LOS MAÍCES NATIVOS DE LA SIERRA DE SANTA MARTA

GUÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN EN CAMPO



CARLOS H. ÁVILA BELLO JESÚS ALBERTO MORALES ZAMORA y RAFAEL ORTEGA PACZKA



Esta obra se encuentra disponible en Acceso Abierto para copiarse, distribuirse y transmitirse con propósitos no comerciales. Todas las formas de reproducción, adaptación y/o traducción por medios mecánicos o electrónicos deberán indicar como fuente de origen a la obra y su(s) autor(es).

Se debe obtener autorización de la Universidad Veracruzana para cualquier uso comercial.

La persona o institución que distorsione, mutile o modifique el contenido de la obra será responsable por las acciones legales que genere e indemnizará a la Universidad Veracruzana por cualquier obligación que surja conforme a la legislación aplicable.

LOS MAÍCES NATIVOS • DE LA SIERRA • DE • SANTA • MARTA

GUÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN EN CAMPO

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Sara Ladrón de Guevara
Rectora
Leticia Rodríguez Audirac
Secretaria Académica
Clementina Guerrero García
Secretaria de Administración y Finanzas
Octavio Ochoa Contreras
Secretario de la Rectoría
Édgar García Valencia
Director Editorial

LOS MAÍCES NATIVOS • DE LA SIERRA • DE • SANTA • MARTA

GUÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN EN CAMPO

CARLOS H. ÁVILA BELLO JESÚS ALBERTO MORALES ZAMORA RAFAEL ORTEGA PACZKA

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
RED TEMÁTICA SOBRE EL PATRIMONIO BIOCULTURAL/CONACYT
XALAPA, VER., MÉXICO

Portada: Enriqueta del Rosario López Andrade, a partir de una fotografía de Manuel Eleazar Pérez Medina.

Clasificación LC: SB191.M2 A94 2016 Clasif. Dewey: 633.150971262 Autor: Ávila Bello, Carlos H.

Autor: Avia Bello, Carlos H.

Título: Los maíces nativos de la Sierra de Santa Marta : guía para

su identificación en campo / Carlos H. Ávila Bello, Jesús

Alberto Morales Zamora, Rafael Ortega Paczka.

Edición: 1a edición

Pie de imprenta: Xalapa, Ver., México: Universidad Veracruzana, Red

Temática sobre el Patrimonio Biocultural/CONACYT, 2016.

Descripción física: 103, [3] páginas: ilustraciones en color, mapas; 26 cm.

Series: (Quehacer científico y tecnológico)

ISBN: 9786075024493

Materias: Maíz--Cultivo--México--Sierra de Santa Marta

Maíz--identificación--México--Sierra de Santa Marta Plantas transgénicas--Evaluación de riesgos--México--Vera-

cruz-Llave (Estado)

Autores relacionados: Morales Zamora, Jesús Alberto

Ortega Paczka, Rafael

DGBUV 2016/07

Este libro ha sido publicado con el apoyo de la Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa de la Universidad Veracruzana, como resultado del programa de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos, y con el apoyo de la Red Temática sobre el Patrimonio Biocultural

Primera edición, 1 de marzo de 2016

D.R. © Universidad Veracruzana

Dirección Editorial Hidalgo núm. 9, Centro, CP 91000 Xalapa, Veracruz, México Apartado postal 97 diredit@uv.mx

Tel./fax (01228) 8 18 59 80; 8 18 13 88

ISBN: 978-607-502-449-3

Impreso en México Printed in Mexico

CONTENIDO

Introducción, 17

.1. MÉXICO: CENTRO DE ORIGEN DEL MAÍZ, 19

.2. LA IMPORTANCIA CULTURAL DEL MAÍZ, 23

.3. CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL GERMOPLASMA DE MAÍZ, 25

.4. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO, 29

.5. EL MAÍZ EN LA SIERRA DE SANTA MARTA, 33

.6. CONSIDERACIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LA MILPA, 41

.7. LA AMENAZA DE LOS TRANSGÉNICOS, 43

.8. EL MÉTODO DE ESTUDIO DE LOS MAÍCES, 45

> .9. ELABORACIÓN DE MAPAS, 49

.10. DESCRIPCIÓN DE LOS MAÍCES, 51

Raza: Tuxpeño-Olotillo, 51

Raza: Nal-Tel, 53

Raza: Tuxpeño-Tepecintle, 57

Raza: Tepecintle-Olotillo, 60

Raza: Tepecintle-Olotillo, 63

Raza: Tuxpeño-con infiltración de Olotón, 66

Raza: Tepecintle-Olotillo, 69

Raza: Tepecintle, 72

Raza: Tepecintle con infiltración de Olotón, 75

Raza: Tuxpeño-Tepecintle, 78

Raza: Tuxpeño-Olotillo-Olotón, 81

Raza: Tuxpeño, 84

Raza: Tuxpeño-Olotillo, 87

Raza: Tepecintle, 90

Raza: Tuxpeño-Olotillo, 93

Glosario, 97

Literatura consultada, 99

Anexo I

Algunas características bromatológicas de los maíces de la sierra de Santa Marta, 103

Anexo II

Principales características físicas y químicas de los suelos de la subcuenca del río Huazuntlán, 105

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Centros de origen de las plantas propuestos por Vavilov, 20
- Figura 2. Matriz agroecológica popoluca en Ocotal Chico, al interior de la sierra de Santa Marta, Veracruz, 21
- Figura 3. Monumento 1 de La Merced, Hidalgotitlán, Veracruz, 24
- Figura 4. Ejemplo de la diversidad genética que puede encontrarse en una milpa, 26
- Figura 5. Mapa de la zona de trabajo en la sierra de Santa Marta, 30
- Figura 6. Modelo del sistema de producción milpero en la zona de Ocotal Chico, 36
- Figura 7. Trabajo familiar de selección de elotes para autoconsumo y venta fuera de la comunidad, 37
 - Figura 8. Gradiente altitudinal idealizado de la subcuenca del río Huazuntlán, 46
- Figura 9. Maíz negro (Y+mok), intermedio entre las razas Tuxpeño-Olotillo, 52
 - Figura 10. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz negro, 53
 - Figura 11. Maíz amarillo fuerte u oaxaqueño (Puch-mok), raza Nal-Tel, 55

- Figura 12. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz amarillo fuerte u oaxaqueño, 56
 - Figura 13. Maíz criollo, intermedio entre las razas Tuxpeño-Tepecintle, 58
 - Figura 14. Localidad de coleta y distribución potencial del maíz criollo, 59
- Figura 15. Maíz negro-morado (Chi´chy+kmok), intermedio entre las razas Tepecintle-Olotillo, 61
 - Figura 16. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz negro-morado, 62
 - Figura 17. Maíz pinto (Chikiñ+mok), intermedio entre las razas Tepecintle-Olotillo, 64
 - Figura 18. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz pinto, 65
 - Figura 19. Maíz rojo (Pop-sabastsmok), intermedio entre las razas Tuxpeño-con infiltración de Olotón, 67
 - Figura 20. Lugares de colecta y distribución potencial del maíz Tuxpeño-con infiltración de Olotón, 68
- Figura 21. Maíz criollo blanco (Pop+mook), intermedio entre las razas Tepecintle-Olotillo 70
 - Figura 22. Localidades de colecta y distribución potencial del maíz criollo-blanco, 71
- Figura 23. Maíz negro rojo (Tsabatsy+kmok), de la raza Tepecintle, 73
- Figura 24. Lugar de colecta y distribución potencial del maíz negro, 74
- Figura 25. Maíz rojo (Tsabast-Mok), raza Tepecintle con infiltración de Olotón, 76
 - Figura 26. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz rojo, 77
 - Figura 27. Maíz sangrado, rojiño o Nazareno (Nuuknipiñ-Mok), intermedio entre las razas Tuxpeño-Tepecintle, 79
 - Figura 28. Localidades de colecta y distribución potencial del maíz sangrado, rojiño o Nazareno, 80

Figura 29. Maíz rojo obscuro, intermedio entre las razas Tuxpeño-Olotillo-Olotón, 82

Figura 30. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz rojo obscuro, 83

Figura 31. Maíz pinto morado (Chikiñ+mok), de la raza Tuxpeño, 85

- Figura 32. Lugar de colecta y distribución potencial del maíz pinto morado, 86
- Figura 33. Maíz crema (Puchpop-Mok), intermedio entre las razas Tuxpeño-Olotillo, 88
- Figura 34. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz crema, 89
 - Figura 35. Maíz tigre (kanmok), de la raza Tepecintle, 91
 - Figura 36. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz tigre, 92
- Figura 37. Maíz criollo, intermedio entre las razas Tuxpeño-Olotillo, 94
 Figura 38. Lugar de colecta y distribución potencial

del maíz criollo, 95

A la memoria de Efraím Hernández Xolocotzi y José Luis Blanco Rosas

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los campesinos e indígenas popolucas y nahuas de la Sierra de Santa Marta por compartir sus conocimientos relacionados con el maíz, por su apoyo al recibirnos en sus territorios y por el esfuerzo milenario, aún no reconocido, en la conservación y evolución de los maíces, herencia colectiva para la humanidad.

Agradecemos también las observaciones y sugerencias de Cecilio Mota Cruz, de Semillas de Vida A.C.; las de Fernando Ramírez López, consultor independiente y habitante popoluca de la sierra, así como las de dos revisores anónimos.

Asimismo, nuestro agradecimiento a la Dirección General de Investigaciones de la Universidad Veracruzana por el apoyo económico externo al proyecto "Utilización, conservación y manejo del agua en la subcuenca del río Huazuntlán: una respuesta a la problemática de los manantiales de Platanillo y Yuribia en el sur de Veracruz" (Convenio DGI A0005), del cual derivó el presente trabajo. Y finalmente, a la Red de Patrimonio Biocultural que a través del Conacyt brindó su apoyo para la publicación de esta obra.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es la aportación más importante de los pueblos mesoamericanos a la humanidad. Actualmente es el tercer cultivo más sembrado a nivel mundial, después del trigo y el arroz; sin embargo, con relación a la producción mundial de grano ocupa el primer lugar. México, como centro de origen del maíz, contribuye a la riqueza de esa especie. La domesticación de este cereal inició desde hace unos 10 mil años (Matsuoka, 2002; Piperno *et al.*, 2009); representa la cultura e identidad de los pueblos originales de Mesoamérica, especialmente si se piensa que, tomado con reservas, existe aproximadamente una raza de maíz por cada pueblo mesoamericano, y además con cientos de usos: diferentes tipos de tortillas, tamales, atoles, platillos, bebidas, alimentos para animales, artesanías y muchos productos industriales.

En México el maíz no es sólo un producto comercial, además es una riqueza genética inigualable que ha permitido la subsistencia de las comunidades y los pueblos rurales de México. Con base en el conocimiento tradicional, los habitantes de las comunidades rurales han generado muchas variantes para darles diferentes usos. Por ejemplo, los maíces de coloración morada son utilizados generalmente para ser consumidos en elotes, atoles, pozole y para hacer tortillas; los amarillos se usan principalmente como forraje para animales de traspatio; con el maíz blanco y otras variantes se elaboran tamales, tortillas, atoles, elotes cocidos y esquites, entre otros usos para consumo humano. Un factor importante para la adecuada conservación y el mejoramiento de los

maíces nativos es conocer sus características y poder identificarlos en campo de la manera más sencilla.

En la sierra de Santa Marta, que forma parte de la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, Veracruz, los pobladores popolucas y nahuas conservan de 13 a 15 tipos diferentes de maíces nativos, aunque muchos de ellos han evolucionado localmente dando origen a modificaciones adaptadas de manera especial a las condiciones de esa zona del país. El presente manual es una guía que ayudará a identificar los diversos tipos de maíces que aún se cultivan en la sierra de Santa Marta, y se espera contribuya a su preservación y mejoramiento.

MÉXICO: CENTRO DE ORIGEN DEL MAÍZ

México es el centro de origen del maíz; los trabajos que Vavilov realizó en diferentes partes del mundo, entre 1920 y 1940 –antes de ser preso por órdenes de Stalin–, lo llevaron a concluir lo anterior con base en los siguientes razonamientos:

- 1. En los países que son centros de origen de las plantas cultivadas se encuentran sus parientes silvestres (Figura 1). En el caso de México y Centroamérica existen cinco especies de teocintles que se consideran los parientes más cercanos del maíz; dentro de algunas de esas especies se reconocen varias razas o subespecies. El maíz pudo derivar de una o de varias poblaciones de teocintles (Kato *et al.*, 2009). Se considera como progenitor a la especie de teocintle *Zea mexicana* ssp. *parviglumis* (Matsuoka *et al.*, 2002).
- 2. El cultivo ha perdurado gracias a que ha sido una práctica común de los pueblos originales, realizándose en lugares en los que desde la antigüedad se han desarrollado grandes civilizaciones, como la tolteca, maya o mexica, y que ha continuado hasta el Virreinato y el México actual.

Las razas de maíz se encuentran dispersas en el territorio donde se originaron y a esas razas corresponden diferentes tipos adaptados a diversas condiciones ecológicas y de cultivo (Vavilov, 1992).

De acuerdo con Vavilov (1992), la amplia diversificación del maíz en México se asocia con la variación orográfica, de suelos y de climas que presenta el país y que en buena medida es aprovechada por los pueblos campesinos e indígenas (Figura 2). El cultivo del maíz, refirió Vavilov en su tiempo, era de importancia excepcional para la antigua Unión Soviética, como lo es ahora para el mundo.

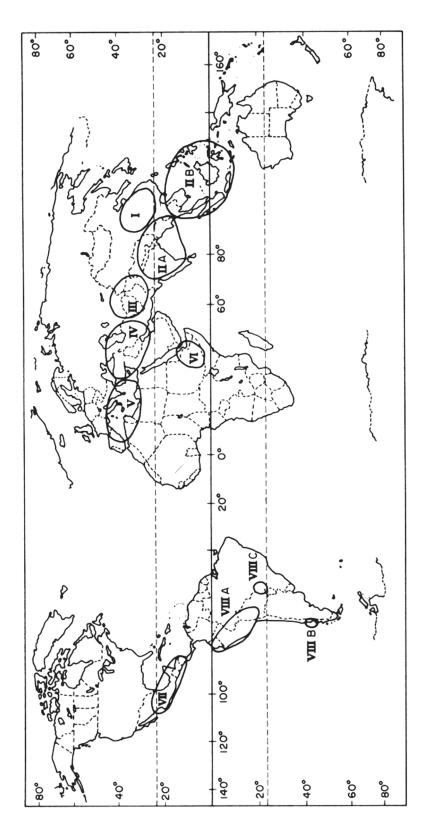


Figura 1. Centros de origen de las plantas, propuestos por Vavilov (1992): centro Chino (I), Indio (IIa), Indo Malayo (IIb), Asia Central (III), Cercano Oriente (IV), Mediterráneo (V), Abisinio (VI), México y América Central (VII), Sudamérica (VIIIa), Chiloe (VIIIb) y Brasileño-Paraguayo (VIIIc) (Schery, 1972).





Figura 2. Matriz agroecológica popoluca en Ocotal Chico, al interior de la sierra de Santa Marta, Veracruz. Se pueden apreciar no sólo las variaciones orográficas para el cultivo del maíz, sino también el conjunto de plantas arbustivas y arbóreas que rodean a la milpa. En ese espacio se encontraron tres tipos diferentes de maíz blanco y al menos dos tipos de frijol (Fotos: Carlos H. Ávila Bello).

LA IMPORTANCIA CULTURAL DEL MAÍZ

La cultura, incluyendo los resultados materiales de la misma, de acuerdo con Falcón (s/f), está integrada por todas las formas de conducta humana aprendidas y compartidas a lo largo del tiempo, en diferentes espacios geográficos y que sirven para adaptarse al medio, explicarse el mundo y establecer relaciones con los demás.

Aunque el origen de la domesticación del maíz aún no está claramente determinado, ya que es necesario profundizar en estudios paleontológicos, se considera que probablemente fue la olmeca la primera civilización de Mesoamérica en reconocer en esta planta no sólo aspectos botánicos, sino también la primera en atribuirle manifestaciones o encarnaciones terrenales de la voluntad divina, lo que la transformó en el dios del maíz. Un rasgo distintivo atribuido a ese dios fue que tanto su imagen como los relatos de su origen reproducen los procesos agrícolas y biológicos que llevaron a la creación de esta especie: la preparación del terreno, la siembra, el crecimiento, el desarrollo de la planta y finalmente la cosecha (Florescano, 2012) (Figura 3).

De acuerdo con Florescano (2012), en las prácticas agrícolas anuales de los pueblos mesoamericanos la semilla del maíz se introducía en la madre tierra mediante un hoyo que la rompía; después de ocho días de permanecer en el inframundo asomaban las primeras hojas. La entrada de la semilla en el seno de la tierra y su renacimiento en forma de planta era un ciclo que implicaba sacrificio. En cada ciclo agrícola parte de la cosecha anterior se debía sacrificar a la tierra, descomponer y transformar para convertirse en un fruto revitalizador.



Figura 3. Monumento 1 de La Merced, Hidalgotitlán, Veracruz. Presenta al dios olmeca del maíz. En los cuatro extremos se aprecian representaciones del grano del maíz; de la hendidura de la cabeza brota una mazorca (Tomado de Rodríguez y Ortiz, 2000).

Es decir, la semilla del maíz como la simiente de la que dependía la reproducción de la cosecha futura, así como el núcleo vital que aseguraba la muerte y resurrección de los frutos agrícolas. Este ciclo se convirtió en el paradigma de los procesos de creación de los pueblos mesoamericanos. Desde el periodo formativo (100 a 400 a. C.) el maíz, el frijol, la calabaza, los quelites y el aguacate, junto con la caza y la pesca, se convirtieron en las principales fuentes de alimento de toda la población (Figura 1). Por lo tanto, el maíz se identificó como símbolo de fertilidad, de riqueza en el reino y de los gobernantes (Florescano, 2012).

CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL GERMOPLASMA DE MAÍZ

Uno de los primeros pasos para conservar y manejar el germoplasma, entendido como cualquier tejido viviente del cual pueden desarrollarse potencialmente nuevas plantas, es decir, una semilla o alguna parte vegetativa (por ejemplo una hoja o parte de un tallo), es conocer los recursos que se encuentran en cada lugar. Tradicionalmente los campesinos e indígenas conservan en los agroecosistemas un conjunto heterogéneo de plantas, esta heterogeneidad es también conocida como diversidad genética (Figura 4). La diversidad genética juega un papel fundamental no sólo en la conservación de esos recursos, sino también porque con ella se pueden mejorar los rendimientos al encontrar plantas con resistencia a plagas, enfermedades o adaptadas a diferentes tipos de suelos en una región.

En la historia de la humanidad hay diversos ejemplos de la importancia y la necesidad de conocer la diversidad genética. En 1840, en Irlanda, la producción de papa se vio afectada por un ataque de un hongo, el tizón tardío (*Phytophtora infestans*) que durante cinco años prácticamente terminó con el cultivo de papa de ese país, lo que provocó la muerte de dos millones de personas y la migración de casi el mismo número de habitantes hacia los Estados Unidos. La solución a ese problema se encontró en México, gracias a que campesinos e indígenas habían conservado una alta diversidad genética de papas; fue entonces de particular importancia *Solanum demissum*, una especie de papa resistente al tizón tardío.

Existen dos formas de conservación de los recursos genéticos: una llamada *ex situ* y otra *in situ*. En el primer caso el germoplasma de la planta cultivada, y generalmente también el de sus parientes silvestres, se conserva fuera de su lugar de origen, en bancos de germoplasma; por supuesto eso lleva también a enfrentar la posibilidad de que las semillas y los productos que se puedan obtener de dichos bancos pasen a ser patentes y privatizarse. En el caso de los maíces se pueden establecer bancos de germoplasma en las instituciones educativas y de investigación de cada región, ello con el fin de conservar las semillas en caso de alguna emergencia regional, estatal o nacional.





Figura 4. Ejemplo de la diversidad genética que puede encontrarse en una milpa: diferentes tipos de maíces, chayote y frijol. Muestras colectadas en milpas de San Fernando y Ocotal Chico, dentro de la sierra de Santa Marta, Veracruz (Fotos: Carlos H. Ávila Bello).

La conservación de recursos *in situ* se refiere a conservar el germoplasma en su lugar de origen y tiene varias ventajas sobre el modo *ex situ*:

- 1. Los campesinos son quienes pueden preservar el germoplasma, tanto para sí mismos como para otras comunidades, gracias al intercambio de semillas que normalmente llevan a cabo los pueblos.
- 2. Las plantas producidas a partir de semillas conservadas *in situ* siguen sometidas al proceso de evolución milenario que ha posibilitado su adaptación a diferentes nichos ecológicos.

Lo anterior permite contar con materiales genéticos que pueden presentar resistencia a diferentes factores, y dada la cosmovisión campesina e indígena, el germoplasma estará disponible en caso de alguna emergencia (como fue el caso de la papa en Irlanda).

Sin embargo, es importante mencionar que para lograr los beneficios del germoplasma es necesario establecer una clara política de Estado, con recursos humanos y económicos suficientes para crear bancos de germoplasma locales y programas de mejoramiento con la participación de campesinos, indígenas y fitomejoradores; asimismo, realizar estudios en los que se documenten las características de las razas nativas de maíz, conocer rendimientos, cambios morfológicos y cómo se almacenan las semillas. Lo anterior permitiría obtener plantas mejoradas que satisfagan las necesidades locales y regionales. Además, se debe legislar para reconocer el derecho colectivo de las comunidades, no sólo sobre sus recursos naturales, sino también por la larga y fructífera labor que han desarrollado y que ha acompañado al proceso evolutivo del maíz, desde su origen hasta nuestros días.

Finalmente, es importante caracterizar y registrar las diferentes variantes de maíz de México, considerado patrimonio cultural de la humanidad. El maíz como un elemento estratégico y de seguridad nacional que necesita conocerse y protegerse para evitar que sea registrado como propio por personas o empresas del país o del extranjero.

LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La sierra de Santa Marta se localiza entre los 18° 20′ 42′′ de latitud N y 94° 51′ 26′′ de longitud O, con una superficie de 1356 km², su influencia llega hasta los municipios de Soteapan, Mecayapan, Tatahuicapan, Acayucan, Soconusco, Jáltipan, Chinameca, Cosoleacaque, Minatitlán y Coatzacoalcos (INEGI, 2005) (Figura 5).

La zona es una ramificación de la Faja Volcánica Transmexicana que se extiende hacia la Llanura Costera del Golfo de México. La sierra está formada por conos volcánicos activos que datan del Terciario, con dominancia de rocas ígneas extrusivas (INEGI, 1988, citado por Alatorre, 1996). Presenta un gradiente altitudinal que va de los 600 a los 1400 msnm (Alatorre, 1996), con laderas medias y altas con inclinación de entre 5 a 75%. La zona de selva alta perennifolia se ha conservado casi inalterada ya que se encuentra dentro de la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas.

El río Huazuntlán nace en la sierra de Santa Marta, a 1400 msnm. Abarca un área de 1,356 km², con un gasto medio de 7 m³/s y un escurrimiento virgen de 474.6 Mm³/año (CSVA, 2003; INEGI, 2003). Las aguas superficiales exportan 31.5 Mm³/año y contribuyen a la recarga de los acuíferos de Soteapan-Hueyapan, cuyo volumen de recarga es de 24 Mm³/año, asimismo del acuífero costero de Coatzacoalcos, con 172 Mm³ (CNA, 2003). La subcuenca provee 80% del agua que consumen las poblaciones urbanas de Coatzacoalcos y Minatitlán (cerca de 600 mil habitantes), por medio de la presa Yuribia (Paré y Robles, 2005).

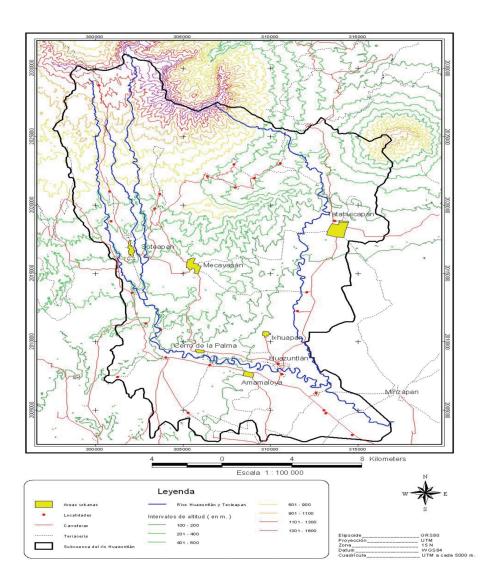


Figura 5. Mapa de la zona de trabajo en la sierra de Santa Marta. Pueden observarse las principales comunidades de la zona; los puntos rojos indican los sitios en los que fueron colectados los diferentes tipos de maíces (Fuente: modificado de Morales H., 2013).

Del mismo modo, el río Platanillo forma parte de esta zona y nace en las estribaciones de la sierra de Santa Marta, en el municipio de Soteapan. Abastece de agua a los municipios de Acayucan, Oluta y Soconusco, mediante un acueducto de 20 km. Los climas predominantes en la zona son: el más templado de los cálidos, muy húmedo, (A)C(fm), en las partes más altas con una precipitación anual entre 3500 a 4500 mm y temperatura media anual entre 22 y 24 °C, la del mes más frío puede

ser menor a 18 °C; el semicálido muy húmedo, Af(m), abajo de los 900 msnm, con temperatura media anual superior a 22 °C.

La sierra ejerce un efecto de sombra pluviométrica hacia las llanuras del oeste, ya que atrapa la humedad proveniente del Golfo de México, por lo que se presentan precipitaciones mayores que en el sotavento (Alatorre, 1996; Guevara, 2004). Los suelos dominantes en el área de estudio son los acrisoles, andosoles, leptosoles, phaeozem y vertisoles (Mariano G. y García H., 2012).

Los tipos de vegetación son: selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, bosque caducifolio, pinar tropical, encinar tropical, sabana, manglar, vegetación costera y diferentes estadios sucesionales. Sin embargo, la superficie cubierta por bosques y selvas es menor a 10% del total de la zona, en general se encuentra muy perturbada y algunos tipos de vegetación, como el encinar y el bosque caducifolio, prácticamente han desaparecido. En los remanentes de selva mediana subperennifolia se han establecido cafetales. Los pinares son el tipo de vegetación menos perturbado, tal vez debido a las condiciones limitantes de los suelos para el desarrollo de los cultivos (Alatorre, 1996; Soriano *et al.*, 1997).

La fauna es tan diversa como la vegetación, está representada por más de 400 especies de aves –40% de las especies reconocidas en el país–, 102 especies de mamíferos, 108 especies de reptiles y anfibios y 89 especies de peces. De las 1149 especies animales registradas en la región, 21 son endémicas y por lo menos 102 están en peligro de extinción, entre ellas el tapir (*Tapirus barderii*), el jaguar (*Felis onca*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*), entre otras (Ramírez, 1984).

EL MAÍZ EN LA SIERRA DE SANTA MARTA

En la sierra de Santa Marta el maíz tiene una importancia cultural fundamental para los seres humanos que habitan la zona. De acuerdo con Blanco (2006) y Velázquez (2006), el relato del dios Homshuk explica el origen de la domesticación del maíz, que a su vez inició uno de los rituales más importantes para los popolucas: el festival del maíz. El relato e interpretación que hace Blanco (2006) de este mito es por demás ilustrativo de la importancia cultural y biológica del maíz, y tiene fuertes coincidencias con la explicación que de este mismo proceso da Florescano (2012).

Homshuk se centra en el maíz, en la casa, el fuego, los animales, los fenómenos naturales, el trabajo, la tecnología agrícola, la fiesta, el poder, la abundancia o la escasez. En todo este proceso, tanto el hombre como la mujer juegan un papel muy importante ya que ellos seleccionan la semilla: la mujer selecciona las mazorcas más grandes y de bonitos colores, al tiempo que el hombre guarda las mazorcas pequeñas¹, ya que en ellas se encuentra el espíritu de Homshuk; él renace de un huevo o semilla cuidado por dos ancianos que se mantienen en la contradicción de conservar o comer el huevo; un alegre niño de cabellos de oro se convierte en el dios del maíz y ofrece su cuerpo como alimento para la sobrevivencia de los hombres.

¹ Acertadamente Blanco (2006) anotó que en este tipo de material genético se puede encontrar información para lograr resistencia a plagas y factores ambientales locales.

Tanto el jilote (maíz tierno) como el elote, dependiendo del tipo de maíz, conservan el color rojo o amarillo. Los ancestros, mitad humanos y mitad nahuales, desarrollan la potencia del huevo con base en la observación, la inteligencia, el cuidado y el trabajo constante de siete días: el tiempo de germinación del maíz. Homshuk entra en una serie de contradicciones con sus protectores que quieren comerlo, pero también con otras actividades que proporcionan sustento a los seres humanos, como la caza y la pesca. Como dios celoso del agroecosistema y su entorno ordena no comer más de lo necesario, ya que los demás seres son sus hermanos; se debe buscar el equilibrio y la sustentabilidad.

De acuerdo con Velázquez (2006), pobladores popolucas entrevistados comentaron que el maíz debe ser tratado con el mayor respeto, sahumándolo, guardando abstinencia sexual antes de sembrarlo y no comiendo mamey, cebolla, chile, aguacate, piña y miel. En la actualidad algunas de estas prácticas se han olvidado, por lo que algunas personas advierten que Homshuk puede abandonar a las personas que no lo atienden. Este mito explica un conjunto de procesos biológicos y sociales con los que, a través del trabajo, se creó la actual diversidad biológica de maíces de la región, adaptada a los diferentes nichos que se presentan en toda la sierra. La diversidad se extiende además a la compleja matriz agrícola que forma la milpa, es decir: frijoles, calabazas, chayotes, todo como un conjunto de plantas anuales y perennes con base en las cuales se puede lograr una alimentación balanceada, la conservación de diferentes recursos naturales y de la riqueza culinaria de la región, para lograr la soberanía alimentaria..

En la parte baja de la sierra el maíz se maneja como monocultivo, usando híbridos. En contraste, conforme se asciende altitudinalmente el sistema de producción utilizado es la roza-tumba-quema-barbecho, de junio a noviembre o enero. En la época de secas, de noviembre a marzo, se usa el sistema de tapachole o siembra de humedad residual, en la que, en lugares específicos y protegidos, se aprovecha la humedad provocada por los nortes.

En la milpa se asocian desde diferentes arreglos topológicos de especies como: calabaza (*Cucurbita* sp.), frijol (*Phaseolus vulgaris* y *P. lunatus*), quelite, cebollín (*Allium* sp.), plátano (*Musa paradisiaca*), mango (*Mangifera indica*), chícharo (*Pisum sativum*), papa (*Solanum tuberosum*), jitomate (*Solanum lycopersicum*), chile (*Capsicum annuum*) y yuca (*Manihot esculenta*) (Martínez, 2008). De acuerdo con este último autor la milpa es manejada fundamentalmente por la familia; la producción se orienta hacia el autoconsumo y guarda una estrecha relación con

otros subsistemas de producción (Figura 6). Sin embargo, el área para el cultivo de maíz ha disminuido debido a la expansión de la ganadería, fenómeno que se inició al menos desde 1930 (Chevalier y Buckles, 1988). Cabe mencionar que la introducción de gramíneas para el ganado ha provocado la "aparición" de plagas en el maíz, como la mosca pinta (*Anaeolamia postica*), presente en toda la zona en la que se maneja el sistema de milpa (Rice *et al.*, 1998).

El elemento más importante que permite conservar el subsistema de milpa, con base en los lazos fraternos y el trabajo cotidiano, es la familia (Figura 7). En la milpa se mezclan elementos prehispánicos, como la asociación de varios cultivos, el uso del espeque, hachas, tenates para llevar las semillas de maíz, frijol y calabaza. Los elementos externos al sistema están constituidos por bombas aspersoras, motosierras y agroquímicos, entre otros.

Es importante mencionar que la mayoría de los productores conservan alrededor de la milpa diferentes etapas sucesionales de la vegetación, lo que contribuye a la conservación de algunas de las especies de árboles nativos y de manera inconsciente lleva a estructurar una matriz agroecológica compleja (Zohary, 2004; Vandermeer y Perfecto, 2006). En este sentido, la idea de las matrices agrícolas va más allá de la producción y la productividad, ya que se busca que cada agroecosistema cuente con una estructura compleja que imite, en la medida de lo posible, la estructura trófica de los ecosistemas, manteniendo el flujo genético entre especies y poblaciones, así como la preservación de los ciclos biogeoquímicos esenciales para conservar la vida del planeta.

Un ejemplo claro de lo anterior son los hallazgos de Negrete-Yankelevich *et al.* (2013), quienes reportan una asociación altamente significativa entre hongos micorrízicos y maíz, en milpas que presentan entre seis a nueve especies diferentes. Asimismo, los cafetales cercanos y la vegetación secundaria representan una fuente importante de propágulos de este tipo de hongos. Es interesante anotar además que las micorrizas proporcionan, especialmente en el maíz negro, una cantidad suficiente de fósforo en forma asimilable para su desarrollo, sobre todo al momento de la floración (Negrete-Yankelevich *et al.*, 2013; Negrete-Yankelevich, com. pers.).

Para el sistema milpero son también importantes los programas gubernamentales, ya que proporcionan recursos económicos que se destinan no sólo a la compra de productos que no se obtienen en la milpa, sino al propio mantenimiento del sistema productivo. Por otra parte, las fuertes y complejas interacciones entre el sistema de milpa,

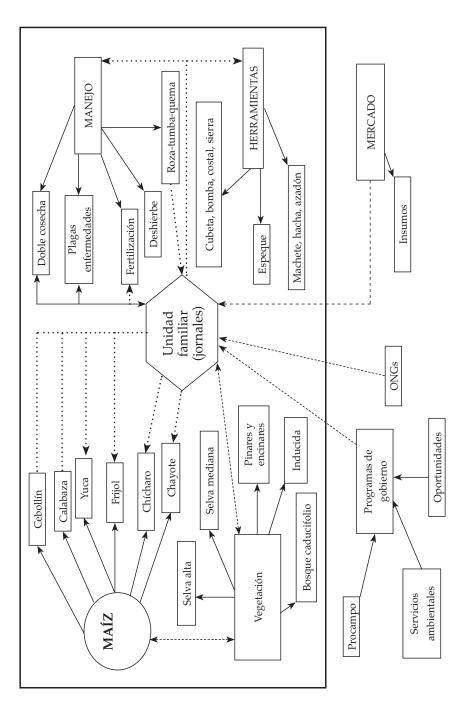


Figura 6. Modelo del sistema de producción milpero en la zona de Ocotal Chico, en la parte alta del gradiente altitudinal estudiado (Martínez, 2008).

la familia, los materiales, los programas asistenciales, el mercado y los recursos naturales que rodean a las áreas donde se establece el sistema son fundamentales, estas interacciones involucran flujos de energía por medio de la fuerza de trabajo que inyecta la mano de obra familiar; otro elemento importante es el flujo de materiales a través del uso de agroquímicos y herramientas.

Las labores de cultivo y cosecha contribuyen al flujo de energía. Las fuentes de salida están constituidas por la venta de maíz, fuera de la comunidad, y de manera ocasional por la venta de frijol. Los flujos de energías internas y externas permiten conservar la unidad productiva sin hacer a un lado la influencia de elementos externos, como el ambiente, como los factores económicos y sociales que se constituyen en vectores que afectan el funcionamiento del sistema. La dinámica del sistema, a su vez, produce salidas o efectos que retornan al sistema y al entorno. De esta manera la interacción entre la población y los recursos naturales es muy estrecha, lo que permite, en general, el dominio y la conservación de la milpa.



Figura 7. Trabajo familiar de selección de elotes para autoconsumo y venta fuera de la comunidad, en Ocotal Chico, Veracruz, (Foto: Carlos H. Ávila Bello).

En la región de estudio se tienen dos periodos de cosecha: el primero es en septiembre para obtener elotes, el otro en los meses de enero a marzo y es para obtener mazorcas para tortillas o para la selección de la semilla para la siguiente siembra –este último proceso es llevado a cabo casi de manera exclusiva por la mujer– (Martínez, 2008). El maíz es utilizado en la elaboración de tortillas blancas, azules y amarillas, así como del pozol, bebida de maíz reventado, molido y cocido previamente, que se consume agrio. También es utilizado en platillos regionales como el pollo en atole, iguana con moste en atole, chileatole, y el elote solo se consume cocido o asado. Asimismo, se preparan gran diversidad de tamales, como el bollito de elote, tamal de masa cocida, tamal de frijol, de chipile y chanchamitos. Son exquisitos también el atole de masa y el atole de elote. El popo es una bebida elaborada con maíz dorado, molido y disuelta en agua con azúcar, se consume frío.

Todos los maíces reúnen características bromatológicas de alta calidad como las que mencionan Paredes *et al.* (2006) (Anexo I). La planta del maíz se usa como forraje para el ganado; el olote para encender el fogón, así como para elaborar desgranadores, atando con un alambre un grupo de olotes hasta formar un círculo de unos 40 cm de diámetro, con ellos se talla la mazorca para obtener los granos para las tortillas; el totomoxtle (hojas de la mazorca), es utilizado para envolver tamales. Las plantas de la milpa también tienen algún uso aunque la mayoría de los productores sólo las dispersan en la parcela.

DIVERSIDAD DE MAÍCES EN LA REGIÓN

Es importante mencionar que en cuanto a la diversidad racial los maíces colectados corresponden en su mayoría a las razas cilíndricas tropicales, es decir, tepecintle, tuxpeño y olotillo, o combinaciones entre ellas, lo que es común en las partes bajas de las cuencas que desembocan en el sur del Golfo de México. La abundancia de tepecintle y olotillo se explica porque generalmente son las razas adaptadas al sistema rozatumba-quema-barbecho que se practica mucho en las partes medias de la sierra de Santa Marta. Una colecta de "maíz rojo" (Figura 25) mostró infiltración de olotón, lo que resulta congruente al haber sido colectada en una parte alta, si bien llama la atención que esa influencia se registre en una localidad más al norte de lo esperado.

Por lo que toca a la presencia de una muestra de Nal-Tel (Figura 11), denominada en español "amarillo fuerte oaxaqueño", denota una introducción probablemente reciente dada la costumbre de los campesinos mesoamericanos de experimentar con frecuencia con maíces introducidos.

Si bien la presencia de maíces blancos, amarillos y morados es común, principalmente en las áreas indígenas de México, es de resaltar la enorme diversidad en colores de granos de maíz en la región, ya que se alcanza un nivel raramente encontrado en el mundo. Hace falta investigar la relación de esa multiplicidad de colores con la diversidad de usos, incluidos los usos ceremoniales de la zona de estudio.

Otra característica importante en las mazorcas de los maíces de la sierra de Santa Marta es su fácil desgrane, lo que resulta notorio ya que esta actividad se lleva a cabo principalmente de manera manual, en contraste con los híbridos comerciales más difíciles de desgranar.

Es importante mencionar que aunque se documentan en este trabajo 13 tipos diferentes de maíces, los datos de Rice *et al.* (1998), Blanco (2006) y comentarios de productores y profesionales indican que pueden ser 15; el trabajo de exploración continuará para poder documentar los dos tipos que pudieran faltar o documentar su desaparición, si es el caso.

Finalmente, hay que mencionar que en general existe preocupación de los campesinos por la conservación de los tipos de maíces nativos; sin embargo, también han penetrado fuertemente los programas gubernamentales y empresas privadas que promueven la adopción y entrega de semillas híbridas.

CONSIDERACIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LA MILPA

El maíz es el alimento principal de los pueblos indígenas de la sierra de Santa Marta, y de buena parte de los habitantes de toda la región sureste de Veracruz. Es cultivado aún en un agroecosistema altamente diversificado que es conocido comúnmente como milpa. Este sistema productivo enfrenta, a nivel nacional y regional, cuatro problemas principales: la pérdida de diversidad biológica (genética, poblacional y de comunidades), la introducción ilegal de maíz transgénico, la erosión del suelo y la pobreza. Algunas de las propuestas para enfrentar esta situación:

- 1. Establecer, junto con los pobladores, bancos locales de germoplasma. Con los materiales resguardados llevar a cabo experimentación y mejoramiento por medio de selección masal, ello para aumentar el rendimiento, lograr mayor precocidad y menor altura para evitar el "acame". Todo este proceso debe realizarse de manera participativa (Blanco, R., 1997).
- 2. Llevar a cabo estudios etnobotánicos exploratorios para la clasificación y mejor conocimiento de los diferentes frijoles, calabazas y chayotes que se cultivan junto al maíz, con los mismos propósitos ya anotados para esta última especie.
- 3. Realizar colectas botánicas tendentes a la localización, caracterización y posterior experimentación (conocer los niveles de nodulación y fijación de N, entre otros temas) con leguminosas rastreras nativas, con el fin de utilizarlas para la fertilización y protección del suelo. Buckles y Erenstein (1996) mencionan también el estu-

- dio de árnica (*Tithonia* sp.), frijol de palo o gandul (*Cajanus cajan*) y el chipilín o chipile (*Crotalaria* sp.) como especies asociadas a la milpa.
- 4. Disminuir, y en su caso eliminar, el uso indiscriminado de herbicidas, insecticidas y fertilizantes sintéticos.
- 5. Cooperar con los campesinos indígenas para realizar modificaciones tecnológicas, entre ellas: trazado y cultivo en curvas de nivel, terrazas, presas para contener la formación de cárcavas, así como siembra de leguminosas rastreras que permitan mejorar las matrices agroecológicas para la conservación del suelo, agua y diversidad biológica en la sierra de Santa Marta.
- 6. Comunicar los resultados de este proceso en diferentes foros, para posibilitar el cambio en las políticas públicas relacionadas con la agricultura, la conservación de los recursos naturales, el fomento a las empresas comunitarias, el mercado justo y la distribución equitativa de la riqueza.

LA AMENAZA DE LOS TRANSGÉNICOS

El reto que implica para México el logro de la soberanía alimentaria en la producción de maíz es factible de alcanzar con base en el uso planeado, organizado y regionalizado de los maíces nativos, aunado a ello políticas públicas claramente comprometidas con el beneficio colectivo. Sin embargo, una seria amenaza para lo anterior es la posible aprobación de la siembra comercial de maíz transgénico. De acuerdo con Álvarez-Buylla (2004), algunos de los principales efectos de la liberación de maíces transgénicos al ambiente se pueden resumir en: 1. La posibilidad de introgresión, es decir,, que los genes de los maíces transgénicos entren y persistan en los tipos locales o los parientes silvestres del maíz, como el teocintle; 2 las consecuencias biológicas de la introgresión, por ejemplo, la transferencia horizontal de genes que han evolucionado en otros ambientes.

En ese sentido, Álvarez-Buylla (2004) anota: "los promotores usados en prácticamente todos los desarrollos biotecnológicos en plantas se constituyen en sitios de mucha recombinación, alterando así las probabilidades de recombinación de los sitios de inserción de transgenes", lo que hace muy difícil inferir la segregación genética y, lo más importante, su dinámica evolutiva. Se debe agregar además que sigue existiendo incertidumbre en torno al uso de maíces transgénicos que no aparecen como claramente peligrosos, como los maíces *Bt y RR*. Es más claro el peligro que representan para la salud aquellos cultivos usados como "biorreactores", es decir, que han sido modificados genéticamente para producir plásticos, solventes y fármacos (Álvarez-Buylla *et al.*, 2014);

en ese sentido Chapela Mendoza (2014), abunda anotando que investigadores chinos han demostrado que el material genético, producto de técnicas de ADN recombinante, usado en plantas transgénicas agrícolas no sólo sobrevive a la digestión humana, también puede pasar a la circulación sanguínea y alterar diferentes funciones fisiológicas. Asimismo, se conocen los reportes de CRIIGEN (2005) y los estudios de Séralini *et al.* (2007) en los que se han demostrado los efectos cancerígenos de maíces resistentes al glifosato (Faena). En ese sentido la OMS (Organización Mundial de la Salud) ha reconocido recientemente los efectos dañinos de ese herbicida. Finalmente, el promotor viral más utilizado en los cultivos transgénicos, el CAMV 35_s contiene una secuencia (el GenVI) cuyas propiedades causan diferentes disturbios en las células en las que se aloja, tornándolas más susceptibles al ataque de otros virus.

Resulta paradójico que con todos los riesgos que conlleva la adopción de este tipo de tecnología, hacia el interior del país el gobierno promueva el cultivo comercial de maíz transgénico, mientras que en el extranjero se presenta al maíz como la planta emblemática de México (Ortiz Castañares, 2015).

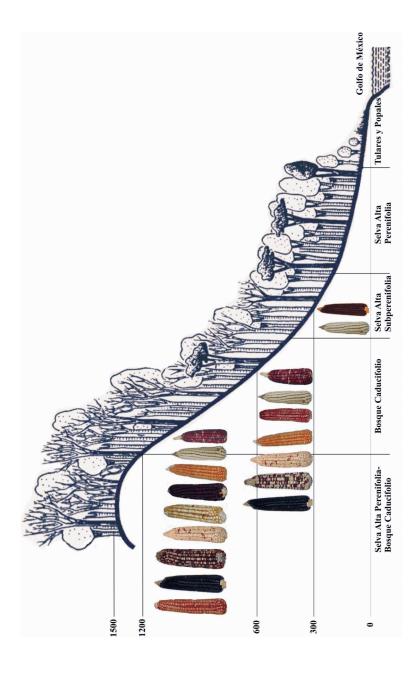
EL MÉTODO DE ESTUDIO DE LOS MAÍCES

La zona de estudio abarca un gradiente altitudinal de los 0 a los 1200 msnm. Se dividió conforme a los cambios en la vegetación en: parte baja de 0 a 300 msnm, incluye a las comunidades de La Virgen y Mirador Saltillo; parte media de 300 a 600 msnm, donde se encuentran las comunidades de Plan Agrario y Ocotal Chico; y parte alta entre 600 a 1200 msnm, incluye a las comunidades de San Fernando y Santa Marta (Figura 8).

En cada comunidad se acudió primero con las autoridades correspondientes, posteriormente se localizó a los productores de maíz criollo, líderes de organizaciones o productores que ya habían trabajado con proyectos de la Universidad Veracruzana.

El muestreo y colecta se realizaron solamente con los productores de maíz criollo en las comunidades ya mencionadas, ya que se consideraron las más representativas por conservar este tipo de maíces.

De cada tipo se recolectaron 20 mazorcas (Hernández X, 1987; Orozco, 1987; Ortega, 2000; Muñoz O., 2008). La caracterización se llevó a cabo teniendo en cuenta la longitud del pedúnculo de la mazorca superior, la longitud de la base al ápice, el diámetro central de la mazorca, la forma de la mazorca, el número de hileras y granos por hilera, la disposición de las hileras en la mazorca, el tipo de grano en el tercio central de la mazorca, el color del grano y color dorsal, el color del endospermo, la forma de la corona de los granos, el color de las glumas así como su intensidad y presencia de antocianinas en el olote (Carballo, 2005).



trabajo. Se pueden observar los tipos de vegetación originales en los cuales se establece milpa. Se cultiva el cereal junto con un conjunto de plantas que forman una Figura 8. Gradiente altitudinal idealizado de la subcuenca del río Huazuntlán, a través del cual se colectaron las muestras de maíz que sirvieron de base para este matriz agrícola en la que se conservan árboles y otras especies útiles (Fuente: modificado de Gómez-Pompa, 1977).

La colecta de los materiales se llevó a cabo al momento de la cosecha, para tal efecto se etiquetó cada mazorca anotando la fecha de colecta, comunidad donde se colectó, municipio y estado, además de los nombres de los colectores; se asignó un número consecutivo a cada mazorca; posteriormente, se colocaron 10 mazorcas de un mismo tipo de maíz en sobres amarillos de papel, de 30.5 x 40 centímetros.

En todos los casos se solicitó al productor proporcionar los diferentes tipos de maíces que usa, no sólo los mejores ejemplares, de tal manera que las muestras estuvieran bien representadas. En muchas ocasiones el productor permitió elegir las mazorcas en el lugar donde las almacena; en todos los casos, por el difícil acceso a algunos lugares de siembra, la recolección se hizo en el hogar de los productores, excepto en la comuidad de La Virgen.

ELABORACIÓN DE MAPAS

La elaboración de mapas se basó fundamentalmente en la variación altitudinal de la sierra, así como en los puntos de colecta, con ellos se comprobaron las interpolaciones de predicción. Además se usaron tanto el modelo digital de elevación del terreno de INEGI, como la temperatura media anual, la precipitación total anual y la evotranspiración, complementadas con información de temperaturas mínimas y máximas absolutas, así como el tipo de suelo, todos datos disponibles en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Debido a la plasticidad ecológica del maíz se decidió ampliar las características biofísicas de la posible presencia geográfica de las razas, cuyos puntos muestrales salían del intervalo altitudinal, lo que dio como resultado las áreas de distribución potencial del maíz.

Sólo hay una estación climatológica en la región, por lo que los polígonos de temperatura de los diferentes mapas se basan en una interpolación cuyo algoritmo modifica la temperatura y la precipitación según el modelo digital de elevación y las estaciones aledañas. Esto se interpreta como que los datos de temperatura y precipitación pueden presentar sesgo de uno o dos grados, o de algunos milímetros, de acuerdo con las isolíneas, lo que no afecta significativamente la precisión de los mapas.

DESCRIPCIÓN DE LOS MAÍCES

RAZA: TUXPEÑO-OLOTILLO

Nombre común en popoluca: Yɨk+mok. Nombre común en castellano: maíz negro.

Lugar de recolecta: Plan Agrario.

Coloración del grano: azul.

Longitud promedio de mazorca: 15.5 cm. Diámetro promedio de mazorca: 3.5 cm. Peso de 100 granos: 23 gramos. La mazorca generalmente es de forma cilíndrica-cónica, a veces cilíndrica; con 12 hileras en promedio, cada una con 40 granos; las hileras están dispuestas ligeramente en espiral; el grano es dentado, con color dorsal negro. El endospermo es blanco; la corona del grano es hendida; el olote raramente presenta coloración por antocianinas; diámetro promedio del olote: 1.5 cm, cuando es así su intensidad es tenue. Los granos son muy largos, el olote muy delgado. Se desgrana fácilmente, es de textura muy suave, con sólo manipular muy fuerte la mazorca los granos se separan del olote (Figura 9).

Localización geográfica: latitud N 18° 16′ 57.4″, longitud W 94° 49′ 16.0″. Altitud de colecta: 463 msnm. Puede desarrollarse desde los 20 hasta los 940 msnm; en temperaturas que varían entre 12 °C a 33 °C; así como en un intervalo de precipitación de 810 a 3 458 mm y evaporación entre 1 240 a 2 398 mm (Figura10).

Suelos: puede cultivarse en todos los suelos de la región (Anexo II).







Figura 9. Maíz negro (Y+mok), intermedio entre las razas Tuxpeño-Olotillo.

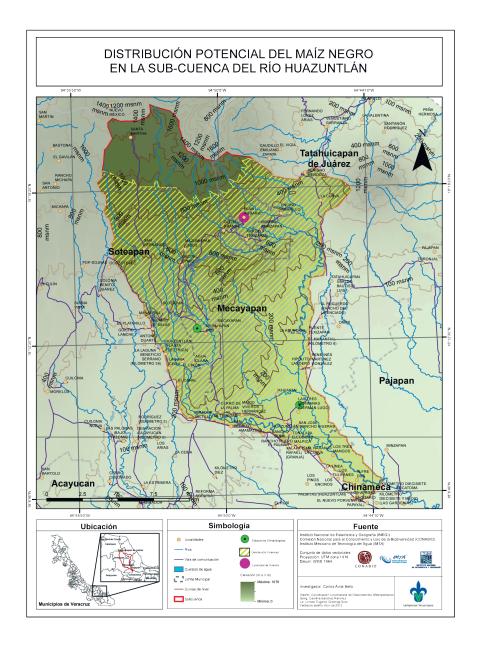


Figura 10. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz negro.

RAZA: NAL-TEL

Nombre común en popoluca: Puch-mok.

Nombre común en castellano: maíz amarillo fuerte o oaxaqueño.

Lugar de recolecta: Plan Agrario, Ocotal Chico.

Coloración del grano: amarillo fuerte. Longitud promedio de mazorca: 17.6 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4 cm. Diámetro promedio del olote: 2.0 cm. Peso de 100 granos: 28.4 gramos.

La forma de la mazorca es cónico-cilíndrica, con 11 hileras en promedio y 37 granos por hilera, éstas se encuentran dispuestas ligeramente en espiral. El grano es semicristalino, algunos de tipo harinoso; el color dorsal es amarillo naranja; color de endospermo amarillo; la forma de la corona del grano es convexa; el olote presenta ocasionalmente coloración por antocianinas, su intensidad es tenue. Los granos son redondeados, muy duros, no se desgranan fácilmente, el olote es grueso, puede observarse introgresión de material exótico o mejorado, por el tamaño y textura del grano así como por el grosor del olote, probablemente de materiales del Caribe, como cubano amarillo (Mota, com. pers.), ya que presenta granos de colores, esto se debe a que la mayoría de los productores siembran sus maíces muy cerca y la polinización abierta permite el entrecruzamiento. El olote es grueso (Figura 11).

Localización geográfica: latitud N 18° 16′ 57.4″, longitud W 94° 49′ 16.0″; latitud N 18° 15′ 30.7″, longitud W 94° 51′ 35.5″. Altitudes de colecta: de 463 a 609 msnm. Aunque puede desarrollarse en un intervalo altitudinal entre 250 a 609 msnm; en temperaturas que varían entre 20 °C a 34 °C; con precipitación entre 1366 a 1902 mm; así como evaporación entre 1738 y 1769 mm (Figura 12).

Suelos: puede cultivarse en suelos de tipo vertisol o andosol, aunque también en leptosoles, phaeozem y acrisoles (Anexo II).

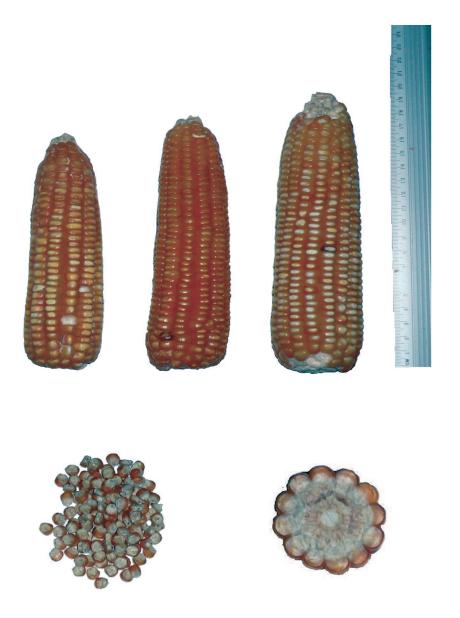


Figura 11. Maíz amarillo fuerte u oaxaqueño (Puch-mok), raza Nal-Tel.

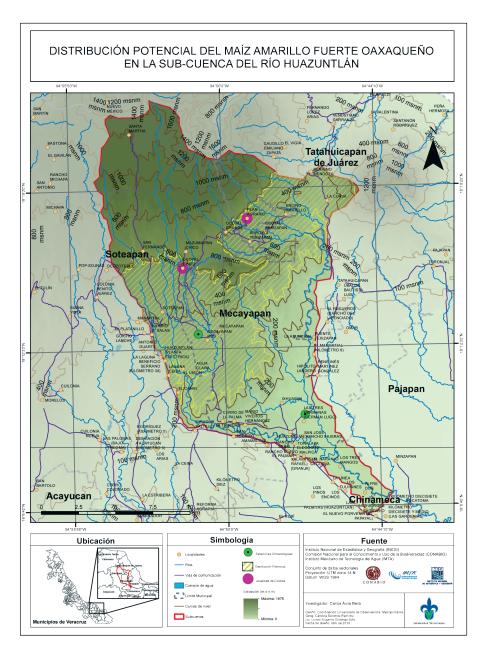


Figura 12. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz amarillo fuerte u oaxaqueño.

RAZA: TUXPEÑO-TEPECINTLE

Nombre común en popoluca: Chii'-Mok. Nombre común en castellano: maíz criollo.

Lugar de colecta: Plan Agrario.

Coloración del grano: marrón. Longitud promedio de mazorca: 18 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4 cm. Diámetro promedio del olote: 2.0 cm. Peso de 100 granos: 35 gramos.

La forma de la mazorca va desde cónico-cilíndrica hasta completamente cilíndrica; el número promedio de hileras es de 12 y de 40 granos cada una; las hileras dispuestas ligeramente en espiral; el grano es semidentado y semicristalino; el color dorsal es anaranjado; endospermo blanco; la forma de la corona del grano es hendida y convexa; el olote raramente presenta coloración por antocianinas, cuando es así es anaranjado, aunque de intensidad muy tenue. Los granos generalmente son alargados; sin embargo también se pueden encontrar anchos y redondeados. Este tipo de maíz no se desgrana fácilmente. El grano es duro. El olote es medianamente grueso (Figura 13).

Localización geográfica: latitud N 18° 16′ 57.4′′, longitud O 94° 49′ 16.0″. Altitud de colecta: 463 msnm. Se puede desarrollar entre 300 a 463 msnm; con una temperatura mínima de 11 °C y máxima de 33 °C; un intervalo de precipitación de 570 a 3 500 mm y evaporación entre 1 244 a 2248 mm (Figura 14).

Suelos: crece preferentemente en suelos de tipo acrisol, aunque también en leptosoles y vertisoles (Anexo II).

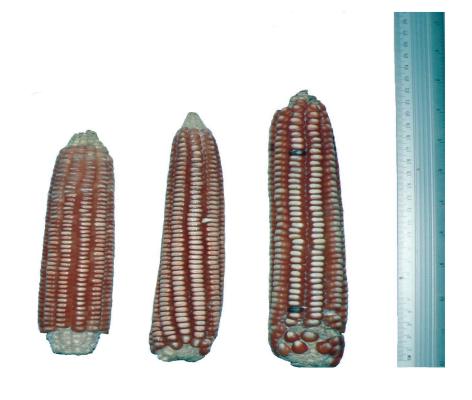




Figura 13. Maíz criollo, intermedio entre las razas Tuxpeño-Tepecintle.

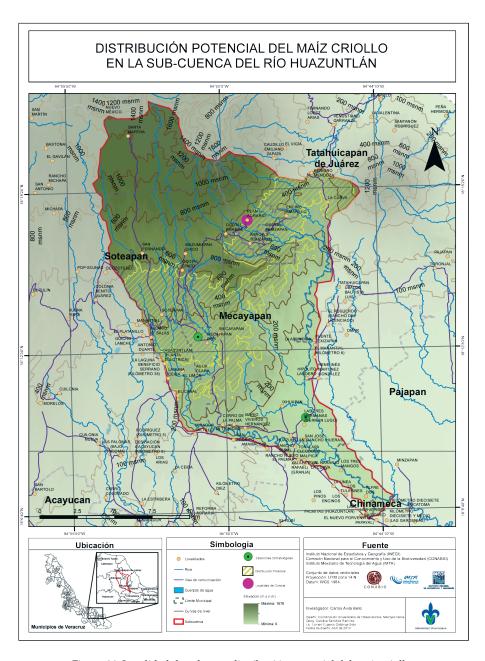


Figura 14. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz criollo.

RAZA: TEPECINTLE-OLOTILLO

Nombre común en popoluca: Chi´chy+kmok.

Nombre común en castellano: maíz negro morado.

Lugar de colecta: Plan Agrario, San Fernando y Santa Marta.

Coloración del grano: morado. Longitud promedio de mazorca: 21 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4.4 cm. Diámetro promedio del olote: 1.6 cm. Peso de 100 granos: 34 gramos.

La forma de la mazorca es cónico-cilíndrica, con 12 hileras en promedio; presentan 46 granos por hilera, dispuestas ligeramente en espiral, raramente rectas; el grano es dentado o semidentado; el color dorsal es azul con el endospermo blanco; la forma de la corona del grano es hendida; el olote no presenta coloración por antocianinas. Los granos son anchos y redondeados, grandes. La mazorca es fácil de desgranar. El olote es grueso (Figura 15).

Localización geográfica: latitud N 18° 16′ 57.4′′, longitud O 94° 49′ 16.0; latitud N 18° 16′ 05.7″, longitud O 94° 52′ 58.8″; latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″. Altitud de colecta y desarrollo: de los 400 hasta los 1 200 msnm. En intervalos de temperatura que fluctúan entre 8.6 °C a 34.5 ° C; con precipitación de 1 037 a 3 711 mm; con evaporación entre 1 395 a 2 046 mm (Figura 16).

Suelos: se puede cultivar en andosoles, leptosoles, vertisoles y acrisoles (Anexo II).



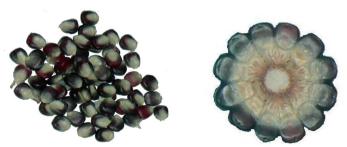


Figura 15. Maíz negro-morado (Chi´chy+kmok), intermedio entre las razas Tepecintle-Olotillo.

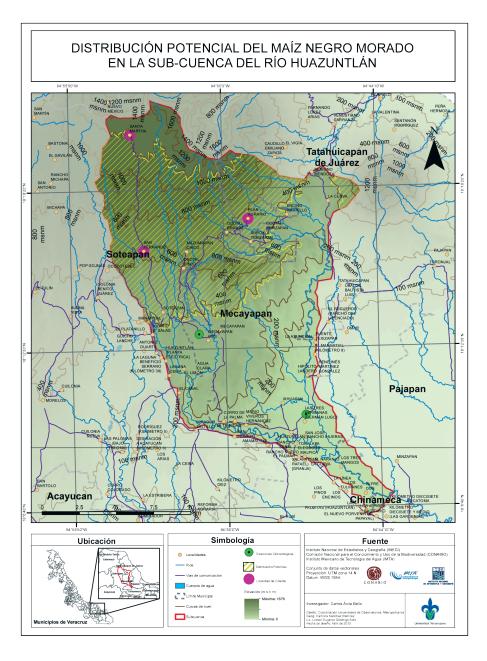


Figura 16. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz negro-morado.

RAZA: TEPECINTLE-OLOTILLO

Nombre común en popoluca: Popchikiñ-Mok. Nombre común en castellano: maíz pinto.

Lugar de colecta: Plan Agrario, San Fernando y Santa Marta.

Coloración: amarillo, negro, morado, blanco cremoso. Longitud promedio: 21 cm. Diámetro promedio: 4 cm. Diámetro promedio del olote: 1.0 cm. Peso de 100 granos: 28.9 gramos.

Las mazorcas son gruesas, cónico-cilíndricas, con 12 hileras en promedio, cada una con 44 granos/hilera en promedio, dispuestas ligeramente en espiral; el grano es dentado o semidentado; color dorsal mixto; con endospermo amarillo; la forma de la corona del grano es hendida. El olote raramente presenta coloración por antocianinas, cuando es así su intensidad es media (Figura 17).

Los granos de este tipo de maíz tienden a ser redondeados y anchos, por lo que no se puede desgranar fácilmente. El olote de este tipo de maíz es grueso.

Localización geográfica: latitud N 18° 16′ 57.4′′, longitud O 94° 49′ 16.0; latitud N 18° 16′ 05.7″, longitud O 94° 52′ 58.8″; latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″. Altitud de colecta y desarrollo: 400-1 200 msnm. Se puede desarrollar en intervalos de temperatura que fluctúan entre 8.6 °C a 34.5 °C; con precipitación de 1 037 mm a 3 711 mm; así como evaporación entre 1 395 a 2 046 mm (Figura 18).

Suelos: puede cultivarse en suelos de tipo andosol, vertisoles y acrisoles (Anexo II).





Figura 17. Maíz pinto (Chikiñ+mok), intermedio entre las razas Tepecintle-Olotillo.

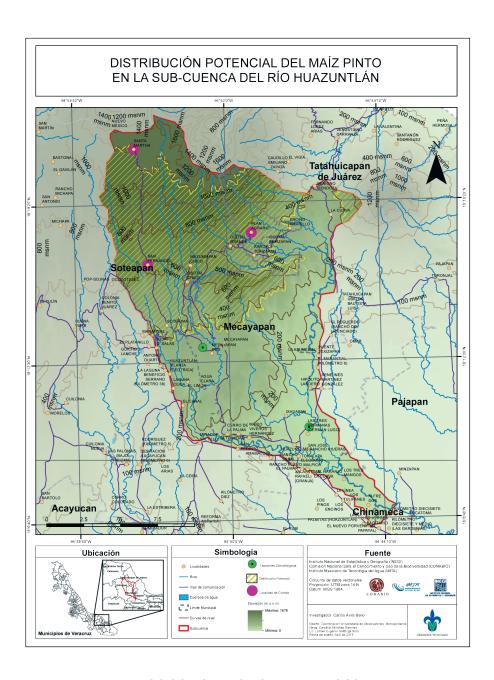


Figura 18. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz pinto.

RAZA: TUXPEÑO-CON INFILTRACIÓN DE OLOTÓN

Nombre común en popoluca: Pop-sabastsmok.

Nombre común en castellano: maíz rojo.

Lugar de colecta: Plan Agrario, San Fernando, Santa Marta y Ocotal Chico.

Coloración del grano: rosa. Longitud promedio de mazorca: 18 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4.6 cm. Diámetro promedio del olote: 1.0 cm. Peso de 100 granos: 33.8 gramos.

La forma de la mazorca es cónico-cilíndrica, aunque algunas pueden ser totalmente cilíndricas; el número de hileras promedio es de 12, con 42 granos por hilera en promedio; la disposición de éstas es ligeramente en espiral; sin embargo, algunas pueden ser rectas; el grano es dentado, de color dorsal rojo o anaranjado, endospermo blanco; la corona del grano es hendida; el olote presenta coloración roja por antocianinas, su intensidad es muy tenue o tenue. Puede presentar introgresión con maíz amarillo y a veces con el negro. Presenta granos alargados, angostos, por lo que las mazorcas se pueden desgranar muy fácilmente. El olote de este maíz es delgado (Figura 19).

Localización geográfica: latitud N 18° 16′ 57.4′′, longitud O 94° 49′ 16.0″; latitud N 18° 16′ 05.7″, longitud O 94° 52′ 58.8″; latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″; latitud N 18° 15′ 30.7″, longitud O 94° 51′ 35.52″. Altitud de colecta: 600 a 1 200 msnm. Puede desarrollarse entre los 400 a los 1 200 msnm. Con temperaturas entre 12 °C a 24 °C; con una precipitación entre 794 a 3 711 mm y evaporación entre 1 432 a 2 055 mm (Figura 20).

Suelos: preferentemente vertisoles y acrisoles, aunque puede extenderse a andosoles y leptosoles (Anexo II).







Figura 19. Maíz rojo (Pop-sabastsmok), intermedio entre las razas Tuxpeño-con infiltración de Olotón.

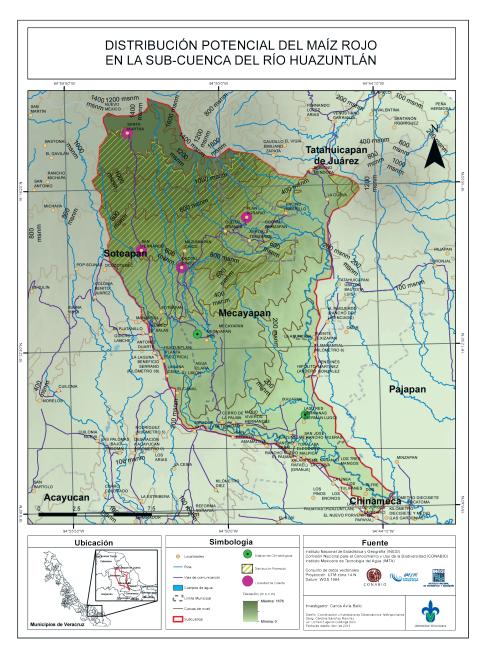


Figura 20. Lugares de colecta y distribución potencial del maíz Tuxpeño-con infiltración de Olotón.

RAZA: TEPECINTLE-OLOTILLO

Nombre común en popoluca: Pop-mook.

Nombre común en castellano: maíz criollo blanco.

Lugar de colecta: Plan Agrario, San Fernando, Santa Marta, Ocotal Chico, Mirador Saltillo y La Virgen.

Coloración del grano: blanco cremoso. Longitud promedio de mazorca: 20 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4.6 cm. Diámetro promedio del olote: 1.2 cm. Peso de 100 granos: 28.6 gramos.

La forma de la mazorca va desde cónica a cónico-cilíndrica y cilíndrica; el número de hileras promedio es de 12, con 48 granos; las hileras están dispuestas en espirales ligeras, en espiral y a veces recta; el grano es dentado; el color dorsal blanco cremoso, endospermo blanco; la forma de la corona es hendida; el olote raramente presenta coloración por antocianinas, en caso de ser así la intensidad es tenue y media (rojo y anaranjada). Se desgrana fácilmente, los granos son suaves y alargados. El olote es delgado (Figura 21).

Localización geográfica: latitud N 18° 16′ 57.4′′, longitud O 94° 49′ 16.0; latitud N 18° 16′ 05.7″, longitud W 94° 52′ 58.8″; latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″; latitud N 18° 09′ 16.77″, longitud O 94° 49′ 44.34″; latitud N 18° 02′ 23.86″, longitud O 94° 49′ 14.61″. Altitud de colecta: 480 a 1 100 msnm. Puede desarrollarse entre los 80 a 1 200 msnm. En intervalos de temperatura que fluctúan entre 8.6 °C a 34.5 °C; con precipitación de 1 037 mm a 3 711 mm; así como evaporación entre 1 395 a 2 046 mm (Figura 22).

Suelos: preferentemente acrisoles y vertisoles, aunque no se excluyen los restantes tipo de suelo de la subcuenca (Anexo II).

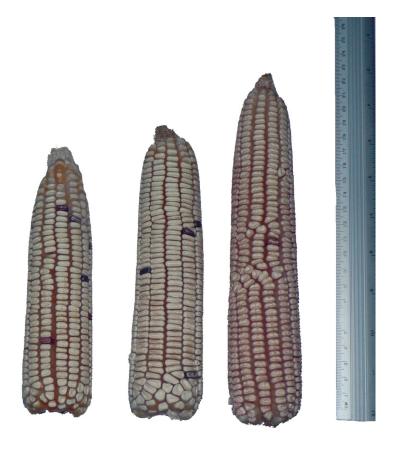




Figura 21. Maíz criollo blanco (Pop-mook), intermedio entre las razas Tepecintle-Olotillo.

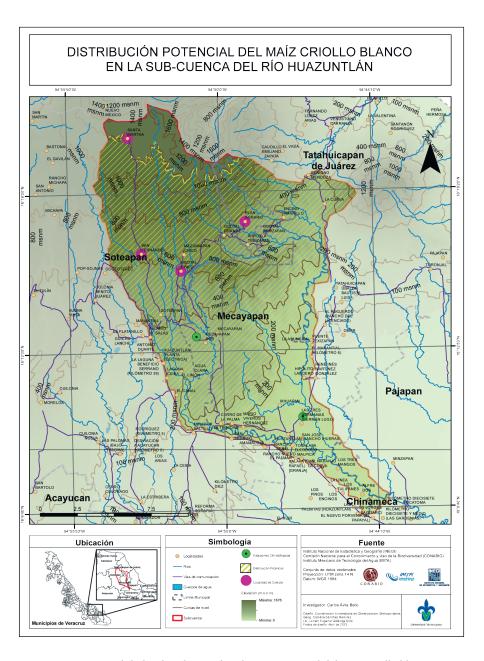


Figura 22. Localidades de colecta y distribución potencial del maíz criollo blanco.

RAZA: TEPECINTLE

Nombre común en popoluca: Tsabatsy+kmok. Nombre común en castellano: maíz negro rojo.

Lugar de colecta: Plan Agrario.

Coloración del grano: Rojo obscuro. Longitud promedio de mazorca: 18.7 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4.3 cm. Diámetro promedio del olote: 1.6 cm. Peso de 100 granos: 37.3 gramos.

La forma de la mazorca es cónico-cilíndrica, presenta 12 hileras en promedio, con 40 granos por hilera, éstas son dispuestas en espiral, aunque algunas pueden ser rectas; el grano es dentado o semidentado, algunos semicristalinos, brillantes, anchos y redondeados; el color dorsal es rojo obscuro; la forma de la corona es hendida aunque algunos pueden ser convexos; el olote presenta coloración por antocianinas roja-anaranjada con intensidad media. Este tipo de maíz no se puede desgranar tan fácilmente porque sus granos son duros, que es una característica de los granos semicristalinos. El olote es medianamente grueso (Figura 23).

Localización geográfica: latitud N 18° 16′ 57.4′′, longitud O 94° 49′ 16.0″. Altitud de colecta: 480 msnm. Aunque se puede desarrollar entre 90 a 1600 msnm. Con temperaturas entre los 12 °C a 35 °C; precipitación entre 518 a 3 790 mm y evaporación entre 1 680 y 2 248 mm (Figura 24).

Suelos: en todos los suelos de la subcuenca, excepto los vertisoles de la zona baja (Anexo II).





Figura 23. Maíz negro rojo (Tsabatsy+kmok), de la raza Tepecintle.

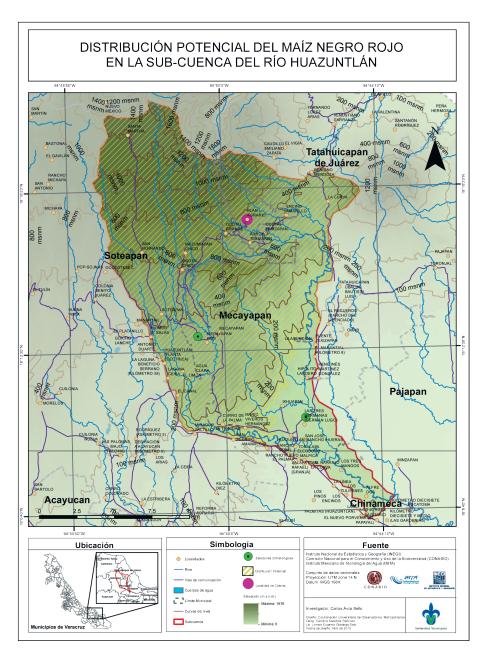


Figura 24. Lugar de colecta y distribución potencial del maíz negro.

RAZA: TEPECINTLE CON INFILTRACIÓN DE OLOTÓN

Nombre común en popoluca: Tsabast-Mok. Nombre común en castellano: maíz rojo.

Lugar de colecta: Santa Marta.

Coloración del grano: rojo-anaranjado. Longitud promedio de mazorca: 19 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4.5 cm. Diámetro promedio del olote: 1.5 cm. Peso de 100 granos: 40.2 gramos.

La mazorca es de forma cónico-cilíndrica; el número de hileras promedio es de 13, aunque se observaron algunas con 16 o 18, con 44 granos; las hileras son rectas, a veces ligeramente en espiral; el grano es dentado y semidentado; el color dorsal es rojo anaranjado, el color del endospermo blanco; la forma de la corona del grano es hendida; muy pocas mazorcas presentan coloración en el olote por antocianinas y cuando la presentan la intensidad de la coloración es muy tenue. Aparentemente no presenta introgresión de maíces de otros colores de grano. Este tipo de maíz tiene variaciones porque algunas mazorcas se pueden desgranar muy fácilmente y otras no, esto se debe al tipo de grano dentado y semidentado que presenta (Figura 25).

Localización geográfica: latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″. Altitud de colecta: 1 000 msnm. Se puede desarrollar entre los 1200 a 1600 msnm. Con temperaturas entre los 10 °C y 28 °C; con precipitación entre 745 y 3 710 mm y evaporación entre 1340 y 2075 mm (Figura 26).

Suelos: exclusivamente acrisoles de la parte más alta de la sierra (Anexo II).



Figura 25. Maíz rojo (Tsabast-Mok), raza Tepecintle con infiltración de Olotón.

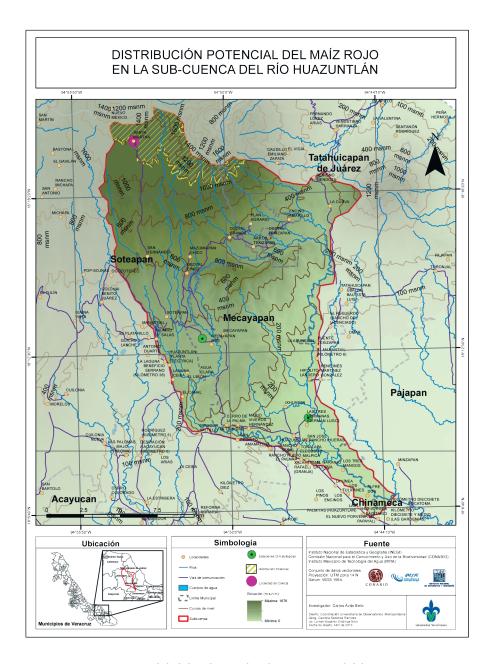


Figura 26. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz rojo.

RAZA: TUXPEÑO-TEPECINTLE

Nombre común en popoluca: Nuuknipiñ-Mok.

Nombre común en castellano: maíz sangrado, rojiño o Nazareno.

Lugar de colecta: Santa Marta, Ocotal Chico.

Coloración del grano: rojo, crema, amarillo. Longitud promedio de mazorca: 21 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4.5 cm. Diámetro promedio del olote: 1.1 cm. Peso de 100 granos: 32.7 gramos.

La forma de la mazorca es cónico-cilíndrica o cilíndrica, presenta 13 hileras en promedio, con 46 granos cada una; la disposición de las hileras es recta o ligeramente en espiral; el grano es dentado o semidentado; el color dorsal es mixto, con endospermo blanco; la forma de la corona del grano es hendida; el olote presenta coloración anaranjada por antocianinas, su intensidad puede ser muy tenue, tenue o fuerte. Presenta introgresión de otros maíces, observable a simple vista por la presencia de granos de colores. Los granos que presenta este maíz son alargados, duros, por lo que el desgrane se dificulta un poco. El olote es medianamente grueso (Figura 27).

Localización geográfica: latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″; latitud N 18° 09′ 16.77″, longitud O 94° 49′ 44.34″. Altitud de colecta y desarrollo: entre los 500 y 1 200 msnm. Con temperaturas que van de 11 °C a 33 °C; con precipitación entre 712 a 3 500 mm; así como evaporación entre 1 250 a 2 248 mm (Figura 28).

Suelos: preferentemente acrisoles y vertisoles, puede extenderse a andosoles (Anexo II).







Figura 27. Maíz sangrado, rojiño o Nazareno (Nuuknipiñ-Mok), intermedio entre las razas Tuxpeño-Tepecintle.

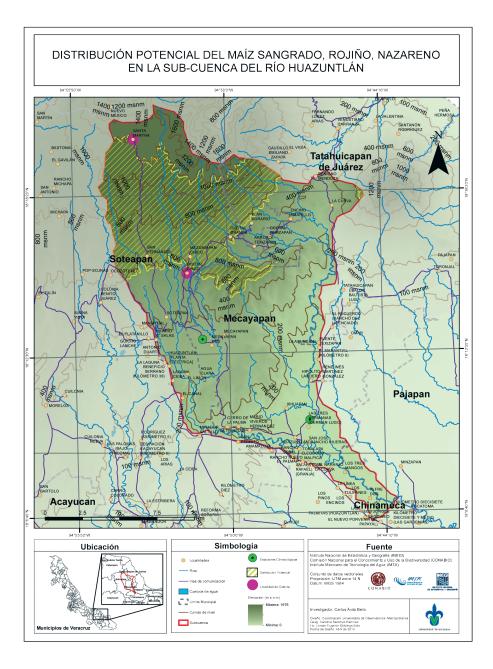


Figura 28. Localidades de colecta y distribución potencial del maíz sangrado, rojiño o Nazareno.

RAZA: TUXPEÑO-OLOTILLO-OLOTÓN

Nombre común en popoluca: Tsabatsyik-Mok.

Nombre común: maíz rojo obscuro.

Lugar de colecta: Santa Marta.

Coloración del grano: rojo obscuro. Longitud promedio de mazorca: 19 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4 cm. Diámetro promedio del olote: 2.0 cm. Peso de 100 granos: 32.5 gramos.

La mazorca es cónico-cilíndrica, aunque se pueden encontrar cilíndricas, con 12 hileras en promedio y 43 granos, las hileras son rectas, raramente en espiral; los granos son anchos y brillantes, dentados o semidentados; el color dorsal que presenta es rojo obscuro, el endospermo es blanco; la forma de la corona del grano es hendida; el olote raramente presenta coloración por antocianinas, si la presenta su intensidad es muy tenue. De fácil desgrane. En el corte dorsal se observa un color uniforme en los granos, aunque a veces pueden ser muy obscuros. El olote es medianamente grueso (Figura 29).

Localización geográfica: latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″. Altitud de colecta: 1 200 msnm. Aunque puede desarrollarse entre los 80 a 1 200 msnm. En temperaturas que varían entre 12 °C a 33 °C; así como en un intervalo de precipitación entre 810 a 3 458 mm y evaporación entre 1 240 a 2 398 mm (Figura 30).

Suelos: preferentemente vertisoles de la parte alta; sin embargo, puede adaptarse a casi todos los tipos de suelo de la subcuenca, excepto los de la parte baja (Anexo II).



Figura 29. Maíz rojo obscuro, intermedio entre las razas Tuxpeño-Olotillo-Olotón.

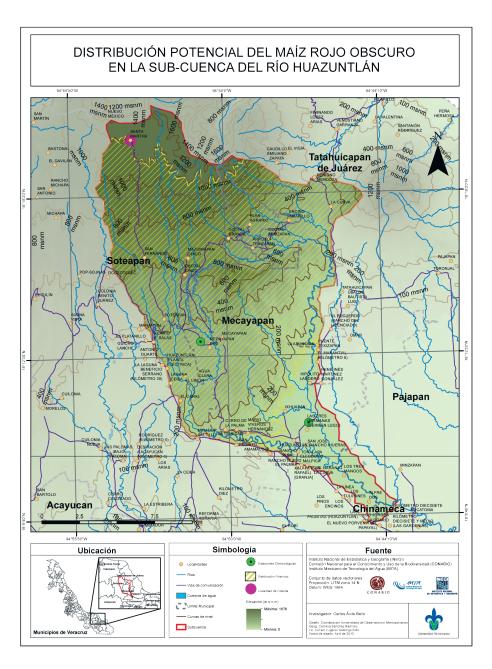


Figura 30. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz rojo obscuro.

RAZA: TUXPEÑO

Nombre común en popoluca: Yikchikiñ-Mok. Nombre común en castellano: maíz pinto morado.

Lugar de colecta: Santa Marta.

Coloración del grano: morado, amarillo, blanco, rojizo. Longitud promedio de la mazorca: 20 cm. Diámetro promedio de la mazorca: 4.4 cm. Diámetro promedio del olote: 1.0 cm. Peso de 100 granos: 35.7 gramos.

Las mazorcas tienen forma cónico-cilíndrica, cónicas y cilíndricas; con 13.5 hileras en promedio, 45 granos; hileras rectas, aunque pueden encontrarse algunas ligeramente en espiral o en espiral; el grano semidentado; el color dorsal es mixto con endospermo blanco; la forma de la corona es hendida; el olote puede presentar ocasionalmente coloración morada por efecto de antocianinas, entonces la intensidad es tenue. Presenta dos tipos de granos, unos grandes y largos y otros cortos y redondeados. El olote de este tipo de maíz es grueso (Figura 31).

Localización: latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″. Altitud de colecta: 1 200 msnm. Aunque puede desarrollarse entre los 10 a 1 600 msnm. Con temperaturas que fluctúan entre 11 °C y 35 °C; con precipitación entre 570 y 3 890 mm; así como evaporación entre 1 100 y 2 800 mm (Figura 32).

Suelos: preferentemente vertisoles de la parte alta, aunque puede adaptarse a todos los demás tipos de suelo (Anexo II).

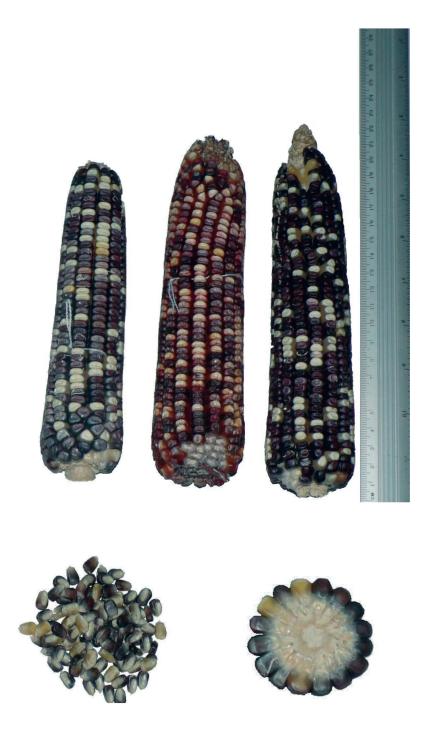


Figura 31. Maíz pinto morado (Chikiñ+mok), de la raza Tuxpeño.

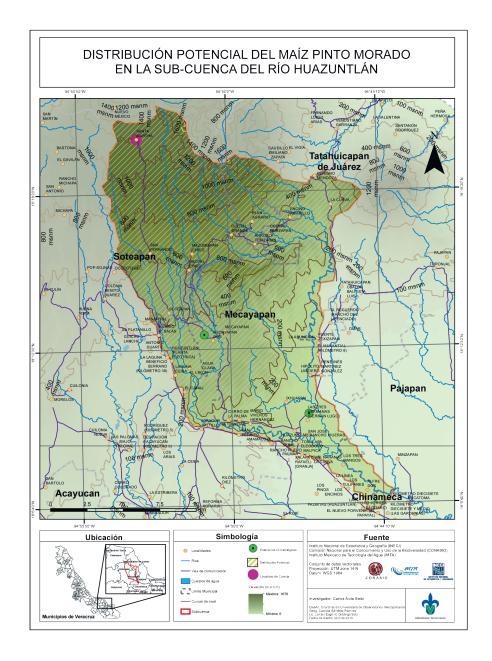


Figura 32. Lugar de colecta y distribución potencial del maíz pinto morado.

RAZA: TUXPEÑO-OLOTILLO

Nombre común en popoluca: Puchpop-Mok. Nombre común en castellano: maíz crema. Lugar de colecta: Santa Marta, Ocotal Chico.

Coloración del grano: crema-amarillo. Longitud promedio: 19 cm. Diámetro promedio: 4.5 cm. Diámetro promedio del olote: 1.5 cm. Peso de 100 granos: 34.2 gramos.

La forma de la mazorca es cónico-cilíndrica, aunque se pueden encontrar algunas cónicas; el número de hileras promedio es 12, con 41 granos; las hileras son rectas o ligeramente en espiral; el grano es dentado o semidentado; el color dorsal es blanco cremoso, con tonos amarillos, el endospermo es blanco; la forma de la corona del grano es hendida; el olote no presenta coloración por antocianinas. El olote es grueso en comparación con otros maíces de la región, como el Olotillo. Este maíz tiene granos duros, anchos y redondeados por lo que el desgrane se dificulta (Figura 33).

Localización geográfica: latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″; latitud N 18° 09′ 16.77″, longitud O 94° 49′ 44.34″. Altitud de colecta y desarrollo: 600 a 1 200 msnm. Con temperaturas que varían entre 12 °C a 33 °C; así como en un intervalo de precipitación entre 810 a 3 458 mm y evaporación entre 1 240 a 2 398 mm (Figura 34).

Suelos: preferentemente vertisoles de la parte media y alta, aunque puede adaptarse al resto de los suelos de la sierra (Anexo II).



Figura 33. Maíz crema (Puchpop-Mok), intermedio entre las razas Tuxpeño-Olotillo.

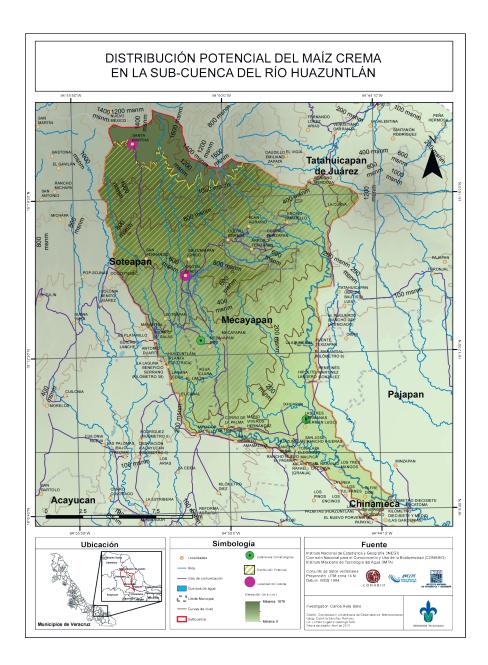


Figura 34. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz crema.

RAZA: TEPECINTLE

Nombre común en popoluca: Kaan-Mok. Nombre común en castellano: maíz tigre.

Lugar de colecta: Ocotal Chico.

Coloración del grano: mixta, entre castaño y morado. Longitud promedio de mazorca: 19 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4.2 cm. Diámetro promedio del olote: 1.6 cm. Peso de 100 granos: 41.4 gramos.

Las mazorcas presentan introgresión de maíces de color, blanco y negro; su forma es cónica cilíndrica; presenta 12 hileras en promedio con 38 granos; las hileras están dispuestas ligeramente en espiral, los granos son semidentados, raramente dentados, el color del endospermo es blanco; la forma de la corona del grano es hendida; el olote no presenta coloración por antocianinas. El grano es duro y ancho. El desgrane se dificulta por el tipo de grano que presenta. El olote de este tipo de maíz es delgado. Este maíz se encontró con un solo productor de esta comunidad (Figura 35).

Localización geográfica: latitud N 18° 09′ 16.77″, longitud O 94° 49′ 44.34″. Altitud de colecta: 490 msnm. Aunque puede desarrollarse entre los 90 a 1 600 msnm. Con temperatura entre los 12 °C a 35 °C; precipitación entre 518 a 3 790 mm y evaporación entre 1 680 y 2 248 mm (Figura 36).

Suelos: preferentemente vertisoles y andosoles, aunque puede adaptarse a leptosoles y phaeozems (Anexo II).



Figura 35. Maíz tigre (kanmok), de la raza Tepecintle.

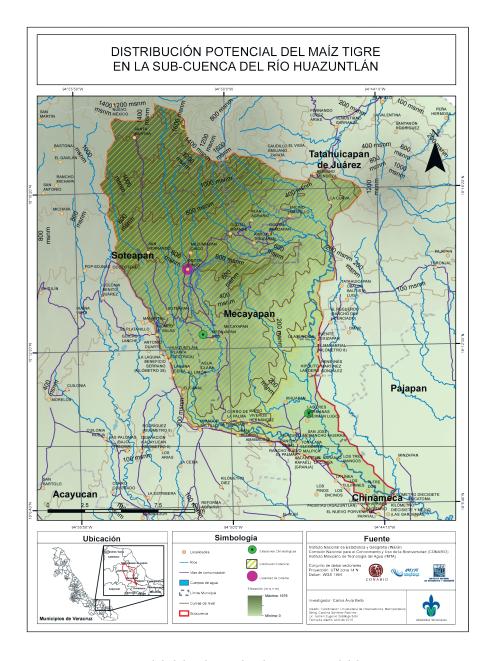


Figura 36. Localidad de colecta y distribución potencial del maíz tigre.

RAZA: TUXPEÑO-OLOTILLO

Nombre común en popoluca: Puchpop-Mok. Nombre común en castellano: maíz criollo.

Lugar de colecta: Santa Marta.

Coloración del grano: anaranjado. Longitud promedio de mazorca: 21 cm. Diámetro promedio de mazorca: 4 cm. Diámetro promedio del olote: 1.2 cm. Peso de 100 granos: 42.1 gramos.

La forma de la mazorca es cónica, presenta en promedio 12 hileras con 40 granos; las hileras están dispuestas ligeramente en espiral, el grano es semidentado, el color de endospermo es blanco; la forma de la corona del grano es hendida; el olote no presenta coloración por antocianinas. Se puede observar introgresión, ya que algunos granos pueden ser de color rojo. Sólo se pudo recolectar una mazorca de este tipo de maíz. Los granos que presenta este maíz son duros y redondeados, por lo que el desgrane se dificulta. El olote de este tipo de maíz es medianamente grueso (Figura 37).

Localización geográfica: latitud N 18° 20′ 24.4″, longitud O 94° 53′ 28.5″. Altitud de colecta: 1 200 msnm. Aunque puede desarrollarse desde los 20 a los 1 200 msnm; en temperaturas que varían entre 12 °C a 33 °C; así como en un intervalo de precipitación entre 810 a 3 458 mm y evaporación entre 1 240 a 2 398 mm (Figura 38).

Suelos: preferentemente vertisoles, aunque puede desarrollarse adecuadamente en todos los tipos de suelo de la sierra (Anexo II).

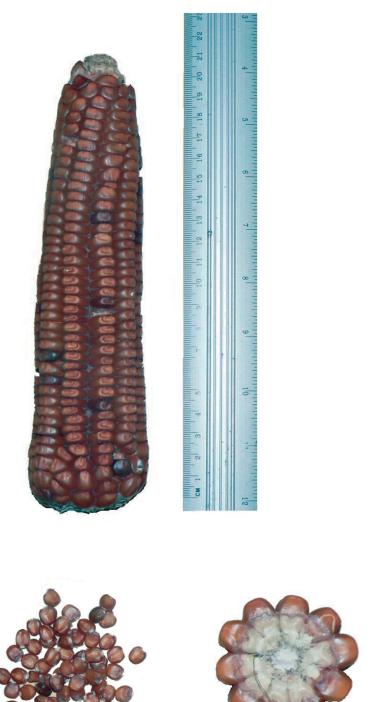


Figura 37. Maíz criollo, intermedio entre las razas Tuxpeño-Olotillo.

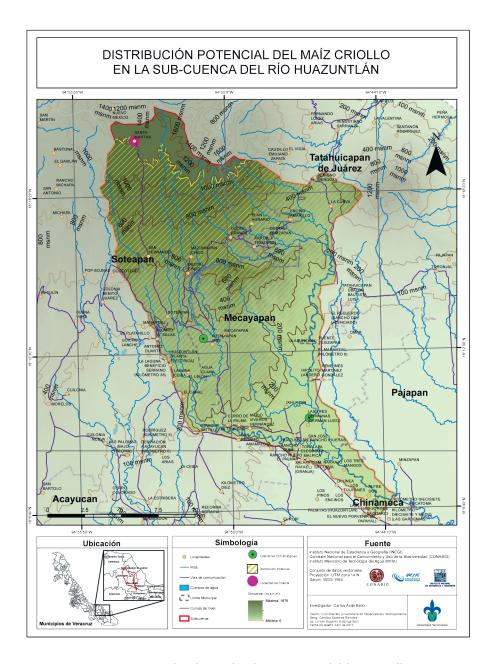


Figura 38. Lugar de colecta y distribución potencial del maíz criollo.

GLOSARIO

- **Acame.** Es el proceso por medio del cual la planta se dobla por efecto del viento a causa de tallo o raíces débiles.
- **Antocianinas**. Pigmento vegetal que puede variar entre rojo, azul y negro; a éste se debe el color que pueden presentar los granos del maíz y el olote.
- **Biodiversidad.** Es el conjunto de todos los seres vivos (individuos, poblaciones, especies y comunidades) que se encuentran conviviendo en un área determinada. De las relaciones entre ellos y con el ambiente se derivan diferentes procesos ecológicos, como el ciclo del agua o del nitrógeno.
- **Coevolución.** Evolución entre dos o más especies interdependientes; se presenta de manera normal entre individuos que se benefician mutuamente, como en el caso del ser humano y las plantas de la milpa.
- **Cuenca.** Es una depresión en la superficie del terreno, de forma y origen diversos. Pueden ser exorreicas, es decir, con un desagüe que permite la circulación y salida del agua, o endorreicas, es decir, sin desagüe. Están limitadas por parteaguas, líneas de cumbre o divisorias de aguas.
- **Dentado**. Es un grano suave parecido a un diente, con una hendidura en la corona del grano.
- **Endospermo**. Es la parte de la semilla que sirve de reserva nutrimental al embrión durante el proceso de germinación.
- **Evolución.** Proceso de cambio genético que presentan los seres vivos de una población o una comunidad al cruzarse a través del tiempo y que les permite adaptarse a las variaciones ambientales en diferentes lugares.

- **Genes**. Partícula o gran molécula que es la unidad básica de la herencia de los caracteres cualitativos o cuantitativos. Los genes se localizan en forma lineal en los cromosomas.
- **Germoplasma.** Conjunto de semillas que forman el total del material hereditario (o banco genético) que contiene todas las posibles variaciones que presentan una o varias especies, poblaciones o comunidades.
- **Heterogéneo.** Término que designa a una población constituida por plantas u otros individuos de grupos diferentes y con caracteres distintos.
- **Introgresión.** Es la infiltración de genes al germoplasma de poblaciones o especies emparentadas.
- **Pericarpio**. Es la capa de origen materno que cubre al fruto (cariópside) del maíz, la cual se pierde durante el proceso de nixtamalización. En ella se concentran también, en algunos maíces, la mayor cantidad de antocianinas.
- Semicristalino. Es un grano muy duro, brilloso, redondeado.
- **Semidentado**. Es un grano medianamente suave, presenta una hendidura en la corona del grano pero no tan pronunciada como el dentado.
- **Subcuenca.** Es una parte más o menos amplia de una cuenca y que conduce afluentes de ríos que normalmente se unen a un tributario del río principal de la cuenca.
- **Transgénico.** Se denomina a un ser vivo al que se le ha introducido material genético que no le es propio. El gen extraño puede proceder de un ser vivo diferente (por ejemplo un pez).

LITERATURA CONSULTADA

- ÁLVAREZ-BUYLLA, E. "Aspectos ecológicos, biológicos y de agrobiodiversidad de los impactos del maíz transgénico". J. Muñoz Rubio (coord.). *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*. Siglo XXI, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, México, s/a, pp. 181-218.
- ÁLVAREZ-BUYLLA, E., A. Piñeyro Nelson, A. Turrent, A. Wegier, V. Alavez, L. Milán, T. Traavik, D. Quist y J. Nieto-Sotelo. "Incertidumbres, riesgos y peligros de la liberación de maíz transgénico en México". E. R. Álvarez-Buylla y A. Piñeyro Nelson (coords.). El maíz en peligro ante los transgénicos. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS), Universidad Veracruzana, México, 2014, pp. 111-163.
- ANÓNIMO. *Diccionario agropecuario de México*. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario, México, 1982, 402 p.
- ———. *Ciencias.* Diccionarios Oxford-Complutense, Editorial Complutense, Madrid, 2004, 1126 p.
- BLANCO R., J. L. *El proyecto Sierra de Santa Marta. Experimentación participativa para el uso adecuado de recursos genéticos maiceros.* Red de Gestión de Recursos Naturales. Fundación Rockefeller, México, 1997, 86 p.
- La erosión de la agrodiversidad en la milpa de los zoque popoluca de Soteapan: Xutuchincon y Aktevet. Tesis de Doctorado en Antropología Social. Universidad Iberoamericana, 2006.

- BUCKLES D. y O. Erenstein. *Intensifying maize-based cropping systems in the sierra de Santa Marta, Veracruz.* CIMMYT, Natural Resource Group, Paper 96-07, México, DF, 1996, 55 p.
- CARBALLO C., A. (coord.). Manual gráfico para la descripción varietal del maíz (Zea mays L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Colegio de Postgraduados, SAGARPA. México, DF, 2005, 69 p.
- CARVER, S. J. Integrating Multi-Criteria Evaluation with Geographical Information Systems. *International Journal of Geographical Information Systems*. Vol. 5, núm. 3, 1991, pp. 321-339.
- CHAPELA MENDOZA, I. "Nuevas dimensiones biológicas del riesgo implicado en la liberación de organismos genéticamente modificados". E. R. Álvarez-Buylla y A. Piñeyro Nelson (coords.). *El maíz en peligro ante los transgénicos*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS), Universidad Veracruzana, México, 2014, pp. 537-539.
- CHEVALIER, J. y D. Buckles. *A land without gods. Process theory, maldevelopment and the Mexican nahuas.* Zed books, Fernwood, Nova Scotia, Canadá, 1995, 374 p.
- CRIIGEN. Rapport sur le maïs génétiquement modifié MON 863 de la compagnie Monsanto. http://www.criigen. org/in- dex2.php. Consultado el 20 de mayo de 2013.
- EASTMAN, J. R. "IDRISI Kilimanjaro. Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes". *Manual. Versión 16.02*. Clark Labs, Clark University, Londres, 2009, pp. 130-150.
- FALCÓN, G. *Acerca de la cultura*. Museo Nacional de las Culturas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F. s/f, 20 p.
- Florescano, E. *Quetzalcóatl y los mitos fundadores de Mesoamérica*. Taurus Santillana, México, DF, 2012, 375 p.
- FONT QUER, P. Diccionario de Botánica. Labor, Barcelona, 1985, 1244 p.
- GÓMEZ-POMPA, A. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. CECSA, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, México, DF, 1977, 91 p.
- Kappelle, M. *Diccionario de la biodiversidad*. Instituto Nacional de la Biodiversidad, Costa Rica, 2008, 375 p.
- LINCOLN R., J., G. A. Boxshall y P. F. Clark. *Diccionario de ecología, evolución y taxonomía*. Fondo de Cultura Económica, México, DF, 2009, 672 p.
- LUGO H., J. Diccionario geomorfológico. Con equivalentes de los términos de uso más común en alemán, francés, inglés y ruso. UNAM, México, DF, 1989, 337 p.
- MARIANO G., M. I. y A. L. García H. Tipos de suelos y su uso potencial en la subcuenca del río Huazuntlán, Ver. Tesis profesional. Facultad de Ingeniería

- en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana, 2012, 78 p.
- MARTÍNEZ, F. La agrodiversidad del sistema de producción milpero de Ocotal Chico, San Pedro Soteapan, Veracruz. Tesis profesional. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana, 2008, 72 p.
- MATSUOKA, Y., Y. VIGOUROUX, M. M. GOODMAN, J. SÁNCHEZ G., E. BUCKLER y J. DOEBLEY. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 99, núm. 9, pp. 6080-6084, 2009.
- MERA O., L. M. y C. Mapes S. "El maíz, aspectos biológicos". T. A. Kato Y., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye (comps.). Origen y diversificación del maíz, una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, Colegio de Posgraduados, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Biología, México, DF, 2009, pp. 19-31.
- MORALES H., B. Uso de sistemas de información geográfica para estimar erosión de suelos en la subcuenca del río Huazuntlán, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 2013, 65 p.
- Muñoz O., A. *Centli. Maíz*. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México, 2003, 211 p.
- NEGRETE-YANKELEVICH, S., I. E. Maldonado-Mendoza, J. O. Lázaro-Castellanos, W. Sangabriel-Conde y J. C. Martínez-Álvarez. Arbuscular mycorrhizal root colonization and soil P availavility are positively related to agrodiversity in Mexican maize polycultures. *Biol Fertil Soils*. Vol. 49, núm. 2, 2013, pp. 201-212.
- ORTEGA P., R. "La diversidad del maíz en México". G. Esteva y C. Marielle (coords.). *Sin maíz no hay país*. Consejo Nacional para las Culturas y las Artes, México, DF, 2003, pp. 123-154.
- ORTIZ CASTAÑARES, A. "En Milán, el elegante y aséptico pabellón mexicano costó 350 mdp". *La Jornada*, 4 de mayo de 2015.
- PAREDES L., O., F. Guevara y L. A. Bello. *Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas*. La ciencia para todos, Fondo de Cultura Económica, México, DF, 2006, 197 p.
- Perales R., H. R. El autoconsumo en la agricultura de los Popolucas de Soteapan, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados, Centro de Botánica, Chapingo, México, 1992, 172 p.

- RICE, E. B., O. Erenstein y L. Godínez. *The farming systems of the Texizapan water-shed, sierra de Santa Marta, Veracruz, México.* CIMMYT, Proyecto Sierra de Santa Marta, Natural Resources Group, 1998.
- RODRÍGUEZ, M. C. y P. Ortiz. "A massive offering of axes at La Merced, Hidalgotitlán, Veracruz, Mexico". J. Clarck y M. E. Pye (eds.). Olmec art and archeology in Mesoamerica. National Gallery of Art, Washington, DC, USA, 2000.
- ROBLES S., R. Diccionario genético y fitogenético. Trillas, México, DF, 1995, 197 p.
- SCHERY, R. W. Plants for man. Prentice-Hall, New Jersey, 1972, 657 p.
- SÉRALINI, G-E., D. Cellier y J. Spiroux de Vendomois. "New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize revels signs of hepatoretal toxicity". *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* Núm. 52, 2007, pp. 596-602.
- VAVILOV, N. I. *Origin and geography of cultivated plants*. Primera edición en inglés, Cambridge, UK, 1992, 500 p.
- VELÁZQUEZ HERNÁNDEZ, E. *Territorios fragmentados*. *Estado y comunidad indígena en el Istmo Veracruzano*. Publicaciones de la Casa Chata, CIESAS, Colegio de Michoacán, México, DF, 2006, 513 p.
- VOOGD, H. Multicriteria evaluation for urban and regional planning. Pion, Ltd., Londres, 1983, 370 p.

ANEXO I

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LOS MAÍCES DE LA SIERRA DE SANTA MARTA

De acuerdo con Martínez (2008), las características bromatológicas de cinco de los maíces nativos de la sierra de Santa Marta permitirían, sin ningún problema, junto con la riqueza biológica de la milpa, lograr una adecuada alimentación de los pobladores de la región, así como de quienes puedan tener acceso a los productos de la milpa.

Muestra	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)	E.L.N (%)
Maíz amarillo (Olotillo-Nal-tel)	11.5	9.6	3.80	1.00	74
Maíz rojo (Tepecintle-Olotón)	11.9	10.5	3.9	1.8	72
Maíz negro (Tuxpeño-Olotillo)	12.5	8.8	4.57	1.4	73
Maíz blanco o Texcoco (Tepecintle-Olotillo)	12.3	11.4	4.06	1.5	71
Maíz blanco (Tepecintle-Olotillo)	11.9	10.5	4.75	1.6	71
Promedio de elementos nutricionales en los maíces colectados	12.0	10.1	4.21	1.5	72
Promedio de elementos nutricionales de otros maíces*	12.5	10.3	4.8	1.4	71

^{*}Paredes et al. (2006).

ANEXO II

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO HUAZUNTLÁN*

rente P (ppm)	3841	2189	1327	2016	1053	1327	537	523	2132	7552	875	1291	123	975
Densidad aparente				0.8	0.8	1	6:0	6:0	6.0	6.0	1	6:0	6:0	
C.I.C (meq/100g)	7.5	22.5	23.5	8.5	15.5	9.5	11.5	13.5	12.5	16.5	18.5	20.5	8.5	10.5
M.O (%)	4.2	6.0	0.1	6.7	1.1	4.1	1.6	1.0	7.3	3.1	1.6	1.3	5.3	2.6
Н	6.1	6.4	9.9	4.67	4.8	5.0	5.6	5.8	5.2	4.9	4.7	4.4	5.2	5.1
Textura	arcilla	franco	franco	arcilla	arcilla c/ apariencia de sedim.	arcilla	arcilla	arcilla	arcilla	arcilla	arcilla	arcilla	arcilla	arcilla
Limo (%)	6.4	36.0	46.0	34.0	44.7	16.4	16.0	10.0	32.0	16.3	18.4	26.0	19.6	10.7
Arcilla (%) Limo (%)	6.09	27.2	12.5	56.1	41.4	49.8	59.4	71.4	35.4	55.0	67.0	51.4	48.3	50.7
Arena (%)	33.1	37	41.5	10	14	34	24.6	18.6	32.6	28.6	14.6	22.6	32.0	38.6
Horizon-te Profundidad (cm)	0-15	15-32	32-55	0-25	25-86	0-27	27-35	35-85	0-13	13-23	23-50	50-100	0-30	30-100
Horizon-te	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2
Tipo de suelo (FAO/ UNESCO)		Leptosoles			Acrisoles		Vertisoles			1000	reprosores			vertisoles
Localidad		Comején			Plan Agrario Acrisoles		El Naranjo				ruribia		0	Ocozotepec

concluye Anexo II

	Tipo de suelo			Arena	111 /04	1 10/ 11	E	1	M.O	C.I.C		, a
Localidad	(FAO/ UNESCO)	_	Horizon-te Profundidad (cm)	(%)	Arcula (%) Limo (%)	Тіто (%)	ıextura	Н	(%)	(meq/100g)	Densidad aparente	P (ppm)
		П	0-14	65.3	12.7	22	franco arenoso	5.5	7.0	7.5	6:0	551
San Fernando I	Vertisoles	2	14-37	9.8	50.7	40.7	arcilla c/ apariencia de sedim.	6.0	4.5	9.5	6:0	130
		3	37-66	5.3	64.3	30.4	arcilla	0.9	2.1	11.5	1	123
San Fernando		1	0-35	37.7	42.3	20	arcilla	5.3	3.5	10.5	1	142
П	Acrisoles	2	35-75	31.7	40.3	28	arcilla	5.1	1.2	12.5	1	157
Mirador		1	0-30	35.7	20.7	43.6	franco	5.3	4.4	8.5	1	975
Saltillo	Phaeozem	2	30-92	25.7	28.3	46	franco arcilloso	ιV	0.7	13.5	1.0	1398
		1	0-30	43.3	18.7	38	franco	4.5	1	6.5	0.8	5782
La Virgen	Acrisoles	2	30-92	46.0	28.3	25.6	franco arcillo arenoso	4.6	6.0	8.5	0.8	536
Cerritos	Vertisoles	1	0-40	24.6	37.8	37.6	franco arcilloso	4.8	2.8	11.5	1	950
,		1	0-30	27.3	42.6	30	arcilla	4.4	4.1	9.5	1	120
Ocotal Chico	Ocotal Chico Andosoles	2	30-76	30.9	38.0	31.1	franco arcilloso	4.6	1.2	12.5	6.0	123
		1	0-5	39.7	42.3	18	arcilla	5.2	8.9	8.5	0.5	219
		2	5-28	33.7	48.3	22	arcilla	4.5	7.5	9.5	0.7	170
Santa Marta	Acrisoles	3	28-54	29.7	38.3	32	franco arcilloso	4.1	6.3	10.5	6.0	165
		4	54-95	34.7	42.3	23	arcilla	4.2	4.5	9.5	6.0	167
*Noniono vy (2010)	(0100)											

*Mariano y García (2012).

Siendo rectora de la Universidad Veracruzana la doctora Sara Ladrón de Guevara,

Los maíces nativos de la sierra de Santa Marta.

Guía para su identificación en campo de Carlos H. Ávila Bello, Jesús Alberto Morales Zamora y Rafael Ortega Paczka,

se terminó de imprimir en marzo de 2016 en los talleres de Proagraf, S. A. de C. V.

Av. 20 de Noviembre núm. 649, col. Badillo, CP 91190.

Xalapa, Veracruz, México. Tel. (01228) 8906204.

La edición fue impresa en papel couché de 90 g.

En su composición se usaron tipos Palatino de 10/11, 10/12, 12/14 y 16 puntos.

Cuidado de la edición y maquetación: Aída Pozos Villanueva.