	1.7 ± 0.5a	2.2 ± 0b	1.7 ± 0.2ab	2.0 ± 0ab	2.0 ± 0.4ab	1.5 ± 0b	2.0 ± ab	2.2 ± a	2.2 ± b	2.0 ± bc
	H-377	2.5 ± 0.3a	2.7 ± 0.4ab	2.0 ± 0.4ab	3.0 ± 0.4a	3.0 ± 0.4a	3.0 ± 0.2a	2.7 ± a	3.2 ± a	3.5 ± a	3.2 ± a
Tejate	Bolita	1.0 ± 0a	1.0 ± 0b	1.0 ± 0b	1.0 ± 0b	1.2 ± 0.2a	1.7 ± 0.2b	1.0 ± 0b	-	1.0 ± 0b	1.0 ± 0b
	Zapalote	2.2 ± 0.2a	2.5 ± 0.3a	2.7 ± 0.2a	2.5 ± 0.3a	2.0 ± 0.4a	2.0 ± 0b	2.5 ± 0.3a	-	1.7 ± 0.5ab	1.0 ± 0b
	Sinaloa	1.5 ± 0.3a	1.5 ± 0.3ab	2.0 ± 0a	1.0 ± 0b	1.2 ± 0.2a	1.0 ± 0c	1.0 ± 0b	-	1.0 ± 0b	1.0 ± 0b
	H-377	2.2 ± 0.5a	1.7 ± 0.5ab	2.5 ± 0.2a	2.5 ± 0.3a	1.7 ± 0.5a	2.7 ± 0.2a	2.0 ± 0.6ab	-	2.7 ± 0.25a	2.0 ± 0.4a
Totopo	Bolita	3.2 ± 0.5a	3.5 ± 0.5a	3.0 ± 0a	2.0 ± 0a	3.0 ± 0a	3.5 ± 0.3 ^a	3.5 ± 0.2a	3.5 ± 0.3a	2.2 ± 0.2a	3.5 ± 0.3a
	Zapalote	1.5 ± 0.6b	1.0 ± 0b	1.0 ± 0c	1.0 ± 0b	1.0 ± 0c	1.2 ± 0.2c	1.0 ± 0c	1.0 ± 0c	1.0 ± 0b	1.0 ± 0c
	Sinaloa	1.7 ± 0.5b	2.2 ± 0.2ab	2.0 ± 0b	2.0 ± 0a	1.0 ± 0c	2.2 ± 0.2b	2.0 ± 0.2b	2.0 ± 0b	1.7 ± 0.2ab	2.0 ± 0b
	H-565	1.7 ± 0.5b	2.2 ± 0.5ab	3.0 ± 0a	2.0 ± 0a	2.0 ± 0b	2.0 ± 0bc	2.2 ± 0.3b	2.5 ± 0.3b	2.0 ± 0.4ab	2.5 ± 0.3b

Tukey ($\alpha=0.05$).

En tortilla, tlayuda y totopo es nixtamal (maíz con agua y cal), en Nicuatole es tlaciahuatl (maíz con agua) y en tejate es cuanextle (maíz con agua y ceniza).

Calificaciones: 1:muy bueno, 2:bueno,3:deficiente, 4:muy deficiente

Cuadro 3. Percepción del rendimiento de los maíces en masa y producto final.

Producto	Maíz	Rendimiento	
		Masa	Producto
Tortilla	Cónico	2.0 ± 0a	1.0 ± 0c
	Zapalote	2.0 ± 0b	3.0 ± 0a
	Sinaloa	1.0 ± 0a	2.0 ± 0b
	H-377	2.0 ± 0a	1.0 ± 0c
Nicutole	Bolita	1.5 ± 0.3cb	1.0 ± 0b
	Zapalote	2.5 ± 0.3a	2.2 ± 0.2a
	Sinaloa	1.0 ± 0c	1.7 ± 0.2ab
	H-377	2.0 ± 0ab	1.7 ± 0.2ab
Tlayuda	Bolita	1.0 ± 0c	1.0 ± 0b
	Zapalote	3.2 ± 0.2a	3.0 ± 0a
	Sinaloa	1.7 ± 0b	2.0 ± 0.4ab
	H-377	2.5 ± 0.3ab	2.7 ± 0.5a
Tejate	Bolita	1.5 ± 0.3a	-
	Zapalote	2.0 ± 0a	-
	Sinaloa	1.5 ± 0.3a	-
	H-377	1.5 ± 0.3a	-
Totopo	Bolita	2.5 ± 0.3a	2.5 ± 0.3a
	Zapalote	2.0 ± 0.2b	2.0 ± 0a
	Sinaloa	2.0 ± 0.3ab	2.0 ± 0a
	H-565	1.0 ± 0.3ab	1.0 ± 0b

Tukey ($\alpha=0.05$). 1: alto, 2: bueno, 3: regular, 4: malo

Pruebas discriminativas

Los resultados indican que solo en tortilla los participantes fueron capaces de distinguir la muestra diferente, en los otros productos no fue el caso (cerca del 40% acertaron, Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados de la prueba discriminativa de los cinco productos entre género.

Producto	Diferenciaron		Significancia
	N	%	
Tortilla	49	62.8	0.072
Nicutole	38	48.7	0.208
Tlayuda	40	51.3	0.071
Totopo	40	51.3	0.498
Tejate	37	47.4	0.126
Totopo ECOSUR	34	43.6	0.398

Probabilidad ($\alpha=0.05$)

En general, las mujeres ponen mayor atención en distinguir calidades de los alimentos, lo que aparentemente se ve en tortilla, sin embargo, las diferencias no fueron significativas (Figura 5).

Pruebas de aceptabilidad

En las pruebas de aceptabilidad los participantes indicaron que les fue difícil encontrar distinguir las diferencias para calificar. Sin embargo, si se encontraron algunas diferencias significativas, principalmente entre maíces híbridos y nativos no-locales en tortilla el maíz nativo local muestra diferencias significativas en color, sabor y aroma con el maíz híbrido, mientras que en tlayuda no hay ninguna significancia, en tejate el maíz nativo local muestra preferencias en sabor con Zapalote Chico. En totopo hay diferencias de Zapalote Chico con Bolita en color y aroma. En nicuatole se observa que en Bolita y Zapalote Chico la comparación es negativa. No se encontró preferencia hacia alguna de las variantes de maíz en los cinco productos estudiados, el maíz Sinaloa obtuvo calificaciones similares a los nativos (Cuadro 5 y Anexo 8).

En relación con las calificaciones por tipo de maíz, solo para tortilla se sustenta la preferencia del maíz nativo (Cónico) y la menor calificación para el híbrido, para los otros productos las preferencias son compartidas entre las variantes. En nicuatole el maíz nativo no-local (Zapalote Chico) se prefiere sobre Bolita, lo opuesto a la percepción de las cocineras durante la elaboración del producto, quienes calificaron a Zapalote Chico como el menos adecuado; en tlayuda las mejores calificaciones son compartidas por la variante nativa no-local (Zapalote Chico) y la comercial (Sinaloa); en tejate, el maíz nativo (Bolita) y el comercial (Sinaloa) tuvieron una apreciación similar como favoritos; en totopo los consumidores locales prefirieron el maíz nativo no-local (Bolita) (Cuadro 6).

Cuadro 5. Resumen de diferencias entre medias en las comparaciones múltiples del maíz nativo local con los otros maíces incluidos en los productos analizados.

Producto	Maíz nativo local	Maíz comparado	Color	Sabor	Aroma	Textura
Tortilla	Cónico	Zapalote Chico	0.33	0.37	0.20	0.51
		Sinaloa	0.47	0.59	0.75 *	0.87 *
		Híbrido 377	1.01 *	0.75 *	0.87 *	0.99 *
Tlayuda	Bolita	Zapalote Chico	0.08	-0.23	-0.36	-0.16
		Sinaloa	-0.03	-0.05	-0.5	0.21
		Híbrido 337	0.55	0.04	0.14	0.03
Totopo	Zapalote Chico	Bolita	-1.23*	-0.74	-0.89*	-0.81
		Sinaloa	-0.68	-0.24	-0.45	-0.14
		Híbrido 565	-0.41	-0.66	-0.59	-0.74
Nicutole	Bolita	Zapalote Chico	-0.03	-0.1	-0.17	-0.17
		Sinaloa	0.25	0.51	0.71	0.19
		Híbrido 377	0.33	0.83	0.4	0.33
Tejate	Bolita	Zapalote Chico	0.99*	0.05	0.49	0.21
		Sinaloa	0.48	0.11	0.21	-0.19
		Híbrido 337	0.98*	0.3	0.64	-0.02
Totopo ECOSUR	Zapalote Chico	Bolita	0.59	0.03	0.98	0.14
		Sinaloa	0.02	0.99	0.84	0.99
		Híbrido 565	0.00	0.97	0.60	0.60

* Diferencia significativa al 0.05 o menos.

Las evaluaciones sensoriales de totopo presentaron diferencias, en la evaluación que se hizo en San Blas Atempa, comunidad oaxaqueña en donde participaron consumidores locales el 57% prefieren al maíz nativo local (Zapalote Chico) y en la evaluación que se desarrolló en ECOSUR-Chiapas con la participación de consumidores foráneos, prefirieron al maíz híbrido (61% de los panelistas).

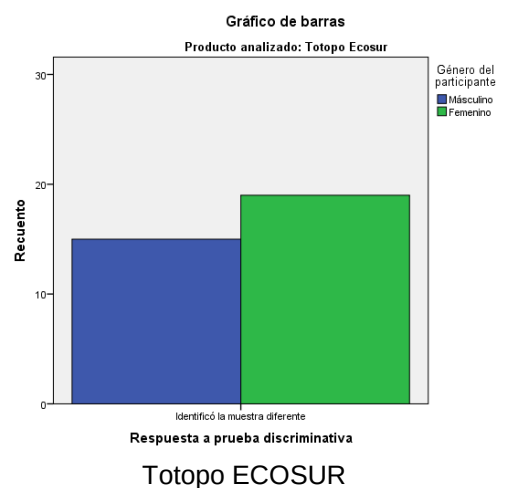
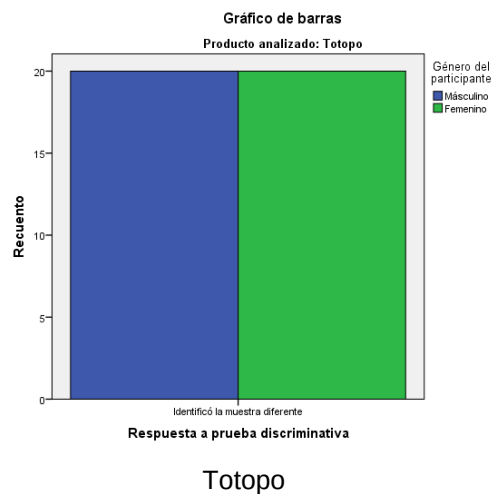
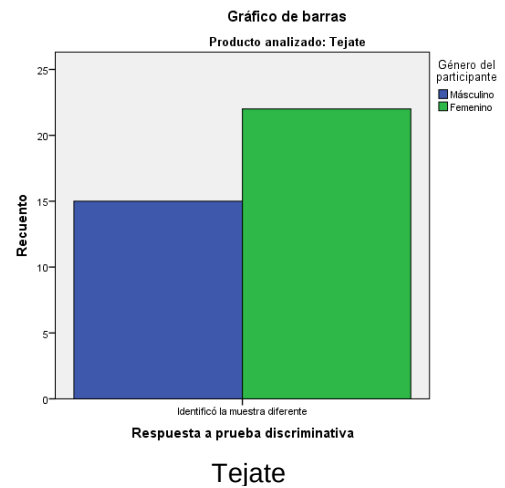
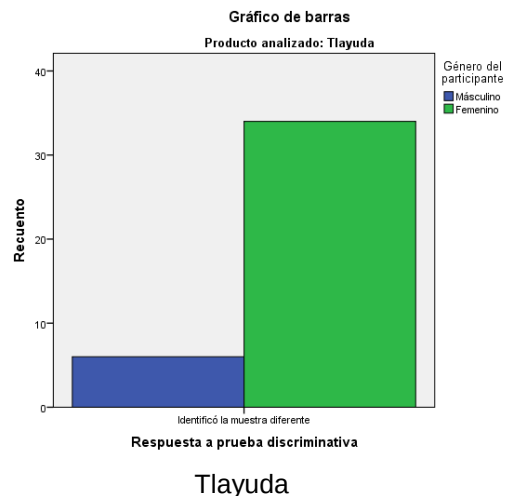
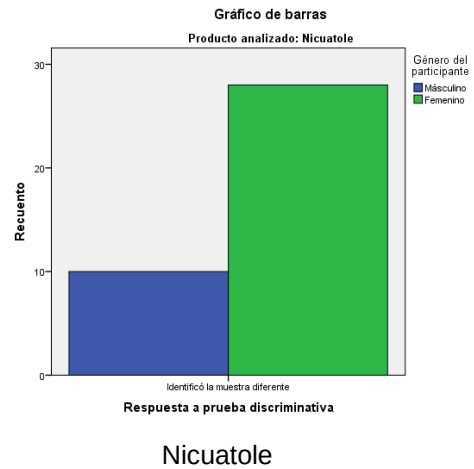
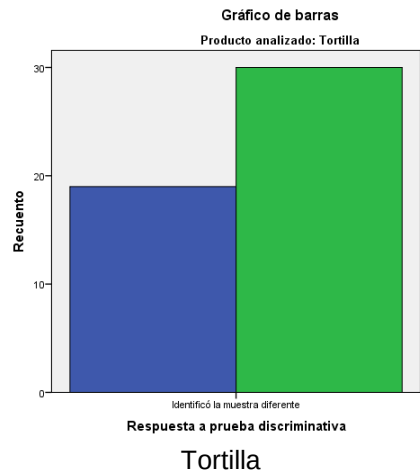


Figura 5. Gráficas que muestran la capacidad discriminativa de los participantes entre hombres y mujeres en cada producto. El valor 0=no discrimina y 1=discrimina, las barras azules representan a los hombres y las barras verdes a las mujeres.

Cuadro 6. Calificación individual de las variantes de maíz por indicadores de calidad en cada producto analizado.

Producto	Maíz	Color	Sabor	Aroma	Suavidad
Tortilla	Conico	6.65±0.20a	7.06±0.18a	6.53±0.18a	6.96±0.17a
	Zapalote	6.32±0.18a	6.7±0.21ab	6.33±0.17a	6.46±0.20ab
	Sinaloa	6.18±0.18a	6.47±0.20ab	5.78±0.20b	6.09±0.20b
	Hibrido 377	5.63±0.21b	6.3±0.21b	5.66±0.19b	5.97±0.20b
Niquatole	Bolita	6.3±0.10a	6.35±0.20ab	6.4±0.20ab	6.51±0.23a
	Zapalote	6.33±0.19a	6.45±0.18a	6.58±0.21a	6.69±0.22a
	Sinaloa	6.05±0.21a	5.84±0.19bc	5.69±0.21b	6.33±0.22a
	Hibrido 377	5.98±0.21a	5.53±0.19c	6±0.22ab	6.19±0.23a
Tlayuda	Bolita	6.28±0.21a	6.01±0.21a	5.71±0.23a	5.83±0.23a
	Zapalote	6.2±0.22a	6.24±0.23a	6.08±0.21a	5.99±0.23a
	Sinaloa	6.3±0.21a	6.06±0.21a	6.21±0.21a	5.61±0.24a
	Hibrido 377	5.73±0.24a	5.98±0.23a	5.58±0.24a	5.8±0.24a
Totopo	Zapalote	5.48±0.24b	5.78±0.26a	5.35±0.23b	5.93±0.27b
	Bolita	6.46±0.24a	6.51±0.24a	6.24±0.23a	6.74±0.23a
	Sinaloa	5.99±0.25ab	6.01±0.25a	5.8±0.23ab	6.06±0.27ab
	Hibrido 565	5.49±0.26b	6.44±0.23a	5.94±0.23ab	6.66±0.23a
Tejate	Bolita	6.3±0.20a	5.78±0.24a	5.88±0.21a	5.31±0.25a
	Zapalote	5.08±0.24b	5.73±0.25a	5.39±0.25a	5.1±0.27a
	Sinaloa	5.75±0.23ab	5.66±0.27a	5.66±0.24a	5.5±0.25a
	Hibrido 377	5.49±0.27b	5.48±0.24a	5.24±0.25a	5.34±0.25a
Totopo ECOSUR	Zapalote	6.4±0.15b	6.69±0.15a	5.95±0.17a	6.76±0.19a
	Bolita	6.1±0.18c	5.96±0.20b	5.85±0.17a	6.15±0.23b
	Sinaloa	6.81±0.18ab	6.61±0.18a	6.15±0.17a	6.68±0.19ab
	Hibrido 565	7.25±0.16a	6.8±0.19a	6.25±0.18a	7.11±0.17a

Medias seguidas por la misma letra dentro del mismo producto no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Nota: Los datos son resultados de la calificación con base en la escala hedónica de 9 puntos, la cual tiene los siguientes valores: 1= me disgusta extremadamente, 2= me disgusta mucho, 3= me disgusta moderadamente, 4= me disgusta poco, 5=ni me gusta, ni me disgusta, 6= me gusta poco, 7= me gusta moderadamente, 8= me gusta mucho y 9= me gusta extremadamente.

Discusión

Los resultados de la evaluación de los maíces durante el proceso de elaboración de los productos, es acorde con lo referido en las entrevistas y encuestas en relación a las preferencias del maíz, ellas opinan que se desarrollan mejor los maíces nativos locales que otros. Las mujeres sin saber cuál era el maíz nativo de la localidad lo identificaron por el color, tamaño y forma del grano, observaciones que confirmaron al cocinarlo y comparar con los otros. Algunas señalaron que no pudieron encontrar el punto de cocción de nixtamal para los maíces que no conocían, situación que posiblemente afectó la calidad del producto final. Estos resultados sugieren que el conocimiento de los atributos del maíz para preparar alimentos es un criterio importante para demandar una variedad, y con ello mantener la diversidad de los maíces.

Por otra parte, la exploración de nuevos maíces en la elaboración de productos, implica comparaciones y revisión de lo que les gusta y conviene. En este trabajo las mujeres reconocieron que en tortilla el rendimiento en masa es mejor con el maíz Sinaloa que con el nativo local, lo que favorece un mayor rendimiento en producto final, asimismo, señalaron que en totopo el híbrido da mayor producción. Este último caso ya se había señalado por León-Tarin (1994) en dónde indicó que los maíces híbridos son mejores que el maíz nativo local (Zapalote Chico) en varios aspectos de calidad y rendimiento del totopo, hecho que puede afectar el desplazamiento del maíz local.

En las pruebas de discriminación para tortilla hubo un mayor acercamiento a la discriminación de maíces, lo que puede deberse al consumo cotidiano que permite mayor

contacto y percepción de indicadores de calidad en esta. La capacidad de discriminación para tortilla se puede consolidar aumentando el tamaño de muestra.

Durante las pruebas de discriminación en campo, se veía a las mujeres con particular interés en contestar correcta y puntualmente sus gustos y percepciones, a diferencia de los hombres, quienes tenían dificultades para percibir sabores. Sin embargo, las diferencias significativas no apoyan la observación. Los participantes comentaron que era difícil, pues no había muchas diferencias y fue en nicuatole y tejate, en donde se percibió mayor confusión, posiblemente por el contenido de un mayor número de ingredientes que dificultan la apreciación del maíz.

La mayor aceptabilidad no es hacia los maíces nativos locales como se esperaba. La preferencia de los híbridos se puede deber a que son maíces que también se consumen comúnmente, por lo que el sabor les resulta conocido por la frecuencia de contacto, además de que el uso frecuente ha permitido conocer su desarrollo durante el proceso de elaboración y las mujeres han encontrado su punto en la preparación.

Los gustos a pesar de ser aceptados de forma grupal dentro de un contexto sociocultural como lo señala Bertrán (2010), en la percepción individual son tan diversos como las personalidades. Cuando no hay información que se asocie con las preferencias, las coincidencias en los gustos son menores.

Los resultados de las pruebas sensoriales sugieren que el argumento de la preferencia de un maíz específico para un alimento especial puede tener más contenido afectivo que resultar de discriminación sensorial, en las pruebas que se hicieron no se reflejó en el gusto el aprecio por los maíces nativos que los informantes mencionan sistemáticamente.

Conclusiones

Las mujeres identifican el maíz nativo local y lo prefieren sobre otros al experimentar su desarrollo en la elaboración de productos especiales.

Las pruebas sensoriales discriminativas indican que las mujeres se interesan más en identificar caracteres en los alimentos y diferencian mejor.

Las pruebas de aceptabilidad muestran que no hay una clara tendencia a la preferencia de una variante, los maíces nativos y el maíz Sinaloa tienen calificaciones similares.

Es posible que la preferencia por maíces nativos sea afecto por lo propio, más que cualidades sensoriales objetivas. Sin embargo, esta preferencia colectiva se manifiesta en la necesidad de siembra y consumo de variantes particulares de maíces apropiados como ingredientes esenciales, lo que contribuye a su conservación.

Capítulo VI Análisis fisicoquímico de maíces para usos especiales

Introducción

Los gustos alimentarios tienen una “profunda historicidad” formada a través de siglos (Oseguera, 2006). Podemos esperar que esta historicidad se manifieste en la preferencia por ciertos maíces. Hernández-Xolocotzi (1985) señaló que la selección de tipos cada vez más favorables para cierta forma de uso, cierto sabor y cierta facilidad de uso, contribuyó a la domesticación y formación de razas. Gran parte de la diversidad genética del maíz (*Zea mays* L.) se concentra en América, principalmente en México, donde se consume en forma de tortillas, pinoles, atoles, tostadas, botanas, tamales y elotes, entre otros alimentos (Figueroa *et al.*, 2005). La elaboración de cada uno de esos productos requiere de granos con características de color, tamaño y dureza específicas, atributos del grano importantes para los campesinos no han sido estudiados (Cuevas *et al.*, 1985; Narváez-González *et al.*, 2007). No conocemos detalles de qué importancia tiene la dureza de grano, su relación peso/volumen o el color del grano para los hogares que hacen sus propias tortillas, tampoco se ha explorado la vida de anaquel de maíces nativos o contenido nutricional por color del grano (Cuevas *et al.*, 1985). La investigación sobre características y usos de los maíces ha tenido un enfoque industrial y no en productos tradicionales que se elaboran con este. Soleri y Cleveland (2007) indican que el análisis fisicoquímico de estos alimentos expresa el aporte nutricional y posiblemente permita encontrar características que hace preferible algunos tipos de maíz para platillos o usos específicos.

El análisis fisicoquímico del maíz comprende la descripción de las características físicas del grano (largo, ancho, grosor, índice de flotación, peso de grano y dureza), la composición química (porcentaje de contenido de pericarpio, germen, endospermo, tipos de almidones), la bromatología (contenido de proteína, lípidos, fibras y carbohidratos) y las propiedades térmicas y viscoelásticas del almidón que determinan la calidad (Wolf *et al.*, 1952). Las características de los granos de maíz varían entre razas y entre variedades de una misma raza, el conocimiento de estas características puede proveer de información de la funcionalidad, requerimientos energéticos y uso final de este cereal (Narváez-González *et al.*, 2007).

En maíz hay importantes análisis fisicoquímicos sobre nixtamalización y la calidad de la tortilla, Figueroa *et al.* (1994; 2001, entre otros) se enfocan a la optimización del proceso de nixtamalización industrial con importantes contribuciones en la modernización del proceso con cuatro patentes extranjeras y 12 nacionales desarrolladas en cocimiento de tortilla, producción de masa fresca, producción de harinas y métodos ecológicos que incrementan rendimientos. Bressani (1990) analizó el valor nutritivo de tortilla de maíz común y maíz QPM y encontró que este último da un producto igualmente satisfactorio que tiene un valor nutricional significativamente mayor.

De los productos tradicionales que se analizaron en el capítulo anterior, en totopo y tejate se hicieron análisis fisicoquímicos, León-Tarin (1994) hizo una caracterización física, nutricional y sensorial de totopo, y en el tejate se analizó el contenido nutricional, química, composición y globalización ante el mercado (Soleri y Clevelan, 2007b; Soleri *et al.*, 2008; Sotelo *et al.*, 2012).

Complementario al estudio de las preferencias de consumo en productos especiales, los análisis fisicoquímicos de los maíces utilizados en la elaboración de tejate y totopo, deja ver la posibilidad de sustituir variedades y qué tanto, productos especiales pueden ser un sostén para la conservación de algunas razas.

Materiales y método

El trabajo de laboratorio se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), Unidad Querétaro, en el Laboratorio B13 de Propiedades Fisicoquímicas.

En Oaxaca hay diversos productos especiales del maíz, sin embargo, se eligieron dos productos, tejate y totopo, por la innovación del tema y lo significativo que resultan para el estado, por el importante mercado que tienen en su región y en sureste de E. U. (González-Amaro *et al.*, 2015).

Selección de muestras de maíz para análisis

Para cada producto se seleccionaron muestras de maíz nativo local de las comunidades en que se estudió el producto, material que los informantes señalaron como apropiados para la elaboración de estos. Además, se incluyeron muestras de otro maíz nativo externo a la comunidad, maíz comercial que se compró en la tienda de la comunidad, y otros maíces que no son del estado, tienen características contrastantes y sirven como blanco en los análisis (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de muestras de maíz utilizados para productos especiales en análisis de laboratorio.

Muestra	Lugar de colecta	Nombre común	Raza	Productor / tienda	Producto
2	Valles Centrales-Huayapam	Criollo blanco	Bolita	Variedad local	Tejate
4	Valles Centrales-Huayapam	Criollo amarillo	Bolita	Variedad local	Tejate
5	Valles Centrales-Huayapam	Anchito – Sinaloa	Chalqueño	Tienda local	Tejate
6	Querétaro	Pozolero	Cacahuacintle	Mercado local	Tejate
11	Istmo - San Blas Atempa	Criollo blanco	Zapalote Chico	Variedad local	Totopo
12	Istmo - San Blas Atempa	Mediano-Veracruz	Tuxpeño	Tienda local	Totopo
13	Istmo -San Blas Atempa	Grande- Sinaloa	Chalqueño	Tienda local	Totopo
20	Istmo -San Blas Atempa	Criollo blanco	Zapalote Chico	Variedad local	Totopo
14	Guanajuato-Celaya	Híbrido 54G60	Pioneer 30G54-60		Totopo

Se examinó cada variante de maíz en grano, en masa y en el producto final para observar las propiedades y el desarrollo del maíz en las diferentes fases del proceso de elaboración. Debido a que se trata de alimentos distintos se aplicaron algunos análisis apropiados a cada producto, en tejate se determinó el contenido mineral en la bebida, para conocer la influencia de la nixtamalización con ceniza implicada en su proceso de elaboración y en totopo se analizó la textura del producto final con módulos de elasticidad, para conocer la crujencia.

Se midieron las propiedades fisicoquímicas del grano en todas las muestras, con los siguientes parámetros:

Dimensiones del grano

Con apoyo de un vernier electrónico (Absolute Calibrator Digimatic. MOD CD-6” C. Mitutoyo Corp) se tomaron medidas del largo, ancho y grosor en milímetros de 5 granos por muestra con dos repeticiones.

Los datos permiten conocer intervalos de los caracteres del grano para determinar las dimensiones. El tamaño del grano es un aspecto de calidad industrial del maíz, pues a mayor tamaño, mayor provisión de metabolitos, la biomasa acumulada dentro del grano, determina el peso final que puede alcanzar (Figueroa *et al.*, 2003a; Aragón-Cuevas *et al.*, 2012).

Peso hectolítrico

Es el peso de un volumen de 100 litros de *maíz*, *la medición de una densidad*. Utilizando una Tolva volumétrica de llenado de precisión (MOD 151, Ohaus) se llenó un recipiente (Liter CUP 26M), para después obtener el peso a través de la báscula de escalas de clasificación de grano. La medición se hizo para cada muestra con tres repeticiones. Los datos se registraron en Kg/hl (hectolitro=100 l).

Este es un parámetro de la calidad del maíz, ya que a mayor peso hectolítrico se indica que el grano es sano y estuvo bien almacenado, valores bajos indica que el grano tiene alto contenido de humedad (De Dios, 1987). Concepto válido para granos de una misma variedad de maíz, no entre variedades, pues los datos difieren.

Humedad del grano

En el Medidor de Contenido de Humedad de granos (Seedburo, MOD 1200A) calibrado a 250 g para maíz, se determinó la humedad del grano, con cinco repeticiones.

El equipo mide los cambios en las propiedades eléctricas del grano debidos a la humedad y, por medio de las calibraciones almacenadas, los convierte automáticamente en un porcentaje de humedad del grano.

Esta medida nos indica la calidad de almacenamiento del grano, menor contenido de humedad representa mejor calidad (AACC, 1999).

Peso de mil granos

Se contaron 100 granos de cada muestra con tres repeticiones y se pesaron en una balanza semianalítica con precisión de 0.001g (Ohaus), el dato se multiplicó por 10 para representar mil granos.

Es un indicador de rendimiento de harina. Valores altos indican mayor contenido de endospermo (granos grandes) (Figuerola *et al.*, 2003a; Mauricio *et al.*, 2004; Aragón-Cuevas *et al.*, 2012). El contenido de endospermo también se relaciona con el rendimiento en masa, pues a mayor contenido de endospermo, aumenta la capacidad de retención de agua, y hace un buen rendimiento en masa (Rodríguez-Sandoval, 2005). Carácter de importancia en los productos hechos a base de masa como totopo y tejate.

Índice de flotación

Se sumergieron 100 granos de la muestra en 200 ml de una solución de nitrato de sodio (NaNO_3) de una densidad ajustada a $1.2500 \text{ g mL}^{-1} \pm 0.0005$. Después de transcurrido un minuto, se hizo el conteo de los granos flotantes, el valor equivale al índice de flotación. (NMX-FF-034/2-SCFI-2003). Se obtuvieron los datos de todas las muestras.

Esta es una medida indirecta de la dureza, los valores altos indican maíces suaves (mayor contenido de endospermo harinoso que córneo) y valores bajos corresponden a maíces duros (mayor contenido de endospermo córneo que harinoso). La dureza

determina el uso del maíz, pues su resistencia a la acción mecánica determina el tipo de molienda y tamaño de partícula resultante (Cirilo, *et al.*, 2004; Salinas y Aguilar, 2010).

Color del grano

El color de cada muestra se obtuvo por medio del colorímetro (Colorímetro Hunterlab - MiniScan ® XE Plus) con tres repeticiones de cada muestra. El colorímetro muestra valores de L, a y b, en donde L registra la luminosidad de la muestra con valores de 0 para muestra opaca y 100 para muestra transparente, a mide los colores rojo y verde (+a=rojo, -a=verde) y b los colores amarillo y azul (+b=amarillo, -b=azul). (Hunter Lab, 1996).

El color del grano es determinante en la apariencia de los alimentos (Acevedo 2004). Los pigmentos están contenidos en el pericarpio, aleurona y endospermo. Los pigmentos de la aleurona y endospermo son los que se mantienen durante el proceso de alimentos (nixtamalización), estos resisten más la degradación de las antocianinas o carotenos porque se encuentran al interior del pericarpio (Salinas *et al.*, 2012).

Perfil amilográfico del almidón

Para el análisis de las muestras se molieron 30g de maíz en el molino (KRUPS GX 410011) y se pasó la harina a través de una maya USA 60 (250 micras). Se pesaron 4g y se agregaron 24ml de agua destilada. En el Rapid Visco Analyzer 3C (Newport Scientific PTY LTD, Sydney, Australia) se introdujo la muestra utilizando un programa de tiempos y temperaturas de: 50°C durante 1min al inicio, con elevaciones de 5.6°C min⁻¹ hasta

92°C durante 5 min y disminuir a 50°C a la misma velocidad, en un tiempo total de 22 min por muestra (Aragón-Cuevas *et al.*, 2012).

En la computadora se registran la viscosidad y temperatura obteniendo un viscoamilograma con una curva de viscosidad en donde se puede observar la temperatura inicial de gelatinización, viscosidad inicial, pico de viscosidad y viscosidad de retrogradación. Muestras de gelatinización pequeña (68 a 73°C) indica que son maíces de textura suave y de fácil cocimiento y picos altos de viscosidad (> 3000 cP) indican una mayor absorción de agua y, por lo tanto, rendimiento en masa y tortilla (Aragón-Cuevas *et al.*, 2012).

Elaboración de productos

Para la revisión del desarrollo de las variantes del maíz en las fases de elaboración del producto, se prepararon estos en laboratorio con base en el método tradicional.

Tejate

Se utilizó maíz (1000 g) ceniza blanca de encino (*Quercus sp.* 75 g), cacao (*Teobroma cacao* 40 g), semilla de mamey llamada pixtle o pistle (*Pouteria zapota* 15 g) y flor de rosita de cacao seca (*Quararibea funebris* 5 g). La cantidad de los ingredientes se ajustaron para la preparación de 1 kg de maíz de la siguiente receta:

El proceso comenzó con la preparación del cuanextle (del náhuatl qua-“comer” y nextle-“ceniza” significa comer ceniza, Simeón, 1996) que consiste en la cocción del maíz con ceniza que se extrae del fogón después de hacer tortillas. Se cernió la ceniza para

eliminar los restos de carbón y se mezcló con agua (3.5 L). Se agregó el maíz al agua con ceniza y se puso a hervir durante 45 min (a una temperatura aproximada de 90°C y pH de 14), hasta el punto de cocción, identificado por el desprendimiento del pericarpio del grano al refregar. Inmediatamente, se lavó el cuanextle con abundante agua hasta eliminar los restos de ceniza que pudieran darle mal sabor. Posteriormente se molió en el molino de piedra eléctrico (1HP) para obtener la masa.

Por otra parte, se preparó la masa de condimentos que consiste de cacao, pistle y rosita de cacao. Se tostaron por separado los ingredientes sobre un comal de barro, moviendo constantemente para obtener un tostado homogéneo. Se molieron todos los ingredientes en el metate, agregando agua, poco a poco hasta que quedó una masa consistente y de molido fino.

Se mezclaron la masa de maíz y la de condimentos, con otra molienda en el metate. Esta masa de tejate se batió en un recipiente de barro, agregando poco a poco agua con hielo (4 a 5 L) y dejando caer lentamente desde una altura aproximada de 50 cm, mientras se bate la masa. Esta práctica permitió obtener la espuma fina llamada localmente “la flor de tejate”, que es resultado de la grasa del cacao y la semilla de mamey. Finalmente, a la bebida fría (a 16°C) se le puede agregar dulce. El dulce se prepara disolviendo azúcar (250g) en agua (1 L). El tejate se sirve tradicionalmente en una jícara, y se agita en la jícara para remover el asiento al tomarla (Figura 1).

Totopo

Se nixtamalizó el maíz agregando 25 g de cal (Ca(OH)_2) y 1.5 L de agua por cada kg de maíz. Se coció a 90°C por 40 min, revisando que el pericarpio se pueda desprender fácilmente como indicador de cocción. Al nixtamal se le dio un primer reposo de 20 min,

posteriormente se escurrió el agua con cal y se agregaron 2 L de agua, se dejó en segundo reposo por 5 h. Posteriormente se dieron dos lavados al nixtamal, refregando el maíz para eliminar el pericarpio. Se molió el nixtamal en un molino de piedra eléctrico

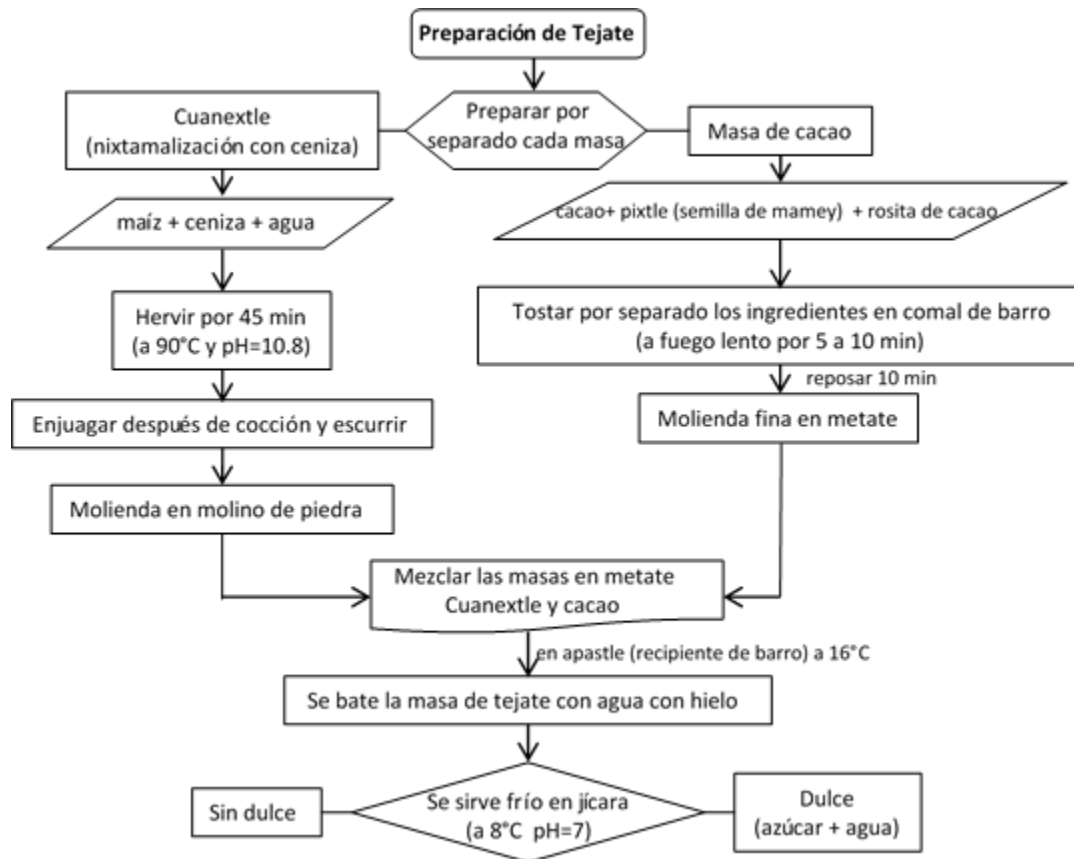


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso tradicional de elaboración del tejate (González-Amaro *et al.*, 2015).

(1HP) a punto intermedio. Con esta masa se hicieron las tortillas en una máquina manual de rodillos ajustable (Casa González, Monterrey, NL, México) con discos de 127 mm de

diámetro y 2.6 mm de espesor. Se colocaron las tortillas sobre la mesa y se perforó la superficie con un peine. Esto evita que se inflen durante su cocción, lo que haría los totopos frágiles (Figura 2). Las tortillas se cocieron en la máquina tortilladora por extrusión (CINVESTAV) que cuenta con emisores de infrarrojo (IR) para la cocción.

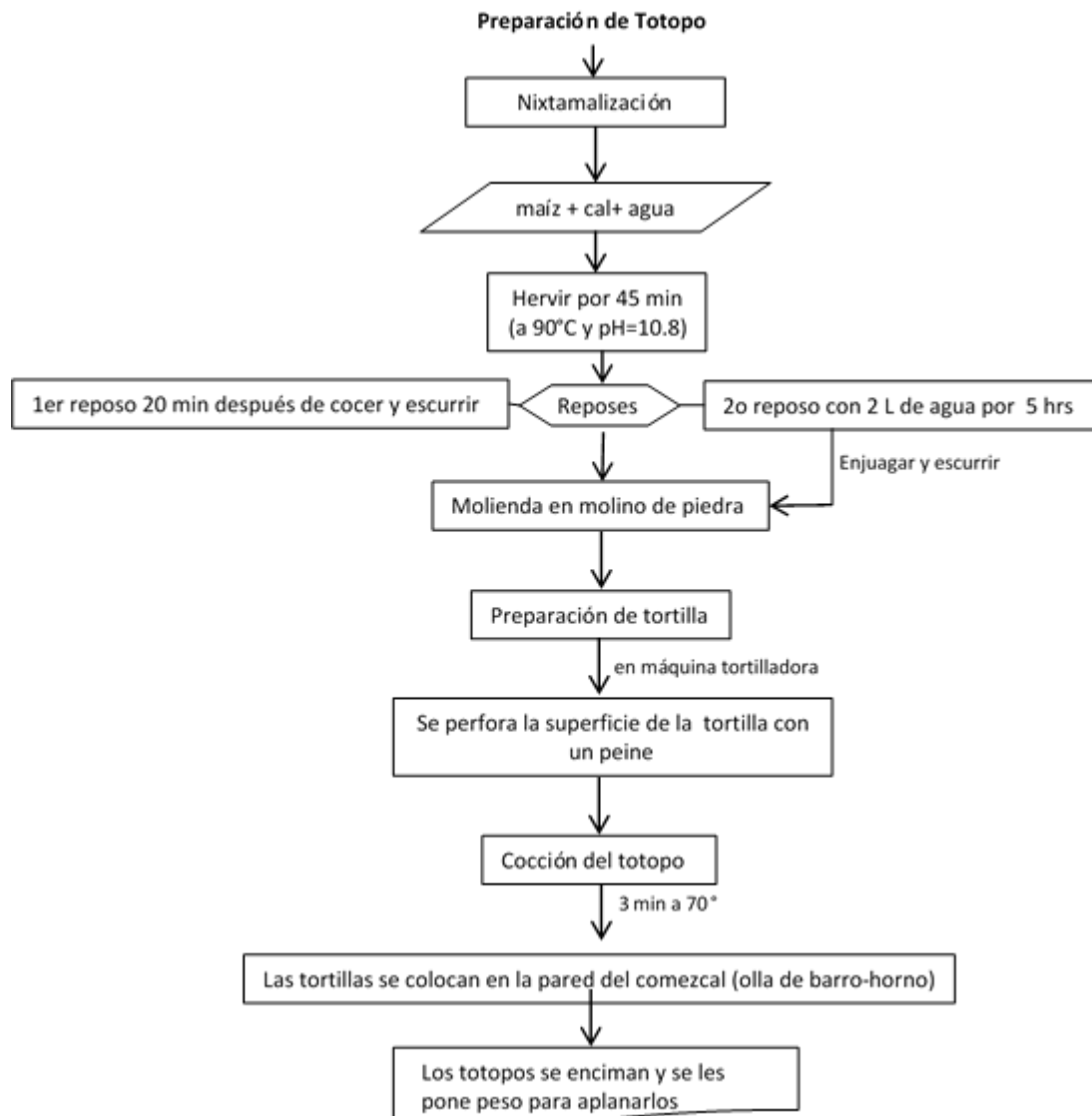


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso tradicional de elaboración del totopo.

Se colocaron las tortillas en una banda continua hecha de malla de acero inoxidable de calibre no. 18, proporcionando 18 cuadrados por pulgada como un medio de transporte de los productos al aparato u horno de IR (infrarrojo). Se reguló la longitud de onda a 2.5-4.0 micras para permitir el mejor acoplamiento de la frecuencia IR con la masa de absorción de IR. Los cuatro emisores de calor resistivos fueron dispuestos de manera opuesta, cada 61 cm de longitud, 0.95 cm de diámetro, y espaciados a intervalos de 2.5 cm (González-Hernández *et al.*, 1996; 1997).

El sistema de cocción entero fue encerrado en una caja aislada térmicamente. La potencia irradiada por los elementos emisores era de 20 Watts / cm²135. Esto es aproximadamente 70 y 700 Joules por gramo de totopo en la banda de longitud de onda con el máximo de emisión entre 2 a 4 micrómetros, con tiempos de cocción de 20 a 30 segundos dependiendo de la humedad de la muestra. La temperatura de la superficie correspondiente de cada elemento resistivo era de aproximadamente 1000 K. (627 °C). Los totopos se expusieron durante el secado a la banda de longitud de onda descrita anteriormente de la radiación IR, colocándolos en una cinta transportadora continua que pasa entre radiadores opuestos IR. El nivel de potencia de la energía de IR se estableció con el fin de permitir el secado de los dos lados del totopo. En estas condiciones, el totopo se deshidrató dentro de 20 a 30 segundos para alcanzar un contenido de humedad de aproximadamente 7-8 g / 100 g. Esta tecnología simuló el calor infrarrojo que se genera en el comecal (horno hecho con una olla de barro enterrada) al cocer los totopos en la comunidad (Figura 3).

Propiedades térmicas y viscoelásticas

Se determinó la composición bromatológica, las propiedades térmicas y viscoelásticas de los almidones del grano, masa y producto final. El uso de disolventes y condiciones de secado durante el aislamiento y la purificación de almidón provoca algunos cambios en patrones de difracción de rayos X (Shogren, Fanta, y Felker, 2006). Para evitar estos problemas, almidones de maíz, masa y productos finales se caracterizaron mediante



Figura 3. Comezcal, horno de barro a manera de olla sin fondo, en las paredes se cuecen los totopos.

difracción de rayos X, Rapid Visco-Analyzer (RVA) y diferencial Calorímetro de barrido (DSC) sin necesidad de extraer el almidón.

Estos análisis se hicieron en harina, por lo tanto, se puso a secar la masa de maíz y la del tejate en el horno de secado (Felisa) a 80°C durante 8 h. Se pulverizó en un molino de aspas comúnmente empleado para café (KRUPS GX 410011), posteriormente se pasó la harina a través de una malla USA 60 (250 micras). Para obtener la harina de la

masa para totopos, se utilizó el Secador Flash de harinas (CINVESTAV) para el secado de masas nixtamalizadas y fabricación de harinas instantáneas de maíz. La harina de totopo se obtuvo al pulverizar los totopos en el molino y después se tamizó en la malla USA 60.

Difractómetro de rayos X

Todas las muestras con contenido de humedad de 7 g / 100 g se colocaron en una superficie de vidrio y escanearon de 5 al 50 en la escala 2 θ , utilizando un Difractómetro de rayos-X Rigaku DMAX-2100, que opera a 30 kV and 16 mA con una radiación α CuK de $\lambda = 1,5405$. Los espaciados interplanares (d) de los picos se calcularon utilizando la ecuación de Bragg $n\lambda = 2d \sin \Theta$ (Figueroa *et al.*, 2013a).

Analizador Rápido de Viscosidad (RVA)

En el *Rapid Visco-Analyzer* (Newport Scientific PTY LTD) se determinaron las propiedades viscoelásticas del almidón. Se pesaron 4 g de harina y se agregaron 24 ml de agua destilada. Se introdujo la muestra utilizando el programa de tiempos y temperaturas de: 50°C durante 1min al inicio, con elevaciones de 5.6°C min⁻¹ hasta 92°C durante 5 min y disminuir a 50°C a la misma velocidad, en un tiempo total de 22 min por muestra (Narváez-González *et al.*, 2006). Se registró la viscosidad y temperatura obteniendo un viscoamilograma con una curva de viscosidad en la que se observa la temperatura inicial de gelatinización, viscosidad inicial, pico de viscosidad y viscosidad de retrogradación (Narváez-González *et al.*, 2006 y Aragón-Cuevas *et al.*, 2012).

Calorímetro Diferencial de Barrido (DSC)

Se determinaron propiedades térmicas por medio de calorimetría, en el Calorímetro Diferencial de Barrido (DSC Mettler Toledo. MOD 821). Se pesaron 3 mg en un crisol de aluminio y se agregaron 7 μ l de agua destilada. La charola se selló con una prensa Mettler Toledo. Se introdujo la muestra utilizando un programa de tiempos y temperaturas de: 40°C, con elevaciones de 3°C min⁻¹ hasta 110°C durante 12 min y disminuir a 50°C (Aragón-Cuevas *et al.*, 2012). Se obtuvieron termogramas en los que se indica temperatura inicial (To), temperatura pico (Tp) y temperatura final de gelatinización (Tf) y la entalpía (H). (Narvaéz-González *et al.*, 2006).

Proximales

Los análisis proximales indican el contenido de humedad, proteína, grasa, fibra cruda, carbohidratos y cenizas. La humedad se analizó de acuerdo con la AACC Internacional (2001) método AACC 44-19,01; cenizas según el método AACC 08-03,01; grasa según el método AACC 30-25,01; proteína de acuerdo con el método AACC 46-13,01; y fibra cruda según el método AACC 32-10,01. Se calculó el contenido de hidratos de carbono en peso seco como sigue: 100 - (contenido de proteína + cenizas + grasa + fibra). La energía metabolizable utilizando los factores de conversión de Atwater para toda la harina de maíz molida: proteína de 11.4 kJ/g (2.73 kcal / g), grasa 35 kJ/g (8.37 kcal/g), hidratos de carbono 16.9 kJ / g (4.03 kcal / g) (FAO, 2003). Los factores de conversión para joules y calorías son: 1 kJ = 0.239 kcal; y 1 kcal = 4.184 kJ. También se midió el contenido de almidón con el método AACC almidón total 76-3 y método AACC almidón resistente 32-40,01.

Textura

Se examinó la textura de totopos con un analizador de textura TA-TX2 (Texture Technologies Corporation, Satable Micro System; Surrey, England), equipado con una sonda cónica de 30 grados. Se hicieron pastillas para controlar el grosor y el tamaño de partícula. Se calcularon los módulos de Young y tiempos de relajación para ver su variabilidad a una profundidad máxima de 2.0 mm a 5.0 mm s⁻¹ de velocidad (Mauricio *et al.*, 2004).

Color de productos

El color de cada muestra de tejate y totopo se obtuvo por medio del colorímetro (Colorímetro Hunterlab - MiniScan ® XE Plus) con cuatro repeticiones de cada muestra. El colorímetro muestra valores de L, a y b, en donde L registra la luminosidad de la muestra con valores de 0 para muestra opaca y 100 para muestra transparente, a mide los colores rojo y verde (+a=rojo, -a=verde) y b los colores amarillo y azul (+b=amarillo, -b=azul). (Hunter Lab, 1996; Aragón-Cuevas *et al.*, 2012).

Resultados

Tejate

Propiedades fisicoquímicas de los maíces usados en Tejate

Los análisis de laboratorio de los maíces utilizados en la elaboración de tejate, muestran que el maíz Bolita blanco tiene un núcleo relativamente blando según el índice de flotación (IF=30) en comparación con el Bolita amarillo y Chalqueño. El color más blanco (L=71.78) y el grano de maíz suave se obtuvo en Cacahuacintle (Cuadro 2).

Cuadro 2. Propiedades fisicoquímicas de muestras de maíz para tejate

Característica	Tipo de maíz			
	Bolita blanco	Bolita amarillo	Chalqueño	Cacahuacintle
Largo (mm)	11.78±0.81c	12.05±0.41c	12.95±0.96b	15.11±0.80a
Ancho (mm)	11.25±1.02b	11.21±0.53b	9.19±0.68c	13.48±0.71a
Grosor (mm)	4.49±0.57b	4.36±0.53b	4.54±0.64b	6.45±0.83a
Humedad (%)	10.5±0.12c	10.3±0.08c	12.7±0.18a	11.3±0.01b
PMG (g)	44.16±7.70a	44.01±18.99a	38.77±3.11b	39.14±7.76b
PH (kg/HL)	79.05±0.76b	80.75±0.65a	74.37±0.48c	65.00±0.30d
IF	30±6.02b	10±2.5 2c	19±1.00c	66±2.00a
Color L	62.12±1.44b	51.03±1.31c	63.63±0.31b	71.78±1.26a
Color Tejate L	33.83±0.34c	39.44±0.11a	33.31±0.01d	35.34±0.10b

* Las medias seguidas por la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes Tukey (P<0.05). PMG=Peso de mil granos; PH=Peso hectolítrico; IF= Índice de flotación; ±= Error estándar.

Componentes químicos del maíz y tejate

Los componentes químicos en tejate (Cuadro 3) tienen un nivel mayor comparado con las muestras de maíz solo debido a los otros ingredientes como el pixtle, cuanextle (masa con ceniza) y rosita de cacao. El tejate tiene aproximadamente 2 g/100 g de proteína más que el grano, 1 g/100 g más de cenizas y 7 g/100 g más de lípidos que las muestras de maíz.

Cuadro 3. Composición química proximal de muestras de maíz y tejate.

Maíz	Proteína (%)	Ceniza (%)	Lípidos (%)	Fibra cruda (%)	CHO (%)†	Energía kcal/100g	Energía kJ/100g
Maíz							
Bolita blanco	6.42±0.01c	1.30±0.15a	6.78±0.02a	0.49±0.01d	85.03±0.18bc	416.9±0.5a	1747.2±2.1a
Bolita amarillo	6.72±0.09b	1.70±0.43a	6.45±0.09a	1.19±0.07a	84.25±0.31c	411.8±2.3b	1725.9±9.5b
Chalqueño	6.91±0.00a	1.59±0.28a	4.82±0.35b	0.64±0.07c	86.05±0.56b	406.7±0.7c	1704.7±2.7c
Cacahuacintle	5.96±0.07d	1.25±0.21a	4.60±0.22b	0.87±0.02b	87.33±0.49a	406.7±0.1b	1701.5±0.5c
Tejate (sin azúcar)							
Bolita blanco	7.25±0.63c	2.30±0.01a	11.47±0.23b	0.79±0.14c	78.20±0.28b	430.0±b	1805.6±3.9b
Bolita amarillo	8.86±0.03a	1.70±0.43b	12.11±0.07a	1.04±0.08b	76.30±0.30d	433.0±0.9a	1814.2±7.3a
Chalqueño	8.11±0.22b	2.14±0.06ab	11.60±0.02b	0.99±0.14b	77.18±0.29c	430.2±2.3b	1802.5±1.7b
Cacahuacintle	8.34±0.15a	2.59±0.15a	11.99±0.23a	1.24±0.05a	76.30±0.02d	428.8±0.7b	1796.6±6.6b
Tejayapam	8.87±0.22a	0.60±0.14c	8.52±0.04c	1.24±0.07a	80.78±0.18a	421.0±0.1c	1764.3±0.6c

* Las medias seguidas por la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes a P<0.05.

†Datos reportados en base seca. CHO=Carbohidratos.

La mayor parte del contenido calórico del tejate proviene del maíz, dado que la formulación de tejate sólo tiene 6 g de cacao por 100 g de tejate esto da aproximadamente 20 kcal/100 g más, principalmente de lípidos la mayoría provenientes del caco (Cuadro 3).

Contenido de minerales en tejate

Tejate es una fuente importante de Ca, Mg, Fe, Zn y P al compararse con los valores recomendados de ingesta diaria (FAO/WHO, 1998) (Cuadro 4). Las muestras de tejate preparadas con Cacahuacintle y el maíz criollo Bolita blanco mostraron niveles mayores de minerales en comparación con Chalqueño y la variedad local Bolita amarillo que presenta endospermo duro de acuerdo con el índice de flotación (Cuadro 2). El Bolita amarillo y Chalqueño también se utilizan cuando el maíz Bolita blanco no está disponible. Bolita amarillo mostró composición mineral más baja en comparación con las otras muestras (Cuadro 4).

Cuadro 4. Composición mineral de tejate en muestras de maíz y cenizas* utilizadas para este producto.

Muestras	Calcio mg/100g	Hierro mg/100g	Zinc mg/100g	Potasio mg/100g	Magnesio mg/100g	Fósforo mg/100g
Bolita blanco	54.67±1.55a	5.33±0.06b	1.50±0.00b	66.60±0.85b	112.60±0.80b	177.23±2.91b
Bolita amarillo	34.67±1.14c	0.40±0.00c	1.33±0.06d	28.57±0.15d	78.53±0.40c	122.07±5.52c
Chalqueño	46.90±1.35b	5.26±0.06b	1.40±0.00c	62.70±0.00c	112.33±0.78b	179.43±1.65b
Cacahuacintle	52.40±1.08a	6.63±0.06a	1.80±0.00a	75.13±0.40a	122.23±2.00a	205.90±11.66a
Tejayapam	122.33±0.72	2.87±0.06	2.22±0.00	66.20±1.11	127.59±0.63	188.35±12.33
Cenizas	21,929.03±520.79	544.52±8.54	56.232±0.76	907.70±17.87	2379.88±16.69	1101.68±22.87
Cal Ca(OH) ₂	40,250	60.8	1.1	-	-	-
Cal alimenticia	52,200	9.0	1.1	-	-	-
Maíz ^a	7.7	2.9	1.4	-	-	-
Tortilla ^a	114	1.2	1.8	-	-	-
Maíz ^b	16.86	3.32	3.65	269.87	91.93	-
Tortilla ^b	177	1.4	1.4	192	65	-
Tejate ^b	26	4.56	1.9	186	66	-
Cuanextle ^b	72.99	8.83	9.58	423.78	212.95	-

* Las medias seguidas por la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes a P>0.05

^aFiguerola *et al.* (2008). ^bSotelo *et al.* (2012).

Propiedades térmicas en maíz, cuanextle y tejate

Las propiedades térmicas de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) de almidón en cuanextle y tejate mostraron mayor temperatura de gelatinización inicial, pico y final y un rango más estrecho de gelatinización de almidón en el maíz (Cuadro 5). Estas condiciones son típicas del recocido de almidones (Figuroa *et al.*, 2013a; 2013b; Jacobs y Delcour, 1998; Qi *et al.*, 2004). Las propiedades térmicas de DSC de Bolita blanco muestran efectos de recocido, indicados por el aumento de T_o , T_p y T_f en cuanextle (masa con ceniza) y tejate (por los ingredientes) en comparación con maíz natural sin ningún tratamiento (Cuadro 5). El aumento de la temperatura de gelatinización fue de aproximadamente 10°C de maíz a cuanextle en Bolita blanco y una disminución de 5°C en tejate hecho del mismo maíz (Cuadro 5). Algunos autores han indicado que resultados de recocido en una estructura más perfectamente ordenada aumentaron la estabilidad del gránulo, la resistencia al ataque enzimático y la resistencia a temperaturas de procesamiento (Figuroa *et al.*, 2013a). A pesar de que todas las razas locales de maíz mostraron recocido, Bolita blanco y Cacahuacintle mostraron los efectos más notables debido a los núcleos más suaves como se indica por IF. La viscosidad del almidón en suspensiones de agua evaluados por RVA en el maíz, cuanextle y tejate mostró que Bolita blanco tuvo mayor pico de viscosidad en maíz y productos derivados en comparación con las otras variedades locales (Cuadro 5).

Almidón resistente e índice glucémico en Tejate

Los parámetros relevantes, tales como el almidón resistente y valores de IG (índice glucémico) se enumeran en el cuadro 5. El incremento principal de glucosa en sangre se

muestra durante 120 min después de la ingestión de diferentes muestras de tejate. Todas las muestras de tejate producen respuestas de la glucosa sanguínea significativamente más baja que el control de la glucosa. El tejate generalmente se consume con azúcar y en este caso, también se encontró que el mejor rendimiento energético (kilocalorías/mol que se puede usar para hacer un trabajo) de glucosa in vitro es en tejate hecho de Bolita blanco y Chalqueño seguido por el Bolita amarillo y Cacahuacintle (Cuadro 6). La buena respuesta de sangre post-prandial de la glucosa en muestras de tejate de Bolita blanco parecen correlacionarse con el almidón resistente que se encuentra en tejate (Cuadro 6). Muestras comerciales de tejate (Tejatli (marca mexicana registrada, originaria de Zimatlán Oaxaca, comercializadora de tejate en polvo, agua de chilacayota en polvo y salsas) y Tejayapam (marca mexicana registrada, originaria de Sn Andrés Huayapam, comercializa solo tejate en polvo)), con azúcar añadido mostró relativamente pobre rendimiento energético, como se muestra en cuadro 6. Por lo tanto, cualquier tipo de tejate sin azúcar añadido debe ser recomendada para mantener normal la respuesta postprandial de la glucosa en sangre.

La raza Bolita brinda la mejor calidad al tejate por sus propiedades de viscosidad, color y temperatura de pastificado. Bolita blanco comparte valores en la mayoría de los análisis con las otras variantes, y aunque las diferencias son mínimas, presenta mejores datos para algunas características que se relacionan con la calidad perceptible en la bebida como el color y espesor.

Cuadro 5. Efecto de recocido en las propiedades térmicas de maíz, cuanextle y tejate

Maíz	To (°C)	Tp (°C)	Tf (°C)	ΔH (J/g)	Gel	Temperatura pastificado (°C)	Viscosidad pico (cP)	Viscosidad inicial (cP)	Viscosidad máxima (cP)
Maíz									
Bolita blanco	63.03±0.10a	69.95±0.00a	77.47±0.13a	7.33±0.13a	.	70.88±0.25a	3246±1c	1749±100b	4989±203b
Bolita amarillo	63.35±0.12 a	69.86±0.12a	77.34±0.28a	7.00±0.03b	.	70.53±0.81a	3009±225c	1759±4b	4747±209b
Chalqueño	60.88±0.26b	68.71±0.11b	76.97±0.55a	6.29±0.01b	.	69.95±0.00a	3753±8b	1952±1a	4938±145b
Cacahuacntle	58.89±0.57c	66.38±0.12d	73.84±0.13b	7.67±0.17c	.	67.80±0.00a	4380±18a	1952±98a	5690±101a
Cuanextle									
Bolita blanco	69.25±0.83a	76.69±2.17a	85.89±4.80a	4.93±0.52a	32.64±8.69a	73.26±0.53a	2749±167a	1275±111ab	4876±337a
Bolita Amarillo	64.99±1.58b	73.28±2.08a	83.24±4.50a	3.66±0.64ab	47.77±9.40a	69.05±0.28c	1966±110c	1434±60a	4085±235b
Chalqueño	83.93±0.76a	78.27±0.94a	90.31.406±a	3.38±0.32b	46.34±51.8a	70.48±0.72b	2307±18b	1277±11ab	4325±76ab
Cacahuacntle	68.35±1.27ab	75.04±2.21a	83.92±5.62a	4.50±0.49ab	41.30±7.66a	72.15±0.00a	2067±55bc	1147±18b	3728±96b
Tejate									
Bolita blanco	67.96±0.45a	74.13±0.71a	80.87±0.67a	3.98±0.04a	45.70±0.68c	72.35±0.28a	1446±29a	1151±1a	2702±72a
Bolita Amarillo	65.44±0.01bc	71.75±0.11b	79.28±0.01b	2.66±0.02c	62.07±0.45a	72.35±0.28a	995±11d	897±0c	1845±30d
Chalqueño	64.69±0.62c	72.58±0.12b	80.55±0.22a	2.89±0.33c	54.14±0.52b	70.15±0.21b	1109±25b	1049±28b	2128±76bc
Cacahuacntle	65.99±0.06b	72.30±0.21b	78.99±0.01b	3.45±0.13b	55.09±0.76ab	71.80±0.00a	1378±20a	1122±27a	2510±7b
Tejayapam	66.53±0.41	73.90±0.14	81.1±0.71	4.99±0.08	33.09±1.05	71.98±0.25	2678±458	1882±264	4332±541

* Las medias seguidas por la misma letra en la columna dentro de un mismo grupo no son significativamente diferentes (P>0.05).

Gel= Gelatinización

Cuadro 6. Almidón total y almidón resistente en maíz, cuanextle y tejate*

Maíz	Almidón total ^a (%)	Almidón Resistente ^a (%)	Índice glucémico	
			Sin azúcar	Con azúcar
Maíz				
Bolita blanco	76.50±1.66b	0.84±0.01b	-	-
Bolita amarillo	77.04±1.29b	0.63±0.03c	-	-
Chalqueño	82.85±1.07a	1.01±0.02a	-	-
Cacahuacintle	75.03±0.41b	0.50±0.02d	-	-
Cuanextle				
Bolita blanco	93.27±1.97a	1.02±0.14a	-	-
Bolita amarillo	78.83±0.12b	0.87±0.01bc	-	-
Chalqueño	89.21±2.44a	1.00±0.01ab	-	-
Cacahuacintle	87.58±0.73a	0.74±0.10c	-	-
Tejate				
Bolita blanco	68.63±1.34b	2.43±0.34a	32.71±3.87a	38.21±13.54b
Bolita amarillo	64.09±3.72c	1.46±0.04bc	29.80±17.19a	41.33±10.64ab
Chalqueño	70.16±0.23b	2.07±0.06a	25.02±19.30a	23.09±14.79b
Cacahuacintle	65.79±0.22bc	1.49±0.17b	27.85±41.8a	49.41±12.67ab
Tejatlí	30.16±0.13d	1.04±0.15cd	-	54.32±1.68ab
Tejayapam	80.17±0.59a	0.81±0.00d	26.06±8.09a	74.46±17.19a
Control glucosa	-	-	-	100

*Medias seguidas por la misma letra dentro del mismo producto de comparación no son significativamente diferentes (P<0.05).

^aMedido por kits Megazyme de almidón total y almidón resistente.
El almidón resistente fue ajustado por el almidón total usado.

Como resultado de los análisis fisicoquímicos de los maíces en tejate, se generó el artículo titulado “Maize races on functional and nutritional quality of tejate” publicado en LWT- Foods Science and Technology en abril de 2015 (Anexo 9). Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815002832>

Totopo

Propiedades fisicoquímicas de los maíces usados en Totopo

Los análisis muestran que Zapote Chico tiene un núcleo de densidad relativamente suave, indicado por el índice de flotación (69.21) y el peso hectolítrico (70.96 kg/hL), en comparación con Tuxpeño, Chalqueño y el híbrido. Chalqueño tiene el mayor peso del núcleo (393 g) y peso hectolítrico (73 kg/hL), estos se relacionan con mayores rendimientos de masa de harina, una vez procesados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Propiedades fisicoquímicas de muestras de maíz para totopo.

Característica	Tipo de maíz				
	Zapalote Chico 1	Zapalote Chico 2	Tuxpeño	Chalqueño	Híbrido
Largo (mm)	12.13±0.89b	12.15±0.52b	13.10±0.94a	13.15±0.71a	12.42±0.00b
Ancho (mm)	9.98±0.75a	9.22±0.47ab	8.69±0.83b	8.78±0.71b	8.36±0.00c
Grosor (mm)	3.72±0.46b	3.57±0.32b	4.40±0.57a	4.54±0.54a	4.30±0.00a
Humedad (%)	147.2±0.08a	124.2±0.02d	136.6±0.20c	151.1±0.25a	141.8±0.09b
PMG (g)	260.52±7.01d	245.80±3.49d	329.50±16.82c	393.15±5.21a	351.58±0.01b
PH (kg/HL)	71.15±0.60c	70.76±0.34c	73.55±0.34b	72.97±0.33b	76.00±0.71
IF	75.67±0.58a	62.75±3.86b	33.00±3.61d	39.33±3.06c	5.00±0.09e
Color L	68.72±1.38d	66.62±0.20d	63.52±2.05c	60.60±0.69a	62.20±0.51b

* Las medias seguidas por la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes Tukey (P<0.05). PMG=Peso de mil granos; PH=Peso hectolítrico; IF= Índice de flotación; ± Error estándar.

Propiedades físicas de totopos

Zapote Chico y Chalqueño tuvieron color blanco en totopos. Las muestras de Chalqueño y el maíz híbrido produjeron totopos más delgados, lo que podría reflejar una mayor compactación cuando se cocina. Todos los totopos producidos en el laboratorio se procesaron de forma similar mediante el control del diámetro a 127 mm y la brecha entre los rodillos en una máquina de tortilla comercial de 2.6 mm para tener el espesor medio de los totopos que compramos en Oaxaca. Los totopos mostraron una reducción del diámetro de 13.3% entre los totopos húmedos al hornearse, sin diferencias significativas entre ellos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Propiedades físicas de muestras de totopos.

Muestra	Totopo Color (L)	Grosor (mm)	Diámetro (mm)
Zapalote Chico 1	75.61±0.84a	2.59±0.16a	109.54±1.62b
Zapalote Chico 2	76.59±0.24a	2.63±0.19a	110.01±0.86ab
Tuxpeño	72.86±1.90b	2.60±0.16a	110.89±0.98a
Chalqueño	76.08±1.02a	2.30±0.20b	110.84±2.05b
Híbrido	74.13±0.80b	2.17±0.10c	109.35±1.70b
San Blas	72.23±2.67	3.33±0.32	142.37±2.68
Tehuantepec	68.52±1.75	1.73±0.23	132.86±4.03

Los promedios seguidos por la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes de Duncan (P <0.05). L = luminosidad.

Componentes químicos en maíz, masa y totopo

Hay cambios de componentes químicos en totopo en comparación con el maíz. Las muestras de totopo mostraron alrededor de 10 g/kg más alto de proteínas, 20 g/kg menor de lípidos, así como (Cuadro 9).

Parte de los lípidos en totopos son en forma de complejos lipídicos de amilosa que son resistentes al ataque enzimático y las temperaturas relativamente altas (de 90 °C a 130 °C). Figueroa *et al.* (2013a), indican que los ácidos grasos de origen natural y los fosfolípidos pueden llegar a formar complejos con la fracción de amilosa a altas temperaturas. Si se seleccionan condiciones que incluyen combinaciones de altos niveles de humedad de 180-450 g/kg, las temperaturas de 90-130 °C, y el tiempo de 1-16 h (Zobel, 1988), similar a los utilizados para la fabricación de totopos. La disminución de la fibra cruda de maíz a totopo es por la pérdida de pericarpio en la nixtamalización.

Propiedades térmicas en maíz, masa y totopo

Los almidones de maíz, masa y totopos se caracterizaron utilizando las propiedades térmicas y reológicas con el fin de explicar las diferencias de calidad. Las temperaturas de gelatinización y la viscosidad del almidón son de hecho una consecuencia de la microestructura (índice de flotación, dureza) y, en menor medida, de la composición química ya que las características térmicas y reológicas dependen principalmente de estos.

Los totopos de textura dura son de muestras de maíz con baja viscosidad. En el cuadro 10 se observa que la viscosidad pico y el rendimiento térmico más bajos se muestran en híbrido seguido de Tuxpeño. Estas muestras presentan el módulo de elasticidad más alto

Cuadro 9. Composición química proximal de muestras de maíz, masa y totopo.

Muestra	Proteína (g/kg)	Ceniza (g/kg)	Lípidos (g/kg)	Fibra cruda (g/kg)	CHO (g/kg)	Energía kcal/kg	Energía kJ/kg	RS ^a (g/kg)	TS ^a (g/kg)
MAIZ									
Zapalote Chico 1	70.0±0.0ab	15.0±0.00a	51.3±0.14b	14.8±0.00b	848.9±0.14a	4,040±1a	16,940±3a	9.1±0.01a	852.9±1.86a
Zapalote Chico 2	73.7±0.18a	14.0±0.14ab	52.5±0.03b	15.8±0.00a	844.0±0.01b	4,040±0a	16,940±1a	11.1±0.33a	772.4±0.64a
Tuxpeño	61.6±0.40c	11.5±0.07c	45.8±0.12c	.	.	-	-	6.4±0.41a	750.4±2.88a
Chalqueño	66.9±0.09b	13.0±0.00abc	47.8±0.12c	.	.	-	-	6.7±0.04a	827.9±8.39a
Híbrido	71.9±0.00ab	12.5±0.07bc	55.2±0.07a	.	.	-	-	6.6±0.03a	841.7±0.57a
MASA									
Zapalote Chico 1	77.2±0.04b	11.0±0.00b	47.1±0.02a	4.5±0.06b	860.6±0.13c	4,070±0a	17,080±1a	9.2±0.06b	701.3±0.14c
Zapalote Chico 2	85.0±0.09a	12.0±0.00ab	48.1±0.16a	5.4±0.07b	849.9±0.04d	4,060±1ab	17,020±5ab	8.5±0.01b	862.8±0.89a
Tuxpeño	66.2±0.18c	11.0±0.014b	40.6±0.13b	4.9±0.13b	876.3±0.57a	4,050±1b	17,000±3b	9.7±0.14b	836.3±0.75b
Chalqueño	76.6±0.22b	11.5±0.07ab	41.3±0.19b	4.0±0.00b	866.6±0.04b	4,050±1b	16,970±4b	8.9±0.01b	818.8±1.41b
Híbrido	78.1±0.00b	13.9±0.13a	38.5±0.11b	3.4±0.06b	866.4±0.04b	4,030±1c	16,880±3c	9.7±0.00b	875.1±1.51a
San Blas	66.6±0.13c	11.0±0.14b	35.0±0.01c	12.8±0.06a	874.6±0.07a	4,00±1d	16,770±3d	15.3±0.15a	821.6±0.03b
TOTOPO									
Zapalote Chico 1	80.3±0.03a	13.0±0.00bc	33.6±0.27abc	4.4±0.07de	868.7±0.11b	4,000±2a	16,770±8a	18.9±0.02a	690.8±1.53bc
Zapalote Chico 2	85.3±0.44a	12.0±0.00bc	34.3±0.37abc	5.0±0.14d	865.8±0.33b	4,000±2a	16,760±7a	13.3±0.01cd	902.2±0.18a
Tuxpeño	75.9±0.13ab	11.0±0.14bc	27.3±0.37c	4.0±0.01e	881.8±0.11a	3,980±2a	16,720±10a	11.9±0.25de	655.7±0.72bcd
Chalqueño	77.5±0.18b	11.5±0.21bc	35.2±0.46abc	6.9±0.00c	868.9±0.42b	4,010±3a	16,800±11a	11.6±0.14de	643.9±4.41cd
Híbrido	71.9±0.27c	10.5±0.07c	41.3±0.37a	.	.	-	-	10.0±0.01e	649.9±0.39bcd
San Blas	.	13.5±0.08b	30.3±0.23bc	7.9±0.00b	.	-	-	17.0±0.00ab	703.2±0.86b
Tehuantepec	.	17.5±0.07a	36.2±0.07ab	8.8±0.00a	.	-	-	15.5±0.08bc	617.4±3.10d

San Blas y Tehuantepec fueron masa y totopos hechos por las mujeres locales en la región del Istmo de Tehuantepec.

Los promedios seguidos por la misma letra en la misma columna dentro de un mismo grupo no son significativamente diferentes a $P < 0.05$.

Los datos están indicados en base seca. CHO = carbohidratos; RS = almidón resistente; TS = almidón total.

Una medida hecha por kits de Megazyme de almidón total y de almidón resistente. El almidón resistente se ajustó por el almidón total utilizado.

Cuadro 10. Efecto de recocido de almidón en las propiedades térmicas de maíz a los totopos y las propiedades viscoelásticas del producto final.

Muestra	Pastificado (°C)	V Pico (cP)	Retroceso (cP)	V Máxima (cP)	To (°C)	Tp (°C)	Tf (°C)	ΔH (J/g)	Módulo Elasticidad MPa
MAIZE									
Zapalote Chico 1	72.75±0.21a	4723±119a	2388±83a	3578±3108a	67.78±0.08a	72.28±0.024b	77.40±0.00b	7.49±0.00a	.
Zapalote Chico 2	73.30±0.00a	3093±21d	1899±52c	4815±191a	68.32±0.38a	73.46±0.21a	79.41±0.21a	6.73±0.01ab	.
Tuxpeño	69.95±0.49b	3664±107c	2129±25b	6416±208a	63.78±0.40b	69.38±0.35c	75.90±0.28c	5.56±1.15bc	.
Chalqueño	68.37±0.32c	4145±73b	2055±5b	6559±49a	59.37±0.11d	67.21±0.11d	74.58±0.33d	5.26±0.48bc	.
Híbrido	67.60±0.28c	2378±71e	1343±43d	3910±8a	60.28±0.48c	67.61±0.26d	76.12±0.04c	4.86±0.29c	.
TOTOPOS									
Zapalote Chico 1	72.32±0.32b	1175±16bc	1014±16b	2100±41b	70.09±0.049ab	76.01±0.025b	81.99±0.21b	0.84±0.17ab	3.33±0.58dc
Zapalote Chico 2	72.15±0.00b	1278±11ab	1021±4b	2274±1b	70.30±0.52ab	76.50±0.96b	82.22±0.68b	0.95±0.06a	3.36±0.61dc
Tuxpeño	69.42±0.74c	1054±30c	982±43b	2142±70b	66.57±1.42ab	72.51±0.01bc	79.77±0.18bc	0.54±0.13abc	5.13±0.43a
Chalqueño	69.25±0.07c	1335±106a	1197±88a	2699±250a	64.02±1.22b	70.25±0.59bc	77.48±2.56bc	0.63±0.41ab	4.52±0.70ab
Híbrido	69.20±0.00c	1089±10c	1045±6b	2081±8b	65.17±0.03b	71.75±0.12bc	78.59±0.54bc	0.48±0.01bc	4.68±0.11a
San Blas	67.60±0.28d	.	.	1700±0c	63.30±9.31b	68.32±6.83c	72.00±7.93c	0.00±0.00d	2.60±0.14d
Tehuantepec	73.45±0.78a	.	.	1490±87c	75.70±3.10a	83.49±2.33a	90.46±0.76a	0.13±0.04cd	3.87±0.27bc

Las medias seguidas por la misma letra en la columna dentro de un mismo grupo no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

V= Viscosidad; To = temperatura inicial de gelatinización; Tp = temperatura pico de gelatinización; Tf = temperatura final de gelatinización; ΔH = entalpía de gelatinización

en totopo (dureza) en comparación con las otras muestras de maíz. Los almidones de Chalqueño y Tuxpeño presentaron un rendimiento reológico regular y de calidad. Zapalote Chico presentó mayor viscosidad pico y temperatura de pastificado en muestras de maíz y totopo comparables con la muestra de totopo de Tehuantepec, pero no con la de San Blas. El almidón en granos de Zapalote Chico gelatiniza a una temperatura de pastificado más alta (72.75 a 73.30 °C, $P < 0.05$) y tiene una viscosidad pico muy alta en Zapalote Chico 1 (4723 cP, $P < 0.05$), aunque en el caso de Zapalote Chico 2 la viscosidad pico fue sólo mayor que el híbrido (Cuadro 10).

Las temperaturas máximas y gelatinización de almidón final más elevado en Zapalote Chico en el maíz y totopos sugieren que el gránulo de almidón Zapalote resiste mejor las condiciones drásticas durante la cocción.

Como resultado de los análisis fisicoquímicos de los maíces en totopo, se generó el artículo titulado “Physicochemical and nutritional properties of different maize landraces on totopos (toasted tortillas)” que se sometió a la revista *Cereal Chemistry* para su revisión (Anexo 10).

Discusión

En relación a los componentes químicos del tejate, Sotelo *et al.*, (2012) reportaron valores relativamente más altos, posiblemente debido a que añadió azúcar a la muestra. Parte de los lípidos y los almidones del maíz y cacao están en la forma de complejos de amilosa-lípido que son resistentes al ataque enzimático y a temperaturas relativamente altas (90°-130°C). Figueroa *et al.* (2013a; 2013b)

reportaron que una forma práctica de introducir los complejos amilosa-lípido por el uso de tratamientos seleccionados de calor/humedad fue patentado por varios autores (Dudacek, Kochan, y Zobel, 1985; Würsch y Roulet, 1992; Yuan y Rudie, 2001). Por otra parte, estos autores resaltan que pixtle (semilla de mamey) y rosita de cacao son ingredientes utilizados exclusivamente en la preparación de tejate, tratándose de alimentos.

Las propiedades térmicas de almidón en cuanextle y tejate mostraron un incremento de la gelatinización a partir de maíz a cuanextle y a tejate que son efectos de recocido típicos. La mezcla de cacao y cuanextle mostró la formación de complejos de almidón resistente tipo 5 (RS5). Los complejos de almidón-lípido también llamados almidón de tipo V o almidón resistente (RS5), tienen beneficios importantes en la salud para los consumidores. La incorporación en la dieta de V-complejo para reemplazar a los carbohidratos tradicionales puede ser beneficioso para pacientes diabéticos debido a la disminución de la digestibilidad y la subsecuente tasa de absorción de glucosa (Murray *et al.*, 1998). Por lo tanto, el almidón resistente está emergiendo como un importante componente de la dieta que tiene el potencial de reducir la incidencia de trastornos de la salud del intestino (Morrell *et al.*, 2004).

Tejate resulta ser una bebida de bajo índice glucémico (IG), recomendada para diabéticos. De hecho, contrario a lo esperado, todas las muestras de tejate sin azúcar mostraron una excelente respuesta de la glucosa en sangre en comparación con los valores reportados para los refrescos, los zumos y los azúcares (Foster *et*

al., 2002; Jenkins *et al.*, 1981). En las bebidas con polvo mixto que incluyen el chocolate, también apareció relativamente baja en el GI, pero superior a los valores de IG de tejate. Los resultados sugieren la hipótesis de una digestión lenta y la absorción de hidratos de carbono complejos de lípidos de tejate.

Por otra parte, la nixtamalización clásica con uso de cenizas, le confiere un mayor contenido de minerales, lo que tiene importantes beneficios de salud para los consumidores.

En las propiedades fisicoquímicas de los maíces usados en totopos el peso de mil granos (PMG) e índice de flotación (IF) de Zapote Chico y Tuxpeño estuvieron de acuerdo con los valores reportados por Narvaez-González *et al.* (2006) y con los datos de longitud del grano, ancho y espesor, así como de Chalqueño, Tuxpeño y Zapalote Chico reportados por Figueroa *et al.* (2013c) en estudios relacionados con el potencial de uso industrial de estos maíces.

Los componentes químicos reportado para totopo son datos similares fueron reportados para Chalqueño de Oaxaca en proteínas, lípidos, cenizas, hidratos de carbono, y el almidón total, así como la energía (González-Amaro *et al.*, 2015).

Hay cambios en los componentes químicos de maíz a totopo, los totopos muestran 10 g/kg de fibra inferior a las muestras de maíz. Estos se deben a las pérdidas por cocción durante la nixtamalización proceso informado de varios autores (Campechano *et al.*, 2012) y la cocción en horno comixcal o IR (infrarrojo) de totopos. Como resultado de estos procesos, algunos nutrientes se pierden,

incluyendo vitaminas, grasas, fibra dietética y algunos minerales (Bressani *et al.*, 1958; 1972; Gómez, Martínez, Figueroa *et al.*, 1996; Maya-Cortés *et al.*, 2010).

La disminución de la fibra cruda de maíz a totopo es por la pérdida de pericarpio en la nixtamalización. Según Gutiérrez *et al.* (2010), la combinación de calor y álcali durante la nixtamalización tradicional actúa agresivamente en las capas externas del pericarpio, y promueve la eliminación parcial de las hemicelulosas y lignina parcial de la matriz de fibras del pericarpio. Estos datos de acuerdo con el informe del Campechano *et al.* (2012), quienes reportaron pérdidas de pericarpio de aproximadamente 20-60 g/kg. También se observó un aumento de casi 10 g/kg de almidón resistente en totopos

Además de la nixtamalización y el horneado, que son importantes cuestiones tecnológicas que posiblemente permitan mejorar la calidad de los totopos, está el recocado que tiene lugar durante el reposo o remojo en nixtamal y es dependiente del genotipo de maíz. Varios autores indican que el recocado se lleva a cabo cuando el almidón se calienta en exceso de agua durante un cierto período de tiempo a temperaturas por debajo de gelatinización y, por lo tanto, el almidón se somete a la reorganización a una estructura más ordenada (Krueger *et al.*, 1987; Gómez *et al.*, 1992; Campus *et al.*, 1999; Quintanar *et al.*, 2011; Figueroa *et al.*, 2013a; 2013b). Los datos que se muestran en el cuadro 10 están de acuerdo con los informes anteriores publicados que indican que los productos nixtamalizados tradicionales presentan propiedades térmicas superiores (temperatura inicial (T_o), temperatura pico (T_p) y temperatura final (T_f) de gelatinización) a las muestras crudas (Campus *et al.*, 1999; Rendón *et al.*, 2002; Ratnayake *et al.*, 2007).

Los resultados muestran que las características de los maíces Bolita blanco en tejate y Zapalote Chico en totopo tienen caracteres apropiados para el producto de buena calidad, que los otros tipos de maíz del experimento. No obstante, la consiliencia de nuestros resultados no son completos. Algunos datos no parecen tener diferencias relevantes. En tejate se observó que Cacahuacintle destaca en contenido mineral, y supera a Bolita blanco en la viscosidad pico. Para el caso de Zapalote Chico 2 grano del pico de viscosidad fue mucho menor que la de Zapalote Chico 1, y el totopo Tehuantepec tenía muy alta inicio y pico de temperatura de gelatinización mientras que el totopo San Blas tenía la más baja registrada. En general, los resultados se relacionan con la preferencia de la gente de Oaxaca para el tejate con Bolita blanco y los totopos hechos de maíz Zapalote Chico, sin embargo, estas diferencias sugieren que se necesita más trabajo para una versión definitiva. En particular, la prueba de un mayor número de variedades locales de Bolita blanco y Zapalote Chico de diferentes comunidades sería de interés, como también la comparación de otras razas de maíz con semejante peso de mil granos y el índice de flotación.

Conclusiones

En tejate, se describe a la viscosidad, color y temperatura de pastificado, como las variables que definen la calidad de la bebida. La raza Bolita, y en específico la variante de color blanco, parecen estar más relacionada a los parámetros de calidad. El importante contenido de minerales en esta bebida ancestral y el bajo índice glucémico, son de interés para continuar los estudios sobre el consumo de

estos alimentos en la prevención de enfermedades que en la actualidad afectan al país como la diabetes y sobrepeso.

En los totopos se determinó al índice de flotación (dureza), la viscosidad de suspensiones de almidón y propiedades térmicas altas temperaturas de viscosidad y gelatinización como los parámetros que mejor explican la calidad del producto. Las propiedades de la raza Zapalote Chico es la de mayor relación con la calidad del producto. El contenido significativo de complejos de lípido de formación de amilosa o almidón resistente en el producto final sugiere mayor calidad nutricional del totopo, lo que requieren investigaciones adicionales.

Los análisis de laboratorio indican que hay caracteres de los maíces nativos que se relacionan con la calidad apetecida por los pobladores locales en sus alimentos.

Una comparación de otros maíces con características semejantes a los que presentaron mejor calidad para estos productos daría mayor sustento al tipo de maíz apropiado, al igual que se hallarían alternativas con el mismo potencial de uso.

Capítulo VII Discusión y Conclusiones Generales

Se planteó esta investigación con base en la idea de que los usos, en particular los platillos especiales son factores que afectan la conservación de su diversidad.

En nueve comunidades de Oaxaca con condiciones ambientales y culturales contrastantes, se analizaron las razones por las que los pobladores mantienen sus maíces, enfocándose al conocimiento empírico de los usos, con énfasis en los usos alimenticios comunes y especiales del maíz.

Las razones de preferir sus maíces señalan que todos requieren tener características de adaptación adecuadas al ambiente y una vez satisfecho este requisito la importancia y satisfacción se concentra en los usos. Sin embargo, no parecen ser los usos especiales los que sostienen la preferencia en uso sino la flexibilidad usos generales alimenticios. Esto es, se encontró que los maíces blancos son preferidos por ser más polivalentes que los otros colores.

En las comunidades de Oaxaca, los maíces blancos son los más apreciados porque se pueden usar para todo, después los maíces amarillos y al final otros colores como el pinto, el negro y rojo, que casi no se usan, por lo tanto, se observa que los maíces más abundantes son las variantes blancas, les siguen los amarillos y tienen muy poco de otros colores. El estudio muestra que son los usos comunes los que hacen que persistan los maíces, principalmente los de color blanco, el hecho de que los maíces negros y otros colores no tengan muchos usos, los mantiene en bajas

proporciones. Por otro lado, en general se opina que con dos o tres variantes se cubren las necesidades alimenticias de los hogares. Entonces, se tiene que la fuerte contribución del uso influye en la conservación de las razas con amplia posibilidad de usos y no tanto en maíces específicos para platillos especiales.

Se analizó si existe una relación directa entre el número de platillos especiales de maíz y la diversidad de variantes presentes, esto es, se esperaba una relación lineal de más platillos y mayor diversidad (riqueza) de maíces. Los resultados muestran que no existe una correlación directa entre estas variables a nivel de comunidad o de los hogares. La mayoría de los maíces tienen varios usos y sirven, en particular los blancos, tanto para platillos comunes como para los especiales.

En la relación usos y diversidad del maíz se ha propuesto que la participación de la mujer es importante, en la selección de variedades (Smale *et al.*, 1998), asimismo, se ha dicho que las mujeres tienen una idea precisa de cuál es el mejor tipo de maíz para cada forma específica de consumo (Hernández-Xolocotzi, 1972, Tapia y De la Torre, 1997, Aguirre, 1999 y Mendoza *et al.*, 2004). Por estas ideas se esperaba que las mujeres hicieran la selección de semilla de forma diferente a los hombres, en función de sus requerimientos culinarios. Sin embargo, en las entrevistas abiertas y grupos focales no se observó este proceso, ni se mencionó alguna aportación especial o distinta de las mujeres de lo que hacen los hombres. Todos los integrantes del grupo doméstico seleccionan las mazorcas para semilla en la misma forma, esto es, ponen atención en características agrícolas como el tamaño de la mazorca, llenado del grano, granos limpios y grandes. Sin embargo, aunque

los hombres deciden sobre los maíces que se siembran en algunos casos están influidos por preferencias de las mujeres en maíces particulares. Por otra parte, para la preparación de algunos platillos especiales se encontró que más de la mitad de las mujeres buscan maíces particulares que no se siembran en el hogar (27 mujeres de 50), creando demanda dentro de la comunidad y en comunidades cercanas, y por tanto de diversidad. Por el contrario, aunque no se tienen datos suficientes, en dos casos se observó que en la ausencia de la mujer en el grupo doméstico la diversidad se reduce a una variante de maíz con potencial comercial, que les permite a los hombres cubrir las necesidades de la familia.

Se estudió la preferencia por distintos tipos de maíz (Bolita, Zapalote Chico, Chalqueño e híbrido de Sinaloa) en la elaboración de tortillas, tejate, nicuatole, tlayuda y totopos mediante pruebas sensoriales tipo discriminativas y de aceptabilidad. Se esperaba que las preferencias se concentraran en los maíces nativos, pues el 90% de los encuestados indicó que prefieren sus maíces porque satisfacen mejor sus gustos en sabor, aroma y textura. En el proceso de elaboración, las mujeres identifican diferencias entre los maíces principalmente en cocción de nixtamal y en la consistencia y apariencia del producto final, y en general prefieren el maíz nativo. Sin embargo, con excepción de tortillas las pruebas sensoriales discriminativas no indicaron la percepción de diferencias entre un maíz y otro y en las pruebas de aceptabilidad los maíces locales no fueron preferidos. Aun así, se observó que las mujeres pusieron más atención en discriminar los tipos de maíz en los alimentos, en general, los hombres tomaron poco tiempo y cuidado al hacer las pruebas sensoriales. En varios productos la discriminación de las

mujeres fue mayor que en los hombres pero no llegaron a nivel de significancia estadística. El que solo se encontrara discriminación positiva en tortilla posiblemente se deba a que el consumo diario de tortillas ha entrenado el paladar y se ha desarrollado más la percepción de indicadores de calidad, o al que la tortilla tiene más masa suave y esta permite discriminar mejor los sabores. En las pruebas de aceptabilidad muestran que no hay una tendencia a la preferencia de una variante, y los maíces nativos y el maíz Sinaloa tienen calificaciones similares. Es posible que la preferencia por maíces nativos sea afecto por lo propio, más que cualidades sensoriales objetivas. Esta preferencia colectiva se manifiesta en la siembra y consumo de variantes particulares de maíces como ingredientes esenciales y contribuye a su conservación.

En el análisis de las propiedades fisicoquímicas de los maíces para la elaboración de tejate y totopo se esperaba que las propiedades de los maíces locales de las comunidades que elaboran el producto superaran a los otros maíces en las características que dan calidad a estos alimentos. Se encontró que hay caracteres de los maíces nativos relacionados con la calidad apetecida por los pobladores locales en sus alimentos. Bolita es posiblemente el mejor para tejate por sus valores de viscosidad, color y temperatura de pastificado que se relacionan con la apariencia y consistencia de la bebida. Zapalote Chico presenta un índice de flotación menor (dureza), mayor viscosidad de suspensiones de almidón y propiedades térmicas adecuadas para altas temperaturas de viscosidad y gelatinización que describen la crujencia del totopo, posiblemente haciéndolo el mejor para totopo.

Es posible explicar la presencia de variantes tradicionales y la diversidad de maíces en Oaxaca por su adaptación a la variedad de condiciones ambientales, respuesta a estándares agrícolas y por la polivalencia de usos en alimentos comunes. La relación entre usos especiales y la diversidad de los maíces nativos es un argumento que puede sostenerse como parte de la explicación de la conservación in situ del maíz mexicano.

Sugerencias

Los análisis de laboratorio de los productos especiales dejaron ver una cualidad más de los productos que no se había contemplado para este análisis, la calidad nutricional que los alimentos tradicionales brindan. En tejate, la importante aportación nutritiva de minerales que provienen de la ceniza en la dieta y el bajo índice glucémico hacen recomendable el consumo de esta en la prevención de enfermedades que en la actualidad afectan al país como la diabetes y sobrepeso. En los totopos, los complejos de lípido de formación de amilosa o almidón resistente en el producto final, implica mayor calidad nutricional del totopo, lo que requiere investigaciones adicionales para destacar esta propiedad, considerando que este tipo de almidones proveen beneficios en la prevención de enfermedades como el cáncer de colon.

La continuidad de este tipo de análisis contribuiría al impacto indirecto en la conservación por la demanda de algunos maíces para la preparación de productos especiales de maíz, o bien impulsaría la introducción de otros de mejor calidad y precio, que al final son parte de la diversidad global de maíces en México.

Los análisis del contenido nutricional de productos tradicionales también tocan el problema de etiquetado de estos, la información generada permite el acceso a una marca registrada y con ellos, mayor oportunidad de mercado.

Literatura citada

AACC, 1999. *Approved methods of analysis (9th)*. Minnesota: AACC International. St. Paul MN. USA.

AACC, 2001. *Approved methods of analysis (11th)*. Minnesota: AACC International. St. Paul MN. USA.

Acevedo, S. M., 2004. *Evaluación de los atributos principales de la calidad de la carne de res de origen local e importada, según se ofrece al consumidor*. Tesis de maestría. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez. Disponible en <http://grad.uprm.edu/tesis/acevedosalinas.pdf>. Consultado enero 2016.

Aguilar, L. y Blanco, M., 2004. *Diversity makes the difference*. Policy paper presented to COP 7. UINC. Malasia.

Aguilera, M. O., Reza, V. M del C., Chew M., R. G. y Meza V., J.A., 2011. Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revista Biotecnia* 13(2)16-22.

Aguirre G., J A., 1999. *Análisis regional de la diversidad del maíz en el Sureste de Guanajuato*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.

Anderson, A., Haukos, D. and Anderson, L., 1999. Diet composition of three anurans from the Playa wetlands of northwest Texas. *Copeia* pp. 515-520.

Anderson, E. and Cutler, H. C., 1942. Races of *Zea mays*: I. their recognition and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 29, pp.69- 88.

Antuna, G. O., Rodríguez, H. C., Arámbula, V. G., Palomo, G. A., Gutiérrez, A. E., Espinosa, B. A., Navarro, O. E. F. y Andrio E. E., 2008. Calidad nixtamalera

- y tortillera en maíces criollos de México. *Fitotecnia Mexicana* 31(3), pp. 23-27.
- Appendini. K., Cortés L. y Díaz H. V., 2008. *¿Ruralismo sin agricultura? perspectivas multidisciplinares de una realidad fragmentada*. El Colegio de México. Centro de Estudios Económicos. 257p.
- Appendini. K., 2010. La integración regional de la cadena maíz-tortilla. El colegio de México. Centro de estudios demográficos urbanos y ambientales 3, 33p.
- Aragón-Cuevas, F. Taba, S., Castro García F.H. y Díaz, J., 2010. Nueva variedad de maíz para los Valles Centrales de Oaxaca. Memoria de Resúmenes del Congreso Nacional, XXIII e Internacional de Fitogenética, III; Nayarit, México
- Aragón-Cuevas, F., Castro-García, F. H., Cabrera, T. J. M. y Osorio, A. L., 2011. *Bancos Comunitarios de Semillas para Conservar in situ la Diversidad Vegetal*. Publicación especial No. 9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIR Pacífico Sur, Valles Centrales de Oaxaca, México. 79 p.
- Aragón-Cuevas, F., Figueroa-Cárdenas, J. de D., Flores-Zárate, M., Gaytán-Martínez M. y Véles-Medina J.J., 2012. *Calidad industrial de los maíces nativos de la Sierra Sur de Oaxaca*. Libro técnico No. 15. INIFAP Oaxaca, México. 249p.
- Aragón-Cuevas, F., Taba, S., Castro-García, F. H., Hernández-Casillas, J. M. Cabrera-Toledo, J. M., Alcalá, L. O. and Ramírez, N. D., 2005. In situ conservation and use of local maize races in Oaxaca, Mexico: A participatory and decentralized approach. In: Taba, S. ed. 2003. *Latin American maize*

- germplasm conservation: Regeneration, in situ conservation, core subsets, and prebreeding*. CIMMYT México, D.F. pp. 26-38.
- Aragón-Cuevas, F., Taba, S., Hernández-Casillas, J.M., Figueroa, C. J. de D. y Serrano, A. V., 2006. Actualización de la información sobre los maíces criollos de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS002 México D. F.
- Arias, L., Jarvias, D., Williams, D., Latournerie, L., Márquez, F., Castillo, F., Ramírez, P., Ortega, R., Ortiz, J., Sauri, E. Duch, J., Bastarrachea, J., Guadarrama, M., Cázares, M., Interian, V., Lope, D., Duch, T., Canul, J., Burgos, L., Camacho, T., González, M., Tuxill, J., Eyzaguirre C. y Cob V., 2004. Conservación in situ de la biodiversidad de las variedades locales en la milpa de Yucatán, México. In: J.L. Chávez-Servia, J. Tuxill y D.I. Jarvis, eds. *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. IPGRI. pp. 36-46.
- Arroyo, J., Raez, E., Rodríguez, M., Chumpitaz, V., Burga J., De la Cruz, W. y Valencia, J., 2007. Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (*Zea mays*) en ratas hipercolesterolémicas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 24(2) pp.157-162.
- Ashwell, M., 2001. Functional Foods: a simple scheme for establishing the scientific basis for all claims. *Public Health Nutrition* 4, pp. 859-63.
- Belasco, W. and Scranton, Ph., 2002. *Food Nations: Selling Taste in Consumer Societies*. New York: Routledge.
- Bellon, M. and Reeves, 2002. *Quantitative analysis of participatory methods in plant breeding*. CIMMYT. Mexico.

- Bellon, M. R, Berthaud, J., Smale, M., Aguirre, J. A., Taba, S., Aragón. F., Díaz, J. and Castro, H. 2003. Participatory landrace selection for on-farm conservation: An example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50, pp. 401-416.
- Bellon, M. R. and Taylor, J. E., 1993. Folk, Soil Taxonomy and the Partial Adoption of New Seed Varieties. *Economic Development and Cultural Change* 41(4) pp. 763-786.
- Bellon, M., 1991. The Ethnoecology of maize variety managmete: A case study from Mexico. *Human Ecology* 19(3) pp. 389-418.
- Bellon, M., 1996. The dynamics of crop infraspecific diversity: a conceptual framework at the farmer level. *Economic Botany*. 50, pp. 26-39.
- Bellon, M., Aguirre, G. J. A., Smale, M., Berthaud, J., Manuel, R. I., Mendoza, J., Solano, A. M. y Martínez, R., 2004. Interversiones participativas para la conservación del maíz en fincas en los Valles Centrales de Oaxaca, México. In: Cháves-Servia, J.L., Tuxill, J. y Javirs, D.I. (eds.), 2004. *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. pp. 118-123.
- Bertrán, V. M., 2010. Acercamiento antropológico de la alimentación y salud en México. *Physis Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 20(2)387-411.
- Boege-Schmidt, E., 2008. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. INAH. CDI. 342p.
- Bressani, R., 1990. Chemistry, technology and nutritive value of maize tortilla. *Food. Reviews International* 6, pp. 225-264.

- Bressani, R., Braham, J. E., y Behar, M., 1972. Nutritional improvement of maize. In Proc Int Conf INCAP, Guatemala.
- Bressani, R., Paz y Paz, R., Scrimshaw, N. S., 1958. Corn Nutrient Losses, Chemical Changes in Corn during Preparation of Tortillas *J. Agric. Food Chem.* 6:(10) pp. 770–774.
- Brush, S. B. and Perales, R. H., 2007. A maize landscape: Ethnicity and agrobiodiversity in Chiapas Mexico. *Agriculture Ecosystems and Environment* 121, pp. 211-221.
- Caltzontzin, A. T., 2004. Recetario Chocholteco de Oaxaca. *Colección Cocina Indígena y Popular*. CONACULTA. No. 30. 204 p.
- Calvo-Arriaga, A., Hernández-Montes, A., Peña-Valdivia, B. C., Corrales-García, J. and Aguirre-Mandujano, E., 2010. Preference mapping and rheological properties of four nopal (*Opuntia* spp.) cultivars. *Journal Professional Association Cactus Development* 12, pp. 127–142.
- Campechano, C.E.M., Figueroa, J.D.C., Arámbula, V.G., Martínez, F.H.E., Jiménez, S.J.S., and Luna, B.J.G., 2012. New ecological nixtamalisation process for tortilla production and its impact on the chemical properties of whole corn flour and wastewater effluents. ISSN 0950-5423 *International Journal of Food Science and Technology*. 47, pp. 564-571
- Campus-Baypoli, O. N., Rosas-Burgos, E. C., Torres-Chávez, P.L., Ramírez-Wong, B. and Serna-Saldivar, S., 1999. Physiochemical changes of starch during maize torilla production. *Starch/Starke* 51, pp. 173-177.
- Carrera V., J. A., Nájera, R. M. B., Sahagún, C. L., Ron, P. J., Sánchez, G. J. de J. y Márquez, S. F., 2007. *Conservación y mejoramiento de los maíces criollos*

en el estado de Michoacán. Folleto de Divulgación núm. 5, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán.

Castillo-Nonato, J. y Chávez-Mejía, C., 2013. Caracterización campesina del manejo y uso de la diversidad de maíces en San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 10 (1) pp. 23-28.

Castro, P. E., 2004. *Recetario Mixe de Oaxaca*. Colección Cocina Indígena y Popular. CONACULTA. No. 38. 155 p.

CEDELIO, 2016. Centro de Estudios y Desarrollo de las Lenguas Indígenas. Disponible en:

<https://plus.google.com/+DeliciasPrehispanicas/posts/CQqVEZ6xytJ>

Cirilo, A. G., Masagué, A., Tanaka, W. y Di, M. A., 2004. *Maíz colorado duro: el manejo y la calidad comercial*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INATA). Documento electrónico (<http://www.inta.gov.ar/alcarce/nfo/cumentos/agric/cereales/maiz/sis/cirilo.htm>) Buenos Aires Argentina.

CONABIO, 2010. *Tabla descriptiva de razas de maíz en México*. Anexo 6 (pdf).

Disponible en :

http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo6_ReunionesTalles/Tabla%20razas_marzo%202010.pdf. Consultado en diciembre 2015.

CONABIO, 2011. *Informe de gestión*. Proyecto global de maíces nativos: Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México. 1a versión (pdf). 78p. Disponible en:

http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/InformeGestion_V1.pdf
pdf Consultado en diciembre 2015.

CONABIO, 2012. Maíces y Razas de Maíces, portal Biodiversidad Mexicana de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) <http://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/maices/razas2012.html>

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

Cruz, C. N., 2000. Los hombres de barro y los hombres de maíz. Estudios mesoamericanos 1 pp. 24-30.

Cuevas, S. J. A., Miranda, C. S. y Sahún, C. J., 1985. Cotejo experimental de Variables utilizadas por agricultores tradicionales en la selección de semilla de maíz. In: *Memorias de Congreso de Fitogenética*. 5-9 octubre 1997. Sociedad Mexicana de Fitogenética. 267 p.

Dalton, M., 2000. *Recetario de la Costa de Oaxaca*. Colección Cocina Indígena y Popular. CONACULTA.16, 88 p.

De Dios, 1987. *Encuentro Latinoamericano sobre el almacenamiento y conservación de granos básicos*. México, D.F. 369 p.

Dorantes, C. A., 1971. *Elementos de economía. Con problemas económicos, políticos y sociales*. 6a ed., Herrero. México.

Doss, CH. R., 2002. Mens Crops? Women_s Crops? The Gender Patterns of Cropping in Ghana. *World Development* 11(30) pp.1987-2000.

Dowswell, C. R., Paliwal, R. L. and Ronald, P. C.,1996. Maize in the Third World. Westview Press Inc.

- Dudacek, W. E., Kochan, D. A., and Zobel, H. F., 1985. *U.S. Patent No. 4,491,483*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Echeverría, E. M. y Arroyo, L. E., 1982. *Recetario del maíz*. Colección Cocina Indígena y Popular. CONACULTA. No. 10. 441 p.
- Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A. y Gómez, N., 2009. El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Ciencias*, 92 (092).
- Estrada, L. E. U. J., 1989. *El código florentino: su información etnobotánica*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. 399 pp.
- FAO, 1997. *White Maize: a Traditional Food Grain in Developing Countries*. International maize and wheat improvement center. Rome. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-w2698s.pdf>
- FAO e IPGRI, 2002. *The role of women in the conservation of the genetic resources of maize*. Guatemala. Gender and Genetic Resources Management. Food and Resources Institute. Rome.
- FAO, 2003. Food energy—methods of analysis and conversion factors, *FAO Food and Nutrition Paper 77*. Rome.
- FAO, 2005. Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la agricultura. Género y seguridad alimentaria. Informe de documentos regionales. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/x0222s/x0222s00.htm#TopOfPage>
- FAO, 2011. Biodiversity for food and agriculture. Contributing to food security and sustainability in a changing world. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the Platform for Agrobiodiversity Research. Disponible en:

<http://www.food-security.nl/resource/biodiversity-food-and-agriculture-contributing-food-security-and-sustainability-changing-wo>

FAO/WHO, 1998. Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand, pp. 21-30.

Fernández, S. R, Morales, Ch. L. A. y Gálvez, M. A., 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Revista Fitotecnica Mexicana* 3(36) pp. 275-283.

Figueroa J.D.C., Acero, G.M.G., Quezada, T.T., and Rebollar, S.E., 2005. Effect of nutritionally fortified tortillas on growth and physical development in the pig. *Nutritional Research* 25 (7) pp. 11-716.

Figueroa J.D.C., Véles-Medina J.J., Tolentino-López E.M., Gaytán-Martínez M., Aragón-Cuevas F., Palacios N., and Willcox M., 2013b. Effect of traditional nixtamalization process on starch annealing and the relation ton pozole quality. *Journal of Food Processing Engineering*. 36, pp. 70-714.

Figueroa, J. D. C., Acero, G. M. G., y Quezada, T. T., 2008. Efecto de la fortificación en el desarrollo de cerdos alimentados con tortillas fortificadas de nixtamal, de harina nixtamalizada y tortillas integrales de maíz. *In: G. M. E. Rodríguez, S. O. Serna Salidívar, & F. Sánchez Sinencio (Eds.), Nixtamalización, del maíz a la tortilla. Aspectos nutrimentales y toxicológicos* pp. 201-219.

Figueroa, J. D.C., Acero, G. M. G., Vasco, M. N. L., Lozano, G. M. A., Flores, A. L. y González, H. G., 2001. Fortificación y evaluación de tortillas de nixtamal. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de nutrición. 51(3) pp. 293-302.

- Figueroa, J. D.C., Martínez, B. F., González, H. J., Sánchez, S. F., Martínez, M. J. de la L. y Ruíz, T. M., 1994. Modernización tecnológica del proceso de nixtamalización. *Avance y perspectiva* 13, pp. 323-329.
- Figueroa, J.D.C., Mauricio, S.A., Taba, S., Morales E., Mendoza A., Gaytán M., Rincón F., Reyes ML., Véles J.J., 2003. Quality of Maize Races from Mexico, Caribbean, South and Central America. Latin American Genetic Resources LAMP II. April 7-10 CIMMYT. México. *CIMMYT*. ISBN :970-648-128-1. pp. 51-58.
- Figueroa, J.D.C., Narváez-González, D.E., Mauricio Sánchez, A., Taba, S., Gaytán Martínez, M., Véles Medina, J.J., Rincón Sánchez F. y Aragón Cuevas, F., 2013c. Propiedades físicas del grano y calidad de los grupos raciales de maíz nativos (Criollos) de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 36(3-A) pp. 305-314.
- Figueroa, J.D.C., Véles-Medina, J.J. Esquivel-Martínez, M.A., Mariscal-Moreno, R.M., Santiago-Ramos, D., and Hernández-Estrada, Z.J., 2016. Effect of processing procedure on the formation of resistant starch in tamales. *Starch/Starke* doi.[10.1002/Star.201600091].
- Figueroa, J.D.C., Véles-Medina, J.J., Hernández-Landaverde, M.A., Aragón-Cuevas, F., Gaytán-Martínez, M., Chávez-Martínez, E., Palacios, N. and Willcox, M., 2013a. Effect of annealing from traditional nixtamalisation process on the microstructural, thermal, and rheological properties of starch and quality of pozole. *Journal of Cereal Science* 58, pp. 457-464.

- Foster-Powell, K., Holt, S. H. A., & Brand-Miller, J. C., 2002. International table of glycemic index and glycemic load values. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 5-56.
- Franch, A., 2009. Los alimentos funcionales a la luz de la normativa Europea. *Boletín Pediátrico*, 49, pp. 348-54.
- Galinat, W. C. 2001. A reconstruction a possible role of crucial observations leadings to a rapid domestic transformation of wild Teosinte into the first Maize. *Economic Botany* 55(4) pp. 570-574.
- García, E. y Bach, L., 1999. Preferencias y aversiones alimentarias. *Anuario de Psicología* 30(2) pp. 55-77.
- Gómez, A.CA., Martínez, B.F., Figueroa, J.D.C., Ordorica, F.C.A. González, H.J., 1996. Cambios en Algunos Componentes Químicos y Nutricionales Durante la Preparación de Tortilla de Maíz Elaboradas con Harinas Instantáneas Obtenidas por Extrusión Continua. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 46(4) pp. 315-319.
- Gomez, H.M., Lee, J.K., McDonough, V.M., Waniska, R.D. and Rooney, L.W., 1992. Corn starch changes during tortilla and tortilla chip processing. *Cereal Chemistry*, 69, pp. 275-279. Available in: http://www.aaccnet.org/publications/cc/backissues/1992/documents/69_275.pdf
- Gómez, M. N. O., Coutiño, E. B., y Trujillo, C. A., 2010. *Proyecto FZ016 “Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México, segunda etapa 2008- 2009”*. Informe final de

- la región Pacífico Sur. INIFAP, Campo Experimental Iguala. Iguala, Guerrero, México. 21 p.
- González-Amaro, R. M., Figueroa, C. J. D., Perales, H. and Santiago- Ramos, D., 2015. Maize races on functional and nutritional quality of tejate: A maize-cacao beverage. *LWT - Food Science and Technology* 63, pp. 1008-1015.
- González-Henández, J, Martínez, J.L., Sánchez-Sinencio, F., Martínez-Bustos, F., Figueroa, C.J.D. and Ruiz-Torrez, M., 1996. Method of Cooking Corn Dough Tortillas Using Infrared Radiation. Patent US 5, pp. 567,459.
- González-Hernández, J., Martínez, J.L., Sánchez-Sinencio, F., Figueroa, C.J.D., Martínez-Bustos, F. y Ruiz, T.M., 1997. Proceso para Cocimiento de Tortillas de Maíz Usando Radiación Infraroja. *Patente mexicana* No. 185953.
- Gutiérrez-Cortez, E., Rojas-Molina, I. and Rojas, A., 2010. Microstructural changes in the maize kernel pericarp during cooking stage in nixtamalization process. *Journal of Cereal Science*, 51, pp.81–88. [doi:10.1016/j.jcs.2009.09.008](https://doi.org/10.1016/j.jcs.2009.09.008)
- Harell, S., 1997. *Humans families*. Westview Press Boulder.
- Harlan, J. R., 1971. Agricultural origins: centers and noncenters, *Science*.174, pp. 468-474.
- Hein, K. A., Jaeger, S. R., Carr, B. T. and Delahunty, C. M., 2008. Comparison of five common acceptance and preference methods. *Food Quality and Preference* 19, pp. 651–661.
- Henestrosa, R. de W. C., 2004. *Recetario Zapoteco del Istmo*. Colección Cocina Indígena y Popular. CONACULTA. 33, 125 p.

- Hernández, G. C. A., 2010. *Diversidad morfológica y genética de maíz Cacahuacintle, en una región de los Valles altos de Puebla*. IREGEP. Colegio de Postgraduados. 62p.
- Hernández, L. J. y R. Merlín, A., 2004. *Recetario Chinanteco de Oaxaca*. Colección Cocina Indígena y Popular. CONACULTA. 20, 124 p.
- Hernández-Montes, A., 2007. *Evaluación sensorial de productos agroalimentarios*. Chapingo, México UACH.190 p.
- Hernández-Morales, C., Hernández-Montes, A., Aguirre-Mandujano, E. and Villegas-De Gante, A., 2010. Physicochemical, microbiological, textural and sensory characterisation of Mexican Añejo cheese. *International Journal of Dairy Technology* 4(63) pp. 552-560.
- Hernández-Xolocotzi, E., 1972. Consumo humano de maíz y el aprovechamiento de tipos con alto valor nutritivo En: *Memorias del simposio sobre Desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo*. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México.
- Hernández-Xolocotzi, E., 1985. *Biología agrícola: los conocimientos biológicos y su aplicación a la agricultura*. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología y Compañía Editorial Continental. México. Distrito Federal.
- Hinojosa, M., 2009. México y sus regiones gastronómicas. *Hospitalidad ESDAI*.15, pp. 109-128.
- Hunter, L., 1996. *Insight on color*. Applications note. Documento electrónico <http://www.hunterlab.com/>

- INEGI, 2011. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2010/aegpef_2010.pdf
- INEGI, 2013. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponibles en http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2013/aegpef_2013.pdf
- Iturriaga, J. N., 1998. Las Cocinas de México I. Capítulo 2 El mestizaje gastronómico mexicano. Fondo de Cultura Económica. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/fondo2000/vol2/20/htm/libro39.htm>
- Jacobs, H., and Delcour, J. A., 1998. Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of the granular structure: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46, pp. 2896-2905.
- Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., 1981. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 362-366.
- Jiménez-Vera, R., González-Cortés, N., Magaña-Contreras, A. and Corona-Cruz, A., 2010. Evaluación microbiológica y sensorial de fermentados de pozol blanco, con cacao (*Theobroma cacao*) y coco (*Cocos nucifera*). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1(1) pp. 070-080.
- Juárez-Montiel, M. S., Ruiloba de L., Chávez-Camarillo, G., Hernández-Rodríguez, C. y Villa-Tanaca, L., 2011 Huitlacoche (corn smut). Caused by the phytopathogenic fungus *Ustilago maydis*, as a functional food. *Revista Iberoamericana de Micología* 28(11) pp. 69-73.

- Kato, T.A., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J. A., Bye, R. A., 2009. *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 116 p.
- Katz, S. H., Hediger, M. L. and Velleroy, L. A., 1974. Traditional maize processing techniques in the new world. *Science*. 184, pp. 765-773.
- Keleman, A, and Hellin, J., 2009. Specialty Maize Varieties in Mexico: A case study in market-driven agro-biodiversity conservation. *Journal of Latin American Geography* 8 (2) pp. 147-174.
- Krueger, B.R., Knutson, C.A., Inglett, G.E. and Walker, C.E., 1987. A differential scanning calorimetry study on the effect of annealing on gelatinization behavior of corn starch. *Journal of Food Science*, 52, 715-718. doi: 10.1111/j.1365-2621.1987.tb06709.x
- Leclerc, C. y Coppen, G., 2012. Social Organization of Crop Genetic Diversity. The $G \times E \times S$ Interaction Model. *Diversity* 4 pp. 1-32.
- León-Tarin, J. E., 1994. *Caracterización física, nutricional, sensorial y regional del totopo de la Sociedad de Solidaridad Social Tona Taati del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca*. Tesis. UACH Departamento de Ingeniería Agroindustrial. 87p.
- Linares, E. y Bye, R., 2012. La milpa: patrimonio biológico y cultural de México, en *El frijol, un regalo de México al mundo*, México: Fundación Herdez, pp. 69-83.

- Lope-Alzina, D. G., 2007. Gendered production spaces and crop varietal selection: Case study in Yucatán, Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography*. 28, pp. 21–38.
- López-Austin, A., 2001. La cosmovisión y la tradición mesoamericana. En Broda, J. y Félix, B. J. (eds). *Cosmovisión ritual e identidad de los pueblos indígenas de México*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Louette, D., 1997. Seed exchange among farmers and gene flow among maize varieties in traditional agricultural systems. *In*: Serratos, J. A., M.C.Willcox, J. A. and Castillo, F. (eds.). *Gene flow maize*. Proceedings of a forum. CIMMYT. México, D.F. pp. 55-66.
- Lozano-Aguilar, O., Solórzano, V. E., Bernal, L. I. Rebolledo, R. H. y Jacinto, H. C., 2008. Pinole de alto valor nutricional obtenido a partir de cereales y leguminosas. *Ra Ximhai Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* 2(4), pp. 283-294.
- Maldonado-Koerdell, M., 1979. Estudios etnobiológicos I, Definición, relaciones y métodos de etnobiología. En: Barrera, A. ed. *La etnobotánica: 3 puntos de vista y una perspectiva*. Instituto de investigaciones sobre recursos bióticos, Xalapa, Veracruz, A. C. pp. 7-11.
- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sánchez, G. J. J., Buckler, E. and Doebley, J., 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 99(6) pp. 6080-6084.

- Matus, R. M., 2009. El ingrediente étnico: Alimentos y restaurantes oaxaqueños en los Ángeles, C A. *R U R I S-Revista do Centro de Estudos Rurais* 1(3) pp. 41-69.
- Mauricio, S. R. A., Figueroa C. J. D., Taba, S., Reyes, V. M. de la L., Rincón, S. F. y Mendoza, G. A., 2004. Caracterización de accesiones de maíz por calidad de grano y tortilla. *Fitotecnia Mexicana* 27(3) pp. 213-222.
- Maya-Cortés, D. C., Cárdenas, F., de Dios, J., Garnica-Romo, M., Cuevas-Villanueva, R. A., Cortés-Martínez, R., and Martínez-Flores, H. E., 2010. Whole-grain corn tortilla prepared using an ecological nixtamalisation process and its impact on the nutritional value. *International journal of food science & technology*, 45(1) pp. 23-28.
- Mendoza, G. J., Aguirre, G., Rosas, I. J. A., Bellon, M. y Smale, M. M. R., 2004. Participación de la mujer campesina en la selección de semilla de maíz en seis comunidades de los Valles centrales de Oaxaca. En: Chávez-Servia, J. L., Tuxill, D. J. y Jarvis, I. eds., 2004. *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. Cali, Colombia. pp. 199-207.
- Merlín, A. R. y Hernández, L. J., 2004. *Recetario Mazateco de Oaxaca*. Colección Cocina Indígena y Popular. CONACULTA. 42, 132 p.
- Mintz, S., 1996. *Tasting food, tasting freedom: Excursions into Eating, Culture, and the Past*. Boston: Beacon Press.
- Monroy, H. J.F., Mostranzo T., S.J., Santiago G. S. I., 2009. Fabricación e implementación de la tecnología especializada para la elaboración de totopos estilo oaxaqueño. Tesina. Intituto Politécnico Nacional, UPIICSA.

- Montenegro, J. L., 2015. Tlayuda una tradición Oaxaqueña. Consultado en <http://www.mexicanisimo.com.mx/tlayuda/#articulo>
- Morrell, M. K., Konik-Rose, C., Ahmed, R., Li, Z., and Rahman, S., 2004. Synthesis of resistant starches in plants. *Journal of AOAC International*, 87, pp.740-748.
- Muñoz, Z. R., 2012. *Diccionario enciclopédico de la Gastronomía Mexicana*. Larousse. 644p.
- Muñozcano, R. M., 2011. *Diversidad genética del maíz, perspectivas para su conservación y desarrollo en una comunidad mixteca de oaxaca: Santa María Tataltepec*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 64 p.
- Murray, S. M., Patil, A. R., Fahey, G. C., Jr., Merchen, N. R., Wolf, B. W., Lai, C.-S., 1998. Apparent digestibility of a debranched amylopectin-lipid complex and resistant starch incorporated into enteral formulas fed to ileal-cannulated dogs. *The Journal of Nutrition* 128, pp. 2032-2035
- Narváez-González, E. D., Figueroa-Cárdenas, J. D., Taba, S., Castaño, T. E. y Martínez, P. R. A., 2007. Efecto del tamaño del gránulo de almidón de maíz en sus propiedades térmicas y de pastificado. *Fitotecnia Mexicana* 30(3) pp. 269-277.
- Narváez-González, E.D., Figueroa, J.D.C., Taba, S., Rincón, S.F., 2006. Kernel microstructure of Latin American races of maize and their thermal and rheological properties. *Cereal Chemistry*. 83 (6) pp. 605-610.
- Nestle, M., 2002. *Food Politics: How the Food Industry Influences Nutrition and Health*. Berkeley: University of California Press.

- NMX-FF-034/2-SCFI, 2003. Productos alimenticios no industrializados para uso humano cereales. Maíz amarillo para elaboración de almidones y derivados, especificaciones y métodos de prueba.
- Orozco-Ramírez, Q., Brush, S., Grote, M.N. and Perales, H., 2014. A minor Role for Environmental Adaptation in Local-Scale Maize Landrace Distribution: Results from a Common garden Experiment in Oaxaca, Mexico. *Economic Botany*. 68, pp. 383-396.
- Ortega, P. R., 2003. *La diversidad del maíz en México. Sin maíz no hay país*. 1a Ed. CONACULTA. México 123-154 p.
- Oseguera, P. D., 1995. La cocina colimense, el menú muestrario de la cultura regional. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas Época II*. 2(1) pp. 33-52.
- Oseguera, P. D., 2003. *Herederos, diversos y conversos. La formación de la cultura alimentaria colimense*. CONACULTA Gobierno de Colima-UACH. México. 415p.
- Oseguera, P. D., 2006. Herederos, diversos y conversos. La formación de los gustos alimentarios entre los colimenses. *Revista de Geografía Agrícola* 37, pp. 7-16.
- Oseguera, P. D., 2008. El maíz en la cocina michoacana: vigencia del legado purhépecha. *Geografía Agrícola*. Universidad Autónoma Chapingo, México. 41, pp. 7-16
- Paliwal, R. L., Granados, G., Lafitte, H. R., Violic, A. D. and Marathée, J. P., 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. *Food & Agriculture Org* 28.

- Pazmiño, A., 2007. Diálogo intercultural para el aprendizaje y el intercambio en temas relevantes a la mujer indígena. En: Donato, L. M., Escobar, E. M., Escobar, P., Pazmiño, A. y Ulloa, A. eds. 2007. *Mujeres indígenas territorialidad y biodiversidad en el contexto latinoamericano*. Grupo Cultura y Ambiente. Universidad Nacional de Colombia-Fundación Natura de Colombia-Unión Mundial para la Naturaleza-UNODC. Latinoamérica. UICN Ecuador pp. 223-229.
- Perales, H. and Golicher, D., 2014. Mapping the Diversity of Maize Races in Mexico. *PLoS ONE* 9(12) pp. e114657
- Perales, H. R., Benz, B. F. y Brush, S. B., 2005. Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 102, pp. 949-954.
- Perales, R. H. y Golicher, D., 2011. Modelos de distribución para las razas de maíz en México y propuesta de centros de diversidad. Informe técnico preparado para la CONABIO. ECOSUR. Chiapas, México, 108 p. Manuscrito.
- Perales, R. H. y Hernández, C. J. M., 2005. Diversidad del maíz en Chiapas. En: González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N. y Ruíz-Montoya, L. (eds.). *Diversidad Biológica en Chiapas*. El Colegio de la Frontera Sur. México pp. 419-438.
- Perales, R. H., Brush, S.B. and Qualset, C. O., 2003b. Dynamic management of maize landraces in Central Mexico. *Economic Botany*. 57, pp. 21-34.
- Perales, R. H., Brush, S.B. and Qualset, C.O., 2003a. Landraces of maize in Central México: an altitudinal transect. *Economic Botany* 57, pp. 7-20.

- Petrich, P., 1987. El hombre y lo que come, alimentación y cultura. Hombres de maíz y hombres de carne. *El Correo*. UNESCO. 5, pp. 10-13.
- Pinedo, P., Collado, L., Arias, L. y Shagardsky, T., 2009. Importancia del maíz, frijol, pajar y chile en agroecosistemas tradicionales del trópico húmedo de Cuba, México y Perú. En: Hermann, M., Amaya, K., Latournerie, L. y Castiñeiras, L. eds. *¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú?* Biodiversity international. pp.31-47.
- Piperno, D. R. and Flannery, K.V., 2001. The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: new accelerator mass spectrometry dates and their implications. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98:2101-2103.
- Plascencia, G. G., 1998. *Comportamiento de maíz pigmentado en la elaboración de frituras empleando el método de nixtamalización tradicional y harina instantánea preparado por un proceso hidrotérmico*. Tesis. Ingeniería Agroindustrial. Chapingo, Estado de México. 78 p.
- PMDS, 2013. Performance Management and Development System. Human Resource Management in the Civil Service http://hr.per.gov.ie/pmds-2013/pt=sci_arttext
- Pressoir, G., and Berthaud, J., 2004. Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity*, 92(2), 95-101.
- Qi, X., Tester, R. F., Snape, C. E., Yuryev, V., Wasserman, L. A., & Ansell, R., 2004. Molecular basis for the gelatinisation and swelling characteristics of waxy

- barley starches grown at the same location during the same season. II. Crystallinity and gelatinisation characteristics. *Journal of Cereal Science* 39 pp. 57-66
- Quintanar, G.A., Jaramillo, F.M.E., Solorza, F.J., Mendez, M.M.G. & Wang, Y.J., 2011. Rheological and thermal properties of masa as related to changes in corn protein during nixtamalization. *Journal of Cereal Science* 53, pp. 139-147. doi: 10.1016/j.jcs.2010.11.005
- Radel, C., Schmook, B., McEvoy, J., Mendez, C., & Petrzalka, P., 2012. Labour migration and gendered agricultural relations: The feminization of agriculture in the ejidal sector of Calakmul, Mexico. *Journal of Agrarian Change*, 12(1) pp. 98-119.
- Ramírez-Jaspeado, A., 2012. *Caracterización socioeconómica, morfológica y bioquímica de una muestra etnográfica de maíz (Zea mays L.) raza Bolita*. Tesis de doctorado. Recursos genéticos, productividad y producción de semillas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. México. 260 p.
- Ranum, P., Peña-Rosas, J. P. and Garcia-Casal, M. N., 2014. Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1312, pp. 105-112
- Ratnayake, W.S., Wassinger, A.B. & Jackson, D.S., 2007. Extraction and characterization of starch from alkaline cooked corn masa. *Cereal Chemistry*, 4, pp. 415-422. doi: 10.1094/CCHEM-84-4-0415
- Recinos, 1947. *Popol Vuh. Las antiguas historias del Quiché*. Fondo de Cultura Económica.

- Rendon-Villalobos, R., Bello, P.A., Osorio-Diaz, P., Tovar, J. & Paredes-Lopez, O., 2002. Effect of storage time on in vitro digestibility and resistant starch content of nixtamal, masa, and tortilla. *Cereal Chemistry* 79, pp. 340-344. doi: 10.1094/CCHEM.2002.79.3.340
- Rice, E., Smale, M. and Blanco, J. L., 1998. Farmer's use of improved seed selection practices in Mexican maize: Evidence and issues from the Sierra de Santa Marta. *World Develop* 26 (9) pp.1625-1640.
- Rivas, M., 2001. Conservación in situ de los recursos fitogenéticos. A. Berreta y M. Rivas Coords. *Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR. Montevideo, Uruguay* pp. 63-76.
- Rivera, V. L. M., 1995. Gestión de Calidad Agroalimentaria. Ed. Mundi-Prensa. 139 p.
- Robichaux, D., 2005a. ¿Dónde está el hogar? Retos metodológicos para estudios del grupo domésticos en la Mesoamérica contemporánea. En Robichaux, D. (comp.) *Familia y parentesco en México y Mesoamérica: unas miradas antropológicas*. México. Universidad Iberoamericana.
- Robichaux, D., 2005b. Principios patrilineales en un sistema bilateral de parentesco: residencia, herencia y el sistema familiar mesoamericano. En Robichaux, D. (comp.) *Familia y parentesco en México y Mesoamérica: unas miradas antropológicas*. México. Universidad Iberoamericana.
- Robichaux, D., 2007. Sistemas familiares en culturas subalternas de América Latina: una propuesta conceptual en bosquejo preliminar. En Robichaux, D. (comp.) *Familias de América Latina. Estudios de casos*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires.

- Rodríguez-Sandoval. E., Fernández, Q. A. y Ayala A. A., 2005. Reología y textura de masas: aplicaciones en trigo y maíz. *Revista Ingeniería e Investigación* 57 pp. 72-78
- Rozin, P., 1996. Sociocultural influences on human food selection. En Capaldi, E.D. ed. *Why we eat what we eat. Washington DC. American Psychological Association.*
- Ruiz, C. J. A.; Durán, P. N.; Sánchez, G. J. J.; Ron, P. R.; González, E. D. R.; Medina, G. G. and Holland. B. J., 2008. Climatic adaptation and ecological descriptors of 42 maize races. *Crop Sei.* 48, pp. 1502-1512.
- Salinas, M. Y. y Aguilar, L. M., 2010. Efecto de la dureza del grano de maíz (*Zea mays* L.) sobre el rendimiento y calidad de la tortilla. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas* 2, pp. 5-11.
- Salinas, M. Y., Cruz, Ch. 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) pp. 44-45.
- Sánchez, G. J., Goodman, M. M. and Stuber, C. W., 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany* 54(1) pp. 43-59.
- Schlosser, E., 2001. *Fast Food Nation: The Dark Side of the All-American Meal.* Boston: Houghton Mifflin.
- Schutz, H. G., 1998. Evolution of the sensory science discipline. *Food Technology* 52 (8) pp.109-113.
- Segalen, M., 1981. *Sociologie de la famille.* Armand Colin. Paris.

- Senasica, 2011. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento/PTBrocaOaxaca2013.pdf
- Shipp, J. y Abdel-Aal, S. M., 2010. Food Applications and Physiological Effects of Anthocyanins as Functional Food Ingredients. *The Open Food Science Journal*, 4, pp. 7-22.
- Shogren, R. L., Fanta, G. F., and Felker, F. C., 2006. X-ray diffraction study of crystal transformations in spherulitic amylose/lipid complexes from jet-cooked starch. *Carbohydrate Polymers*, 64 (3) pp. 444-451.
- Simeón, R., 1996. *Diccionario de la lengua Náhuatl o mexicana*. Siglo XXI, América Nuestra. 783p.
- Smale, M., Aguirre, J.A., Bellon, M. R., Mendoza, J. y Rosas, I. M., 1998. *Farmer management of maize diversity in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico*. CIMMYT INIFAP-1998 Baseline Socioeconomic Survey. Series: CIMMYT Economics Working Paper. Mexico, DF. vvvv34p.
- Smith, M. L., 2006. The archeology of food preference. *American Anthropologist* 3(108) pp. 480-493.,
- Soleri, D. and Cleveland, D. A., 2004. Farmer Selection and Conservation of Crop Varieties. *Encyclopedia of Plant and Crop Science*. N.Y., pp. 433-438.
- Soleri, D. and Cleveland, D. A., 2007. Tejate: Theobroma cacao and T. bicolor in a traditional beverage from Oaxaca, Mexico. *Food and Foodways*. 15, pp. 107-118.

- Soleri, D., Cleveland, D. A. and Aragón-Cuevas, F., 2008. Food Globalization and Local Diversity: The Case of *Tejate*, a Traditional Maize and Cacao Beverage from Oaxaca, Mexico. *Current Anthropology* 2(49) 11p.
- Solís, F., 1998. *La cultura del Maíz. La cocina mexicana a través de los siglos*. 1a Edición. Editorial Clío. México. D. F. 93p.
- Sotelo, A., Soleri, D., Wachter, C., Sanchez-Chinchillas, A. and Argote, R. M., 2012. Chemical and nutritional composition of tejate, a traditional maize and cacao beverage from the central valleys of Oaxaca, Mexico. *Plant Foods for Human Nutrition* 67, pp.148-155.
- Tapia, M. y De la Torre, E. A., 1997. *La mujer campesina y las semillas andinas: Género y el manejo de los recursos genéticos*. FAO. IPGRI. Lima, Peru.
- Taube, K., 1989. The maize tamale in classic maya diet, epigraphy and art. *American Antiquity* 54 (1) pp. 31-51.
- Valadez, R., Moreno, A. y Gómez, G., 2011. *Cujtlacochi. El Cuitlacoche*. Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, México. 136p.
- Valenzuela, J. M. I., 2000. Identidades culturales: comunidades imaginarias y contingentes. En Plaza y Valdez (eds.). *Decadencia de las identidades*. México. Colef.
- Vallcanares, A. E. 2012. Implementar un manejo integrado de plagas en la empresa Maluquer de Centroamérica. Tesis de maestría. Universidad para la Cooperación Internacional. San José, Costa Rica.
- Vanninayake, M., 1999. *La mujer y la diversidad biológica: la base de la existencia*. PNUMA/IT. Sri Lanka, pp.38-61.

- Vavilov, N. I., 1926. The centers of origin of cultivated plants. *Appl. Bot. Plant Breed.* 16(2) 248 p.
- Vavilov, N.I., 1932. The process of evolution in cultivated plants. In Proc. of the VI *International Congress of Genetics*, Ithaca, New York, USA.1 pp. 331-342.
- Vázquez, C. G., Guzmán, B. L., Andrés, G. J. L., Márquez, S. F. y Castillo, M. G., 2003. Calidad de grano y tortillas de maíces criollos y sus retrocruzas. *Revista Fitotecnia* 26(4) pp. 231-238.
- Vigouroux, Y., Glaubitz, J., Matsuoka, Y., Goodman, M., Sanchez, J. y Doebley, J., 2008. Population structure and genetic diversity of New World maize races assessed by DNA microsatellites. *American Journal of Botany* 95, pp. 1240–1253.
- Watson, J. and Caldwell, M., 2005. Introduction. In Watson, J. L. and Caldwell, M. L. eds. *The Cultural Politics of Food and Eating*. Malden, MA: Blackwell. pp. 1-10.
- Wellhausen, E., Roberts, L. M., Hernández, X. E., en colaboración con Mangelsdorf, P. C., 1951. *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*. Folleto Técnico 5, Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F.
- Wolf, E., 1957. Closed Corporate peasant communities in Mesoamerica and Java en *Southwestern Journal of Anthropology* 13.
- Wolf, M. J., Buzcan, C. L., MacMasters, M. M. y Rist, C. E., 1952. Structure of the mature corn kernel. I. Gross anatomy and structural relationships. *Cereal Chemistry*.29, pp. 321-333.

- Wursch, P. and Roulet, P., 1992. Process for the production of a starch dispersible in boiling water. U.S. Patent 5,100,475.
- Yuan, C. R. & Rudie, N. G., 2001. High-amylose starch-emulsifier composition and
- Zimmerer, K. S., 1991. Labor shortages and crop diversity in the Sorthern Peruvian Sierra. *Geographical Review* 4(81), pp. 414-432.
- Zizumbo, V. D., García, M. y Colunga, P., 2008. El origen de la agricultura, la domesticación de las plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica. *Geografía agrícola* 41, pp. 85-113.
- Zhao, W., Canaran, P., Jurkuta, R., Fulton, T., Glaubitz, J., Buckler, E., and Kresovich, S., 2006. Panzea: a database and resource for molecular and functional diversity in the maize genome. *Nucleic Acids Res* 34, D752–D757
- Zobel, H.F.,1988. Starch crystal transformation and their industrial importance. *Starch/Stärke*, 40, 1-7. Doi:10.1002/star.19880400102

Anexo 1

Cuestionario de Grupos focales

Diversidad de tipos de maíz de la comunidad

- ¿Qué maíces siembran ustedes?
- ¿Qué otros maíces conocen ustedes que se siembran en su comunidad?
- ¿Conocen algunos maíces que se sembraban antes en su comunidad y ya no?
- ¿Qué otros maíces conocen ustedes que no son de la comunidad?

Especificaciones de cada tipo de maíz

- ¿Cuáles son los maíces que se siembran más? (más importantes)
- ¿Cuánto siembran de estos maíces?
- ¿Los maíces que siembran en mayor cantidad han sido los mismos desde que ustedes eran jóvenes?
- ¿Desde cuándo tienen estos maíces?
- ¿Dónde y con quien los consiguieron?

Propiedades que se adjudican a los maíces más importantes

- Este maíz es mejor/igual/peor:
- Suelo_ en algún tipo de suelo
- Región_ en algún lugar o región
- Precocidad_ para siembras tempranas o tardías
- Resistencia temporal_ aguanta mejor la sequía/lluvia/granizo/helada
- Resistencia al acame_ se acama menos
- Rendimiento_ rinde más que otros, siempre da bien
- Usos_ es mejor para tortillas/tamales/pozol/atole u otro producto
- Usos especiales_ tiene un uso especial que solo se puede hacer con este tipo de maíz

Maíces que ya se perdieron

- ¿Porque ya no se siembra?

Maíces que se conocen de otro lugar

- ¿Porque no lo siembran?

Cambios en su maíz

- ¿Ha cambiado su maíz?
- ¿Porque?
- ¿Desde cuándo cambió?

Anexo 2 Encuesta sobre diversidad, uso y preferencias de consumo para pobladores de comunidades en estudio

1. IDENTIFICACIÓN

1.1 Datos de cuestionario

(101) Clave única:		(102) Fecha:	
(103) Encuestador:	(104) Comunidad:	(105) Barrio:	

1.2 Datos del informante

1.2.1 Nombre:			1.2.2 Sexo:(106)
1.2.3 Edad:(107)	1.2.4Etnia:(108)		1.2.5Habla español:(109)
1.2.6 Habla lengua indígena:(110)		1.2.7 Cual lengua indígena habla:(111)	
1.2.8 Escolaridad: (112)	1.2.9 Edo. Civil:(113)		1.2.10 Lugar en familia:(114)

Clave

1.2.2	1:masculino, 2: femenino
1.2.8	1:último año primaria , 2:primaria, 3: último año secundaria, 4:secundaria, 5: último año preparatoria, 6:preparatoria, 7: último año universidad, 8:universidad, 9: ninguna
1.2.9	1:soltero(a), 2: casado(a)
1.2.10	1:padre, 2:madre, 3:hijo, 4:hija, 5:abuelo, 6:abuela

2. DIVERSIDAD Y ORIGEN DE MAÍCES SEMBRADOS POR GRUPO DOMÉSTICO

2. ¿Cuántos tipos de maíz sembró usted el año pasado?

2.1	Clave de muestra	1(200)	2(200)	3(200)	4(200)
2.2	Nombre local	(204)	(204)	(204)	(204)
2.3	Color	(205)	(205)	(205)	(205)
2.4	Lugar de procedencia	(206)	(206)	(206)	(206)
2.5	Tipo de semilla	(207)	(207)	(207)	(207)
2.6	Cantidad de semilla que sembró	(208)	(208)	(208)	(208)
2.7	Fecha en que sembró	(209)	(209)	(209)	(209)
2.8	Fecha en que cosechó	(210)	(210)	(210)	(210)
2.9	Rendimiento obtenido	(211)	(211)	(211)	(211)
2.10	Años sembrando el tipo de semilla	(212)	(212)	(212)	(212)
2.11	Con quien obtuvo la semilla	(213)	(213)	(213)	(213)
2.12	Años sembrando la misma semilla sin cambiarla	(214)	(214)	(214)	(214)

2.13	Ha perdido este tipo de semilla	(215)	(215)	(215)	(215)
2.14	Ha mezclado la semilla	(216)	(216)	(216)	(216)
2.15	Con cual semilla mezcló	(217)	(217)	(217)	(217)

Clave

2.3	1:blanco, 2:blanco cremoso, 3:amarillo claro, 4:amarillo, 5:amarillo obscuro, 6:naranja, 7:rojo claro, 8:rojo, 9:rojo oscuro, 10:azul, 11:azul oscuro, 12:negro, 13:rosa, 14:café, 15:pinto (especificar colores) 16:variegado (especificar colores)
2.4	1:de la comunidad, 2:otra comunidad cercana, 3:tienda local, 4:mercados de fuera, 5:otra región, 6:entrega de un técnico promotor
2.5	1:nativo, 2:mejorado, 3:acriollado
2.11	1: Padre o madre; 2: Otro familiar; 3: Vecino; 4: Agricultor otra comunidad; 5: Comercio misma comunidad; 6:Comercio otra comunidad; 7: Comercio Central de abastos
2.15	1:otro nativo de la comunidad, 2: mismo tipo otro color, 3:nativo de otra región, 4:híbrido

3. IMPORTANCIA Y SATISFACCION DE LOS CARACTERES DE SUS MAICES

3.1Caracteres ambientales

¿Qué tan importante es para usted que su maíz...? , ¿Cuál de sus maíces es mejor en...?

Caracteres		3.1.1 Importancia	3.1.2 Satisfacción con tipo de maíz				
			1	2	3	4	Híbrido
3.1.3	De bien en clima frío	(301)	(301)	(301)	(301)	(301)	(301)
3.1.4	De bien en clima templado	(302)	(302)	(302)	(302)	(302)	(302)
3.1.5	De bien en clima semi-cálido	(303)	(303)	(303)	(303)	(303)	(303)
3.1.6	De bien en clima cálido	(304)	(304)	(304)	(304)	(304)	(304)
3.1.7	De bien en suelo delgado	(305)	(305)	(305)	(305)	(305)	(305)
3.1.8	De bien en suelo profundo	(306)	(306)	(306)	(306)	(306)	(306)
3.1.9	De bien en suelos apretados	(307)	(307)	(307)	(307)	(307)	(307)
3.1.10	De bien en suelos sueltos	(308)	(308)	(308)	(308)	(308)	(308)
3.1.10	Conviene en terreno plano	(309)	(309)	(309)	(309)	(309)	(309)
3.1.12	Conviene en terreno de ladera	(310)	(310)	(310)	(310)	(310)	(310)

Clave

3.1.1	1:muy importante, 2:algo importante, 3:no importante	3.1.2	1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente
-------	--	-------	--

3.2 Caracteres agrícolas**¿Qué tan importante es para usted...de su maíz? , ¿Cómo es su maíz en...?**

Caracteres		3.2.1 Importancia	3.2.2 Satisfacción				
			1	2	3	4	Híbrido
3.2.3	Rendimiento en peso del grano	(320)	(320)	(320)	(320)	(320)	(320)
3.2.4	Rendimiento en volumen del grano	(321)	(321)	(321)	(321)	(321)	(321)
3.2.5	Tiempo de maduración largo	(322)	(322)	(322)	(322)	(322)	(322)
3.2.6	Tiempo de maduración intermedio	(323)	(323)	(323)	(323)	(323)	(323)
3.2.7	Tiempo de maduración corto	(324)	(324)	(324)	(324)	(324)	(324)
3.2.8	Resistencia a sequía	(325)	(325)	(325)	(325)	(325)	(325)
3.2.9	Resistencia al frío	(326)	(326)	(326)	(326)	(326)	(326)
3.2.10	Resistencia a granizo	(327)	(327)	(327)	(327)	(327)	(327)
3.2.11	Resistencia a viento	(328)	(328)	(328)	(328)	(328)	(328)
3.2.12	Resistencia a gusano cogollero	(329)	(329)	(329)	(329)	(329)	(329)
3.2.13	Resistencia a gallina ciega	(330)	(330)	(330)	(330)	(330)	(330)
3.2.14	Resistencia a plagas de almacén	(331)	(331)	(331)	(331)	(331)	(331)
3.2.15	Facilidad de desgrane	(332)	(332)	(332)	(332)	(332)	(332)
3.2.16	Saber cómo se siembra y el cuidado del maíz	(333)	-	-	-	-	-

Clave

3.2.1	1:muy importante, 2:algo importante, 3:no importante	3.2.2	1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente
-------	--	-------	--

3.3 Caracteres morfológicos**¿Qué tan importante es para usted... en su maíz? , ¿Cómo es su maíz en...?**

Caracteres		3.3.1 Importancia	3.3.2 Satisfacción				
			1	2	3	4	Híbrido
3.3.3	Altura de la planta	(340)	(340)	(340)	(340)	(340)	(340)
3.3.4	Grosor del tallo de la planta	(341)	(341)	(341)	(341)	(341)	(341)
3.3.5	Altura de la mazorca	(342)	(342)	(342)	(342)	(342)	(342)
3.3.6	Largo de mazorca	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)
3.3.7	Ancho de mazorca	(344)	(344)	(344)	(344)	(344)	(344)
3.3.8	Número de hileras	(345)	(345)	(345)	(345)	(345)	(345)
3.3.9	Grosor de olote	(346)	(346)	(346)	(346)	(346)	(346)
3.3.10	Tamaño de totomoxtle	(347)	(347)	(347)	(347)	(347)	(347)

3.3.11	Color de totomoxtle	(348)	(348)	(348)	(348)	(348)	(348)
3.3.12	Tamaño del grano	(349)	(349)	(349)	(349)	(349)	(349)
3.3.13	Ancho del grano	(350)	(350)	(350)	(350)	(350)	(350)
3.3.14	Color del grano	(351)	(351)	(351)	(351)	(351)	(351)

Clave

3.3.1	1:muy importante, 2:algo importante, 3:no importante	3.3.2	1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente
-------	--	-------	--

3. 4 Caracteres de uso**¿Qué tan importante es el uso de su maíz en...? , ¿Cómo es su maíz para ...?**

Caracteres		3.4.1 Importancia	3.4.2 Satisfacción				
			1	2	3	4	Híbrido
3.4.3	Grano para forraje	(360)	(360)	(360)	(360)	(360)	(360)
3.4.4	Planta de maíz seca para forraje	(361)	(361)	(361)	(361)	(361)	(361)
3.4.5	Planta de maíz seca como abono	(362)	(362)	(362)	(362)	(362)	(362)
3.4.6	Alimentos	(363)	(363)	(363)	(363)	(363)	(363)
3.4.7	Alimentos tradicionales	(364)	(364)	(364)	(364)	(364)	(364)
3.4.8	Envoltura de tamal	(365)	(365)	(365)	(365)	(365)	(365)
3.4.9	Medicinal	(366)	(366)	(366)	(366)	(366)	(366)
3.4.10	Combustible	(367)	(367)	(367)	(367)	(367)	(367)
3.4.11	Artesanía	(368)	(368)	(368)	(368)	(368)	(368)
3.4.12	Material para la construcción	(369)	(369)	(369)	(369)	(369)	(369)
3.4.13	Masa para llevar al cerro	(370)	(370)	(370)	(370)	(370)	(370)
3.4.14	Mazorcas para poner en el altar de casa	(371)	(371)	(371)	(371)	(371)	(371)
3.4.15	Mazorcas para llevar a la iglesia	(372)	(372)	(372)	(372)	(372)	(372)
3.4.16	Maíces para adivinar	(373)	(373)	(373)	(373)	(373)	(373)

Clave

3.4.1	1:muy importante, 2:algo importante, 3:no importante	3.4.2	1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente
-------	--	-------	--

4. PREFERENCIA DE CONSUMO DE SUS MAICES**¿Qué tan importante es su maíz ...? , ¿Cómo es su maíz para ...?**

Calidad	4.1 Importancia	4.2 Satisfacción				
		1	2	3	4	Híbrido

4.3	por contenido nutricional	(401)	(401)	(401)	(401)	(401)	(401)
4.4	para nixtamal	(402)	(402)	(402)	(402)	(402)	(402)
4.5	para tortilla	(403)	(403)	(403)	(403)	(403)	(403)
4.6	para atole	(404)	(404)	(404)	(404)	(404)	(404)
4.7	para tamales	(405)	(405)	(405)	(405)	(405)	(405)
4.8	para tostadas	(406)	(406)	(406)	(406)	(406)	(406)
4.9	para pinole	(407)	(407)	(407)	(407)	(407)	(407)
4.10	para empanada	(408)	(408)	(408)	(408)	(408)	(408)
4.11	para pozole	(409)	(409)	(409)	(409)	(409)	(409)
4.12	para molotes	(410)	(410)	(410)	(410)	(410)	(410)
4.13	para picaditas (memelitas)	(411)	(411)	(411)	(411)	(411)	(411)
4.14	para totopos	(412)	(412)	(412)	(412)	(412)	(412)
4.15	para elote	(413)	(413)	(413)	(413)	(413)	(413)
4.16	¿Característica de este maíz que lo hace mejor para preparar los alimentos?	(414)	(414)	(414)	(414)	(414)	(414)
4.17	¿Propiedad que le brinda este maíz a los alimentos?	(415)	(415)	(415)	(415)	(415)	(415)

Clave

4.1	1:muy importante, 2:algo importante, 3:no importante
4.2	1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente
4.16	1:color del grano, 2:tamaño del grano, 3:dureza del grano, 4:sabor del grano, 5: otro
4.17	1: color, 2:sabor, 3: olor, 4: espesor, 5 :turgencia, 6: otro

5. CARACTERES DE MAICES PARA USOS ESPECIALES

¿Qué tan importante es el uso de su maíz ...? , ¿Cómo es su maíz para ...?

Calidad		5.1 Importancia	5.2 Satisfacción				
			1	2	3	4	Híbrido
5.3	para segueza	(501)	(501)	(501)	(501)	(501)	(501)
5.4	para nicuatole	(502)	(502)	(502)	(502)	(502)	(502)
5.5	para tejate	(503)	(503)	(503)	(503)	(503)	(503)
5.6	para tepache	(504)	(504)	(504)	(504)	(504)	(504)
5.7	para tlayuda	(505)	(505)	(505)	(505)	(505)	(505)
5.8	para blanditas	(506)	(506)	(506)	(506)	(506)	(506)
5.9	para tortilla de maíz nuevo	(507)	(507)	(507)	(507)	(507)	(507)
5.10	para totopos	(508)	(508)	(508)	(508)	(508)	(508)
5.11	para totopos de maíz nuevo	(509)	(509)	(509)	(509)	(509)	(509)

5.12	para tostadas de corozo	(510)	(510)	(510)	(510)	(510)	(510)
5.13	para tostadas de coco	(511)	(511)	(511)	(511)	(511)	(511)
5.14	para jitapa'a	(512)	(512)	(512)	(512)	(512)	(512)
5.15	para machacado	(513)	(513)	(513)	(513)	(513)	(513)
5.16	para atole de granillo	(514)	(514)	(514)	(514)	(514)	(514)
5.17	para atole de boda (de pinol)	(515)	(515)	(515)	(515)	(515)	(515)
5.18	para chocolate atole	(516)	(516)	(516)	(516)	(516)	(516)
5.19	para dulce de chilacayota	(517)	(517)	(517)	(517)	(517)	(517)
5.20	para a atole de pitona (temazcal)	(518)	(518)	(518)	(518)	(518)	(518)
5.21	para pozole	(519)	(519)	(519)	(519)	(519)	(519)
5.22	¿Característica de este maíz que lo hace mejor para preparar los alimentos?	(520)	(520)	(520)	(520)	(520)	(520)
5.23	¿Propiedad que le brinda este maíz a los alimentos?	(521)	(521)	(521)	(521)	(521)	(521)

Clave

5.1	1:muy importante, 2:algo importante, 3:no importante
5.2	1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente
5.22	1:color del grano, 2:tamaño del grano, 3:dureza del grano, 4:sabor del grano, 5: otro
5.23	1: color, 2:sabor, 3: olor, 4: espesor, 5 :consistencia, 6: otro

6. MANEJO DEL CULTIVO**¿Hace alguna actividad diferente durante el ciclo del cultivo para algún maíz?**

6.1	Clave de muestra	6.2	Actividad
(200)		(601)	

7. MAÍCES QUE SE CONOCEN Y NO SE SIEMBRAN**¿Qué otros maíces conoce que usted no siembra?**

7.1	Clave de tipo de maíz	1(701)	2(701)
7.2	Nombre local	(703)	(703)
7.3	Color	(704)	(704)
7.4	Lugar de procedencia	(705)	(705)
7.5	Porque no se siembra	(706)	(706)
7.6	Que le interesa de la variedad	(707)	(707)

Clave

7.3	1:blanco, 2:blanco cremoso, 3:amarillo claro, 4:amarillo, 5:amarillo oscuro, 6:naranja, 7:rojo claro, 8:rojo, 9:rojo oscuro, 10:azul, 11:azul oscuro, 12:negro, 13:rosa, 14:pinto (especificar colores) 15:variegado (especificar colores)
7.4	1:de la comunidad, 2:comunidad cercana, 3:otra región del estado, 4:otro estado
7.5	1:porque no se consigue semilla, 2:porque no crece en el clima, 3:porque no rinde, 4:porque no se usa mucho, 5:porque no conviene el tiempo de maduración, 6:Porque no dio tiempo de sembrarlo, 7: porque no hay recurso para sembrar más tipos
7.6	1:tiempo de maduración, 2:el color del grano, 3:calidad forrajera, 4:el tamaño de la mazorca, 5:la altura de la planta, 6:el peso del grano, 7: el totomoxtle

8. MAÍCES QUE SE HAN PERDIDO

¿Qué maíces se han perdido en la comunidad?

8.1	Clave del tipo de maíz	1(801)	2(801)
8.2	Nombre local	(803)	(803)
8.3	Color	(804)	(804)
8.4	Lugar de procedencia	(805)	(805)
8.5	Porque se dejó de sembrar	(806)	(806)
8.6	Existe en la región	(807)	(807)

Clave

8.3	1:blanco, 2:blanco cremoso, 3:amarillo claro, 4:amarillo, 5:amarillo oscuro, 6:naranja, 7:rojo claro, 8:rojo, 9:rojo oscuro, 10:azul, 11:azul oscuro, 12:negro, 13:rosa, 14:pinto (especificar colores) 15:variegado (especificar colores)
8.4	1:de la comunidad, 2:comunidad cercana, 3:otra región del estado, 4:otro estado
8.5	1:porque no se consigue semilla, 2:porque no da bien en el clima, 3:porque no rinde, 4:porque no tiene muchos usos, 5:por la altura de la planta

9.FAMILIAR

9.1 Área agrícola

9.1.1	Tipo de acceso a la tierra	(901)	9.1.5	Con quien comparte área productiva	(905)
9.1.2	Tipo de propiedad de la tierra	(902)	9.1.6	Con quien se organiza para las actividades del campo	(906)
9.1.3	Con que cantidad de tierra cuenta	(903)	9.1.7	De quien es la mano de obra en el cultivo	(907)
9.1.4	Usted comparte área productiva	(904)	9.1.8	Cuenta con riego que se use en cultivo de maíz	(908)

Clave

9.1.1	1:propietario, 2:a medias, 3:renta, 4: terreno prestado, 5:propietario y renta
9.1.2	1:ejidal, 2:comunal
9.1.5	1:padre (madre), 2:hermano (a), 3:hijo (a), 4:dueño (a), 5:vecino(a)
9.1.6	1:padre (madre), 2:esposo (a), 3:hermano (a), 4:hijo (a), 5:dueño (a)
9.1.7	1:familiar, 2:jornaleros, 3:más familiar y pocos jornales, 4:más jornales y poco familiar
9.1.8	1:con acceso, 2:sin acceso

9.2 Residencia familiar y consumo

9.2.1	Familias que habitan en el mismo lote	(920)	9.2.9	Cuánto de la cosecha es para los animales	(928)
9.2.2	Familias que comparten los alimentos al día	(921)	9.2.10	Cuánto de la cosecha es para vender	(929)
9.2.3	Integrantes adultos de la familia que viven en casa	(922)	9.2.11	Cuánto compra de maíz en el año	(930)
9.2.4	Integrantes niños de la familia que viven en casa	(923)	9.2.12	% de ingreso proveniente de jornales	(931)
9.2.5	Todos en la familia hablan lengua indígena	(924)	9.2.13	% de ingreso proveniente de trabajo no agrícola	(932)
9.2.6	Cuántas mujeres monolingües hay en la familia	(925)	9.2.14	% de ingreso proveniente de negocio propio	(933)
9.2.7	Escolaridad máxima de algún miembro de la familia	(926)	9.2.15	% de ingreso proveniente de remesas de E. U	(934)
9.2.8	Cuánto de la cosecha es para consumo familiar	(927)	9.2.16	% de ingreso proveniente de remesas de otras partes de México	(935)

Clave

9.2.5	1:si. 2:no, especificar cuantos y quienes
9.2.7	1:último año primaria, 2:primaria, 3: último año secundaria, 4:secundaria, 5: último año preparatoria, 6:preparatoria, 7: último año universidad, 8:universidad

9.3 Vivienda

9.3.1	Número de cuartos en casa	(940)	9.3.8	Tiene lavadora	(947)
9.3.2	De qué material son las paredes	(941)	9.3.9	Tiene microondas	(948)
9.3.3	De qué material es el techo	(942)	9.3.10	Qué tipo de sanitario tiene	(949)
9.3.4	De qué material es el piso	(943)	9.3.11	Tiene teléfono fijo	(950)
9.3.5	Hay agua potable en casa	(944)	9.3.12	Cuántos en la familia poseen teléfono celular	(951)
9.3.6	Se cuenta con vehículo	(945)	9.3.13	Tiene computadora	(952)
9.3.7	Tiene refrigerador	(946)	9.3.14	Cuenta con internet	(953)

Clave

9.3.2	1:adobe, 2:tabique, 3:madera, 4:bajareque, 5:otro, 6: combinación (especificar)
9.3.3	1:teja, 2:loza, 3:lámina metal, 4:lámina cartón, 5:otro, 6: combinación (especificar)
9.3.4	1:cemento, 2:tierra, 3:loseta, 4:otro, 5: combinación (especificar)
9.3.10	1:ninguno, 2:letrina, 3:letrina seca, 4:WC

9.4 Tradición familiar

9.4.1	Ha participado o tiene algún cargo en la comunidad	(960)	9.4.5	Cada cuando van los niños a la milpa	(964)
9.4.2	Ha participado o tiene mayordomía	(961)	9.4.6	Hizo rezos en el terreno de siembra el año pasado	(965)
9.4.3	Las mujeres de casa usan vestimenta regional	(962)	9.4.7	Llevó a bendecir sus mazorcas a la iglesia el año pasado	(966)
9.4.4	Los hombres de casa usan vestimenta regional	(963)	9.4.8	Acostumbra ir a pedir o dar gracias al cerro	(967)

Clave

9.4.1, 9.4.2	1: si, 2: no, especificar cual
9.4.3	1:diario, 2: en eventos especiales
9.4.5	1:diario, 2:una vez a la semana, 3:una vez al mes, 4:en temporada vacacional, 5:en la siembra, 6:en la cosecha, 7: no asisten

Anexo 3. Importancia de las variables que permiten conservar los maíces en cada comunidad.

Comunidad	Variante de maíz	F	C	S	CN	RA	RB	P	M	G	U	UC	U A	AC	AE	I
Atempa	Zapalote chico blanco	30	1.6	3.1	2.1	2.0	1.1	2.8	5.1	3	4.1	0.4	3	6.5	6.9	41.1
Puerto	Olotillo amarillo	9	1.1	3.9	2	1.0	2.5	2.1	5.0	2.6	3.8	1.2	2.9	8.0	7.2	43.6
	Tuxpeno amarillo	9	1.1	3.9	2.2	1.1	2.3	2.2	4.9	2.5	4.5	0.6	2.8	8.2	8.7	45.4
	Tuxpeno blanco	29	1.1	3.6	2.1	1.1	1.3	2.1	3.8	2.4	3.9	0.8	2.6	8.1	8.9	42.0
	Conejo amarillo	3	1.1	3.6	2.2	1.7	1.4	0.8	2.6	1.8	3.4	0.5	2.8	7.7	6.7	36.3
	Conejo blanco	3	0.9	3.3	1.9	1.7	0.5	1.7	3.1	1.7	3.6	1.3	2.5	8.0	11.6	41.6
	Hibrido blanco	3	1.2	4.9	2.4	1.1	2.2	2.3	4.2	2.5	3.3	0.5	2.7	7.5	6.3	41.0
	Olotillo blanco	3	1.2	4.0	1.6	-0.1	1.8	2.3	4.9	3.0	4.5	0.7	2.8	8.7	8.2	43.5
	Tepecintle blanco	1	1.0	3.6	2.7	0.5	2.0	1.5	3.0	3.0	5.4	0.0	3.0	7.5	12.5	45.7
	Olotillo negro	1	0.7	4.4	2.1	1.2	2.4	3.0	5.0	3.0	4.2	0.0	3.0	3.0	4.0	36.0
	Tuxpeno negro	1	1.2	3.8	2.3	1.0	1.5	2.0	4.0	2.5	2.9	0.0	2.5	6.0	3.3	33.0
	Olotillo pinto	2	1.2	3.7	2.0	1.5	1.8	2.5	4.3	2.8	4.0	1.2	2.5	9.0	9.0	45.3
	Tuxpeno pinto	2	1.3	3.8	2.1	0.6	1.9	2.0	3.8	3.0	3.9	1.0	3.0	8.5	8.8	43.5
	Olotillo rojo	1	0.6	2.9	-0.6	0.5	1.0	1.5	6.0	3.0	4.3	1.0	3.0	0.0	8.4	31.6
	Tuxpeno rojo	2	1.5	3.7	2.2	0.6	1.8	1.8	4.8	3.0	2.9	0.0	3.0	7.8	5.9	38.7
	Tuxpeno variegado	2	1.4	3.5	2.2	0.6	1.3	1.8	4.0	2.8	3.4	0.0	2.8	7.5	5.2	36.2
Jicayán	Conejo amarillo	10	0.8	2.4	1.7	0.9	1.4	2.1	3.9	2.5	3.7	0.3	2.7	6.8	7.1	36.3
	Olotillo amarillo	18	1.4	3.3	2.4	1.3	1.7	2.3	4.2	2.6	4.2	0.8	2.4	7.0	7.3	40.9
	Olotillo blanco	28	1.3	3.0	2.2	1.4	1.2	2.2	4.4	2.7	3.7	0.7	2.6	8.2	8.5	41.9
	Tuxpeno blanco	9	1.2	2.9	1.9	1.7	1.5	2.4	4.4	2.6	3.5	0.4	2.7	8.7	9.3	43.2
	Olotillo negro	11	1.2	2.7	2.2	1.1	0.8	1.7	3.1	2.4	3.3	0.5	2.5	6.9	3.2	31.6
	Olotillo rojo	9	1.0	3.0	2.5	1.1	1.9	2.2	4.0	2.4	3.8	1.2	2.6	6.0	5.1	36.8
	Tuxpeno amarillo	3	1.4	3.0	1.6	1.4	1.4	1.6	3.0	2.1	1.9	0.0	2.7	8.1	5.3	33.6
	Conejo blanco	4	1.5	2.9	2.5	1.7	2.1	2.0	2.3	1.3	2.8	0.5	1.4	6.3	8.2	35.3
	Conejo negro	5	1.2	3.6	1.3	0.5	0.7	1.9	3.5	2.1	3.2	1.0	2.7	5.4	4.5	31.7
	Tuxpeno negro	2	1.6	2.7	2.2	1.4	1.5	2.7	3.2	2.8	3.4	0.2	2.8	8.5	4.4	37.2
	Conejo pinto	1	1.0	3.2	3.4	2.0	2.5	1.6	3.5	2.5	2.2	0.0	3.0	7.3	2.4	34.6
	Olotillo pinto	3	1.5	3.5	2.1	1.6	1.4	1.8	4.3	2.2	4.9	1.2	2.3	5.6	2.2	34.6
	Conejo rojo fuerte	1	1.0	3.6	1.4	2.0	-0.9	2.2	4.8	2.2	0.8	-0.8	1.8	7.6	6.4	32.1
	Tuxpeno rojo	4	1.2	3.9	2.3	2.0	1.5	2.4	4.0	2.6	4.3	0.3	2.8	7.8	9.0	43.9
	Conejo variegado	1	1.0	3.2	2.2	0.9	1.5	2.0	1.7	2.2	4.0	1.0	3.0	8.0	8.0	38.7
Yatareni	Bolita amarillo	5	1.1	3.4	2.4	2.1	2.3	2.5	4.0	3.0	4.3	1.2	2.6	8.3	6.1	43.4
	Bolita blanco	21	1.1	3.3	2.1	1.7	2.1	2.7	4.8	3.0	4.0	1.1	2.8	9.3	8.2	46.1
	Bolita negro	1	1.0	3.4	0.9	1.3	1.0	1.5	2.5	1.5	3.2	1.0	2.0	3.0	3.0	25.3
Huayapam	Ancho blanco	4	1.1	3.0	1.9	1.3	2.1	2.4	5.2	3.0	4.4	1.4	2.9	9.3	8.3	46.1
	Bolita blanco	18	1.0	3.3	2.0	1.4	2.1	2.8	4.9	3.0	3.5	0.7	2.9	9.2	8.9	45.7
	Bolita amarillo	7	1.0	2.8	2.1	1.5	2.2	2.6	4.5	2.9	3.6	0.7	3.0	8.9	7.8	43.7

	Bolita negro	2	1.0	3.2	1.9	0.9	2.0	2.1	3.3	3.0	3.3	0.4	2.3	6.8	1.3	31.2
	Bolita pinto	1	1.0	3.0	2.2	2.0	2.0	0.4	4.8	3.0	4.4	0.8	3.0	10.0	9.5	46.1
	Bolita rojo	1	1.0	3.4	3.2	1.5	2.5	3.0	6.0	1.5	3.2	0.4	2.5	10.0	9.5	47.7
Mazaltepec	Bolita amarillo	12	1.4	4.0	2.1	1.8	1.5	2.8	4.5	2.8	4.5	0.2	2.8	7.1	5.7	41.2
	Bolita blanco	27	1.4	4.1	2.1	1.4	1.6	2.7	4.9	2.8	4.1	0.5	2.8	8.9	7.5	44.8
	Hibrido blanco	5	1.4	3.9	2.5	2.7	0.5	2.5	4.1	3.0	3.1	0.3	0.4	1.2	-0.3	25.2
	Bolita negro	8	1.4	4.1	2.0	1.3	1.1	2.6	4.4	2.7	4.1	0.2	2.5	5.7	3.9	35.9
	Bolita pinto	2	2.1	4.6	1.6	1.2	1.5	2.3	3.0	3.0	4.8	0.0	2.8	7.0	5.5	39.1
Peñoles	Bolita blanco	12	1.2	3.0	2.2	1.8	1.7	2.3	5.5	2.9	3.8	0.1	2.9	9.0	6.5	43.0
	Conico blanco	13	1.1	3.1	2.0	1.9	1.8	2.5	4.9	2.9	3.3	0.4	2.6	8.8	5.8	41.1
	Conico amarillo	14	1.2	3.0	2.2	1.7	1.2	2.2	4.4	2.7	3.1	0.3	2.7	7.9	3.9	36.5
	Elotes conicos negro	15	1.0	3.1	2.0	2.0	1.5	2.0	4.3	2.9	3.4	0.1	2.7	7.8	4.3	37.3
	Elotes conicos rojo	11	1.0	3.0	1.8	1.4	1.5	2.3	4.5	2.9	3.0	0.3	2.7	7.6	4.3	36.2
	Ancho blanco	1	0.8	3.0	2.1	2.0	3.0	2.5	5.0	3.0	3.9	0.0	3.0	7.5	6.6	42.4
	Arrocillo blanco	2	1.0	3.0	2.5	2.3	1.8	2.5	4.6	2.8	3.0	0.5	2.8	8.9	5.3	40.7
	Elotes conicos blanco	2	1.0	3.0	1.8	0.5	0.5	2.5	4.5	3.0	3.1	0.2	2.2	7.8	3.9	33.8
	Elotes conicos blanco	2	1.0	3.0	1.8	0.5	0.5	2.5	4.5	3.0	3.1	0.2	2.2	7.8	3.9	33.8
	Tuxpeno blanco	1	0.8	3.0	2.4	2.0	1.5	3.0	5.0	3.0	4.7	0.0	3.0	9.0	5.6	43.0
	Elotes conicos blanco	2	1.0	3.0	1.8	0.5	0.5	2.5	4.5	3.0	3.1	0.2	2.2	7.8	3.9	33.8
	Bolita amarillo	3	1.1	3.0	2.1	1.9	1.8	2.1	4.5	2.8	3.5	0.0	3.0	8.4	5.5	39.7
	Elotes conicos amarillo	1	1.0	3.0	2.3	2.0	2.0	2.5	4.6	2.5	1.6	0.0	3.0	8.0	4.7	37.2
	Bolita negro	2	1.2	3.0	2.2	1.1	1.5	2.4	4.8	3.0	3.1	1.0	2.5	7.6	4.5	37.7
	Conico negro	1	1.0	3.4	2.1	1.7	2.0	2.5	4.5	2.5	2.2	0.0	3.0	7.5	6.7	39.1
	Chalqueno rosa	1	1.0	3.0	2.7	2.5	2.5	2.0	3.5	2.2	4.4	0.0	2.5	7.7	3.3	37.3
	Conico pinto	3	1.0	3.0	2.3	2.2	1.2	2.2	4.3	2.8	3.3	0.2	2.5	7.0	5.0	37.0
	Elotes conicos pinto	1	0.7	3.0	1.4	1.2	2.0	3.0	5.0	2.5	4.6	0.0	3.0	9.0	5.0	40.4
Jaltianguis	Conico blanco	9	0.9	3.4	2.3	2.0	1.5	2.4	4.3	2.8	3.3	1.5	2.9	9.0	5.2	41.3
	Oloton blanco	11	0.5	3.7	2.1	2.2	1.5	2.2	4.5	2.9	3.3	1.5	2.9	9.1	5.1	41.6
	Oloton amarillo	8	0.3	4.1	2.2	2.3	1.5	2.0	5.1	2.7	3.6	1.3	2.9	8.1	4.3	40.3
	Oloton pinto	5	0.9	3.6	2.1	2.2	1.2	2.0	5.0	2.9	4.2	1.3	3.0	8.8	4.7	41.8
	Bolita blanco	2	0.8	3.3	1.7	2.3	1.2	2.0	4.0	2.8	3.1	1.4	3.0	9.0	5.3	39.5
	Hibrido	1	1.0	2.6	2.2	2.0	-0.1	2.2	3.9	3.0	2.4	1.0	3.0	9.0	4.5	36.7
	Nal-tel de altura blanco	1	0.5	3.2	2.5	3.0	1.7	2.5	4.7	3.0	3.9	1.4	3.0	8.9	7.5	45.8
	Conico amarillo	4	0.9	3.4	2.2	1.5	1.6	2.5	4.7	2.9	2.9	2.0	3.0	7.7	4.6	39.7
	Nal-tel de altura amarillo	2	0.8	3.4	1.8	2.3	1.5	2.1	4.6	2.8	4.7	1.0	3.0	9.2	4.5	41.4
	Conico morado	3	1.2	3.3	2.0	2.2	1.5	2.1	4.1	3.0	2.6	1.3	3.0	8.4	4.3	39.1
	Elotes conicos negro	4	0.6	3.3	2.2	1.8	0.9	2.0	4.8	3.0	3.5	1.1	2.6	8.6	4.3	38.6
	Oloton negro	2	0.9	3.8	2.0	2.2	2.5	2.5	5.5	2.8	3.7	1.4	2.8	8.5	5.2	43.6
	Conico pinto	1	-1.0	3.6	0.4	2.5	1.5	2.4	4.9	2.5	2.9	3.0	2.5	8.5	8.0	41.7
	Oloton rojo	3	0.0	4.2	2.7	2.0	0.7	2.1	4.1	3.0	4.6	1.8	3.0	7.3	4.4	39.9
Tlahuitoltepec	Mixeno amarillo	6	0.8	3.4	2.2	2.1	1.1	2.4	5.2	2.9	4.2	2.0	3.0	8.2	6.3	43.9

Nal-tel de altura amarillo	5	0.6	3.4	1.9	2.0	1.6	2.3	5.2	2.7	5.2	3.2	2.7	8.4	6.8	46.0
Oloton amarillo	5	0.9	3.4	2.3	2.1	1.6	2.3	5.2	3.0	5.1	3.3	3.0	9.0	7.0	48.1
Serrano mixe amarillo	9	0.9	2.9	2.1	2.1	1.5	2.2	5.4	2.8	5.3	2.9	3.0	8.0	5.9	45.1
Serrano mixe blanco	9	1.2	3.4	2.4	2.3	1.4	2.2	5.4	2.9	4.7	2.5	2.9	8.5	6.9	46.6
Oloton blanco	5	0.9	3.6	2.4	2.1	1.7	2.3	5.0	2.9	5.0	3.3	3.0	9.0	6.6	47.7
Mixeno blanco	4	1.0	3.2	2.3	2.2	1.5	2.6	5.2	2.9	4.6	2.2	3.0	8.5	7.7	46.8
Nal-tel de altura blanco	3	1.0	3.8	2.0	1.9	1.8	2.6	5.3	2.5	4.9	2.7	3.0	8.3	6.2	46.0
Mixeno negro	1	1.0	4.0	2.2	1.5	-0.1	2.5	4.7	3.0	2.5	2.4	3.0	6.5	1.0	34.2
Nal-tel de altura negro	1	0.5	3.8	1.2	2.5	2.0	2.5	6.4	3.0	5.4	2.2	2.5	7.0	4.5	43.5
Oloton negro	3	0.6	3.4	1.7	2.0	1.5	2.2	5.7	3.0	4.6	2.8	2.8	8.2	5.8	44.3
Serrano mixe negro	2	1.0	3.4	2.2	2.5	3.0	1.8	4.1	3.0	4.6	3.4	3.0	8.0	6.0	46.0
Mixeno pinto	1	2.0	5.0	2.9	1.5	2.5	2.5	5.5	1.5	6.0	3.0	3.0	10.0	7.1	52.5
Oloton pinto	4	0.5	3.3	2.0	2.1	1.2	2.1	4.9	2.8	5.1	3.5	2.9	7.9	6.7	44.9
Serrano mixe rojo	2	0.8	3.1	2.3	2.3	0.6	2.4	5.7	2.8	3.9	3.7	2.8	7.8	5.6	43.5

F=Frecuencia; C=Clima; S=Suelo; CN=Conducta; RA=Resistencia ambiental; RB=Resistencia Biológica; P=Caracteres de la planta; M=Caracteres de la mazorca; G=Caracteres del grano; U=Usos generales; UC=Usos ceremoniales; UA=Usos alimenticios; AC=Alimentos comunes; AE=Alimentos especiales; I=índice.

Anexo 4. Encuesta sobre demanda de maíz por las mujeres del grupo doméstico

1.1 Comunidad: _____

1.2 Fecha: _____

Nombre: _____

1.3 Edad: _____

1.4 Estado civil*: _____

1.4 _ 1:casado(a) 2:soltero(a) 3:divorciado(a) 4:viudo (a)

2. Tipos de maíces que se siembran

2. ¿Qué tipos de maíz sembraron el año pasado?

2.1 No. de tipo de maíz	1(201)	2(202)	3(203)	4 (204)	5 (205)
2.2 Nombre local					
2.3 Color					
2.4 ¿Cuáles de estos pidió usted que se sembraran?					
2.5 ¿Cuáles de estos son de fuera de la comunidad?					
2.6 ¿De dónde vienen los maíces de fuera?					

2.3 _ 1:blanco, 2:blanco cremoso, 3:amarillo claro, 4:amarillo, 5:amarillo oscuro, 6:naranja, 7:rojo claro, 8:rojo, 9:rojo oscuro, 10:azul, 11:azul oscuro, 12:negro, 13:rosa, 14:pinto (especificar colores) 15:variegado (especificar colores)

3. Maíces que ocasionalmente se han sembrado

3. ¿En los últimos 10 años han sembrado otros tipos de maíces?

3.1 No. de tipo de maíz	1 (301)	2 (302)	3 (303)
3.2 Nombre local			
3.3 Color			
3.4 ¿Por qué los han cultivado?			
3.5 ¿De dónde consiguieron las semillas?			
3.6 ¿Quién tomó la decisión de que se sembrara?			
3.7 Si ella pidió algunos ¿Por qué pidió que se sembraran?			

3.4 _ 1:de la comunidad, 2:otra comunidad cercana, 3:tienda local, 4:mercados de fuera, 5:otra región del estado, 6:otro estado

3.6 _ 1:él solo, 2:ella sola, 3:ambos, 4:su hijo, 5:su hija, 6:padre e hijo, 7:madre e hijo

3.3 _ 1:blanco, 2:blanco cremoso, 3:amarillo claro, 4:amarillo, 5:amarillo oscuro, 6:naranja, 7:rojo claro, 8:rojo, 9:rojo oscuro, 10:azul, 11:azul oscuro, 12:negro, 13:rosa, 14:pinto (especificar colores) 15:variegado (especificar colores)

4. Maíces en venta

4. ¿Cuáles maíces de los que siembran se venden?

4.1 No. de tipo de maíz	1(201)	2(202)	3(203)	4 (204)	5 (205)
4.2 Nombre local					
4.3 ¿Quién decide que se vendan?					
4.4 En los que ella decidió ¿Por qué conviene vender este maíz?					
4.5 ¿Cuánto vendió el año pasado de este maíz?					

4.3_ 1:él solo, 2:ella sola, 3:ambos, 4:su hijo, 5:su hija, 6:padre e hijo, 7:madre e hijo

5. Maíces que compran

5. ¿Qué maíces compró el año pasado?

5.1 No. de tipo de maíz	1(501)	2(502)	3(503)
5.2 Nombre local			
5.3 Color			
5.4 ¿Cuáles se compraron dentro de la comunidad?			
5.5 ¿En dónde lo compró?			
5.6 ¿Cuáles de estos son de siembra local?			
5.7 ¿Cuáles de estos se trajeron de fuera?			
5.8 ¿Usted sabe de dónde vienen los maíces de fuera?			
5.9 ¿Cuáles se compraron fuera de la comunidad?			
5.10 ¿En dónde lo compró?			
5.11 ¿Usted sabe de dónde son los maíces que se compraron fuera de la comunidad?			
5.12 ¿Cuántas veces ha comprado este maíz al año?			
5.13 ¿Cuánto compro de este maíz el año pasado?			
5.14 ¿En que usa este maíz?			

5.5_ 1:vecino, 2:tienda local,3: Liconsa, 4:revendedor

5.10_ 1:la central, 2:otra comunidad cercana

[illegible]

7.15 tamales de elote										
7.16 pozol										
7.17 pozole con carne										
7.18 pozole de calabaza										
7.19 amarillo										
7.20 ¿Característica más apreciada del maíz para elaborar este platillo?										
7.23 ¿Característica no apreciada del maíz para elaborar este platillo?										

7.20 y 7.23_1:color del grano, 2:tamaño del grano, 3:dureza del grano, 4:sabor del grano

8. ¿Usted compra un maíz para la preparación de algún alimento en específico?

Anexo 5 Encuesta para evaluación de maíces en la preparación de los productos.

1 Datos de identificación

1.1 Comunidad: Santa María Jaltianguis

1.2 Fecha: _____

Nombre: _____

1.3 Edad: _____ 1.4 Producto Tortilla

2 Nixtamalización

Preguntas	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) Híbrido
2.1 ¿Cantidad de agua utilizada? (L)				
2.2 ¿Cantidad de cal utilizada? (g)				
2.3 ¿Tiempo de cocción? (hr)				
2.4 ¿Número de lavados?				
2.5 ¿Cómo fue el desprendimiento de pericarpio?				
2.6 ¿Tiempo de reposo? (hr)				
2.7 ¿Satisfacción del nixtamal?				
2.8 Comentarios				

2.5_ 1: muy fácil, 2:fácil, 3:difícil,4:muy difícil

2.7_ 1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente

3 Calidad de la masa

Preguntas	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) Híbrido
3.1 ¿Tipo de molienda?				
3.2 ¿Rendimiento? (kg)				
3.3 ¿Satisfacción del color de la masa?				
3.4 ¿Satisfacción del aroma de la masa?				
3.5 ¿Satisfacción de la maleabilidad de la masa?				
3.6 Comentarios				

3.1_ 1: gruesa, 2: intermedia, 3: fina

3.3, 3.4 y 3.5_ 1: muy bueno, 2: bueno, 3:deficiente, 4:muy deficiente

4 Satisfacción de la variante de maíz en el producto final

4.5 TORTILLA	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) Híbrido
4.5.1 ¿Cómo es el tiempo de cocción con este maíz?				
4.5.2 ¿Cómo es el grosor con este maíz?				
4.5.3 ¿Cómo es la textura suave con este maíz?				
4.5.4 ¿Cómo es el aroma con este maíz?				
4.5.5 ¿Cómo es el color con este maíz?				
4.5.6 ¿Cómo es el rendimiento con este maíz?				
4.5.7 Comentarios				

1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente

1.1 Comunidad: San Agustín Yatareni

1.2 Fecha: _____

Nombre: _____

1.3 Edad: ____ 1.4 Producto: Nicuatole

2 Tlaciahuatl

Preguntas	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) Híbrido
2.1 ¿Cantidad de agua utilizada? (L)				
2.2 ¿Tiempo de cocción? (hr)				
2.3 ¿Satisfacción de coloración del maíz cocido?				
2.4 ¿Satisfacción del tlaciahuatl?				
2.5 Comentarios				

2.3 y 2.4_ 1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente, 4:muy deficiente

3 Calidad de la masa

Preguntas	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) Híbrido
3.1 ¿Tipo de molienda?				
3.2 ¿Rendimiento? (kg)				
3.3 ¿Satisfacción del color de la masa?				
3.4 ¿Satisfacción del aroma de la masa?				
3.5 ¿Satisfacción de la maleabilidad de la masa?				
3.6 Comentarios				

3.1_ 1: gruesa, 2: intermedia, 3: fina

3.3, 3.4 y 3.5_1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente, 4:muy deficiente

4 Satisfacción de la variante de maíz en el producto final

4.2 NICUATOLE	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) Híbrido
4.2.1 ¿Cómo es el tiempo de cocción con este maíz?				
4.2.2 ¿Cómo es el cuajado con este maíz?				
4.2.3 ¿Cómo es el color con este maíz?				
4.2.4 ¿Cómo es el rendimiento en nicuatole con este maíz?				
4.2.5 Comentarios				

1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente, 4:muy deficiente

1.1 Comunidad: Santo Tomas Mazaltepec

1.2 Fecha: _____

Nombre: _____

1.3 Edad: _____ 1.4 Producto Tlayuda

2 Nixtamalización

Preguntas	1 (201) Nativo	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) H-377
2.1 ¿Cantidad de agua utilizada? (L)				
2.2 ¿Cantidad de cal utilizada? (g)				
2.3 ¿Tiempo de cocción? (hr)				
2.4 ¿Número de lavados?				
2.5 ¿Cómo fue el desprendimiento de pericarpio?				
2.6 ¿Tiempo de reposo? (hr)				
2.7 ¿Satisfacción del nixtamal?				
2.8 Comentarios				

2.5_ 1: muy fácil, 2:fácil, 3:difícil,4:muy difícil

2.7_ 1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente

3 Calidad de la masa

Preguntas	1 (201) Nativo	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) H-377
3.1 ¿Tipo de molienda?				
3.2 ¿Rendimiento? (kg)				
3.3 ¿Satisfacción del color de la masa?				
3.4 ¿Satisfacción del aroma de la masa?				
3.5 ¿Satisfacción de la maleabilidad de la masa?				
3.6 Comentarios				

3.1_ 1: gruesa, 2: intermedia, 3: fina

3.3, 3.4 y 3.5_1: muy bueno, 2: bueno, 3:deficiente, 4:muy deficiente

4 Satisfacción de la variante de maíz en el producto final

4.4 TLAYUDA	1 (201) Nativo	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Comercial	4 (204) H- 377
4.4.1 ¿Cómo es el tiempo de cocción con este maíz?				
4.4.2 ¿Cómo es el grosor con este maíz?				
4.4.3 ¿Cómo es la textura con este maíz?				
4.4.4 ¿Cómo es el aroma con este maíz?				
4.4.5 ¿Cómo es el color con este maíz?				
4.4.6 ¿Cómo es el rendimiento con este maíz?				
4.4.7 Comentarios				

1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente

1.1 Comunidad: San Blas Atempa

1.2 Fecha: _____

Nombre: _____

1.3 Edad: _____ 1.4 Producto Totopo

2 Nixtamalización

Preguntas	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Sinaloa	4 (204) H-565
2.1 ¿Cantidad de agua utilizada? (L)				
2.2 ¿Cantidad de cal utilizada? (g)				
2.3 ¿Tiempo de cocción? (hr)				
2.4 ¿Número de lavados?				
2.5 ¿Cómo fue el desprendimiento de pericarpio?				
2.6 ¿Tiempo de reposo? (hr)				
2.7 ¿Satisfacción del nixtamal?				
2.8 Comentarios				

2.5_ 1: muy fácil, 2:fácil, 3:difícil,4:muy difícil

2.7_ 1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente

3 Calidad de la masa

Preguntas	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Sinaloa	4 (204) H-565
3.1 ¿Tipo de molienda?				
3.2 ¿Rendimiento? (kg)				
3.3 ¿Satisfacción del color de la masa?				
3.4 ¿Satisfacción del aroma de la masa?				
3.5 ¿Satisfacción de la maleabilidad de la masa?				
3.6 Comentarios				

3.1_ 1: gruesa, 2: intermedia, 3:fina

3.3, 3.4 y 3.5_1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente, 4:muy deficiente

4 Satisfacción de la variante de maíz en el producto final

4.3 TOTOPO	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Sinaloa	4 (204) H-565
4.3.1 ¿Cómo es el tiempo de cocción con este maíz?				
4.3.2 ¿Cómo es el grosor con este maíz?				
4.3.3 ¿Cómo es el dorado con este maíz?				
4.3.4 ¿Cómo es el aroma con este maíz?				
4.3.5 ¿Cómo es el color con este maíz?				
4.3.6 ¿Cómo es el rendimiento con este maíz?				
4.3.7 Comentarios				

1: muy bueno, 2:bueno, 3:deficiente,4:muy deficiente

1.1 Comunidad: San Marcos Tlapazola

1.2 Fecha: _____

Nombre: _____

1.3 Edad: _____ 1.4 Producto Tejate

2 Nixtamalización

Preguntas	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Sinaloa	4 (204) H-377
2.3 ¿Tiempo de cocción? (hr)				
2.4 ¿Número de lavados?				
2.5 ¿Cómo fue el desprendimiento de pericarpio?				
2.6 ¿Tiempo de reposo? (hr)				
2.7 ¿Satisfacción del cuanextle?				
2.8 Comentarios				

2.5_ 1: muy fácil, 2: fácil, 3: difícil, 4: muy difícil

2.7_ 1: muy bueno, 2: bueno, 3: deficiente, 4: muy deficiente

3 Calidad de la masa

Preguntas	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Sinaloa	4 (204) H-377
3.1 ¿Tipo de molienda?				
3.2 ¿Rendimiento? (kg)				
3.3 ¿Satisfacción del color de la masa?				
3.4 ¿Satisfacción del aroma de la masa?				
3.5 ¿Satisfacción de la suavidad de la masa?				
3.6 Comentarios				

3.1_ 1: gruesa, 2: intermedia, 3: fina

3.3, 3.4 y 3.5_1: muy bueno, 2: bueno, 3: deficiente, 4: muy deficiente

4 Satisfacción de la variante de maíz en el producto final

4.1 TEJATE	1 (201) Bolita	2 (202) Zapalote Chico	3 (203) Sinaloa	4 (204) H-377
4.1.1 ¿Cómo es el espesor con este maíz?				
4.1.2 ¿Cómo es la flor (espuma) con este maíz?				
4.1.3 ¿Cómo es el color con este maíz?				
4.1.5 Comentarios				

1: muy bueno, 2: bueno, 3: deficiente, 4: muy deficiente

Anexo 6**Pruebas discriminativas****Prueba triangular**

Nombre:		Fecha:
Sexo:	Edad:	Comunidad:
Producto:		Prueba: 1
Instrucciones Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Dos muestras son idénticas; determine con una “X” sobre el cuadro cuál es la muestra diferente. Si no percibe una diferencia aparente, por favor, adivine		
Muestras en charola	¿Cuál es la muestra diferente?	Comentarios
968	☐	
972	☐	
249	☐	

ANEXO 7
PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Nombre:		Fecha:	Producto:	Prueba: 1
Edad:		Sexo:		
Instrucciones: Pruebe las muestras e indique el grado de aceptabilidad para cada uno de los atributos. Marque una X en el cuadro de la categoría que mejor represente su juicio.				

Categorías	968				972			
	Color	Aroma	Sabor	Textura	Color	Aroma	Sabor	Textura
 Me disgusta extremadamente								
 Me disgusta mucho								
 Me disgusta moderadamente								
 Me disgusta poco								
 Ni me disgusta ni me gusta								
 Me gusta poco								
 Me gusta moderadamente								
 Me gusta mucho								
 Me gusta extremadamente								

Anexo 8. Comparaciones múltiples de los maíces por producto.

Cuadro 1. Comparaciones múltiples de los diferentes maíces en tortilla por indicadores de calidad.

TORTILLA									
Maíz de referencia	Maíz comparado	Color		Sabor		Aroma		Suavidad	
		DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.
Cónico	Zapalote Chico	0.33	0.628	0.37	0.58	0.20	0.87	0.51	0.25
	Sinaloa	0.47	0.322	0.59	0.17	0.75*	0.03	0.87*	0.01
	Híbrido 377	1.01	0.002	0.76*	0.04	0.87*	0.01	0.99*	0.00
Zapalote Chico	Cónico	-0.33	0.628	-0.37	0.58	-0.20	0.87	-0.51	0.25
	Sinaloa	0.14	0.957	0.23	0.86	0.54	0.17	0.37	0.53
	Híbrido 377	0.68	0.064	0.39	0.52	0.67	0.06	0.48	0.29
Sinaloa	Cónico	-0.47	0.322	-0.59	0.17	-0.75*	0.03	-0.87*	0.01
	Zapalote Chico	0.14	0.957	-0.23	0.86	-0.54	0.17	-0.37	0.53
	Híbrido 377	0.54	0.197	0.16	0.94	0.13	0.96	0.11	0.29
Híbrido 377	Cónico	-1.01	0.002	-0.76*	0.04	-0.87*	0.01	-0.99*	0.01
	Zapalote Chico	-0.68	0.064	-0.39	0.52	-0.67	0.06	-0.48	0.53
	Sinaloa	-0.54	0.197	-0.16	0.94	-0.13	0.96	-0.11	0.98

Tukey – Duncan ($\alpha= 0.05$). Los datos marcados son significativamente diferentes.

*Valores significativos

Cuadro 2. Comparaciones múltiples de los diferentes maíces en niquatole por indicadores de calidad.

NICUATOLE									
Maíz de referencia	Maíz comparado	Color		Sabor		Aroma		Cuajado	
		DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.
Bolita	Zapalote Chico	-0.03	1.000	-0.10	0.98	-0.17	0.94	-0.17	0.95
	Sinaloa	0.25	0.811	0.51	0.23	0.71	0.09	0.19	0.94
	Híbrido 377	0.33	0.656	0.83	0.01	0.40	0.55	0.33	0.74
Zapalote Chico	Bolita	0.03	1.000	0.10	0.98	0.17	0.94	0.17	0.95
	Sinaloa	0.28	0.762	0.61	0.11	0.89*	0.02	0.36	0.67
	Híbrido 377	0.35	0.599	0.93	0.00	0.57	0.23	0.50	0.40
Sinaloa	Bolita	-0.25	0.811	-0.51	0.23	-0.71	0.09	-0.19	0.94
	Zapalote Chico	-0.28	0.762	-0.61	0.11	-0.89*	0.02	-0.36	0.67
	Híbrido 377	0.08	0.993	0.31	0.65	-0.31	0.73	0.14	0.97
Híbrido 377	Bolita	-0.33	0.656	-0.83	0.01	-0.40	0.55	-0.33	0.74
	Zapalote Chico	-0.35	0.599	-0.93	0.00	-0.57	0.23	-0.50	0.40
	Sinaloa	-0.08	0.993	-0.31	0.65	0.31	0.73	-0.14	0.97

Tukey – Duncan ($\alpha= 0.05$). Los datos marcados son significativamente diferentes.

*Valores significativos

Cuadro 3. Comparaciones múltiples de los diferentes maíces en tlayuda por indicadores de calidad.

TLAYUDA									
Maíz de referencia	Maíz comparado	Color		Sabor		Aroma		Cocido	
		DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.
Bolita	Zapalote Chico	0.08	0.995	-0.23	0.89	-0.36	0.67	-0.16	0.96
	Sinaloa	-0.03	1.000	-0.05	1.00	-0.50	0.40	0.21	0.92
	Híbrido 377	0.55	0.303	0.04	1.00	0.14	0.97	0.03	1.00
Zapalote Chico	Bolita	-0.08	0.995	0.23	0.89	0.36	0.67	0.16	0.96
	Sinaloa	-0.1	0.989	0.18	0.94	-0.14	0.97	0.37	0.68
	Híbrido 377	0.48	0.435	0.26	0.84	0.50	0.40	0.19	0.95
Sinaloa	Bolita	0.03	1.000	0.05	1.00	0.50	0.40	-0.21	0.92
	Zapalote Chico	0.1	0.989	-0.18	0.94	0.14	0.97	-0.37	0.68
	Híbrido 377	0.58	0.265	0.09	0.99	0.64	0.19	-0.19	0.95
Híbrido 377	Bolita	-0.55	0.303	-0.04	1.00	-0.14	0.97	-0.03	1.00
	Zapalote Chico	-0.48	0.435	-0.26	0.84	-0.50	0.40	-0.19	0.95
	Sinaloa	-0.58	0.265	-0.09	0.99	-0.64	0.19	0.19	0.95

Tukey – Duncan ($\alpha = 0.05$). Los datos marcados son significativamente diferentes.

*Valores significativos

Cuadro 4. Comparaciones múltiples de los diferentes maíces en tejate por indicadores de calidad.

TEJATE									
Maíz de referencia	Maíz comparado	Color		Sabor		Aroma		Espeso	
		DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.
Bolita	Zapalote Chico	0.99*	0.00	0.05	1.00	0.49	0.46	0.21	0.94
	Sinaloa	0.48	0.37	0.11	0.99	0.21	0.92	-0.19	0.96
	Híbrido 377	0.98*	0.08	0.30	0.83	0.64	0.23	-0.02	1.00
Zapalote Chico	Bolita	-0.99*	0.00	-0.05	1.00	-0.49	0.46	-0.21	0.94
	Sinaloa	-0.51	0.20	0.06	1.00	-0.27	0.84	-0.40	0.70
	Híbrido 377	-0.01	0.62	0.25	0.90	0.15	0.97	-0.24	0.92
Sinaloa	Bolita	-0.48	0.37	-0.11	0.99	-0.21	0.92	0.19	0.96
	Zapalote Chico	0.51	0.20	-0.06	1.00	0.27	0.84	0.40	0.70
	Híbrido 377	0.50	0.87	0.19	0.95	0.42	0.58	0.16	0.97
Híbrido 377	Bolita	-0.98*	0.08	-0.30	0.83	-0.64	0.23	0.02	1.00
	Zapalote Chico	0.01	0.62	-0.25	0.90	-0.15	0.97	0.24	0.92
	Sinaloa	-0.50	0.87	-0.19	0.95	-0.42	0.58	-0.16	0.97

Tukey – Duncan ($\alpha = 0.05$). Los datos marcados son significativamente diferentes.

*Valores significativos

Cuadro 5. Comparaciones múltiples de los diferentes maíces en totopo por indicadores de calidad.

TOTOPO									
Maíz de referencia	Maíz comparado	Color		Sabor		Aroma		Crujencia	
		DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.
Bolita	Zapalote Chico	1.23*	0.03	0.74	0.16	0.89*	0.03	0.81	0.11
	Sinaloa	0.55	0.53	0.50	0.49	0.44	0.53	0.68	0.23
	Híbrido 565	0.81	0.03	0.08	1.00	0.30	0.79	0.08	1.00
Zapalote Chico	Bolita	-1.23*	0.03	-0.74	0.16	-0.89*	0.03	-0.81	0.11
	Sinaloa	-0.68	0.47	-0.24	0.91	-0.45	0.51	-0.14	0.98
	Híbrido 565	-0.41	1.00	-0.66	0.24	-0.59	0.27	-0.74	0.17
Sinaloa	Bolita	-0.55	0.53	-0.50	0.49	-0.44	0.53	-0.68	0.23
	Zapalote Chico	0.68	0.47	0.24	0.91	0.45	0.51	0.14	0.98
	Híbrido 565	0.26	0.49	-0.42	0.62	-0.14	0.97	-0.60	0.34
Híbrido 565	Bolita	-0.81	0.03	-0.08	1.00	-0.30	0.79	-0.08	1.00
	Zapalote Chico	0.41	1.00	0.66	0.24	0.59	0.27	0.74	0.17
	Sinaloa	-0.26	0.49	0.42	0.62	0.14	0.97	0.60	0.34

Tukey – Duncan ($\alpha= 0.05$). Los datos marcados son significativamente diferentes.

*Valores significativos

Cuadro 6. Comparaciones múltiples de los diferentes maíces en totopo ECOSUR por indicadores de calidad.

TOTOPO ECOSUR									
Maíz de referencia	Maíz comparado	Color		Sabor		Aroma		Crujencia	
		DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.	DM	Sig.
Bolita	Zapalote Chico	-0.30	0.59	-0.73*	0.03	-0.10	0.98	-0.61	0.14
	Sinaloa	-0.71	0.02	-0.65	0.06	-0.30	0.60	-0.53	0.25
	Híbrido 565	-1.15	0.00	-0.84*	0.01	-0.40	0.34	-0.96	0.00
Zapalote Chico	Bolita	0.30	0.59	0.73*	0.03	0.10	0.98	0.61	0.14
	Sinaloa	-0.41	0.31	0.08	0.99	-0.20	0.84	0.09	0.99
	Híbrido 565	-0.85	0.00	-0.11	0.97	-0.30	0.60	-0.35	0.60
Sinaloa	Bolita	0.71	0.02	0.65	0.06	0.30	0.60	0.53	0.25
	Zapalote Chico	0.41	0.31	-0.08	0.99	0.20	0.84	-0.09	0.99
	Híbrido 565	-0.44	0.26	-0.19	0.89	-0.10	0.98	-0.44	0.41
Híbrido 565	Bolita	1.15	0.00	0.84*	0.01	0.40	0.34	0.96	0.00
	Zapalote Chico	0.85	0.00	0.11	0.97	0.30	0.60	0.35	0.60
	Sinaloa	0.44	0.26	0.19	0.89	0.10	0.98	0.44	0.41

Tukey – Duncan ($\alpha= 0.05$). Los datos marcados son significativamente diferentes.

*Valores significativos



Contents lists available at ScienceDirect

LWT - Food Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/lwt

Maize races on functional and nutritional quality of *tejate*: A maize-cacao beverage

Rosa María González-Amaro ^a, Juan de Dios Figueroa-Cárdenas ^{b, *}, Hugo Perales ^a,
David Santiago-Ramos ^c

^a El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal de las Casas, Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, María Auxiliadora, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, C.P. 29290, Mexico

^b Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), Unidad Querétaro, Libramiento Norponiente 2000, Fraccionamiento Real de Juriquilla, Querétaro, Querétaro, C.P. 76230, Mexico

^c Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República (PROPAC), Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Cerro de las Campanas S/N, Querétaro, Querétaro, C.P. 76010, Mexico

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 December 2014

Received in revised form

3 April 2015

Accepted 6 April 2015

Available online 14 April 2015

Keywords:

Glycemic index

Maize-cacao beverage

Nixtamalization

Resistant starch

Tejate

ABSTRACT

Tejate is a Mesoamerican beverage made mainly with maize-cacao. Despite the economic importance of *tejate* in Oaxaca and Southwest US, the characteristics that maize should have for good quality *tejate* are not well known. The aim was to evaluate the native races of maize commonly used in *tejate* preparation. *Tejate* showed excellent source of minerals (Ca, Fe, Zn, K, Mg, P), where white Bolita maize showed higher levels. Starch annealing during nixtamalization with wood ashes showed that white Bolita produced a *tejate* with higher resistant starch type 5 (RS5) and the greatest consistency (1146 cP) compared with the other maize landraces. X-ray diffraction patterns showed a peak at 4.45 Å of amylose-lipid complex. The white Bolita maize had the highest RS5 in *tejate* (2.68 g/100 g) and low glycemic index (GI 38.21), compared with other *tejate* samples that ranged from 1.04 to 2.07 g/100 g of RS5, and GI of 23.09–74.46. *Tejate* consumption maintains blood with normal glucose responses.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Mexico is the center of origin of maize (*Zea mays* L.), this staple crop that forms the primary basis of much of indigenous culture. For centuries, people in Mexico and South America developed new maize varieties adapting them not only to local conditions but also to their special cultural and culinary needs (Figueroa, Véles, & Hernández et al., 2013). Several maize products at industrial and domestic levels are elaborated using the nixtamalization process, such as *tejate*, tortillas, tamales, pozole among many others maize food products. *Tejate* is a distinct maize product because the maize is nixtamalized with ashes, instead of lime (calcium hydroxide [Ca(OH)₂]) as is the case for most maize foods. Nixtamalization with ashes known as the Classic Process, was developed by the Mayans in the pre-Classic period of 1200–250 BC. Later the Aztecs

substituted ashes with lime in the Traditional Nixtamalization that we use today in commercial operations. Classic Nixtamalization with ashes appears to have different outcomes in terms of dietary fiber and resistant starch and mineral content. Additionally, the cacao is the other ingredient of *tejate* that has antioxidant, cardiovascular protector and antitumoral properties (Rusconi & Conti, 2010). Human clinical studies with chocolate were performed by Kondo, Hirano, Matsumoto, Igarashi, and Itakura (1996) who found that 35 g of cocoa (cacao) decreased low-density lipoproteins (LDL) oxidation between 2 and 4 h after ingestion. A relatively modest 6 g portion of dark chocolate, gave 30 kcal, similar to the amount used in *tejate*, produces measurable reductions in blood pressure (Taubert, Roesen, Lehmann, Jung, & Schömig, 2007). In addition, there is significant evidence those polyphenol antioxidants in chocolate and cacao act as systemic inflammatory mediators, reducing platelet and endothelial cell activation and the expression of inflammatory mediators (McShea, Leissle, & Smith, 2009).

The original chocolate or *cacao for drinking* was a beverage made of water, ground cacao and ash-nixtamalized maize (Garibay, 2013). In *tejate* the proportion of cacao is relatively low, only 6 g/100 g, in order to obtain several synergistic nutraceutical properties of maize

* Corresponding author. Tel.: +52 442 2119915.

E-mail addresses: rmgonzalez@ecosur.edu.mx (R.M. González-Amaro), jfigueroa@qro.cinvestav.mx (J.D. Figueroa-Cárdenas), hperales@ecosur.mx (H. Perales), david_san_18@hotmail.com (D. Santiago-Ramos).

and cacao components from the chemical complexes formed during preparation. Regarding the dietary contributions of *tejate*, these will depend more on the rest of the diet, either based on its preparation or on other ingredients in this traditional beverage.

The present study investigated *Tejate*'s chemical and nutritional characteristics, using samples including *tejate* prepared for home consumption and market sale, and using different native races of maize as well as the traditional recipe. We quantified the proximate composition (ashes, fat, protein, crude fiber, carbohydrates), mineral contribution (Ca, Fe, Zn, K, Mg and P), the presence of type 5 resistant starch (RS5), enzymatic RS5, and the *in vitro* glycemic index of *tejate*, aiming to establish the different implications for public health.

2. Materials and methods

2.1. Materials

White Bolita, yellow Bolita and Chalqueño maize races were recollected in San Andrés Huayapam, Oaxaca. Cacahuacintle a soft kernel maize obtained in the commercial market in Querétaro, Mexico, was used as a control. Samples were stored in a cool room at 4 °C.

Two commercial *tejate* samples were included. The “tejatli” sample from Zimatlán and the “Tejayapam” sample from San Andrés Huayapam, Oaxaca. In addition for the ash nixtamalized maize (Classic Nixtamalization Process) wood ashes of oak tree (*Quercus ssp.*) obtained from the women that make *tejate* at San Andrés Huayapam, Oaxaca were used.

2.2. Physical features

The weight of 1000 kernels was determined for each sample (Narváez-González, Figueroa-Cárdenas, Taba, & Rincón, 2006). Flotation index was determined by placing 100 kernels in a beaker containing 300 mL of NaNO₃ solution (1.250 g/mL). They were stirred to separate the kernels and left standing for 1 min. The number of floating kernels indicated the flotation index (Narváez-González et al., 2006). The test was performed in duplicate. Test weight (TW) was the weight of grain required to fill a level of 35.24 dm³ capacity reported in kg/hL (AACCI 2000).

2.3. Chemical composition

Moisture was analyzed according to the AACC International (2000) method AACC 44-19.01; ash according to method AACC 08-03.01; fat according to method AACC 30-25.01; protein according to method AACC 46-13.01; and crude fiber according to method AACC 32-10.01; total starch AACC method 76.13; resistant starch AACC method 32-40.01. Carbohydrate content was calculated on dry weight basis as followed: 100-(protein content + ashes + fat + fiber). Metabolizable energy using the Atwater conversion factors for cornmeal whole ground: protein 11.4 kJ/g (2.73 kcal/g), fat 35 kJ/g (8.37 kcal/g), carbohydrate 16.9 kJ/g (4.03 kcal/g) (FAO, 2003). The conversion factors for Joules and calories are: 1 kJ = 0.239 kcal; and 1 kcal = 4.184 kJ.

2.4. X-ray diffraction

The use of solvents and drying conditions during the isolation and purification of starch causes some changes in the X-ray diffraction patterns (Shogren, Fanta, & Felker, 2006). To avoid these problems, starches in maize, *cuanextle* and *tejate* were characterized using X-ray diffraction, Rapid Visco-Analyzer (RVA) and Differential Scanning Calorimeter (DSC) without extracting the starch.

All samples with moisture content of 7 g/100 g were placed on a glass surface and scanned from 5 to 50° on the 2θ scale using a Rigaku X-ray diffractometer DMAX-2100, which operates at 30 kV and 16 mA with a CuKα radiation of λ = 1.5405. The interplanar spacings (d) of the peaks were calculated using the Bragg equation $n\lambda = 2d \sin\theta$ (Figueroa, Véles-Medina, & Tolentino-López et al., 2013).

2.5. Pasting properties

A Rapid Visco-Analyzer (RVA) (3C Model Newport Scientific PTY LTD, Sydney, Australia) was used to determine the viscoamylographic curve. The Rapid Visco-Analyzer (RVA) is a rotational viscometer that continuously records the viscosity of a sample under conditions of controlled temperature and shear. The method used was that reported by Narváez-González et al. (2006).

2.6. Thermal properties

A calorimeter (821 Model DSC Mettler Toledo) equipped with a thermal analysis data station was used. The DSC measures temperatures and heat flows associated with thermal transitions in a material. Gelatinization onset (To), peak (Tp), and final (Tf) temperatures, as well as enthalpy (ΔH), were obtained directly from the analysis of the software Mettler Toledo® for windows. The method was reported by Narváez-González et al. (2006). Each sample was run in duplicate.

2.7. Percentage of gelatinization

With use of the gelatinization enthalpy of raw maize (ΔH_n), the percentage of gelatinization of the *cuanextle*, and *tejate* (ΔH_s) was determined according to method proposed by (Baks et al., 2007).

$$\text{Gelatinization} = \left(1 - \frac{\Delta H_s}{\Delta H_n}\right) * 100$$

2.8. Classic nixtamalization process (using ashes) for *tejate*

Maize grain was processed by the classic nixtamalization (*Cuanextle*): 100 g were cooked with 2 L of water and 75 g/100 g (w/w) of wood ashes at 90 °C for about 30–45 min and the cooked grains were steeped from 65 °C to room temperature for 16 h. The nixtamal from the classic process was rinsed (Fig. 1). The nixtamal kernel was milled into a stone mill (*metate*) with a coarse particle size to get the masa for *tejates*. The masa was dehydrated using a stove at 40 °C and store for analysis.

2.9. *Tejate* preparation

Tejate is a Mesoamerican foam-topped beverages made with maize (*Z. mays* L.), cacao seeds (*Theobroma cacao* L.), and other ingredients as blossoms known as “rosita de cacao” (*Quararibea funebris*) 20 g, which aroma resembles essential oils of hops and pixture (10 mamey seeds of *Pouteria sapota*). The preparation is by grinding in *metate* (mortar) and *metatpilli* or *mano* (pestle) 180 g of toasted cacao beans alone, then grinding them together with 3 kg of ash nixtamalized maize, after that the two masas (*cuanextle*-masa and cacao-masa) are combined and ground together with the other toasted ingredients (Fig. 1), after which 10 L of water stream was poured in order to create a foam-topped beverage.

2.10. Glycemic index *in vitro*

Tejate glycemic index was determined *in vitro* according to Novotni et al. (2012). Four different *tejate* beverages were tested

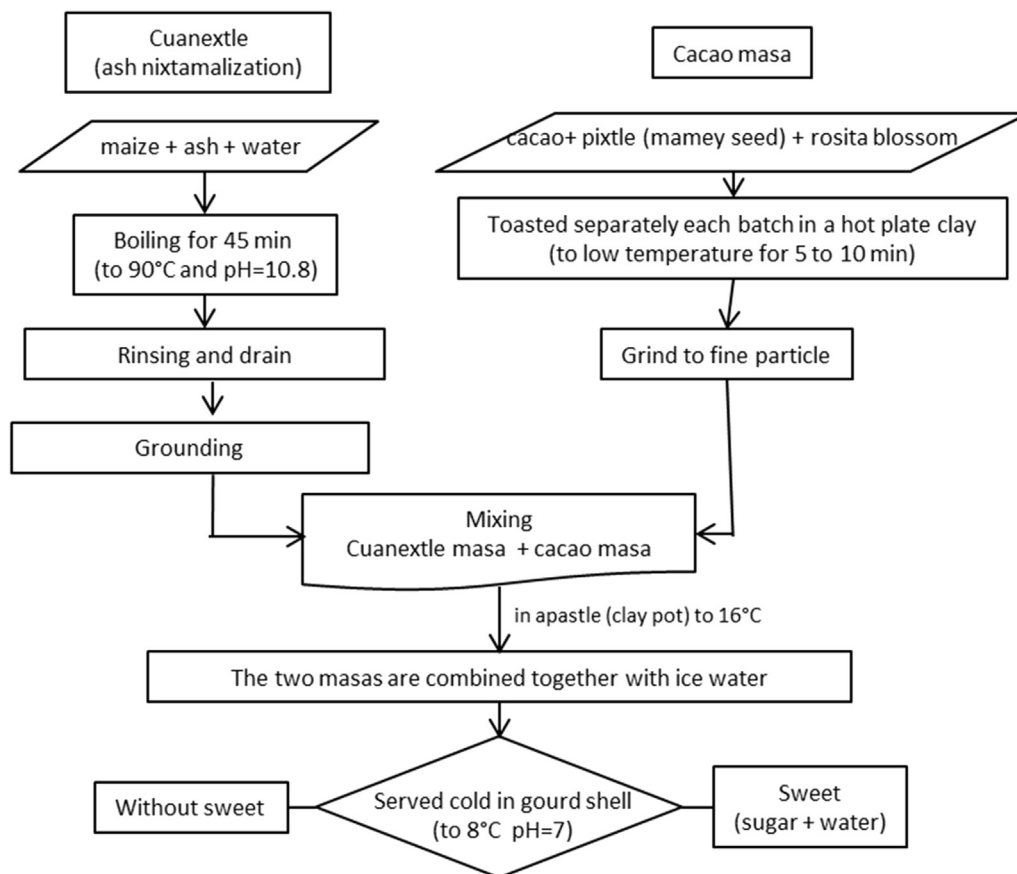


Fig. 1. Traditional tejate preparation, including ash nixtamalization (cuanextle-masa) and cacao-masa steps.

once by each of four volunteers. Glucose solution, which was used as the reference, was prepared by dissolving 50 g of pure anhydrous glucose in 250 mL of water. Portions of *tejate* containing 50 g of available carbohydrates were consumed by each volunteer over 10 min time period, with 250 mL of water. *Tejates* were consumed in random order on separate occasions in the morning after a 12 h overnight fast. Capillary finger-prick blood samples were taken from subjects at 0, 15, 30, 45, 60, 90, and 120 min after in accordance to sample intake (time 0). Blood glucose concentrations were measured using One Touch Ultra-Mini automatic blood glucose meter. The One touch Ultra Mini kit (specially indicated for finger) was approved as *in vitro* test in 2006 by the FDA Department of Health and Human Services. The glucose meter was checked for accuracy using high, low and normal test solution available from the manufacturer. The area under the blood glucose response curve for each *tejate* expressed as a percentage of the area after taking the same amount of carbohydrate as glucose.

2.11. Minerals

The quantification of minerals was performed using the ICP-OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry) following the method 40-75.01 of AACC International (2000).

2.12. Statistical analysis

The means comparison in the analysis of variance was carried out using Duncan's test with a Statistical Analysis System (SAS Institute, 2009).

3. Results and discussion

Table 1 shows the physicochemical properties of maize used in the ash nixtamalization process for the elaboration of *tejate*. The Oaxacan people claim that Bolita white maize landrace (maize race) is best for use in preparing *tejate*, and to give a quality that is not obtained with other maize landraces. Several samples were collected from the local communities of Oaxaca and others were maize control with different endosperm types (Table 1). Table 1 shows that white Bolita has a relatively soft kernel as indicated by the flotation index (FI = 30) compared to yellow Bolita and Chalqueño. The whitest color ($L = 71.78$) and softest maize kernel was Cacahuacintle.

3.1. Proximate composition

The high levels of chemical components in *tejate* compared to the counterpart maize landraces are due to the other ingredients such as pixtle, cuanextle (ash masa) and *rosita de cacao* (Table 2). *Tejate* showed about 2 g/100 g higher protein, 1 g/100 g higher ash and 7 g/100 g higher lipids than the counterpart maize samples. Some authors have indicated that *pixtle* and *rosita de cacao* are ingredients used exclusively in the preparation of *tejate* (Sotelo, Soler, Wachter, Sánchez-Chinchillas, & Argote, 2012). *Tejate* is one component of the maize-centered dietary traditions of the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. This beverage likely played a special role in local diets either replacing or complementing the nutritional contributions of other maize foods and their accompaniments. Indeed, in the quantities typically consumed, the protein and energy contributions of *tejate* can be comparable to that of maize

Table 1
Physicochemical properties of maize samples.^a

Race	Length (mm)	Wide (mm)	Thickness (mm)	Moisture (mg/100 g)	TKW (g)	TW (kg/hL)	FI	Color L	Color teja L
White Bolita	11.78 ± 0.81c	11.25 ± 1.02b	4.49 ± 0.57b	10.5 ± 0.12c	441.63 ± 7.70a	79.05 ± 0.76b	30 ± 6.02b	62.12 ± 1.44b	33.83 ± 0.34c
Yellow Bolita	12.05 ± 0.41c	11.21 ± 0.53b	4.36 ± 0.53b	10.3 ± 0.08c	440.13 ± 18.99a	80.75 ± 0.65a	10 ± 2.52c	51.03 ± 1.31c	39.44 ± 0.11a
Chalqueño	12.95 ± 0.96b	9.19 ± 0.68c	4.54 ± 0.64b	12.7 ± 0.18a	387.68 ± 3.11b	74.37 ± 0.48c	19 ± 1.00c	63.63 ± 0.31b	33.31 ± 0.01d
Cacahuacintle	15.11 ± 0.80a	13.48 ± 0.71a	6.45 ± 0.83a	11.3 ± 0.01b	391.42 ± 7.76b	65.00 ± 0.30d	66 ± 2.00a	71.78 ± 1.26a	35.34 ± 0.10b

TKW = Thousand kernel weight; TW = Test weight; FI = Flotation index.

^a Means ± SD followed by the same letter in the same column are not significant different at P < 0.05.**Table 2**
Proximate chemical composition of maize and teja samples.^a

Race	Protein (g/100 g)	Ash (g/100 g)	Lipids (g/100 g)	Crude fiber (g/100 g)	CHO (g/100 g)	Energy kcal/100 g	Energy kJ/100 g
Maize							
White Bolita	6.42 ± 0.01c	1.30 ± 0.15a	6.78 ± 0.02a	0.49 ± 0.01d	85.03 ± 0.18bc	416.9 ± 0.5a	1747.2 ± 2.1a
Yellow Bolita	6.72 ± 0.09b	1.70 ± 0.43a	6.45 ± 0.09a	1.19 ± 0.07a	84.25 ± 0.31c	411.8 ± 2.3b	1725.9 ± 9.5b
Chalqueño	6.91 ± 0.00a	1.59 ± 0.28a	4.82 ± 0.35b	0.64 ± 0.07c	86.05 ± 0.56b	406.7 ± 0.7c	1704.7 ± 2.7c
Cacahuacintle	5.96 ± 0.07d	1.25 ± 0.21a	4.60 ± 0.22b	0.87 ± 0.02b	87.33 ± 0.49a	406.7 ± 0.1b	1701.5 ± 0.5c
Teja (not sugar added)							
White Bolita	7.25 ± 0.63c	2.30 ± 0.01a	11.47 ± 0.23b	0.79 ± 0.14c	78.20 ± 0.28b	430.0 ± 0.9b	1805.6 ± 3.9b
Yellow Bolita	8.86 ± 0.03a	1.70 ± 0.43b	12.11 ± 0.07a	1.04 ± 0.08b	76.30 ± 0.30d	433.0 ± 1.7a	1814.2 ± 7.3a
Chalqueño	8.11 ± 0.22b	2.14 ± 0.06 ab	11.60 ± 0.02b	0.99 ± 0.14b	77.18 ± 0.29c	430.2 ± 0.4b	1802.5 ± 1.7b
Cacahuacintle	8.34 ± 0.15a	2.59 ± 0.15a	11.99 ± 0.23a	1.24 ± 0.05a	76.30 ± 0.02d	428.8 ± 1.6b	1796.6 ± 6.6b
Tejayapam	8.87 ± 0.22a	0.60 ± 0.14c	8.52 ± 0.04c	1.24 ± 0.07a	80.78 ± 0.18a	421.0 ± 0.2c	1764.3 ± 0.6c

†Data reported in dry basis. CHO = Carbohydrates.

^a Means ± SD followed by the same letter in the same column are not significant different at P < 0.05.

tortillas (Sotelo et al. 2012). Regarding energy, most of the caloric content comes from maize, and since the formulation of *teja* has only 6 g/100 g of cacao this gives about 20 kcal/100 g mainly from lipids (Table 2). The present data agrees with the reported data of *teja* except that the relatively higher values found may be due to the sugar added to sample and the different factors used (Sotelo et al. 2012). Part of the lipids and carbohydrates from maize and cacao are in the form of amylose-lipid complexes that are resistant to enzymatic attack and relatively high temperatures (90°–130 °C). Figueroa, Véles, & Hernández et al. (2013) reported that a practical way to introduce the amylose-lipid complexes by the use of selected heat/moisture treatments was patented by several authors (Dudasek, Kochan, & Zobel, 1985; Wursch & Roulet, 1992; Yuan & Rudie, 2001). They indicated that the naturally occurring fatty acids and phospholipids can complex with the amylose fraction at high temperatures. Selected treatments might include combinations of high moisture levels >18–45 g/100 g w/w, temperatures of 90–130 °C, and holding time of 1–16 h (Zobel, 1988) similar to those used by the Mayans several centuries ago in the ash nixtamalization and cacao oils for the preparation of *teja*.

3.2. Minerals

Teja is an important source of Ca, Mg, Fe, Zn and P that met the daily intake recommended values (WHO/FAO 1998), all of which are important micronutrients (Table 3). *Teja* samples prepared with soft endosperm Cacahuacintle and white Bolita maize landrace showed significant higher levels of minerals compared to Chalqueño and yellow Bolita landrace that presented hard endosperm according to the flotation index (Table 1). The white Bolita maize is commonly used for making good quality *teja* in Oaxaca due to its special taste (data not shown) attributed to minerals provided by the ash nixtamalization process (Classic Process) and also by the cacao amylose-lipid complexes. The yellow Bolita and Chalqueño maize are also used when white Bolita maize is not available. However, yellow Bolita showed lower mineral composition compared to the other samples (Table 3). Although, there are

very high levels of minerals in the wood ashes, only about 0.2 g/100 g of these minerals were incorporated in the final product. Maize, like other cereal grains, is very low in minerals. Most of the minerals in maize are lost during washing and rinsing processing steps. The wood ashes contributed almost twice the amount of minerals in the final *teja* (Table 3). Commercial *teja* (Tejayapam) showed twice the level of Ca and half of the Fe content, which suggests that commercial *teja* uses food grade lime [Ca(OH)₂] instead of the traditional wood ash during nixtamalization. Since wood ashes are a good source of Fe and low grade lime usually has Fe, these raw materials are an inexpensive source of Fe which helps prevention of anemia.

An important contribution from the nixtamalization process is the considerable increase in mineral content especially Ca and Fe, in maize products such as *teja* and tortillas as compared with that of raw corn (Table 3). Figueroa, Acero, and Quezada (2008) reported that tortillas provided 368 mg of the daily requirement of Ca, where the tortilla consumption is about 325 g/day. Other authors have reported that *teja*, in the quantities typically consumed in Oaxaca (2 servings of 237 mL each), the protein, minerals and energy contributions of *teja* can be comparable to that of tortillas nixtamalized with lime (Sotelo et al., 2012). Indeed, a study comparing the properties of maize treated with lime vs. wood ash found that ash-nixtamalized maize contains 14.4 times the level of Fe, 15.0 times the level of Zn, twice as much Mg and 8.4 times K (Pappa, Palacios, & Bressani, 2010). Thus, as result of its ash nixtamalization, *teja* can be a relatively mineral-rich maize food.

3.3. Thermal properties of annealed starch in cuanextle and teja

The DSC thermal properties of starch in *cuanextle* and *teja* show higher onset, peak and final gelatinization temperatures and a narrower the gelatinization range than the starch in maize counterparts (Table 4). These conditions are typical of annealed starches (Figueroa, Véles, & Hernández et al., 2013; Figueroa, Véles-Medina, & Tolentino-López et al., 2013; Jacobs & Delcoul, 1998; Qi et al., 2004). The DSC thermal properties of processed white Bolita

Table 3
Mineral composition of teiate.^a

Teiate samples	Calcium mg/100 g	Iron mg/100 g	Zinc mg/100 g	Potassium mg/100 g	Magnesium mg/100 g	Phosphorus mg/100 g
White Bolita	54.67 ± 1.55a	5.33 ± 0.06b	1.50 ± 0.00b	66.60 ± 0.85b	112.60 ± 0.80b	177.23 ± 2.91b
Yellow Bolita	34.67 ± 1.14c	0.40 ± 0.00c	1.33 ± 0.06d	28.57 ± 0.15d	78.53 ± 0.40c	122.07 ± 5.52c
Chalqueño	46.90 ± 1.35b	5.26 ± 0.06b	1.40 ± 0.00c	62.70 ± 0.00c	112.33 ± 0.78b	179.43 ± 1.65b
Cacahuacintle	52.40 ± 1.08a	6.63 ± 0.06a	1.80 ± 0.00a	75.13 ± 0.40a	122.23 ± 2.00a	205.90 ± 11.66a
Tejayapam (commercial)	122.33 ± 0.72	2.87 ± 0.06	2.22 ± 0.00	66.20 ± 1.11	127.59 ± 0.63	188.35 ± 12.33
Wood ashes	21,929.03 ± 520.79	544.52 ± 8.54	56.232 ± 0.76	907.70 ± 17.87	2379.88 ± 16.69	1101.68 ± 22.87
Lime Ca(OH) ₂	40,250	60.8	1.1	—	—	—
Lime food grade	52,200	9.0	1.1	—	—	—
Maize ^b	7.7	2.9	1.4	—	—	—
Tortilla ^b	114	1.2	1.8	—	—	—
Maize ^c	16.86	3.32	3.65	269.87	91.93	—
Tortilla ^c	177	1.4	1.4	192	65	—
Teiate ^c	26	4.56	1.9	186	66	—
Cuanextle ^c	72.99	8.83	9.58	423.78	212.95	—

^a Means ± SD followed by the same letter in the same column are not significant different at P < 0.05.

^b Figueroa et al. (2008).

^c Sotelo et al.(2012).

race maize show annealing effects with the Classic ash nixtamalization as indicated by the increase in To, Tp and Tf (arrow 1), in *cuanextle* (ashed masa) and *teiate* with the ingredients compared to native maize without any processing (Fig. 2; Table 4). The increase of gelatinization temperature was about 10 °C from maize to *cuanextle* in white Bolita and a decrease of 5 °C in *teiate* made from the same maize (Table 4 and Fig. 2). Some authors have indicated that annealing results in a more perfectly-ordered structure, increased granule stability, and resistance to enzymatic attack and resistance to processing temperatures (Figueroa, Véles, & Hernández et al., 2013). Although all the maize landraces showed annealing, the white Bolita and Cacahuacintle showed the most notable effects due to softer kernels as indicated by FI. The viscosity of starch water suspensions evaluated by RVA in maize, *cuanextle* and *teiate* showed that white Bolita landrace presented higher peak viscosity in maize and maize products compared with the other maize landraces (Table 4). In addition to the annealing effect, the mixture of *cuanextle* with cacao masa at room temperature produced two endothermic forms labeled as (arrow 1), and (arrow 2) (Fig. 2). Peak (1) is due to starch gelatinization, however the starch in *teiate* from white Bolita showed the formation of starch-lipid complexes (arrow 2) as indicated by the inflexion about 40–60 °C in the DSC thermogram (Fig. 2). The starch-lipid complexes are also named V

type starch or resistant starch (RS5), and have important health benefits for consumers. The dietary incorporation of V-complex to replace traditional carbohydrates may be beneficial for diabetic patients because of the decreased digestibility and subsequent glucose absorption rate (Murray et al. (1998). Therefore, resistant starch is emerging as an important dietary component that has the potential to reduce the incidence of bowel health disorders (Morrell, Konik-Rose, Ahmed, Li, & Rahman, 2004).

3.4. X-ray diffraction patterns starch type A and starch type V

Preliminary X-ray diffraction showed peaks at 5.8 Å and 3.8 Å of type A starch pattern described by Zobel (1988) decrease in starch from maize and *cuanextle* annealed starch. Additional processing of *cuanextle* with cacao masa to prepare *teiate* increased the peak at 4.45 Å, a characteristic of type V diffraction of amylose-lipid. This data agrees with Pérez and Bertoft (2010) and Tang & Copeland, (2007) who indicated that the starch-lipid complex in an amorphous state can be changed into a more ordered semi-crystalline V type diffraction (Fig. 3). The decrease in peaks at 5.8 and 3.8 Å of amylopectin in maize and *cuanextle* suggests that side branches of amylopectin form new amylose helices (Zobel, 1988) as indicated by the increase of amylose peak at 4.45 Å (Fig. 3). Similar products

Table 4
Effect of annealing on thermal properties of maize, *cuanextle* and *teiate*.^a

Race	To (°C)	Tp (°C)	Tf (°C)	ΔH (J/g)	Gelatinization (%)	Pasting Temp (°C)	Peak viscosity (cP)	Set back (cP)	Viscosity maximum (cP)
Maize									
White Bolita	63.03 ± 0.10a	69.95 ± 0.00a	77.47 ± 0.13a	7.33 ± 0.13b	.	70.88 ± 0.25a	3246 ± 1c	1749 ± 100b	4989 ± 203b
Yellow Bolita	63.35 ± 0.12a	69.86 ± 0.12a	77.34 ± 0.28a	7.00 ± 0.03b	.	70.53 ± 0.81a	3009 ± 225c	1759 ± 4b	4747 ± 209b
Chalqueño	60.88 ± 0.26b	68.71 ± 0.11b	76.97 ± 0.55a	6.29 ± 0.01c	.	69.95 ± 0.00a	3753 ± 8b	1952 ± 1a	4938 ± 145b
Cacahuacintle	58.89 ± 0.57c	66.38 ± 0.12d	73.84 ± 0.13b	7.67 ± 0.17a	.	67.80 ± 0.00a	4380 ± 18a	1952 ± 98a	5690 ± 101a
Cuanextle									
White Bolita	69.25 ± 0.83a	76.69 ± 2.17a	85.89 ± 4.80a	4.93 ± 0.52a	32.64 ± 8.69a	73.26 ± 0.53a	2749 ± 167a	1275 ± 111 ab	4876 ± 337a
Yellow Bolita	64.99 ± 1.58b	73.28 ± 2.08a	83.24 ± 4.50a	3.66 ± 0.64 ab	47.77 ± 9.40a	69.05 ± 0.28c	1966 ± 110c	1434 ± 60a	4085 ± 235b
Chalqueño	64.41 ± 0.76a	78.27 ± 0.94a	90.36 ± 1.40a	3.38 ± 0.32b	46.34 ± 5.18a	70.48 ± 0.72b	2307 ± 18b	1277 ± 11 ab	4325 ± 76 ab
Cacahuacintle	68.35 ± 1.27 ab	75.04 ± 2.21a	83.92 ± 5.62a	4.50 ± 0.49 ab	41.30 ± 7.66a	72.15 ± 0.00a	2067 ± 55bc	1147 ± 18b	3728 ± 96b
Teiate									
White Bolita	67.96 ± 0.45a	74.13 ± 0.71a	80.87 ± 0.67a	3.98 ± 0.04a	45.70 ± 0.68c	72.35 ± 0.28a	1446 ± 29a	1151 ± 1a	2702 ± 72a
Yellow Bolita	65.44 ± 0.01bc	71.75 ± 0.11b	79.28 ± 0.01b	2.66 ± 0.02c	62.07 ± 0.45a	72.35 ± 0.28a	995 ± 11d	897 ± 0c	1845 ± 30d
Chalqueño	64.69 ± 0.62c	72.58 ± 0.12b	80.55 ± 0.22a	2.89 ± 0.33c	54.14 ± 0.52b	70.15 ± 0.21b	1109 ± 25b	1049 ± 28b	2128 ± 76bc
Cacahuacintle	65.99 ± 0.06b	72.30 ± 0.21b	78.99 ± 0.01b	3.45 ± 0.13b	55.09 ± 0.76 ab	71.80 ± 0.00a	1378 ± 20a	1122 ± 27a	2510 ± 7b
Tejayapam Control	66.53 ± 0.41	73.90 ± 0.14	81.10 ± 0.71	4.99 ± 0.08	33.09 ± 1.05	71.98 ± 0.25	2678 ± 458	1882 ± 264	4332 ± 541

^a Means ± SD followed by the same letter in the column within the same group are not significant different at P < 0.05.

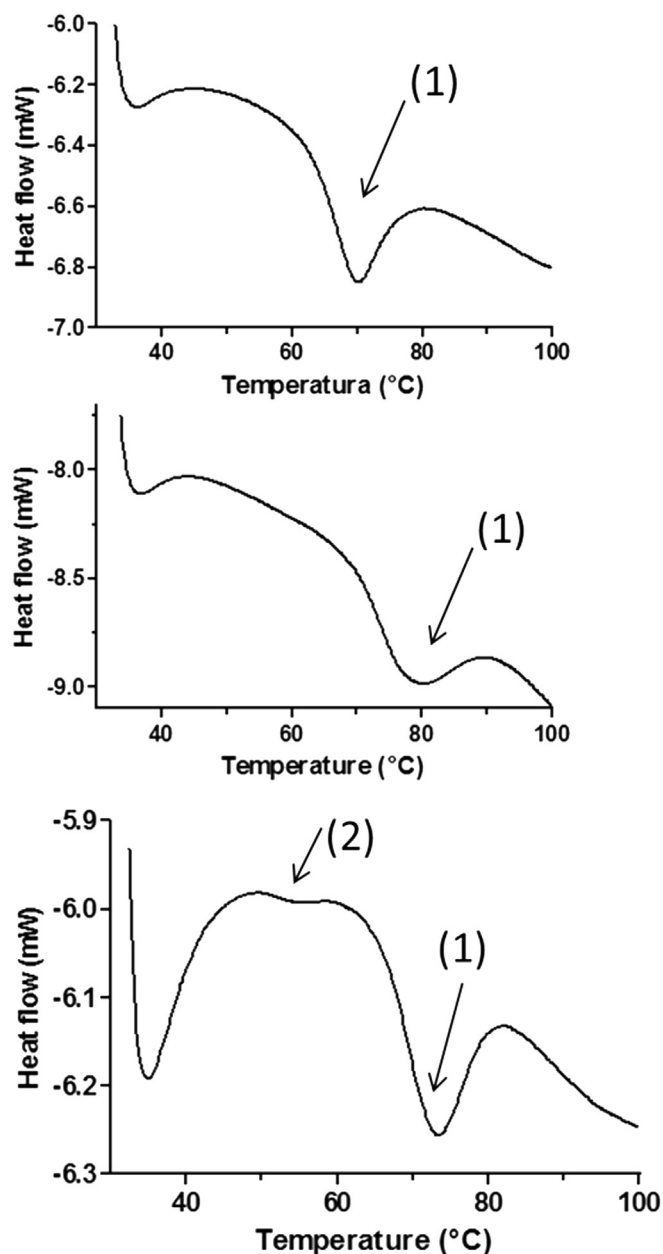


Fig. 2. Thermal properties of raw starch in maize, cuanextle (ash masa) and annealed starch in tejate using differential scanning calorimeter. (1) Starch gelatinization endothermic form; (2) Starch lipid complexes in tejate (40–60 °C).

containing gelatinized high-amylose starch and lipids were reported by several authors (Dudasek et al., 1985; Wursch & Roulet, 1992; Yuan & Rudie, 2001), which are believed to be in the form of complexes, as seen by X-ray diffraction and confirmed by differential scanning calorimetry (DSC) in the present study. The implications of these changes in the processing parameters and in the quality of final *tejate* merit additional investigations.

3.5. V type starch in tejate beverage

Tejate beverage presented important X-ray V Type crystalline starch structures with an interplanar distance of 4.45 Å (Fig. 3). It is widely accepted that amylose-lipid complexes have a helical structure, with the linear chain of the guest lipid situated along the central axis of the helical cavity. Encapsulation of some *tejate*

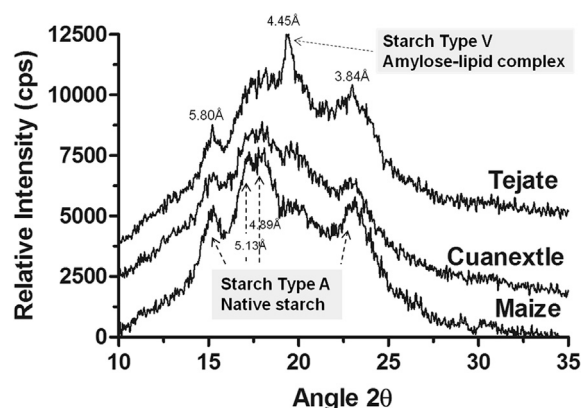


Fig. 3. X-rays diffraction patterns of tejate, cuanextle and maize.

ingredient compounds such as lipids, and antioxidants into the helical amylose cavity, can be used to stabilize volatile flavor compounds for better organoleptic taste, as well as giving the resistant starch health benefits and slowing the release of energy from amylose-lipid complex during digestion. Several authors have indicated that amylose complexes thereby increase their aromatic compound retention (Arvisenet, Le Bail, Voilley, & Cayot, 2002; Arvisenet, Voilley, & Cayot, 2002; Wulff, Avgenaki, & Guzmán, 2005). This way, however, the aroma compounds influence the complexing of free fatty acids and stabilize the ligands against oxidation, but also creates a vehicle for the controlled release of the ligand in the intestine, instead in the stomach (Conde-Petit, Escher, & Nuessli, 2006).

3.6. The effect of RS in tejate on the post-prandial blood glucose responses in humans

Relevant parameters, such as the resistant starch and GI values are listed in Table 5. The main increment of blood glucose during the 120 min following ingestion of different *tejate* samples is shown in Fig. 4. All *tejate* samples produced significantly lower blood glucose responses than the glucose control.

In fact, contrary to expectations, all *tejate* samples without sugar added showed excellent blood glucose response compared to the values reported for soft drinks, juices and sugars (Foster-Powell, Holt, & Brand-Miller, 2002; Jenkins et al., 1981). Beverages with mixed powder that include chocolate, also appeared relatively low in GI but higher than the GI values of *tejate*. However, *tejate* is usually consumed with sugar as concentrated source of energy, and in this case the better *in vitro* glucose performance was also found in *tejate* made from white Bolita and Chalqueño followed by yellow Bolita and Cacahuacintle (Table 5). The good post-prandial blood glucose responses of Bolita and Chalqueño *tejate* samples seem to be correlated with the resistant starch found in *tejate* (Table 5 and Fig. 4). Commercial *tejate* samples (*Tejatlí* and *Tejayapam*), with added sugar showed relatively poor performance, as shown in Table 5. Therefore, any kind of *tejate* without added sugar should be recommended to maintain the normal post-prandial blood glucose responses.

Besides the fermentation and roasting steps for the improving quality of the cacao beans in *tejate*, there are two main technological steps that seem to be critical in maintaining the quality performance of *tejate*. The first one is the annealing that takes place during the resting or steeping the nixtamal (Figuerola, Véles, & Hernández et al., 2013). The starch annealing in nixtamal may have important implications for the stability of starch granules during processing, and for viscosity and swelling capacity of the

Table 5
Total starch and resistant starch in maize cuanextle and tejate.^a

Sample	Total starch ^b (g/100 g)	Resistant starch ^b (g/100 g)	Glycemic index	
			No sugar added	Sugar added
Maize				
White Bolita	76.50 ± 1.66b	0.84 ± 0.01b	—	—
Yellow Bolita	77.04 ± 1.29b	0.63 ± 0.03c	—	—
Chalqueño	82.85 ± 1.07a	1.01 ± 0.02a	—	—
Cacahuacintle	75.03 ± 0.41b	0.50 ± 0.02d	—	—
Cuanextle				
White Bolita	93.27 ± 1.97a	1.02 ± 0.14a	—	—
Yellow Bolita	78.83 ± 0.12b	0.87 ± 0.01bc	—	—
Chalqueño	89.21 ± 2.44a	1.00 ± 0.01 ab	—	—
Cacahuacintle	87.58 ± 0.73a	0.74 ± 0.10c	—	—
Tejate				
White Bolita	68.63 ± 1.34b	2.43 ± 0.34a	32.71 ± 3.87a	38.21 ± 13.54b
Yellow Bolita	64.09 ± 3.72c	1.46 ± 0.04bc	29.80 ± 17.19a	41.33 ± 10.64 ab
Chalqueño	70.16 ± 0.23b	2.07 ± 0.06a	25.02 ± 19.30a	23.09 ± 14.79b
Cacahuacintle	65.79 ± 0.22bc	1.49 ± 0.17b	27.85 ± 4.18a	49.41 ± 12.67 ab
Tejatlí	30.16 ± 0.13d	1.04 ± 0.15cd	—	54.32 ± 1.68 ab
Tejayapam	80.17 ± 0.59a	0.81 ± 0.00d	26.06 ± 8.09a	74.46 ± 17.19a
Glucose (control)	—	—	—	100

^a Means ± SD followed by the same letter in the column within the same group are not significant different at P < 0.05.

^b Measured by Megazyme Total Starch and Resistant Starch kits. Resistant starch was adjusted by the total starch used.

tejate in obtaining a good beverage consistency as shown in Table 4 and Fig. 2. The second event seems to be the starch doped with different amount of minerals (Table 3) by the use of wood ashes in the Classic nixtamalization process that gave a good source of minerals to the product. Annealing and doping both seem to protect the starch granules from amylolytic hydrolysis promoting long term release of sugars which is important in maintaining a normal glucose level in blood and acting to preventing diabetes mellitus type II. Although tejate is made from maize with relatively high levels of carbohydrates and lipids, this research shows that part of these compounds are in the form of starch-lipids complexes (resistant starch). Several authors reported that V type starch is slowly digested by gut enzymes and are fermented in the colon after long periods of time, with distinct nutritional health benefits for the consumer (Murray et al., 1998).

4. Conclusions

Tejate is a maize product made by ash nixtamalization, instead of lime (calcium hydroxide) nixtamalization, the process used for most maize foods. The Classic Nixtamalization with ashes appears to have significantly higher content of minerals, dietary fiber and

resistant starch. The thermal properties of starch in cuanextle (ash-masa) and tejate showed an increment of the gelatinization from maize to cuanextle and tejate that are typical annealing effects compared to native maize without processing. The mixture of ash-masa and cacao-masa showed the formation of starch-lipid complexes detected in the DSC thermogram. The starch-lipid complexes formed in tejate samples are indeed type 5 resistant starch (RS5), which has important health benefits for consumers. All tejate samples after ingestion produced significantly lower blood glucose response (glycemic index) than the glucose control. The results provide support for the hypothesis of a slow digestion and absorption of carbohydrate-lipid complexes from tejate.

Acknowledgments

We wish to acknowledge Flavio Aragón Cuevas from INIFAP; Adriana Elena Castro Ramírez and Erin Ingrid Jane Estrada Lugo from ECOSUR; Juan Rogelio Aguirre Rivera from IIZD-UASLP and José Juan Vélez, Rosa María Mariscal, Eleazar Urbina, Edmundo Gutiérrez and Agustín Galindo from CINVESTAV Querétaro for their technical assistance. Rosa María González Amaro, also acknowledges the support for CONACYT and CONABIO during her Ph. D. studies. David Santiago-Ramos is grateful for the support given by CONACYT through scholarship for his Ph. D. studies.

References

- AACC International. (2000). *Approved methods of analysis* (10th ed.). Minnesota: AACC International.
- Arvisenet, G., Le Bail, P., Voilley, A., & Cayot, N. (2002). Influence of physicochemical interactions between amylose and aroma compounds on the retention of aroma in food-like matrices. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7088–7093.
- Arvisenet, G., Voilley, A., & Cayot, N. (2002). Retention of aroma compounds in starch matrices: competitions between aroma compounds toward amylose and amylopectin. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7345–7349.
- Baks, T., Ngene, I. S., Van Soest, J. J. G., Janssen, A. E. M., & Boom, R. M. (2007). Comparison of methods to determine the degree of gelatinisation for both high and low starch concentrations. *Carbohydrate Polymers*, 67, 481–490.
- Conde-Petit, B., Escher, F., & Nuessli, J. (2006). Structural features of starch-flavor complexation in food model systems. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 227–235.
- Dudasek, W. E., Kochan, D. A., & Zobel, H. F. (1985). Hot-water dispersible starch surfactant products, including acid stable and acid and freeze-thaw stable food thickeners. U.S. Patent 4,491,483.
- FAO. (2003). *Food energy—methods of analysis and conversion factors*. Rome: FAO.

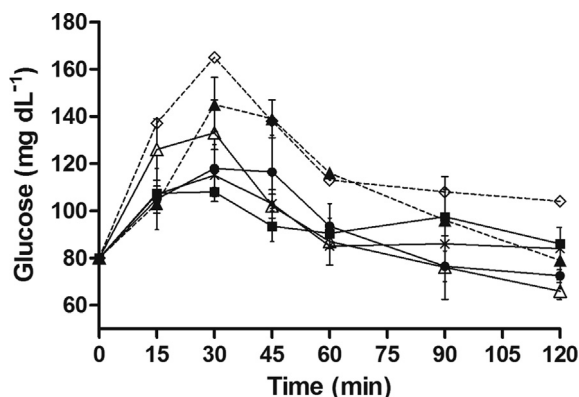


Fig. 4. Blood glucose curves (means ± SD). Rhombus and dashed line: glucose solution; close triangle and dashed line: Tejate; yellow Bolita; square: white Bolita; open triangle: Cacahuacintle and cross: Chalqueño.

- FAO/WHO. (1998). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand, 21–30 September 1998*.
- Figueroa, J. D. C., Acero, G. M. G., & Quezada, T. T. (2008). Efecto de la fortificación en el desarrollo de cerdos alimentados con tortillas fortificadas de nixtamal, de harina nixtamalizada y tortillas integrales de maíz. In G. M. E. Rodríguez, S. O. Serna Saldivar, & F. Sánchez Sinencio (Eds.), *Nixtamalización, del maíz a la tortilla. Aspectos nutrimentales y toxicológicos* (pp. 201–219). Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Figueroa, J. D., Véles-Medina, J. J., Tolentino-López, M. A., Aragón-Cuevas, F., Gaytán-Martínez, M., Chávez, M. E., et al. (2013). Effect of annealing from traditional nixtamalization process on the microstructural, thermal, and rheological properties of starch and quality of pozole. *Journal of Cereal Science*, 58, 457–464.
- Figueroa, J. D. C., Véles-Medina, J. J., Tolentino-López, E. M., Gaytán-Martínez, M., Aragón-Cuevas, F., Palacios, N., et al. (2013). Effect of traditional nixtamalization process on starch annealing and the relation to pozole quality. *Journal of Food Process Engineering*, 36, 704–714.
- Foster-Powell, K., Holt, S. H. A., & Brand-Miller, J. C. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 5–56.
- Garibay, K. A. M. (2013). *Historia general de las cosas de Nueva España* (11th ed.). México: Porrúa.
- Jacobs, H., & Delcour, J. A. (1998). Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of the granular structure: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2896–2905.
- Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., et al. (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 362–366.
- Kondo, K., Hirano, R., Matsumoto, A., Igarashi, O., & Itakura, H. (1996). Inhibition of LDL oxidation by cacao. *The Lancet*, 348, 1514.
- McShea, A., Leissle, K., & Smith, M. A. (2009). The essence of chocolate: a rich, dark, and well-kept secret. *Nutrition*, 25, 1104–1105.
- Morrell, M. K., Konik-Rose, C., Ahmed, R., Li, Z., & Rahman, S. (2004). Synthesis of resistant starches in plants. *Journal of AOAC International*, 87, 740–748.
- Murray, S. M., Patil, A. R., Fahey, G. C., Jr., Merchen, N. R., Wolf, B. W., Lai, C.-S., et al. (1998). Apparent digestibility of a debranched amylopectin-lipid complex and resistant starch incorporated into enteral formulas fed to ileal-cannulated dogs. *The Journal of Nutrition*, 128, 2032–2035.
- Narváez-González, E. D., Figueroa-Cárdenas, J. D., Taba, S., & Rincón, S. F. (2006). Kernel microstructure of Latin American races of maize and their thermal and rheological properties. *Cereal Chemistry*, 83, 605–610.
- Novotni, D., Čukelj, N., Smerdel, B., Bituh, M., Dujmić, F., & Čurić, D. (2012). Glycemic index and firming kinetics of partially baked frozen gluten-free bread with sourdough. *Journal of Cereal Science*, 55, 120–125.
- Pappa, M. R., Palacios, P. P., & Bressani, R. (2010). Effect of lime and wood ash on the nixtamalization of maize and tortilla chemical and nutritional characteristics. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, 130–135.
- Pérez, S., & Bertoft, E. (2010). The molecular structure of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: a comprehensive review. *Starch/Stärke*, 62, 389–420.
- Qi, X., Tester, R. F., Snape, C. E., Yuryev, V., Wasserman, L. A., & Ansell, R. (2004). Molecular basis for the gelatinisation and swelling characteristics of waxy barley starches grown at the same location during the same season. II. Crystallinity and gelatinisation characteristics. *Journal of Cereal Science*, 39, 57–66.
- Rusconi, M., & Conti, A. (2010). *Theobroma cacao L.*, the Food of the Gods: a scientific approach beyond myths and claims. *Pharmacological Research*, 61, 5–13.
- SAS Institute. (2009). *SAS user's guide version 9.2*. Cary: SAS Institute Inc.
- Shogren, R. L., Fanta, G. F., & Felker, F. C. (2006). X-ray diffraction study of crystal transformations in spherulitic amylose/lipid complexes from jet-cooked starch. *Carbohydrate Polymers*, 64, 444–451.
- Sotelo, A., Soleri, D., Wachter, C., Sánchez-Chinchillas, A., & Argote, R. M. (2012). Chemical and nutritional composition of *tejate*, a traditional maize and cacao beverage from the central valleys of Oaxaca, Mexico. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67, 148–155.
- Tang, M. C., & Copeland, L. (2007). Analysis of complexes between lipids and wheat starch. *Carbohydrate Polymers*, 67, 80–85.
- Taubert, D., Roesen, R., Lehmann, C., Jung, N., & Schömig, E. (2007). Effects of low habitual cacao intake on blood pressure and bioactive nitric oxide: a randomised controlled trial. *Journal of the American Medical Association*, 298, 49–60.
- Wulff, G., Avgenaki, G., & Guzmán, M. S. P. (2005). Molecular encapsulation of flavours as helical inclusion complexes of amylose. *Journal of Cereal Science*, 4, 239–249.
- Wursch, P., & Roulet, P. (1992). Process for the production of a starch dispersible in boiling water. U.S. Patent 5,100,475.
- Yuan, C. R., & Rudie, N. G. (2001). High-amylose starch-emulsifier composition and method of making. U.S. Patent 6,228,419.
- Zobel, H. F. (1988). Starch crystal transformation and their industrial importance. *Starch/Stärke*, 40, 1–7.

**Physicochemical and nutritional properties of different
maize landraces on totopos (toasted tortillas)**

Journal:	<i>Cereal Chemistry</i>
Manuscript ID	CCHEM-05-16-0138-R
Manuscript Type:	Research
Date Submitted by the Author:	09-May-2016
Complete List of Authors:	González-Amaro, Rosa María; El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal de las Casas, Chiapas Figueroa, Juan de Dios; Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro Pearales, Hugo; El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal de las Casas, Chiapas Véles, Juan José; Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN), Unidad Querétaro
Area of Expertise:	Resistant starch, Maize, Infrared radiation, Totopo (toasted tortilla), Texture

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Physicochemical and nutritional properties of different maize landraces on totopos (toasted tortillas)

Rosa María González-Amaro¹, Juan de Dios Figueroa-Cárdenas^{2,3}, Hugo Perales¹, José Juan Velés-Medina²

¹El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal de las Casas, Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, María Auxiliadora, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, C.P. 29290, Mexico.

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), Unidad Querétaro, Libramiento Norponiente 2000, Fraccionamiento Real de Juriquilla, Querétaro, Querétaro, C.P. 76230, Mexico.

³Corresponding author:E-mail:jfigueroa@cinvestav.mx.

ABSTRACT

Biodiversity contributes to nutrient production and together with processing are critical factors for product quality. Totopo physicochemical and nutritional properties were evaluated in maize landraces from Oaxaca communities and others made with maize races with different endosperm types. Texture profile shows that totopos elaborated from Zapalote Chico maize landrace showed the best performance (low breaking force) and higher crunchability similar to commercial totopos. Quality of Zapalote Chico totopos was explained by flotation index (FI) and starch viscosity as well as thermal properties. FI was negatively correlated with texture that may related to end-use. Zapalote Chico landrace gelatinizes at higher ($P<0.05$) pasting temperature (72.75-73.30 °C) and it had higher

($P>0.05$) peak viscosity (4723-3093 cP), suggesting that starch granule resists better the drastic conditions during baking. In the hybrid and Tuxpeño samples most of starch granules (90 %) were gelatinized and increasing the hardness in totopos. The totopo samples increased the peak at 4.45 Å, a characteristic of type-V diffraction of amylose-lipid complexes (resistant starch). In fact, an increase of 0.6 % of resistant starch was found in totopos which has important nutritional benefits for consumers. Our results support the preference of Oaxaca people for the totopos made from Zapalote Chico maize.

Keywords: Resistant starch, Maize, Infrared radiation, Totopo, Texture.

INTRODUCTION

Food, as well as the processing, has a significant impact on human health, therefore food and nutrition, dietary adequacy and biodiversity are currently amongst the most vigorously discussed global topics in the field of nutrition (Jones et al. 2013).

Mexico is the center of origin of maize the crop has been Mesoamerica's basic staple for at least two millennia (Goodman 1998) and is the core of dynamic cultural traits (Hernandez 1985). For centuries, people in Mexico and South America developed new maize varieties, adapting them not only to local conditions but also to their special cultural and culinary needs (Anderson, 1946; Figueroa et al 2013a). Most maize products at industrial and domestic levels are elaborated using the nixtamalization process, among those foods are the totopos, tortillas, tortilla chips, tamales, and pozole (Figueroa et al 2013a).

The name totopo is derived from the Nahuatl *totopochtli* that means toasted (Simeón, 1977). In Mexican cuisine totopos may be specially prepared, as the case we will describe, or they can be done with stale tortillas that are reheated until toasted in a comal (hot iron plate), an

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

oven or deep fried. The later are commonly known as *tostadas* in Mexico, but in some cases these fried tortilla chips are commercially made and are labeled or referred to as totopos both in Mexico and the United States, although they are not made in the manner of the Oaxacan totopos we describe. The best known totopos in Mexico are done by the Zapotec people in the Isthmus of Tehuantepec region of state of Oaxaca. There, the Zapotec women bake totopos in a bottomless clay oven without cover known as *comizcal* or *comixcal* (Figure 1). The baking involves the use of infrared radiation, a process developed by Zapotec people of Oaxaca. This infrared radiation oven gives a unique texture taste, and nutritional properties to the totopos. These special kind of totopos are considered a specialty, have important demand in major cities of Mexico and the United States, and are the subject of the present research.

Although the infrared (IR) was classified recently as an important emerging food technology, the use of IR technology in the preparation of food and especially totopos in Oaxaca back several hundred years ago. The infrared heating involves the exposure of a material to electromagnetic radiation in the wavelength region of 1.8-3.4 μ m. For biological materials, the penetration of IR rays into the material causes the water molecules to vibrate at frequency of 60,000-150,000 MHz. This causes rapid internal heating and water dissipation from the material (Fasina et al 2001).

With the increasing popularity of Mexican corn-based cuisine in the United States and in all the world, there is special interest in investigations in the alkaline cooking methods and processing in formation of resistant starch (RS). Despite the popularity and economic importance of totopos in Oaxaca, Mexico and US, the characteristics that maize should have for good quality totopos are not well known.

Maize scholars have considered that the particular maize types traditionally used for different specialty products should be better than alternative varieties, some consider that this is a major reason for on-farm conservation of traditional landraces of maize (Anderson 1946, Hernandez-X 1985; Ortega-P 2003). In the Zapotec region where the totopos are made the dominant maize race is known as Zapalote Chico, it is particular to the Isthmus of Tehuantepec region, with only sporadic presence in other areas (Perales and Golicher 2014). Thus, it is straightforward to suppose that maize of this race is required for the production of totopos, or that the best totopos are done with varieties of this race. In fact, local consumers commonly mention their preference of totopos produced with traditional landraces of Zapalote Chico.

In Mexico the term landrace and race are not interchangeable. A landrace is a crop population with historical origin, distinct identity and that lacks formal crop improvement (Camacho et al 2006). Racial classification of maize has sought to be a natural classification that could reflect the history and relationships of maize populations. Originally proposed by Anderson and Cutler (1942) it was formalized by Wellhausen et al (1952) and is still widely used to study maize diversity in Mexico (Sanchez et al 2000; Vigouroux et al 2008). Presently it is considered that there are about 60 races in Mexico (Sanchez et al 2000). In Mexico, all landraces can be classified in a racial category and some races have both landraces and formal commercial cultivars.

Even though Zapalote Chico landraces are commonly used for the manufacture of totopos, local production is not enough for the demand of totopos and other maize varieties are bought in regional markets. The most common maize types available in though markets are commercial cultivars, but landraces of the Tuxpeño and Chalqueño races are also

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

95 available. We do not have information as to the suitability of these maize races and
96 commercial cultivars for the production of totopos.
97 Therefore, the aim of this research work was to investigate physicochemical and
98 nutritional characteristics on totopos, using samples including totopos prepared in the
99 Zapotec communities of Oaxaca and in the laboratory, and using different maize races and
100 commercial cultivars with traditional recipe and equipment.

101
102 **MATERIALS AND METHODS**

103 **Materials**

104 We used two collections of Zapalote Chico and one of the Tuxpeño and Chalqueño
105 races acquired in the community of San Blas Atempa, Oaxaca; the last two were from a
106 community store and the Zapalote Chico were from local farmers in Atempa (these will be
107 referred as Zapalote Chico 1 and Zapalote Chico 2. The Chalqueño was probably a landrace
108 because commercial cultivars of this race are very rare (Perales et al 2003), in the case of
109 the Tuxpeño it is uncertain because many landraces and commercial cultivars are widely
110 cultivated. The commercial hybrid 30G54 of Pioneer was acquired from the market in the
111 city of Querétaro, Mexico. We considered the hybrid as a control for its contrasting floury
112 texture. Samples were stored in a cold room at 4°C. Two totopo samples prepared by local
113 women in the Tehuantepec Isthmus of Oaxaca were included, a homemade totopo sample
114 from San Blas Atempa (referred here as San Blas) and a commercial totopo sample from
115 Tehuantepec (referred here as Tehuantepec), Oaxaca; both were done with Zapalote Chico
116 landraces.

117
118 **Chemical Composition**

Moisture was analyzed according to the AACC International (2001) method AACC 44-19.01; ash according to method AACC 08-03.01; fat according to method AACC 30-25.01; protein according to method AACC 46-13.01; and crude fiber according to method AACC 32-10.01; Total starch AACC method 76.13; Resistant starch AACC method 32-40.01. Carbohydrate content was calculated on dry weight basis as followed: $100 - (\text{protein content} + \text{ashes} + \text{fat} + \text{fiber})$. Metabolizable energy using the Atwater conversion factors for cornmeal whole ground: protein 11.4 kJ/g (2.73 kcal/g), fat 35 kJ/g (8.37 kcal/g), carbohydrate 16.9 kJ/g (4.03 kcal/g) (FAO 2003). The conversion factors for joules and calories are: 1 kJ = 0.239 kcal; and 1 kcal = 4.184 kJ.

X-ray Diffraction

All samples with 7% moisture content were placed on a glass surface and scanned from 5 to 50° on the 2θ scale using a Rigaku X-ray diffractometer DMAX-2100, which operates at 30 kV and 16 mA with a CuKα radiation of $\lambda = 1.5405$. The interplanar spacings (d) of the peaks were calculated using the Bragg equation $n\lambda = 2d \sin \theta$ (Figuerola et al 2013a).

Pasting Properties

A Rapid Visco-Analyzer (RVA) (3C Model Newport Scientific PTY LTD, Sydney, Australia) was used to determine the viscoamylographic curve. The method used was that reported by Narváez-González et al (2006a).

Thermal Properties

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

141 A calorimeter (821 Model DSC Mettler Toledo, Ejército Nacional 340, Col. Chapultepec
142 Morales, Mexico DF C.P. 11570) equipped with a thermal analysis data station was used.
143 The method reported by Narváez-González et al (2006b). Each sample was run in
144 duplicate.
145 Degree of gelatinization was calculated according to Baks et al (2007).

146
147 **Totopo preparation**

148 In Figure 2 we show the flowchart for producing totopo, the recipe is based on our field
149 work in San Blas Atempa. We followed this recipe in our laboratory procedures, with the
150 exception of baking, which was not done in a comixcal (see next section).

151
152 **IR-Baked Totopos at Lab**

153 An IR oven for baking totopo was built in our laboratory (Fig. 3) in Querétaro (González-
154 Hernández et al 1996). Masa with adequately consistence was shaped into disks of 127mm
155 of diameter and 2.6 mm thick using a manual roller machine (Casa González, Monterrey,
156 NL, México). The uncooked totopos were then placed on a continuous band made of
157 stainless steel mesh of no. 18 wire gauge, providing 18 squares per inch as a means of
158 conveying the products to the IR baking apparatus.

159 The preferable wavelength was 2.5–4.0 μm to allow for the best coupling of the IR
160 frequency with the masa (dough) IR absorption. The four resistive heat emitters were
161 arranged such that two faced, each 61cm in length, 0.95 cm in diameter, and spaced at 2.5
162 cm intervals. The emitters of each array were round and made from a Ni-Cr alloy covered
163 by a stainless steel sleeve and isolated with a MgO ceramic material (Fig. 3). They were
164 supported by a frame of stainless steel material and covered by an IR reflector made of

polished stainless steel. The electrical power delivered to the heaters was ≈ 900 W each and was controlled with switches (González-Henández, et al 1996). The whole baking system was enclosed in a thermally insulated box. The power irradiated by the emitter elements was of 20 Watt/cm^2 . The power level of the IR energy was set in order to allow the drying of both totopo sides. Under these conditions, the totopo was dehydrated within 20 to 30 seconds to reach a moisture content of about 7-8 %.

Totopo hardness and Elastic modulus

Hardness.

A TA-XT2 Texture Analyzer (Texture Technologies Corporation, Stable Micro Systems; Surrey, England) was used with a TA-52 probe with 2mm diameter. Each one of five totopo samples were punctured at 0.5 mm s^{-1} to a depth of 2 mm. The test was performed in duplicate in each sample.

The elastic modulus of totopos

Tablets of 0.42 mm height and 8.07 mm diameter (contact area of 51.52 mm^2) were sintered from totopo milled samples following the procedure described by Figueroa et al (2016). For each tablet 0.3 g of the sample was weighed into a 10 ml beaker sealed with parafilm and placed in a controlled temperature chamber at 20°C for 2 h. The tablet-forming die of hardened steel had an inside diameter of 7.95 mm, and a length of 31.69 mm. Two hardened steel dowels were used to apply the pressure necessary to form the tablets. The sample was transferred into the die, the upper dowel placed into the lower die and the set positioned onto a table with hydraulic press (Trupper 501 of 50 tonnes

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

capacity). The load on the die was gradually increased to reach 25 tonnes and maintained for 5 min before removing the tablet from the die.

A TA.XT Plus texture analyzer with a 25,000 g load cell (Texture Technologies, Scarsdale, NY/Stable Micro Systems, Surrey, England) was used to measure the tablets response to compressive loadings using parallel plates. Before loading, the thickness of each tablet was determined with a caliper. In the stress relaxation test, a displacement of 0.3 mm was applied over a specified ramp time of 25 points/sec and loading rate of 0.1 mm/s, after which the displacement was held constant during the stress relaxation phase of 100 s. The reaction force and stress-time history were recorded. Each data point was an average of six readings from different totopo tablets of the same sample for each replicate (Figuerola et al 2013b).

Statistical Analysis.

Simple Pearson’s correlations were classed as significant at $P \leq 0.05$. The means comparison in a one-way analysis of variance was carried out and multiple range test were performed using Duncan’s test with Statistical Analysis System software (SAS Institute 2009).

RESULTS AND DISCUSSION

Physicochemical properties of maize samples

Table I shows that Zapalote Chico has a relatively soft and lower density kernel as indicated by the flotation index (75.15) and test weight (71.15 kg/hL), compared to Tuxpeño, Chalqueño and the hybrid. The Chalqueño kernel has heavier kernel weight (393 g) and test weight (73 kg/hL), these characters relate to higher flour and masa yields once

processed. The physical features TKW and FI of Zapalote Chico and Tuxpeño agreed with the values reported by Narvaez-Gonzalez et al., (2006a) and with data of kernel length, wide and thickness as well as TKW of Chalqueño, Tuxpeño and Zapalote Chico reported by Figueroa et al (2013c).

Physical properties of totopo samples

Table II shows that Zapalote Chico and Chalqueño had whiter L color in totopos. The samples of Chalqueño and the hybrid maize produced thinner totopos, which might reflect greater compaction when cooked. All totopos made in the laboratory were processed in a similar way by controlling the diameter at 127 mm and the gap between rolls 2.6 in a commercial tortilla machine of 2.6 mm to have the average thickness of the totopos we bought in Oaxaca. The laboratory totopos showed a diameter reduction of 13.3% from wet totopos to baked totopos without significant differences among them.

Regarding totopo texture profile Figure 4A shows that totopos elaborated from hybrid maize showed the harder texture followed by Tuxpeño and Chalqueño and the softer texture and crunchability were for the samples of Zapalote Chico 1 and 2. The Tehuantepec totopo samples showed soft texture but less crunchability as indicated by the number of peaks in the texture profile. The totopo hardness (breaking force) is explained by the kernel hardness as indicated by the flotation index, where the hybrid showed the lower value (hard kernel) followed by Chalqueño and Tuxpeño and the softer kernel was Zapalote Chico 1 (Table I).

Gaytán et al (2006) reported significant differences in some physical (flotation index, density, endosperm type), and microstructure (starch granule size, cell packing) characteristics between hard and soft corn kernels, where flotation index was negatively

correlated with hardness that may affect the end-use. The present data agrees with the stated preference of Oaxacan people and Figueroa et al (2013c), who indicated that Zapalote Chico has a softer kernel maize when compared to most of the Mexican maize landraces. Wellhausen et al., (1952) indicated that Zapalote Chico presented mostly soft starch. Additionally, the reported low water absorption capacity, kernel hardness and microstructural features (starch granule compaction and size) of Zapalote Chico made this landrace an excellent maize for elaboration of toasted snack products (Narváez-González et al 2007; Figueroa et al 2013c).

Rheological and Thermal Properties of Annealed Starch in maize, masa and Totopo

Starches in maize, masa and totopos were characterized using thermic and rheological properties in order to explain quality differences. The outcome (starch viscosity and gelatinization temperatures) are indeed a consequence of microstructure (flotation index, hardness) and in minor extent of chemical composition since thermal and rheological features depend mainly from these.

Figure 4 show that there is a relation between the typical texture and viscosity profiles. The hard texture totopos were found in samples of maize and totopos with low viscosity. More details can be observed in Table IV, where the poorest rheological (low peak viscosity) and thermal performance was shown by Hybrid followed by Tuxpeño. These samples presented the higher totopo elastic modulus (hardness) compared to the other maize samples. Chalqueño and Tuxpeño starches presented a regular rheological performance and quality. In the hybrid and Tuxpeño samples most of starch granules presented high degree of gelatinization (90 %) that increased the hardness in totopos. Zapalote Chico presented higher peak viscosity and pasting temperature in maize and

totopo samples comparable with the Tehuantepec totopo sample, but not to that of San Blas. Starch in Zapalote Chico grains gelatinizes at a higher pasting temperature (72.75-73.30 °C; $P < 0.05$) and it has a very high peak viscosity in Zapalote Chico 1 (4723 cP; $P < 0.05$), though in the case of Zapalote Chico 2 peak viscosity was only higher than the hybrid (Table IV).

Besides the nixtamalization and baking, which are important technological issues for improving the quality in totopos, there is an important step that seems to be critical in maintaining the quality performance of totopo. This is the annealing that takes place during the resting or steeping the nixtamal (Figueroa et al., 2013a) and is dependent on the maize genotype. The nixtamalization process enhances the viscosity, swelling and starch granule stability to collapse, that behavior suggests that starch granule anneals during the nixtamalization. Several authors indicated that annealing takes place when starch is heated, in excess of water, for a certain period of time at temperatures below gelatinization and, thus, starch undergoes reorganization to a more ordered structure (Krueger et al 1987; Gómez et al 1992; Campus et al 1999; Quintanar et al 2011; Figueroa et al 2013a). The data shown in Table IV are in agreement with previous published reports that indicated that traditional nixtamalized products presented higher thermal properties than raw samples (Campus-Baypoli et al 1999; Rendón-Villalobos et al 2002; Ratnayake et al 2007).

The higher peak and final gelatinization temperatures in Zapalote Chico starch in maize and totopos, suggest that Zapalote starch granule resists better the drastic conditions during baking.

Effect of maize landraces and processing on proximate composition and nutritional aspects on totopos

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Besides starch that seems to play major role in explaining the textural properties in totopos, there were no clear relation of fiber and fat and other chemical compounds in texture. However, those chemical compounds of maize are important from the nutritional point of view. The changes of chemical components in totopos compared to the counterpart maize landraces are due to the cooking losses during nixtamalization and totopo baking into comixcal or IR oven (Table III). As result of these processes, some nutrients are lost, including vitamins, fat, dietary fiber and some minerals (Bressani 1958, 1972; Gómez-Aldapa et al 1996; Maya-Cortés et al 2010). Totopo samples showed about 1.0 % higher protein, 2.0 % lower lipids, as well as and 1.0 % lower fiber than the counterpart maize samples may be explained by differences in pericarp losses during nixtamalization process reported by several authors (Campechano et al 2012). Similar data was reported for Chalqueño landrace from Oaxaca for protein, ash, lipids, carbohydrates, and total starch as well as energy (González-Amaro et al 2015). Rooney and Serna-Saldívar (1987) mentioned that cooking corn with the alkaline thermal process results in losses in proteins and dietary fiber.

Part of the lipids in totopos are in the form of amylose lipid complexes (resistant starch) that are resistant to enzymatic attack and relatively high temperatures (90° to 130 °C). Figueroa et al. (2013a), indicated that the naturally occurring fatty acids and phospholipids can become complex with the amylose fraction at high temperatures. Selected conditions might include combinations of high moisture levels >18-45 % w/w, temperatures of 90-130 °C, and holding time of 1-16 h (Zobel, 1988) similar to those used for making totopos. The decrement of crude fiber from maize to totopo was due to loss of pericarp in the nixtamalization. According to Gutiérrez et al (2010), the combination of heat and alkali during traditional nixtamalisation acts aggressively on the outer layers of the pericarp and

promotes partial removal of hemicelluloses and partial lignin from the fiber matrix of the pericarp. This data agrees with the report of Campechano et al (2012), who reported losses of pericarp of about 2-6 %. An increase of almost 1.0 % of resistant starch in totopos was also observed (Table III).

González-Amaro et al (2015) indicated that starch-lipid complexes or resistant starch (RS), are also detected as V type starch using X-ray diffraction and they have important health benefits for consumers since their consumption maintain blood in normal glucose levels. The dietary incorporation of V-complex to replace traditional carbohydrates may be beneficial for diabetic patients because of the decreased digestibility and subsequent glucose absorption rate (Murray et al 1998). Therefore, resistant starch is emerging as an important dietary component that has the potential to reduce the incidence of bowel health disorders (Morrell et al 2004).

X-ray diffraction patterns starch type A and starch type V

The X-ray diffraction showed peaks at 5.8 Å, 5.1 Å and 3.8 Å of type A starch pattern described by Zobel (1988) decrease in starch from maize and masa annealed starch and those peaks characteristic of Type A starch disappeared in totopos (Figure 5).

The processing of masa for totopo increased the peak at 4.45 Å, a characteristic of type V diffraction of amylose-lipid complex (RS). The decrease in peaks of amylopectin in maize and masa suggests that side branches of amylopectin form new amylose helices (Zobel, 1988) as indicated by the increase of amylose peak at 4.45 Å (Figure 6) which is in the form of complexes, as seen by X-ray. These data agree with (Pérez and Bertoft 2010) who indicated that the starch-lipid complex in an amorphous state can be changed into a more ordered semicrystalline V-type diffraction (Fig. 5). The implications of those changes in the

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

333 processing parameters and in the nutritional quality of final totopo products require
334 additional investigations.

335
336 **CONCLUSIONS**

337 Parameters such as flotation index (hardness) and viscosity of starch suspensions as well
338 as the thermal properties explained most of the quality in totopos.

339 The best performances related to softer texture (lower breaking force and elastic
340 modulus) and higher crunchability were found in maize landraces and their totopos with
341 higher viscosity and gelatinization temperatures suggesting that starch granule resists better
342 the drastic conditions during baking.

343 During processing, the chemical composition of corn, masa and totopo, thermal
344 properties and X-ray diffraction indicate that formation amylose-lipid complexes or
345 resistant starch.

346 The implications of those changes in the processing parameters and in the nutritional
347 quality of final totopo products require additional investigations. Our results support the
348 preference of the people of Oaxaca for the totopos made from Zapalote Chico maize when
349 compared with other maize types.

350
351 **ACKNOWLEDGMENTS**

352 We wish to acknowledge Flavio Aragón Cuevas from INIFAP; Adriana Elena Castro
353 Ramírez and Erin Ingrid Jane Estrada Lugo from ECOSUR; Juan Rogelio Aguirre Rivera
354 from IIZD-UASLP and David Santiago-Ramos, Rosa María Mariscal, Eleazar Urbina,
355 Edmundo Gutiérrez and Agustín Galindo from CINVESTAV Querétaro for their technical

assistance. Rosa María González Amaro, also acknowledges the support for CONACYT and CONABIO during her Ph. D. studies.

LITERATURE CITED

AACC International Approved Methods of Analysis. 2010. Method 44-15A. 11th Edition.

Moisture was analyzed according to the AACC International (2001) method AACC 44-19.01; ash AACC 08-03.01; fat AACC 30-25.01; protein AACC 46-13.01; and crude fiber according to method AACC 32-10.01; Total starch AACC method 76.13; Resistant starch AACC method 32-40.01. Available on line only. AACCI:St, Paul, MN.

Anderson, E. 1946. Maize in Mexico a preliminary survey. Ann. Missouri Bot. Garden. 33:147-247.

Anderson, E. and Cutler, H.C. 1942. Races of *Zea mays*: Their recognition and classification. Ann. Missouri Bot. Garden. 29:69-80.

Baks, T., Ngene, I. S., Van Soest, J. J. G., Janssen, A. E. M., and Boom, R. M. 2007. Comparison of methods to determine the degree of gelatinisation for both high and low starch concentrations. Carboh. Polym. 67:481-490.

Bressani, R. 1958. Corn nutrient losses. Chemical changes in corn during preparation of tortillas. J. Agric. Food Chem. 6:770-774.

Bressani, R. 1972. The importance of corn in the human nutrition in Latin American and others countries. In: Mejoramiento Nutricional del Maíz (edited by Bressani, R., Brahman, E.J. and Béhar, M.). Pp. 5-28. Guatemala: Publicación INCAP L-3.

Camacho, T.C., Maxted, N., Scholten, M., Ford-Lloyd, B. 2006. Defining and identifying crop landraces. Plant Gen. Res. 3:373-384.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

380 Campechano, C.E.M., Figueroa, J.D.C., Arámbula, V.G., Martínez, F.H.E., Jiménez, S.J.S.,
381 and Luna, B.J.G. 2012. New ecological nixtamalisation process for tortilla production
382 and its impact on the chemical properties of whole corn flour and wastewater
383 effluents. *Int. J. Food Sci. Tech.* 47:564-571.

384 Campus-Baypoli, O.N., Rosas-Burgos, E.C., Torres-Chavéz, P.I., Ramírez-Wong, B., and
385 Serna-Saldivar, S.O. 1999. Physicochemical changes of starch during maize tortilla
386 production. *Starch/Stärke.* 51:173-177.

387 FAO. 2003. Food energy—methods of analysis and conversion factors. FAO Food and
388 Nutrition Paper No. 77. Rome.

389 Fasina, O., Tyler, B., Picard, M., Sheng, G.H., and Wang, N. 2001. Effect of infrared
390 heating on the properties of legume seeds. *Int. J. Food Sci. Tech.* 36:79-90.

391 Figueroa, J.D.C., Véles-Medina, J.J. Hernández-Landaverde, M.A., Aragón-Cuevas, F.
392 Gaytán-Martínez, M., Chávez-Martínez, E., Palacios, N., and Willcox. M. 2013a.
393 Effect of annealing from traditional nixtamalisation process on the microstructural,
394 thermal, and rheological properties of starch and quality of pozole. *J. Cereal Sci.*
395 58:457-464.

396 Figueroa J.D.C., Hernández Z.J.E., Rayas-Duarte P., and Peña R.J. 2013b. Stress relaxation
397 and creep recovery tests performed on wheat kernels versus doughs:Influence of
398 glutenins on rheological and quality properties. *Cereal Foods World* 58(3):139-144.

399 Figueroa, J.D.C., Narváez-González, D.E., Mauricio-Sánchez, A., Taba, S., Gaytán-
400 Martínez, M., Véles-Medina, J.J., Rincón-Sánchez, F., and Aragón-Cuevas, F. 2013c.
401 Propiedades físicas del grano y calidad de los grupos raciales de maíces nativos
402 (Criollos) de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 36(Supl. 3-A):305-314.

- 403 Figueroa, J.D.C., Escalante-Aburto, A., Véles-Medina, J.J., Hernández-Estrada, Z.J.,
404 Rayas-duarte, P., Simsek S., and Ponce-García, N. 2016. Viscoelastic properties of
405 tablets from Osborne solubility fraction, pentosans, flour and bread using stress
406 relaxation tests. *J. Cereal Sci.* 69:207-2012.
- 407 Gaytán-Martínez, M, Figueroa, J.D.C., Reyes-Vega, M.L., Rincón-Sánchez, F., and
408 Morales-Sánchez, E. 2006. Microstructure of starch granule related to corn hardness.
409 *Rev. Fitotec. Mex.* 29(Esp. 2):135-139.
- 410 Gómez, H.M., Lee, J.K., McDonough, V.M., Waniska, R.D., and Rooney, L.W. 1992. Corn
411 starch changes during tortilla and tortilla chip processing. *Cereal Chem.* 69:275-279.
- 412 Gómez-Aldapa, C., Martínez, B.F., Figueroa, J.D.C., Ordorica, F.C. and González-
413 Hernández, J. 1996. Cambios en algunos componentes químicos y nutricionales
414 durante la preparación de tortillas de maíz. *Arch. Latinoam. Nut.* 46:315–319.
- 415 González-Amaro R.M., Figueroa, J.D.C., Perales, H., and Santiago-Ramos, D. 2015. Maize
416 races on functional and nutritional quality of tejate: A maize-cacao beverage. *LWT*
417 *Food Sci. Tech.* 63:1008-1015.
- 418 González-Hernández, J. Martínez, J.L. Sánchez-Sinencio, F., Martínez-Bustos, F.,
419 Figueroa, J.D.C., Ruiz-Torrez, M. 1996. Method of Cooking Corn Dough Tortillas
420 Using Infrared Radiation. Patent US 5,567,459.
- 421 Goodman, M.M. 1988. The history and evolution of maize. *CRC Critical Rev. Plant Sci.*
422 7:197-220.
- 423 Gutiérrez-Cortéz, E., Rojas-Molina, I., Rojas, A. et al. 2010. Microstructural changes in the
424 maize kernel pericarp during cooking stage in nixtamalization process. *J. Cereal Sci.*
425 51:81–88.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

426 Hernandez-X, E. 1985. Maize and man in the greater Southwest. *Economic Bot.* 39:416-
427 430.

428 Jones, A.D., Ngure, F.M., Pelto, G., and Young, S.L. 2013. What Are We Assessing When
429 We Measure Food Security? A Compendium and Review of Current Metrics. *Adv.*
430 *Nut.* 4:481-505.

431 Krueger, B.R., Knutson, C.A., Inglett, G.E., and Walker, C.E. 1987. A differential scanning
432 calorimetry study on the effect of annealing on gelatinization behavior of corn starch.
433 *J. Food Sci.* 52:715-718.

434 Maya-Cortés, D.C., Figueroa, J.D.C., Garnica-Romo, M.G., Cuevas-Villanueva, R.A.,
435 Velés-Medina, J.J. and Martínez-Flores, H.E. 2010. Whole-grain corn tortilla
436 prepared using an ecological nixtamalisation process and its impact on the nutritional
437 value. *Int. J. Food Sci. Tech.* 45:23-28.

438 Morrell, M. K., Konik-Rose, C., Ahmed, R., Li, Z., and Rahman, S. 2004. Synthesis of
439 resistant starches in plants. *J. AOAC Intl.*, 87:740-748.

440 Murray, S. M., Patil, A. R., Fahey, G. C., Jr., Merchen, N. R., Wolf, B. W., Lai, C.-S., et al.
441 1998. Apparent digestibility of a debranched amylopectin-lipid complex and resistant
442 starch incorporated into enteral formulas fed to ileal-cannulated dogs. *The J. Nut.*
443 128: 2032-2035.

444 Narváez-González, E.D., Figueroa, J.D.C., Taba, S., Castaño T.E., Martínez, P.R.A., and
445 Rincón, S.F. 2006a. Relationships between microstructure, physical features and
446 chemical composition of different maize accessions from Latin America. *Cereal*
447 *Chem.* 83(6):595-604.

- 448 Narváez-González, E.D., Figueroa, J.D.C., Taba, S., and Rincón, S.F. 2006b. Kernel
449 microstructure of Latin American races of maize and their thermal and rheological
450 properties. *Cereal Chem.* 83(6):605-610.
- 451 Narváez-González, E.D, Figueroa, J.D.C., and Taba, S. 2007. Aspectos microestructurales
452 y posibles usos del maíz de acuerdo a su origen geográfico. *Rev. Fitotec. Mex.*
453 30:321-325.
- 454 Ortega-P., R. 2003. Las diversidad del maíz en México. In: G. Esteva and C. Marielle (eds.)
455 *Sin maíz no hay país*. CONACULTA, México. pp. 123-154.
- 456 Perales R., H., Brush, S.B., and Qualset, C.O. 2003. Landraces of maize in Central Mexico:
457 an altitudinal transect. *Economic Bot.* 57:7-20.
- 458 Perales, H., and Golicher, D. 2014. Mapping the diversity of maize races in Mexico. *PLoS*
459 *ONE*, 9(12): e114657. doi: 10.1371/journal.pone.0114657.
- 460 Pérez, S., and Bertoft, E. 2010. The molecular structure of starch components and their
461 contribution to the architecture of starch granules: a comprehensive review.
462 *Starch/Stärke.* 62:389-420.
- 463 Quintanar, G. A., Jaramillo, F.M.E., Solorza, F.J., Méndez, M.M.G. and Wang, Y.-J. 2011.
464 Rheological and thermal properties of masa as related to changes in corn protein
465 during nixtamalization. *J. Cereal Sci.* 53:139–147.
- 466 Ratnayake, W.S., Wassinger, A.B., and Jackson, D.S. 2007. Extraction and characterization
467 of starch from alkaline cooked corn masa. *Cereal Chem.* 4:415-422.
- 468 Rendón-Villalobos, R., Bello, P.A., Osorio-Díaz, P., Tovar, J., and Paredes-López, O.
469 2002. Effect of storage time on in vitro digestibility and resistant starch content of
470 nixtamal, masa, and tortilla. *Cereal Chem.* 79:340-344.

1
2
3 471 Rooney, L.W. and Serna-Saldívar, S.O. 1987. Food uses of whole corn and dry-milled
4
5 472 fractions. In: Corn. Chemistry and Technology (edited by S.A. Watson & P.E.
6
7 473 Ramstad). Pp. 399–429. St Paul MN: American Association of Cereal Chemists.
8
9
10 474 Sanchez G., J.J., Goodman, M.M., and Stuber, C.W. 2000. Isozymmatic and morphological
11
12 475 diversity in the races of maize of Mexico. Economic Bot. 54:43-59.
13
14
15 476 SAS Institute. 2009. *SAS User's Guide Version 9.2*, SAS Institute Inc. Cary, NC.
16
17 477 Simeón, R. 1997. *Diccionario de la lengua Náhuatl o mexicana*. Siglo XXI editores, S.A.
18
19 478 de C.V. Cerro de Agua 248, Romero de Terreros, 04310, México, D.F.
20
21 479 Vigouroux, Y., Glaubitz, J.C., Matsouka, Y., Goodman, M.M., Jesús S.G. and Doebley J.
22
23 480 2008. Populatin structure and genetic diversity of New World maize landraces
24
25 481 assessed by DNA microsatellites. Am. J. Botany. 95:1240-1253.
26
27 482 Wellhausen, E.J., Roberts, L.M., Hernandez, X. E., and Mangelsdorf, P.C. 1952. *Races of*
28
29 483 *maize in Mexico*. The Bussey Institute, Harvard University. Cambridge.
30
31
32 484 Zobel, H.F. 1988. Starch crystal transformation and their industrial importance.
33
34 485 *Starch/Stärke*. 40:1-7.
35
36
37 486
38
39 487
40
41
42
43 488
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Table I. Physicochemical properties of maize samples

Samples	Length	Wide	Thickness	Moisture	TKW	TW	FI	Color
	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(g)	(kg/hL)		(L)
Zapalote Chico 1	12.13±0.89b	9.98±0.75a	3.72±0.46b	14.72±0.08a	260.52±7.01d	71.15±0.60c	75.67±0.58a	68.72±1.38d
Zapalote Chico 2	12.15±0.52b	9.22±0.47ab	3.57±0.32b	12.42±0.02d	245.80±3.49d	70.76±0.34c	62.75±3.86b	66.62±0.20d
Tuxpeño	13.10±0.94a	8.69±0.83b	4.40±0.57a	13.66±0.20c	329.50±16.82c	73.55±0.34b	33.00±3.61d	63.52±2.05c
Chalqueño	13.15±0.71a	8.78±0.71b	4.54±0.54a	15.11±0.25a	393.15±5.21a	72.97±0.33b	39.33±3.06c	60.60±0.69a
Hybrid	12.42±0.00b	8.36±0.00c	4.30±0.00a	14.18±0.09b	351.58±0.01b	76.00±0.71	5.00±0.09e	62.20±0.51b

Means followed by the same letter in the same column are not significant different Duncan ($P < 0.05$).

TKW=Thousand kernel weight; TW=Test weight; FI=Flotation index; L=Luminosity.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Table II. Physical properties of totopos.

Sample	Totopo		Diameter (mm)
	Color	Thickness (mm)	
	L		
Zapalote Chico 1	75.61±0.84a	2.59±0.16a	109.54±1.62b
Zapalote Chico 2	76.59±0.24a	2.63±0.19a	110.01±0.86ab
Tuxpeño	72.86±1.90b	2.60±0.16a	110.89±0.98a
Chalqueño	76.08±1.02a	2.30±0.20b	110.84±2.05b
Hybrid	74.13±0.80b	2.17±0.10c	109.35±1.70b
San Blas	72.23±2.67	3.33±0.32	142.37±2.68
Tehuantepec	68.52±1.75	1.73±0.23	132.86±4.03

Means followed by the same letter in the same column are not significant different Duncan (P<0.05).
L=Luminosity.

Table III. Proximate chemical composition and nutritional properties of maize, masa and totopo samples^a.

Sample	Protein (%)	Ash (%)	Lipids (%)	Crude Fiber (%)	CHO (%)	Energy Kcal/100g	Energy kJ/100g	RS ^c (%)	TS ^c (%)
MAIZE									
Zapalote Chico 1	7.00±0.0ab	1.50±0.00a	5.13±0.14b	1.48±0.00b	84.89±0.14a	404±1a	1694±3a	0.91±0.01a	85.29±1.86a
Zapalote Chico 2	7.37±0.18a	1.40±0.14ab	5.25±0.03b	1.58±0.00a	84.40±0.01b	404±0a	1694±1a	1.11±0.33a	77.24±0.64a
Tuxpeño	6.16±0.40c	1.15±0.07c	4.58±0.12c	-	-	-	-	0.64±0.41a	75.04±2.88a
Chalqueño	6.69±0.09b	1.30±0.00abc	4.78±0.12c	-	-	-	-	0.67±0.04a	82.79±8.39a
Hybrid	7.19±0.00ab	1.25±0.07bc	5.52±0.07a	-	-	-	-	0.66±0.03a	84.17±0.57a
MASA									
Zapalote Chico 1	7.72±0.04b	1.10±0.00b	4.71±0.02a	0.45±0.06b	86.06±0.13c	407±0a	1708±1a	0.92±0.06b	70.13±0.14c
Zapalote Chico 2	8.50±0.09a	1.20±0.00ab	4.81±0.16a	0.54±0.07b	84.99±0.04d	406±1ab	1702±5ab	0.85±0.01b	86.28±0.89a
Tuxpeño	6.62±0.18c	1.10±0.014b	4.06±0.13b	0.49±0.13b	87.63±0.57a	405±1b	1700±3b	0.97±0.14b	83.63±0.75b
Chalqueño	7.66±0.22b	1.15±0.07ab	4.13±0.19b	0.40±0.00b	86.66±0.04b	405±1b	1697±4b	0.89±0.01b	81.88±1.41b
Hybrid	7.81±0.00b	1.39±0.13a	3.85±0.11b	0.34±0.06b	86.64±0.04b	403±1c	1688±3c	0.97±0.00b	87.51±1.51a
San Blas ^b	6.66±0.13c	1.10±0.14b	3.50±0.01c	1.28±0.06a	87.46±0.07a	400±1d	1677±3d	1.53±0.15a	82.16±0.03b
TOTOPO									
Zapalote Chico 1	8.03±0.03a	1.30±0.00bc	3.36±0.27abc	0.44±0.07de	86.87±0.11b	400±2a	1677±8a	1.89±0.02a	69.08±1.53bc
Zapalote Chico 2	8.53±0.44a	1.20±0.00bc	3.43±0.37abc	0.50±0.14d	86.58±0.33b	400±2a	1676±7a	1.33±0.01cd	90.22±0.18a
Tuxpeño	7.59±0.13ab	1.10±0.14bc	2.73±0.37c	0.40±0.01e	88.18±0.11a	398±2a	1672±10a	1.19±0.25de	65.57±0.72bcd
Chalqueño	7.75±0.18b	1.15±0.21bc	3.52±0.46abc	0.69±0.00c	86.89±0.42b	401±3a	1680±11a	1.16±0.14de	64.39±4.41cd
Hybrid	7.19±0.27c	1.05±0.07c	4.13±0.37a	-	-	-	-	1.00±0.01e	64.99±0.39bcd
San Blas ^b	-	1.35±0.08b	3.03±0.23bc	0.79±0.00b	-	-	-	1.70±0.00ab	70.32±0.86b
Tehuantepec ^b	-	1.75±0.07a	3.62±0.07ab	0.88±0.00a	-	-	-	1.55±0.08bc	61.74±3.10d

^aMeans followed by the same letter in the same column within the same group are not significant different at P<0.05.^bSan Blas and Tehuantepec were masa and totopo made by local women in the Isthmus of Tehuantepec region.

Data reported in dry basis. CHO= Carbohydrates; RS= Resistant Starch; TS= Total Starch.

^cMeasured by Megazyme Total Starch and Resistant Starch kits. Resistant starch was adjusted by the total starch used.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

Table IV. Effect of starch annealing on thermal properties from maize to totopo and viscoelastic properties of final product^a

Sample	Pasting Temp (°C)	Peak viscosity (cP)	Set back (cP)	Viscosity Maxium (cP)	To (°C)	Tp (°C)	Tf (°C)	ΔH (J/g)	Elasticity Modulus MPa
Maize									
Zapalote Chico 1	72.75±0.21a	4723±119a	2388±83a	3578±3108a	67.78±0.08a	72.28±0.024b	77.40±0.00b	7.49±0.00a	.
Zapalote Chico 2	73.30±0.00a	3093±21d	1899±52c	4815±191a	68.32±0.38a	73.46±0.21a	79.41±0.21a	6.73±0.01ab	.
Tuxpeño	69.95±0.49b	3664±107c	2129±25b	6416±208a	63.78±0.40b	69.38±0.35c	75.90±0.28c	5.56±1.15bc	.
Chalqueño	68.37±0.32c	4145±73b	2055±5b	6559±49a	59.37±0.11d	67.21±0.11d	74.58±0.33d	5.26±0.48bc	.
Hybrid	67.60±0.28c	2378±71e	1343±43d	3910±8a	60.28±0.48c	67.61±0.26d	76.12±0.04c	4.86±0.29c	.
Totopos									
Zapalote Chico 1	72.32±0.32b	1175±16bc	1014±16b	2100±41b	70.09±0.049ab	76.01±0.025b	81.99±0.21b	0.84±0.17ab	3.33±0.58dc
Zapalote Chico 2	72.15±0.00b	1278±11ab	1021±4b	2274±1b	70.30±0.52ab	76.50±0.96b	82.22±0.68b	0.95±0.06a	3.36±0.61dc
Tuxpeño	69.42±0.74c	1054±30c	982±43b	2142±70b	66.57±1.42ab	72.51±0.01bc	79.77±0.18bc	0.54±0.13abc	5.13±0.43a
Chalqueño	69.25±0.07c	1335±106a	1197±88a	2699±250a	64.02±1.22b	70.25±0.59bc	77.48±2.56bc	0.63±0.41ab	4.52±0.70ab
Hybrid	69.20±0.00c	1089±10c	1045±6b	2081±8b	65.17±0.03b	71.75±0.12bc	78.59±0.54bc	0.48±0.01bc	4.68±0.11a
San Blas	67.60±0.28d	.	.	1700±0c	63.30±9.31b	68.32±6.83c	72.00±7.93c	0.00±0.00d	2.60±0.14d
Tehuantepec	73.45±0.78a	.	.	1490±87c	75.70±3.10a	83.49±2.33a	90.46±0.76a	0.13±0.04cd	3.87±0.27bc

^aMeans followed by the same letter in the column within the same group are not significant different (P>0.05).

To=Onset gelatinization temperature; Tp=Peak gelatinization temperature; Tf=Final gelatinization temperature; ΔH=Enthalpy of gelatinization.



Figure 1. A cay hot oven (Comixcal or Comizcal) for preparing totopos by IR radiation.
169x127mm (72 x 72 DPI)

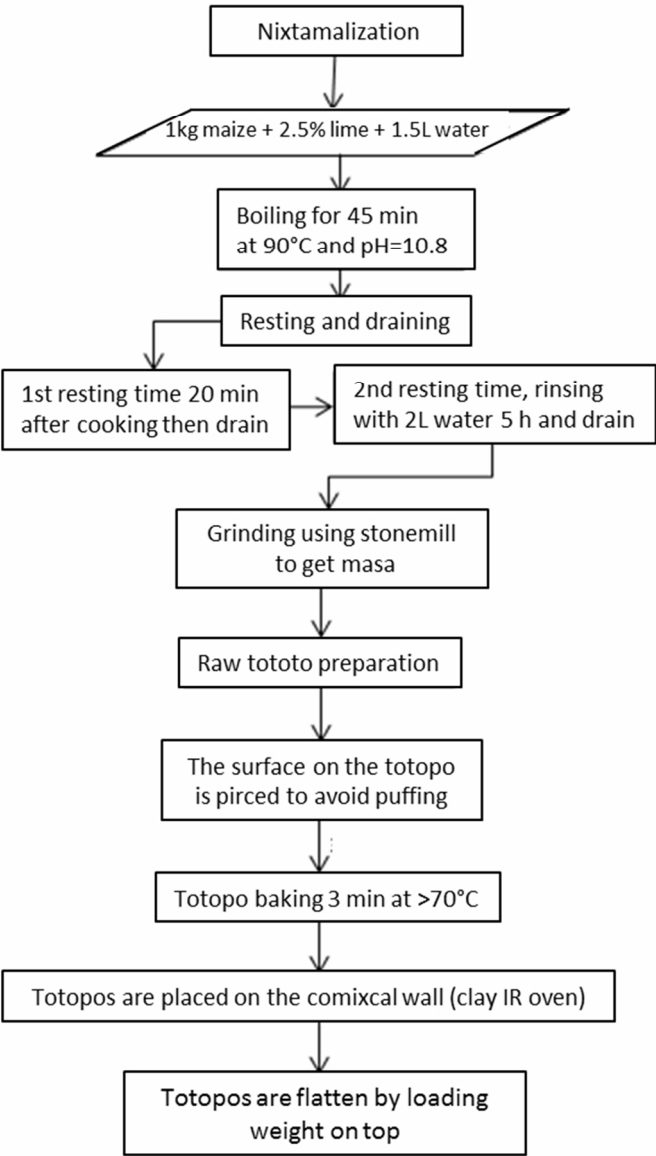


Figure 2. Traditional totopo preparation, including the nixtamalization and IR drying using the comixcal (clay IR oven).
106x168mm (149 x 149 DPI)



Figure 3. Infrared oven US Patent 5,567,457 (González-Henández et al 1996), used to elaborate the totopos (right side). Totopos with little holes made with either a finger or a comb, which prevents the fresh masa from ballooning up as they bake.

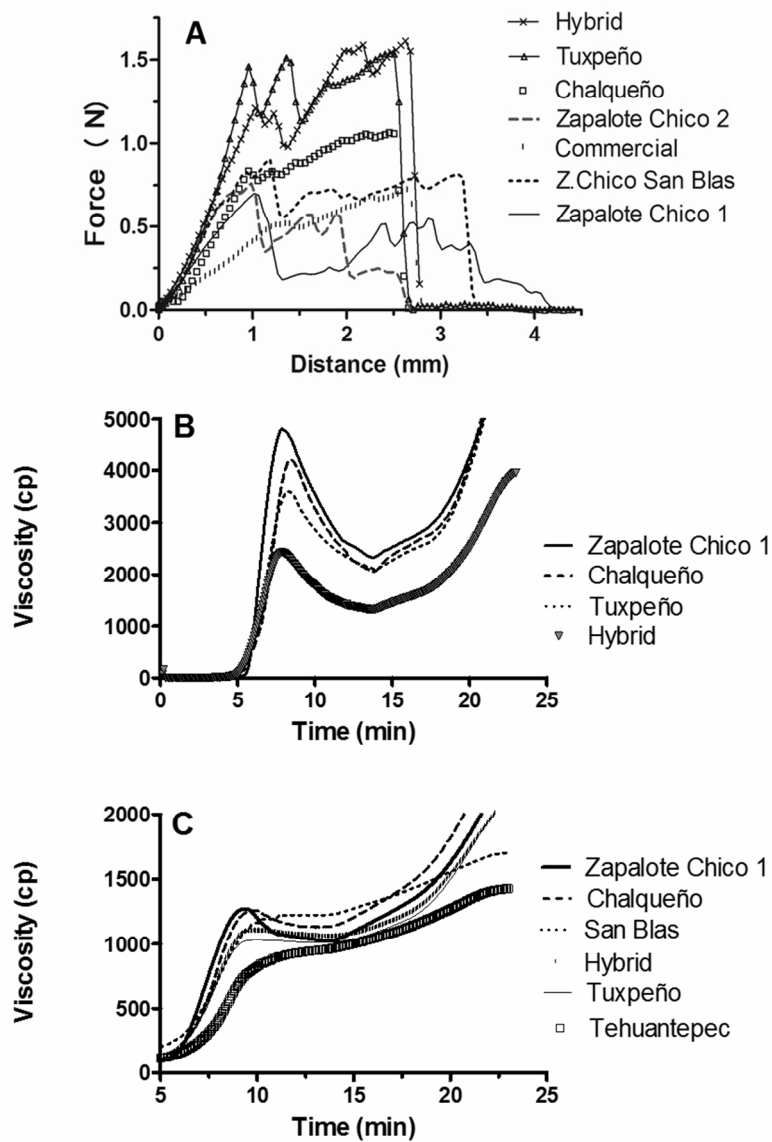


Figure 4. A. Typical texture profile of totopos (normalized at 2.6 mm totopo thickness). B. Maize and C. Totopo viscoamylographic profiles of water suspensions.
152x219mm (149 x 149 DPI)

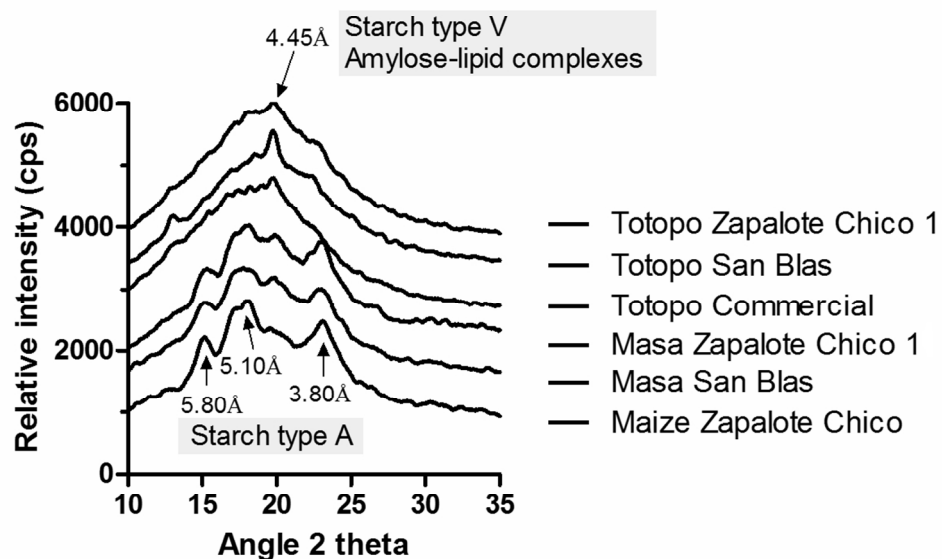


Figure 5. X-rays diffraction patterns of maize, masa and totopos. Patterns are shifted along the linear intensity axis for clarity by adding constants of 500 cps (counts per second) to each pattern.
210x160mm (149 x 149 DPI)