

RESPUESTAS ACERCA DEL MAÍZ

La voz de 72 autores

TOMO I



CARMEN MORALES VALDERRAMA
JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ
CRISTINA MAPES SÁNCHEZ
CATALINA RODRÍGUEZ LAZCANO

RESPUESTAS ACERCA DEL MAÍZ
La voz de 72 autores



Éste es mi maíz. Fotografía: Adalberto Ríos Szalay (Banco de Imágenes Conabio).

RESPUESTAS ACERCA DEL MAÍZ

La voz de 72 autores

CARMEN MORALES VALDERRAMA
Coordinadora general



TOMO I

JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ
CRISTINA MAPES SÁNCHEZ
CATALINA RODRÍGUEZ LAZCANO
Coordinadores del tomo I

SECRETARÍA DE CULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA

Morales Valderrama, Carmen (coord.)

Respuestas acerca del maíz. La voz de 72 autores. Tomo I [recurso electrónico] / coord. general de Carmen Morales Valderrama ; coord. del tomo I de José Antonio Serratos Hernández, Cristina Mapes Sánchez, Catalina Rodríguez Lazcano. –México : Secretaría de Cultura, INAH, 2021

186 pp.: ilus.

ISBN (PDF obra completa): 978-607-539-524-1

ISBN (PDF volumen I): 978-607-539-525-8

1. Maíz – México 2. Maíz – Mejoramiento selectivo 3. Maíz – Variedades 4. Plantas transgénicas – México 5. Maíz – Antropología 6. Maíz – Historia 7. Maíz - Leyes y Legislación 8. Maíz – Aspectos sociales I. Serratos Hernández, José Antonio, coord. II. Mapes Sánchez, Cristina, coord. III. Rodríguez Lazcano, Catalina, coord. IV. t. V. Ser.

LC SB191.M2 M67 t. 1

Primera edición, 2021

Producción:

Secretaría de Cultura

Instituto Nacional de Antropología e Historia

Imagen de portada: maíz vestido para la ceremonia tepehua *xkatán taká*, el baile de los elotes, que se realiza el 29 de septiembre, día de San Miguel Arcángel.

Tecomajapa, Zontecomatlán, Veracruz. Investigadora: Claudia Guerrero.

Fotografía: Rodrigo López, Subdirección de Etnografía del Museo Nacional de Antropología

D. R. © 2021 Instituto Nacional de Antropología e Historia

Córdoba, 45; 06700 Ciudad de México

informes_publicaciones_inah@inah.gob.mx

Las características gráficas y tipográficas de esta edición son propiedad del Instituto Nacional de Antropología e Historia de la Secretaría de Cultura

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, la fotocopia o la grabación, sin la previa autorización por escrito de la Secretaría de Cultura/Instituto Nacional de Antropología e Historia

ISBN (ePub obra completa): 978-607-539-504-3

ISBN (ePub volumen I): 978-607-539-505-0

ISBN (PDF obra completa): 978-607-539-524-1

ISBN (PDF volumen I): 978-607-539-525-8

Hecho en México



CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



Índice

<i>Introducción general</i>	11
<i>Agradecimientos</i>	19
<i>Siglas y acrónimos</i>	25
<i>Presentación (tomo I)</i>	29

I. EL MAÍZ Y EL TEOCINTLE:

ASPECTOS DE BOTÁNICA, GENÉTICA, CONSERVACIÓN Y BIOSEGURIDAD

Introducción	José Antonio Serratos Hernández	33
1. ¿Qué es el maíz?	Takeo Ángel Kato Yamakake	37
2. ¿En dónde y cómo se originó el maíz?	Takeo Ángel Kato Yamakake	39
3. ¿Qué es el teocintle?	Takeo Ángel Kato Yamakake	41
4. ¿En qué se diferencia el teocintle del maíz?	Takeo Ángel Kato Yamakake	43
5. ¿Cómo se conoce en diferentes lugares al teocintle?	José Antonio Serratos Hernández	45
6. ¿Por qué es importante el teocintle?	Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez	47
7. ¿Qué es maíz nativo o criollo?	Fernando Castillo González	51
8. ¿Qué es acriollar un maíz?	Fernando Castillo González	53
9. ¿Es lo mismo una raza que una variedad?	Rafael Ortega Paczka	57

10. ¿Qué es la diversidad de maíz? Rafael Ortega Paczka	61
11. ¿Cuántas razas de maíz hay en el mundo? Kevin V. Pixley, Denise E. Costich y Sarah J. Hearne	65
12. ¿Por qué conservar la diversidad del maíz de México? Rafael Ortega Paczka	71
13. ¿Qué es un banco de germoplasma de maíz? Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez	75
14. ¿Qué es un banco comunitario de semillas nativas? Cristina Mapes Sánchez	77
15. ¿Por qué se dan los distintos colores del maíz? Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez	81
16. ¿Por qué unos granos de maíz son rayados? Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez	85
17. ¿Cuáles son los nutrientes del maíz? María Amanda Gálvez Mariscal	87
18. ¿Qué es un maíz híbrido? Alejandro Espinosa Calderón y Margarita Tadeo Robledo	91
19. ¿Qué es el genoma del maíz? Alma Piñeyro Nelson	93
20. ¿A quién pertenece el genoma del maíz? María del Carmen Colín Olmos	97
21. ¿Cómo se hace un maíz transgénico? José Antonio Serratos Hernández	101
22. ¿Un maíz híbrido es igual que uno transgénico? Alejandro Espinosa Calderón, Antonio Turrent Fernández y Margarita Tadeo Robledo	105
23. ¿Cómo se produce la semilla transgénica para siembra? Antonio Turrent Fernández	107
24. ¿Causa algún daño a la salud comer maíz transgénico? Noé Salinas Arreortua, José Antonio Serratos Hernández y José Luis Gómez Olivares	109
25. ¿Cómo reconozco si en mi campo o en el del vecino hay maíz transgénico? José Antonio Serratos Hernández	113
26. ¿Cómo establecer un cerco para evitar la introducción de transgenes en mi maíz criollo? Carmen Mendoza Castillo	115
27. ¿Hay trigo transgénico? Jorge Nieto Sotelo	119

II. SABERES Y LENGUAS

Introducción	Rafael Ortega Paczka	123
28.	¿Qué se entiende por saberes campesinos? Maya Lorena Pérez Ruiz	127
29.	¿Qué importancia tienen los saberes en el cultivo del maíz? Maya Lorena Pérez Ruiz	129
30.	¿Cómo se nombra a las partes del maíz en náhuatl de Santa Ana Tlacotenco, Milpa Alta? Carmen Morales Valderrama	131
31.	¿Cómo se nombra al maíz y a sus partes en náhuatl de la Huasteca veracruzana? Arturo Gómez Martínez	135
32.	¿Cómo se nombra al maíz y a sus partes en p'urhépecha? Felipe Chávez Cervantes† y Catalina Rodríguez Lazcano	139
33.	¿Cómo se nombra al maíz y a sus partes en maya yucateco? Fidencio Briceño Chel	143
34.	¿Qué relación hay entre el cuerpo humano y la milpa entre los mè'phàà (tlapanecos)? Cristina Hernández Bernal	147
35.	¿Cómo se reconocen las etapas de crecimiento del maíz entre los nahuas de la Huasteca? Arturo Gómez Martínez	149
36.	¿Cómo se reconocen las etapas de crecimiento del maíz en maya yucateco? Catalina Rodríguez Lazcano	153
37.	¿Qué importancia tiene el ciclo lunar en los cultivos de la milpa? Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez	155
38.	¿Qué importancia tiene el ciclo lunar en los cultivos de la milpa de los mè'phàà (tlapanecos)? Cristina Hernández Bernal	157
39.	¿Qué importancia tienen los colores del maíz entre los nahuas de la Huasteca? Arturo Gómez Martínez	161
40.	¿Cómo se usan los maíces de colores entre los p'urhépecha? Catalina Rodríguez Lazcano	165
41.	¿Qué importancia tienen los colores del maíz en la cultura maya? Catalina Rodríguez Lazcano y Carmen Morales Valderrama	169
<i>Glosario</i>		173
<i>Acerca de los colaboradores</i>		179
<i>Índice de figuras</i>		183

Introducción general

CARMEN MORALES VALDERRAMA

En la concepción de esta obra convergen dos inquietudes. Una es plantear las preguntas más comunes en la sociedad rural y en amplios sectores de las ciudades interesados en la situación y el destino del maíz en México. La otra es la de los investigadores que desean comunicar, de manera breve y concisa, el resultado de los estudios que llevan a cabo, ya sea en el campo de las ciencias biológicas, biotecnológicas, genéticas y agronómicas, o bien desde la perspectiva que ofrecen las ciencias antropológicas, históricas y jurídicas.

No ha sido fácil crear puentes de comunicación entre ciudadanos e investigadores. Por una parte, fueron los ciudadanos comunes quienes resintieron las crisis de la tortilla de 2007-2008 y la más reciente alza de los precios del maíz y la tortilla en 2016, la cual castigó a los consumidores habituales del preciado alimento. En ese grupo se hallan los propios productores de maíz y un porcentaje muy alto de consumidores urbanos. Por otra parte, desde hace casi dos décadas la ciudadanía ha escuchado la información que se filtra desde los círculos científicos acerca de los peligros que representa la siembra de transgénicos y lo que significa su introducción en el país. Para entender cabalmente qué son los transgénicos es necesario acercarse a las ciencias que los crearon y a los intereses económicos y las políticas públicas que los impulsan.

Si bien desde hace cuatro décadas se realiza investigación biotecnológica en nuestro país, los trabajos más importantes, así como la producción de maíz transgénico, están a cargo de empresas transnacionales como Monsanto (Arellano y Ortega, 2002). Aunque en México se implementó un sistema de bioseguridad desde 1988 y el primer permiso para experimentación con maíz transgénico se concedió en 1993, fue con el hallazgo de maíz transgénico en la Sierra de Juárez de Oaxaca en 2001 cuando la sociedad inició movilizaciones para demandar al gobierno mayor atención, protección y cuidado para conservar el maíz nativo.

Allí reside la importancia de que la ciudadanía esté informada y conozca lo que aportan y no aportan los maíces transgénicos. Para ello es necesaria una serie de conoci-



mientos de índole científica que, al ponerse al alcance de productores y consumidores de maíz, contribuirán a consolidar opiniones documentadas. Éste es uno de los principales cometidos de la obra: no ofrecer un mero texto, sino imágenes didácticas de lo que se ha investigado: ¿qué son los transgénicos?, ¿cómo actúan en el campo?, ¿es posible detectarlos y prevenir su contaminación? y ¿qué se ha descubierto en los laboratorios sobre sus efectos en la salud de las personas y en el funcionamiento de los ecosistemas?

Pero no es ésta la única inquietud que han expresado productores y consumidores de maíz en los encuentros que se han tenido con ellos en distintas ocasiones y de los que más adelante se informa. En esos espacios se ha recogido una lluvia de preguntas sobre el “mundo del maíz”, las cuales atañen a cómo es éste, ya sea visto por las ciencias biológicas o según los conocimientos y las creencias de quienes lo cultivan. Unas preguntas se ligan con otras: partiendo del conocimiento biológico de la planta, que no es exclusivo de la ciencia occidental, sino que tiene referentes en los saberes indígenas, ¿cuáles son los cuidados necesarios para su cultivo?, ¿cómo es internamente?, ¿cuáles son los métodos mediante los cuales se logra modificar su estructura hoy en día?, ¿qué es lo que se modifica y con qué fin?

Asimismo, la percepción del maíz en términos de su evolución llevó a formular otras interrogantes: ¿de dónde surgió?, ¿cuán antiguo es?, ¿por qué es tan diverso?, ¿se pueden plantar distintas variedades de maíz en cualquier tipo de suelo y clima?, ¿por qué es importante conservar los maíces que en los pueblos se llaman *criollos* y entre la comunidad científica nativos?, ¿cuáles son las formas de preservar esos maíces? Desde el punto de vista de los beneficios económicos del cultivo, las preguntas de los campesinos que producen maíz se relacionan con las variedades que tienen mayor demanda en determinadas regiones, como el maíz rojo para hacer atoles en la cuenca de México; el Cacahuacintle, que es pozolero; el Bolita, con el que se elaboran tlayudas, que se exportan desde Oaxaca hasta los Estados Unidos (véase t. III, VIII, 90), o bien con productos vinculados con el maíz, como el huitlacoche (o cuitlacoche) y la hoja que envuelve la mazorca (totomoxtle) (véase t. III, VIII, 93-95; t. II, V, 63 y 65).

Por otra parte, al internarse en ese “mundo del maíz” de México, se descubre que éste se ha llenado de voces que no se pronuncian “en castilla”, como aún suele decirse en algunos pueblos. Antes de la llegada de los españoles a América y mucho tiempo después, el maíz ha nacido, crecido, se le ha reverenciado y consumido en las lenguas originarias de los diferentes pueblos que ya residían en estas tierras y que han seguido transformándolo. Por ejemplo, en el náhuatl de la meseta central se le dice *centli*; en el de la Huasteca veracruzana, al maíz comestible se le denomina *tlacualiztli*, mientras que en maya yucateco es *nal*, en el zapoteco de Mitla, Oaxaca, *xob*, y en el del Istmo, *xuba*; en el otomí de Ixmiquilpan, Hidalgo, *dethá*, y entre los p’urhépechas, *tsiri*. En internet se pueden hallar 68 nombres para el maíz (MasdeMex, 2016); corresponden a las lenguas indígenas reconocidas de nuestro país, además del español, las cuales son habladas por los pueblos que en el artículo 2º de la Constitución Política se consideran el sustento de la nación. Los nombres de la planta en tres lenguas indígenas se encuentran en el tomo I de esta obra (véase II, 30-34).



El hecho es que detrás de esas voces indígenas subyacen las culturas fundadoras, que se construyeron a la par que el maíz evolucionaba y se volvía indispensable para la alimentación de los pobladores que edificaron los centros ceremoniales del periodo Clásico en Mesoamérica (*véase* t. II, III, introducción). Entre los procesos técnicos a los que se sometió el maíz para que aparecieran la tortilla y otros alimentos de alto contenido calórico y que, combinados con el frijol, la calabaza y otras plantas, aportan proteínas de calidad, destacan la molienda y la nixtamalización. En el segundo tomo de esta obra se aborda extensamente la forma como en diferentes horizontes arqueológicos surgieron las piedras de moler y de qué modo se gestó la nixtamalización, que en perspectiva resultó crítica para el desarrollo mesoamericano (*véase* t. II, III, introducción, 43, 44 y 47). La forma en que se aprovecha el maíz en el resto del mundo contrasta con lo que ocurre en México y Centroamérica, cuyo sello distintivo es la nixtamalización. Así, al revisar su amplia difusión en el orbe, se encuentra que hoy en día en Europa se consume como harina (polenta), pan sin levadura o en variedades para cebar a los animales; en Asia como verdura, y en África en forma de papillas, harinas y panes (*véase* t. II, IV, 54-56; t. III, VII, 86, y VIII, 92). El maíz, que ahora ocupa el primer lugar entre los cereales cultivados en el mundo, “viajó sin equipaje”, como se ha dicho en algún artículo (Vargas, 2014), en el sentido de que no fue llevado a otros continentes con la nixtamalización.

Asimismo, en el tomo II se abordan las representaciones del maíz como entidad sagrada en la escultura, la pintura y los códices que el INAH, la UNAM y varias instituciones extranjeras aún investigan. Destaca la diversidad y la riqueza de esas concepciones sobre el maíz, caracterizadas por su afinidad con el ser humano y con otros seres de la naturaleza. El maíz tiene un origen sobrenatural, en ocasiones fue dado a los seres humanos a través de un niño (cultura huasteca), o fue robado por una hormiga, tal como se relata en la *Leyenda de los soles* (cultura nahua), o bien, sustraído de un lugar sagrado llamado *Paxil* por el cotorro, el gato de monte, la urraca y el zorro (cultura maya peninsular y maya quiché). En sus representaciones tiene virtudes como la fecundidad, la abundancia y el renacimiento. En algunas de esas representaciones el maíz está apenas formado, muy tierno, y se le llama Xilonen; en otras es el grano joven, Cintéotl, y en unas más es el maíz maduro o Chicomecóatl, sobre lo cual se da noticia en la sección III. Ahí se muestran esculturas que yacían sepultadas en antiguos lugares de culto prehispánico (*véase* t. II, III, 45 y 46; t. III, VII, 72; *Popol Vuh*).

También en el segundo tomo, en la quinta sección, hay una parte dedicada al importante tema de la tortilla, gracias a la participación de expertos en ciencias agrícolas aplicadas y nutrición, antropólogos y experimentadas cocineras que elaboran tortilla artesanal. Se describen las características de su preparación actual y las razones por las cuales la mayor parte de las tortillas es de baja calidad (*véase* t. II, V, 61 y 62). De igual modo, se da noticia de investigaciones recientes cuya finalidad es mejorar el contenido nutricional de este alimento y su manejo (*véase* t. II, V, 57-60). Igualmente, se ofrecen dos breves artículos sobre costos de producción, los cuales permiten ver las grandes diferencias que existen en función de las condiciones en que se produce el maíz.



A primera vista, destaca que producir un kilogramo de maíz es más barato cuanto mayor es la tecnificación; sin embargo, hay costos ambientales que no se evalúan en cada caso. Por ejemplo, el uso intensivo de fertilizantes y herbicidas provoca el deterioro de los suelos; además, los herbicidas dañan las plantas del ecosistema, algunas de ellas comestibles —como los quelites—, medicinales, melíferas o de diversa utilidad. Para fines didácticos, los tres ejemplos que se describen permiten comparar diversas condiciones de producción, aunque las conclusiones sobre los costos son limitadas (*véase* t. II, v, 66 y 67).

La persistencia del maíz como alimento básico ha dado lugar a numerosas luchas por la tierra y el territorio a lo largo de la historia de México (*véase* t. II y VI, introducción y 68). Desde el contacto entre los pueblos de América y los iberos, se consideró al maíz un alimento de segunda clase en comparación con el trigo; la mayor rentabilidad de éste, aunada a la de otros cultivos comerciales como la caña de azúcar, desplazó al maíz de las mejores tierras de labranza. La pervivencia de este último como alimento básico en comunidades indígenas y campesinas dio lugar a que durante 1785 y 1786, en periodos de escasez, surgieran levantamientos sociales en la Nueva España (*véase* t. II, iv, 53), y a que en momentos críticos de los movimientos campesinos, como la lucha por la Independencia (1810-1821) y la Guerra de Castas de Yucatán (1847-1901), la necesidad de sembrar o cosechar esta planta, de la que se alimentaban los combatientes, los hiciera retroceder en vísperas de importantes batallas.

Algo que llama la atención es que mientras el maíz y el trigo competían por la preferencia de los consumidores y las tierras de cultivo en México, en los siglos xvii y xviii el primero se difundía en los países europeos del Mediterráneo: España, Portugal, Italia y el sur de Francia (*véase* t. II, iv, 54); poco después llegó a África, primero por el oriente, donde alcanzó a Etiopía, Bahr el Ghazal y el este de África central; posteriormente, durante la trata de esclavos, a través del Golfo de Benín, se instauró en Benín, Kenia, Malawi y otros países (*véase* t. II, iv, 55). Por último, su introducción en Asia sucedió merced a las rutas Acapulco-Manila, Brasil-costa suroccidental de la India y el norte de África (*véase* t. II, iv, 56).

Pese a la disminución de la producción y de los cultivadores del maíz, debida en parte al creciente consumo de alimentos de calidad dudosa, en el siglo xxi el maíz sigue siendo uno de los cultivos más importantes de México, ya que involucra a más de dos millones de agricultores (*véase* t. II, iv, 52). Las cifras indican que, de octubre de 2015 a septiembre de 2016, la producción total de maíz blanco alcanzó 22 300 000 toneladas, y de octubre de 2016 a septiembre de 2017, 23 400 000 (FIRA, 2016: 21). Si bien la principal forma de consumo de maíz blanco es la tortilla, desde la segunda mitad del siglo xx su procesamiento se ha industrializado de modo gradual, de manera que las tortillas que se venden, sobre todo en las grandes ciudades, son de baja calidad (*véase* t. II, v, 60 y 61).

El maíz tiene otros usos no menos importantes: alimentos balanceados, harinas, atoles, alcohol, almidón, frituras y hojuelas, biocombustibles, entre otros. Ese tema no se desarrolló en la presente obra, pero debe mencionarse porque una gran proporción



del maíz que se importa (14018237 toneladas de maíz de grano y forrajero, lo que constituye 94.25% del total del maíz importado en 2017) se destina a producir los bienes referidos (Sagarpa, 2018). Lo anterior contribuye a la creciente complejidad de los nuevos escenarios del maíz en México, dado que los usos industriales se convierten en poderosos competidores de los alimentarios y se crea una demanda de granos de distintas calidades y para diferentes mercados.

No hay un texto específico al respecto de la presente obra debido a que, pese a haberlo discutido al esbozar los temarios por desarrollar, y aunque se enviaron las invitaciones correspondientes, no se encontró eco entre los especialistas. De ahí que no se hayan abordado los usos industriales del maíz o la producción y sus destinos por regiones. Otras cuestiones económicas muy relevantes que se omiten son las siguientes: ¿por qué las variaciones en los precios del maíz?, ¿por qué sube el precio de la tortilla?, ¿qué tipos de acaparamiento se dan en el mercado del maíz y la tortilla?

En la sección VI del tomo II se estudian las movilizaciones sociales que se han organizado en protesta por el abandono del campo por parte de los gobiernos de las últimas décadas y por la introducción de los transgénicos. Éstos, junto con los híbridos, son indicador del creciente predominio de la agroindustria y las transnacionales en la producción agrícola. Como ya se mencionó, con el relajamiento de la bioseguridad en México y el surgimiento de la Cibogem, además del hallazgo del maíz transgénico en Oaxaca en 2001, durante 2002 y 2003 hubo importantes respuestas por parte de la sociedad civil. Sin embargo, entre 2009 y 2013 las transnacionales obtuvieron de los comités de bioseguridad de Sagarpa y Semarnat 195 permisos de siembra para las fases experimental y piloto. Ante esos vaivenes en las políticas públicas, grupos de académicos y ONG presentaron un recurso legal en 2013, gracias a lo cual en 2015 se logró que un tribunal confirmara la suspensión para tales siembras.

Lo que se puede aseverar, como se demuestra en esta revisión de las movilizaciones ocurridas durante las últimas dos décadas, es que no ha habido paz para los campesinos y los consumidores de maíz ni para los defensores de la soberanía alimentaria de México desde que el cultivo de maíces transgénicos se introdujo en el campo mexicano.

En la sección VII del tomo III se retoma el papel del maíz en la cosmogonía del México antiguo, tema que ya se había abordado al exponerse las representaciones de las entidades sagradas que se han hallado en diferentes fuentes. Yolotl González afirma que, tanto en el pasado mesoamericano como en el México actual, el maíz era y es la vida. Además de nombrar las representaciones deificadas de éste en la cultura nahua —las cuales corresponden a los tres estadios de su maduración: Xilonen, Cintéotl y Chicomecóatl—, la autora describe los rituales de que eran objeto a lo largo del ciclo agrícola y que en esencia son seis: dos en tiempo de siembra; uno en junio, al implantarse el temporal; otro cuando ya había cañas; uno más al darse el elote, y el último cuando el maíz maduraba y se disponía de nueva semilla.

En los artículos de Beatriz Albores se profundiza la importancia del paisaje y su relación con los mitos de origen del maíz, su cultivo y sus rituales a lo largo del año, en particular los que se dan en la zona lacustre del Alto Lerma mexiquense. En esa



región se cree que el agua se encuentra dentro de los cerros altos; por ello, en algunas ceremonias se sube a éstos para que las compuertas se abran y la lluvia se precipite.

No sólo los estadios de crecimiento de la planta han dado origen a ceremonias. En la cosmovisión wixaritari son de gran importancia los cinco colores del maíz que ese pueblo cultiva: blanco, amarillo, rojo, azul y pinto. Éstos representan a las cinco hermanas que se unieron a un cazador para dar el preciado alimento a los wixaritari (véase t. III, VII, 75). Cierran esa sección dos extraordinarios ejemplos de ritualidad: aquella cuyas ofrendas asumen formas principalmente musicales, en la Huasteca veracruzana (véase t. III, VII, 85), y la que se practica en la religión vudú de Benín, África, donde el maíz se ofrenda en diferentes preparados (véase t. III, VII, 86).

En el comienzo de la sección VIII, dedicado a la preparación y el consumo del maíz y sus derivados en la milpa y en la mesa tradicional de los mexicanos, se explica que no sólo es aprovechable toda la planta, sino también otros organismos que cohabitan en su entorno: gusanos, hongos y hierbas, como los quelites. Los alimentos sólidos que se pueden preparar son más de 600 y existe una relación entre la raza o tipo de maíz y determinados platillos (véase t. III, VIII, 87). También los colores, que denotan alguna cualidad —como mayor suavidad o porosidad—, tienen usos rituales y simbólicos. La connotación ritual de elementos como la tortilla se registra desde la época prehispánica (véase t. II, III, 48-50) y pervive en el presente (véase t. III, VIII, 100 y 101).

Lo mismo sucede con las bebidas a base de maíz, para cuya preparación se recurre a la fermentación, tostado de los granos, molido con diferentes texturas, cocimientos y otros procedimientos. En numerosas ocasiones, esas bebidas se preparan con frutos y semillas: chocolate, cacahuete, coco, ciruela, almendra del mamey; especias: anís, canela, pimienta, y minerales: cenizas, tequesquite y sal. Cabe destacar que en ocasiones tienen atribuciones rituales y terapéuticas (véase t. III, VIII, 91).

Entre los tamales que se elaboran a lo largo y ancho del país sobresale, por su sentido eminentemente simbólico, el zacahuil, cuya ritualidad ha estudiado Amaranta Arcadia Castillo Gómez (t. III, VIII, 96, 98 y 99), quien también relata cómo es que este alimento ha llegado a ser de consumo cotidiano en contextos urbanos.

Por otra parte, una observación que plantean varios autores de la sección IX es que los sistemas de cultivo tradicionales tienen como finalidad no sólo la producción, sino también la conservación de los recursos, con especial énfasis en la semilla y sin desatender el mantenimiento del suelo, las plantas, el agua y otros componentes del ecosistema. La reproducción de la unidad familiar que llevan a cabo los cultivos de milpa, tlacolol, cajete y otros es el gran objetivo humano de esos sistemas.*

Al final de esa sección se abordan tres aspectos estrechamente ligados a los sistemas de cultivo y de sumo interés para todos los productores, dadas las repercusiones que tienen para su economía. El primero son las plagas que asuelan al maíz. Gracias a la gran experiencia que acumuló en esta materia el doctor Alejandro Ortega Corona (†), se

* Los principales sistemas de cultivo con que se producen los maíces nativos o criollos se muestran en las ilustraciones 51 a 55 del tomo III; destacan los diferentes tipos de suelo en cuanto a composición y pendiente, además de las diversas condiciones climáticas y de vegetación.



detallan los principales agresores del maíz y el daño que producen (t. III, ix, 107, cuadro 1). Asimismo, José Antonio Serratos profundiza en las características de los insectos más agresivos y se enfoca en la manera de combatirlos (*véase* t. III, ix, 108).

El segundo aspecto tiene que ver con las ventajas que proporciona una selección adecuada de las mazorcas que se usarán como semilla; en este sentido, las recomendaciones de los doctores Fernando Castillo González, José Antonio Serratos Hernández y Takeo Ángel Kato Yamakake (*véase* t. III, ix, 109) contribuyen a conservar la biodiversidad y a aumentar la producción con maíces criollos o nativos.

Por último, el tercer aspecto es el cambio climático que amenaza al planeta y que, entre otros seres, afecta a las plantas alimenticias y por lo tanto al maíz. Ya hay observaciones sobre cómo puede incidir ese fenómeno en diferentes regiones de México (*véase* t. III, figura 58), y la mejor recomendación general es conservar la gran diversidad biológica del maíz para las adaptaciones que se requieren (*véase* t. III, ix, 110).

Sin duda faltan temas en esta obra que en tres tomos ofrece 110 colaboraciones; sin embargo, el formato de preguntas y respuestas nos ha permitido avanzar en inquietudes básicas y complejas. Queda pendiente abordar las políticas públicas en torno al maíz, lo cual exige una agenda específica que convoque a productores, estudiosos y servidores públicos.

Aportar 110 granitos a la configuración de una nueva cultura del maíz, informada e incluyente, que sirva a los productores y a sus familias, así como a las generaciones de ciudadanos que se están formando, es el cometido de esta obra.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Arellano, H., y C. Ortega (febrero 2002). "Caracterización de la investigación biotecnológica del maíz en México: un enfoque etnográfico." *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales*, México: Asociación Nueva Antropología A.C., 60, 47-68.
- FIRA (2016). *Programa Agroalimentario. Maíz 2016*. México: Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Recuperado el 24 de mayo de 2018 de <<https://goo.gl/DnJkXG>>.
- Masdemx (2016). *Así se dice maíz en las 68 lenguas indígenas de México*. Recuperado el 24 de mayo de 2018 de <<https://goo.gl/3Vk5iW>>.
- Sagarpa (2018). *Atlas agroalimentario 2017. Siembra éxito*. México: SIAP-Sagarpa. Recuperado el 24 de mayo de 2018 de <<https://goo.gl/BB3jeC>>.
- Serratos, J. A. (2009). "Bioseguridad y dispersión de maíz transgénico en México." *Ciencias*, 92, 130-141. Recuperado el 1 de junio de 2018 de <<http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/14841/14141>>.
- Vargas, L. (enero, 2014). "El maíz, viajero sin equipaje." *Anales de Antropología*, 41(1), 123-137. Recuperado el 24 de mayo de 2018 de <<https://goo.gl/SLfRRL>>.



Agradecimientos

Un proyecto que logra reunir a más de 70 colaboradores procedentes de unas 35 instituciones, que involucra investigadores independientes y organizaciones no gubernamentales, contrae múltiples deudas de gratitud cuyo seguimiento remite a una especie de memoria colectiva, sobre todo para los que hemos participado desde su gestación. En este trabajo de equipo, Carmen Morales Valderrama y Catalina Rodríguez Lazcano contamos con la buena fe de nuestras respectivas adscripciones del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH): la Dirección de Etnología y Antropología Social (DEAS), dirigida en 2010 por María Elena Morales, y la Subdirección de Etnografía del Museo Nacional de Antropología (MNA), encabezada por el doctor Alejandro Villarruel en ese mismo año. En 2018 agradecemos a dichas autoridades y a las actuales dirección y subdirección, que se encuentran a cargo de la maestra Amparo Sevilla y del etnólogo Arturo Gómez, respectivamente, su comprensión y su apoyo a los requerimientos de esta obra en lo que se refiere a infraestructura y a la participación de personal técnico y profesional, cuya intervención fue necesaria y sumamente valiosa en distintos momentos.

Al sumarse al proyecto los doctores José Antonio Serratos, de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), y Cristina Mapes, del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se convino el apoyo de sus respectivas instituciones. En un principio, el doctor Serratos contó con el del entonces rector de la UACM, el ingeniero Manuel Pérez Rocha, y con posterioridad obtuvo el soporte de los diferentes coordinadores del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCyH) de esa universidad. Por su parte, la doctora Mapes inicialmente tuvo el respaldo del doctor Javier Caballero y posteriormente del doctor Jorge Nieto, del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM.

Al hablar de un acto de buena fe nos referimos a que no son comunes los proyectos colectivos, interdisciplinarios e interinstitucionales, si bien algunas instancias académicas, como el Conacyt, la UNAM, el IPN y el propio INAH, han señalado que esa



modalidad de trabajo es cada vez más necesaria. La dificultad de avanzar en una empresa de ese tipo comienza con las formalidades requeridas para concertar una colaboración equitativa, que resulte satisfactoria para las instituciones y los actores involucrados, aunque en este caso hubo flexibilidad y ninguno de los participantes dejó sus actividades básicas: impartir clases, coleccionar y clasificar objetos etnográficos y plantas útiles, organizar exposiciones y talleres sobre maíces nativos, sus usos alimenticios y artesanales, escribir artículos y pronunciar conferencias. Los primeros acuerdos de colaboración fueron verbales y surgieron del convencimiento individual de que un tema tan amplio, complejo y polémico exigía un trabajo en equipo para aportar conocimientos útiles a la sociedad, en particular a un público no especializado.

A nuestras respectivas formaciones y experiencias fue necesario añadir presencia, flexibilidad y otras cualidades propias del trabajo colectivo: comunicación constante, discusión basada en argumentos académicos, cumplimiento de compromisos compartidos y respeto a la división del trabajo que, si bien era previsible, se estableció sobre la marcha. También fue necesario atender imprevistos institucionales y personales. De esta manera aceptamos cargas adicionales de trabajo y con el tiempo pasamos del entusiasmo inicial a la brega semanal del cumplimiento ajustado a una ruta crítica. Por ello, los miembros del comité editorial creemos merecer un mutuo reconocimiento al ver culminada esta obra.

En 2012 sesionamos en la Biblioteca del Museo Nacional de Culturas Populares, gracias a la generosa acogida que nos brindó Maritere Zayas, entonces subdirectora del Centro de Información y Documentación Alberto Beltrán de ese museo. Fue la propia Tere quien nos dijo: “Aquí nació la investigación del maíz cuando el maestro Guillermo Bonfil Batalla inauguró el museo en 1982, y es apropiado que su proyecto se inicie en este mismo lugar”. La materia prima a partir de la cual se dio forma a las primeras preguntas fueron las inquietudes que recogió Carmen Morales, con el apoyo de Berenice Miranda y Carmen Hernández, oriundas de Milpa Alta, al organizar exposiciones anuales en pueblos originarios de esa delegación: Villa Milpa Alta, Santa Ana Tlacotenco, San Pablo Oztotepec, San Bartolomé Xicomulco y San Antonio Tecómitl.

Con anterioridad se celebraron reuniones de productores a las que asistimos los investigadores Antonio Serratos y Carmen Morales (2008), invitados por Mario Camaño, director general de Ecología; Roberto Castillo, subdirector de Proyectos Ambientales, y María Estela Morales, subdirectora de Normatividad. Gracias a ellos entablamos un diálogo con usuarios del Programa de Desarrollo Rural Sustentable de Milpa Alta (Prodersuma) y conocimos su preocupación por cultivar y obtener de la planta de maíz lo que mejor se vende en el mercado: huitlacoche, hojas para envolver tamales y maíz rojo, según la percepción de ese momento. De igual modo, conocimos los problemas que afectan a esos productores: el gorgojo, las enfermedades fungosas, las tuzas y otras plagas.

Es oportuno dar las gracias a quienes propiciaron la instalación de las exposiciones y a quienes asistieron a ellas y nos hicieron comentarios verbales o por escrito en los cuadernos de visita colocados para tal efecto.



A los jóvenes organizadores del Primer Encuentro Internacional de Nahuales, Plantas Medicinales y otras Yervas, que se presentó en la plaza principal de San Antonio Tecómilt del 26 al 28 de abril de 2013, les agradecemos su interés por las mazorcas rojas que entonces expusimos y por las propiedades curativas y mágicas del maíz (tema prácticamente perdido), con las que algunos curadores se dedicaron a santiguar a los asistentes. En esa ocasión, con objeto de instalar y cuidar la exposición al aire libre, se contó con el apoyo de los ahora maestros María Estela Nieto, Jaime Méndez y Paola Alcalá.

En 2014 surgió la oportunidad de exponer en el Centro Comunitario Culhuacán, gracias al interés de la antropóloga Ana Graciela Bedolla y a la directora Miriam Hernández. A ese importante centro acudió un nutrido público procedente de Culhuacán, Iztapalapa, Xochimilco, Coyoacán, Tlalpan, Milpa Alta, e incluso del centro de la Ciudad de México. El tema central fue la presencia del maíz en Milpa Alta y Culhuacán. La exhibición de artesanías elaboradas con totomoxtle gustó y alentó a los asistentes, algunos de los cuales solicitaron que se impartieran talleres para trabajar con ese material. En los comentarios escritos, las inquietudes del público asistente perfilaron dos preguntas esenciales: ¿qué son los maíces transgénicos? y ¿qué efectos tienen sobre la salud humana y el medio ambiente?, por lo que agradecemos la participación de todo el personal de tan destacado centro cultural.

Los productores y las artesanas que asistieron a la exposición instalada en San Pablo Oztotepec en 2015 fueron particularmente inquisitivos acerca de la colección de maíces que se exhibió. Por ejemplo, preguntaron si los maíces grandes (raza Jala) podían sembrarse en sus terrenos de cultivo, además de que les sorprendió la diversidad de tamaños y colores que es posible obtener de esa planta.

De igual modo, agradecemos a las organizadoras de las ferias gastronómicas y del elote de Santa Ana Tlacotenco (en diferentes periodos) por habernos permitido participar durante 10 años consecutivos (septiembre de 2008 a 2017) en la instalación de exposiciones y en la impartición de talleres para niños acerca del maíz. Ellas nos mostraron la importancia de los elotes y sus usos, tanto tradicionales (por ejemplo, esquites y atoles) como nuevos (*hot cakes*, helados, panes, flanes y otros más). La visita al pequeño mercado que se extiende cotidianamente en las calles de Santa Ana nos permitió observar un fenómeno cuya investigación exige ampliarse: los maíces pepitilla son los más gustados para consumirse como verdura, seguramente por ser blandos y dulces. Con fines comerciales y ya como maíces maduros, los que se prefieren son los chalqueños y los cónicos, que proporcionan mayor cantidad de grano. Visto en perspectiva, el propósito principal de la feria anual de Santa Ana ha sido vender elote con mayor valor agregado, lo cual ha tenido gran éxito.

Otras ferias dedicadas al maíz, como la de San Juan Ixtenco, pueblo otomí de Tlaxcala, se llevan a cabo en marzo; en ellas, los maíces maduros más cotizados son los que se utilizan para preparar atole morado —de uso ceremonial— y elaborar artesanías con totomoxtle. Entre los productores y las cocineras que colaboraron para identificar esas diferencias de uso, reconocemos a la familia Patiño y a doña Amada,



gran repostera de la Feria de Santa Ana, así como a doña María Celestino y Juan Carlos Nápoles de San Juan Ixtenco; no obstante, sería necesario mencionar a numerosas personas más, con las que también estamos en deuda.

Los integrantes del comité editorial que realizamos trabajo de campo para contestar preguntas particulares agradecemos a las siguientes personas por su participación y por compartir sus conocimientos acerca del maíz de sus pueblos: doña Dominga Martínez y su hijo Baruch Molina, los integrantes del grupo Wewetlahtulle, el profesor José Ortiz, Alejandro Ortiz, Oswaldo Galicia y Santiago Roque Galicia, expertos hablantes de su lengua materna.

A las preguntas que se recogieron entre el público en foros y exposiciones sobre el maíz deben sumarse las inquietudes de auditorios más especializados, como el de los investigadores que asistieron a la conferencia impartida por Catalina Rodríguez y Carmen Morales en CIMMYT (2010), en la cual los cuestionamientos se dirigieron más a la ritualidad y los saberes campesinos y menos a otros aspectos de la milpa. Una audiencia con la que también se entró en contacto fue la del programa *El campo y la ciudad*, transmitido en Radio Educación (2010-2011), en el cual la biotecnología y su relación con el maíz suscitaron enorme interés. En este caso, el doctor Serratos fue quien atendió las preguntas.

En la segunda fase del proyecto planteamos una guía definitiva de preguntas; en consecuencia, se enviaron invitaciones a los especialistas en el ámbito de conocimiento de los integrantes del equipo editorial. Se acudió a las redes de investigación localizadas en torno a un temario integrado por 13 secciones iniciales, aunque algunos investigadores no respondieron debido a sus agendas de trabajo, de modo que se reorganizaron hasta reducirlas a nueve.

En cuanto a la recepción de respuestas, agradecemos la generosa participación de los siguientes estudiosos del maíz: Takeo Ángel Kato Yamakake, Fernando Castillo González, Araceli Ramírez Jaspeado y Carmen Mendoza Castillo (Colegio de Posgraduados); Jesús Axayácatl Cuevas y Rafael Ortega Paczka (Universidad Autónoma Chapingo); Alejandro Espinosa Calderón (Cevamex-INIFAP/UNAM); Margarita Tadeo Robledo (FES Cuautitlán-UNAM); Antonio Turrent Fernández (Cevamex-INIFAP); Kevin V. Pixley, Denise E. Costich y Sarah J. Hearne, así como Carolina Camacho Villa, María Laura Donnet e Iraís Dámaris López Becerril (CIMMYT); María Amanda Gálvez Mariscal (Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química-UNAM); Alma Piñeyro Nelson (Departamento de Producción Agrícola y Animal-UAM Xochimilco); María del Carmen Colín Olmos y Aleira Lara Galicia (Greenpeace México); Noé Salinas Arreortua y José Luis Gómez Olivares (División de Ciencias Biológicas y de la Salud-UAM Iztapalapa); Jorge Nieto Sotelo y Luz María Mera Ovando (Jardín Botánico-IB/UNAM); Maya Lorena Pérez Ruiz, Ana María Luisa Velasco Lozano, Yolotl González Torres, Marina Anguiano y Samuel Villela Flores (DEAS-INAH); Arturo Gómez Martínez, Johannes Neurath y Carlos David González Aguilar (Subdirección de Etnografía-MNA); Felipe Chávez Cervantes (abogado independiente); Fidencio Briseño Chel (Centro INAH Yucatán); Cristina Hernández Bernal (Proyecto Etnografía de las Regiones Indígenas de



México-CNAN-INAH); Noemí Castillo Tejero y Francisco Rivas Castro (Dirección de Estudios Arqueológicos-INAH); Emily McClung de Tapia y Luis Alberto Vargas (IIA-UNAM); José Rodríguez Yc (SEP); Édgar Daniel Pat Cruz y Marco Antonio Carvajal Correa (Centro INAH Campeche); Daniel Zizumbo Villarreal y Patricia Colunga García-Marín (Ecosur-Chiapas); Yuriria Iturriaga (investigadora independiente); Teresa Rojas Rabiela, Eustaquio Celestino y Virginia García Acosta (CIESAS); Guy Rozat Dupeyron (Centro INAH Veracruz); Nallely Moreno Moncayo (École Pratique des Hautes Études, París); Héctor Bourges Rodríguez (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición); Juan de Dios Figueroa (Cinvestav Querétaro); Berenice Miranda Salgado (Villa Milpa Alta); Maité Lascuráin Rangel y Sergio Avendaño (Instituto de Ecología, A. C.); Citlalli López Binnqüist (Centro de Investigaciones Tropicales-UV); Catherine Marielle y Lucio Díaz (GEA); Angélica Pineda Moctezuma (ENTS-UNAM); Beatriz Albores Zárate (El Colegio Mexiquense, A. C.); Amaranta Arcadia Castillo Gómez (UAT); Gonzalo Camacho Díaz (ENM-UNAM); María Elena Valverde y Octavio Paredes López (Cinvestav Irapuato); Raúl Valadez Azúa (Facultad de Ciencias-UNAM); Marco Buenrostro y Cristina Barros (investigadores independientes); Alejandro Ortega Corona[†] (Cirno-INIFAP), y María Engracia Hernández Cerda (Instituto de Geografía-UNAM).

En la última etapa del proyecto, que consistió en la recepción de artículos, lectura por parte del comité editorial y, en su caso, intercambio de comentarios con los autores y posterior revisión de estilo e ilustraciones, se contó con el apoyo de Paola Aguirre y Bruno Julio Ruiz. Algunas imágenes tuvieron que rediseñarse o crearse, para lo cual se solicitó la participación de Laura Mancilla. A todos ellos les damos las gracias por su profesionalismo y entusiasmo para integrarse al equipo durante 2016 y 2017.

En 2018, una vez reunidos los materiales escritos y la mayor parte de las ilustraciones, se reelaboraron algunos anexos (glosarios, datos de colaboradores, introducciones) y se rehicieron las ilustraciones que no fueron totalmente satisfactorias para el comité editorial y los autores. Los miembros del equipo se cambiaron: la reorganización de las secciones y las imágenes quedó a cargo de Eréndira Martínez; para la corrección final de estilo de las secciones mencionadas se pidió el apoyo de Juan Carlos Muñoz, y para los últimos diseños se contó con la participación de José Antonio Hernández, ilustrador que actualmente (2018) realiza su servicio social en el Museo Nacional de Antropología. Por otra parte, Bárbara Martínez del Campo, estudiante de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM), se trasladó a Teotihuacan para reproducir la imagen de Nanahuatzin.

En ese mismo periodo ha sido fundamental la participación de las siguientes personas: Carmen Loyola, fotógrafa del Instituto de Biología-UNAM; la licenciada Vanessa Fonseca, coordinadora del Proyecto de Digitalización de las Colecciones del Museo Nacional de Antropología, y el licenciado José Nava, responsable de la Biblioteca Miguel Othón de Mendizábal de la DEAS-INAH. A todos les agradecemos puntualmente su colaboración.



Siglas y acrónimos

ADM	Archer Daniels Midland
AGN	Archivo General de la Nación
a.n.e.	Antes de nuestra era
AP	Antes del presente
APHIS	Animal and Plant Health Inspection Service (Servicio de Inspección de Sanidad Vegetal y Animal)
BNAH	Biblioteca Nacional de Antropología e Historia
Canacintra	Cámara Nacional de la Industria de Transformación
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCA	Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte
CCYH	Colegio de Ciencias y Humanidades
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
Cebaj	Campo Experimental Bajío
Ceccam	Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano
Cemda	Centro Mexicano de Derecho Ambiental
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
Cevamex-SARH	Campo Experimental Valle de México-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
Ciamec	Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central
Cibiogem	Comisión Intersectorial de Biotecnología y Organismos Genéticamente Modificados
CIESAS	Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social
CIICH	Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
Cinvestav	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN
Circe	Centro de Investigación Regional Centro
Cnan	Coordinación Nacional de Antropología



RESPUESTAS ACERCA DEL MAÍZ

CNBA	Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola
Colsan	El Colegio de San Luis, A. C.
Conabio	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Conaculta	Consejo Nacional para la Cultura y las Artes
Conacyt	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Conalmex	Comisión Mexicana de Cooperación con la UNESCO
Conasupo	Compañía Nacional de Subsistencias Populares
CRIM-UNAM	Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-Universidad Nacional Autónoma de México
DEA	Dirección de Estudios Arqueológicos
DEAS	Dirección de Etnología y Antropología Social
DGAPA-UNAM	Dirección General de Asuntos del Personal Académico-Universidad Nacional Autónoma de México
d.n.e.	Después de nuestra era
DOF	<i>Diario Oficial de la Federación</i>
Ecosur	El Colegio de la Frontera Sur
Educe	Educación, Cultura y Ecología
ENAH	Escuela Nacional de Antropología e Historia
ENEP	Escuela Nacional de Estudios Profesionales
ENM-UNAM	Escuela Nacional de Música-Universidad Nacional Autónoma de México
EPHE	École Pratique des Hautes Études (Escuela Práctica de Altos Estudios)
EZLN	Ejército Zapatista de Liberación Nacional
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
Faostat	Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division (División de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
FCE	Fondo de Cultura Económica
FES	Facultad de Estudios Superiores
FESC	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
Flacso	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
GEA	Grupo de Estudios Ambientales
GIRA	Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada
IFAN	Institut Fondamental d'Afrique Noire (Instituto Fundamental del África Negra)
IIA-UNAM	Instituto de Investigaciones Antropológicas-Universidad Nacional Autónoma de México
IIE-UNAM	Instituto de Investigaciones Estéticas-Universidad Nacional Autónoma de México
IIH-UNAM	Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Nacional Autónoma de México



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

IMRNR	Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables
INAH	Instituto Nacional de Antropología e Historia
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INI	Instituto Nacional Indigenista
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
INIF	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
IPN	Instituto Politécnico Nacional
LBOGM	Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados
MNA	Museo Nacional de Antropología
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMS	Organización Mundial de la Salud
Prodersuma	Programa para el Desarrollo Rural Sustentable de Milpa Alta
Profepa	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
Promaf	Subprograma de Apoyo a la Cadena Productiva de los Productores de Maíz y Frijol
SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería
Sagarpa	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
Sedagro	Secretaría de Desarrollo Agropecuario
Sedeculta	Secretaría de la Cultura y las Artes del Estado de Yucatán
Sedesol	Secretaría de Desarrollo Social
SEGEY	Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán
Segob	Secretaría de Gobernación
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Senasica	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SEP	Secretaría de Educación Pública
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
Sinarefi	Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
SIPAM	Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial
Sispro	Sistemas Producto
SNICS	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
SSM	Servicio Sismológico Nacional
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TPP	Tribunal Permanente de los Pueblos
UABCS	Universidad Autónoma de Baja California Sur
UACM	Universidad Autónoma de la Ciudad de México
UADY	Universidad Autónoma de Yucatán
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana



RESPUESTAS ACERCA DEL MAÍZ

UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí
UCCS	Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad
Ugam	Unión de Grupos Ambientalistas
UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)



Presentación

(Tomo I)

JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ

Este primer tomo contiene respuestas a las preguntas más básicas acerca del conocimiento del maíz, las cuales se reiteran en cualquier lugar en el que se discuten o abordan nuestra relación con el cultivo y las múltiples facetas que se desprenden de esa vinculación. En consecuencia, en la sección II se recogen respuestas ligadas a otras dimensiones del conocimiento de la planta desde la perspectiva del estudio de los pueblos que han estructurado su cultura alrededor del cultivo. Los nombres, las descripciones y los conceptos generados para explicar al maíz en diferentes comunidades indígenas de nuestro país revelan, de manera directa, lo que se ha dado en llamar saberes, que en sentido amplio no son ni más ni menos que la ciencia. Esta visión de la sección II complementa la de la sección I, en la cual se vierten las respuestas de la ciencia moderna que profundizan el conocimiento y los saberes generados por los guardianes del maíz.

Asimismo, este tomo incluye muchas preguntas que han suscitado gran controversia en tiempos recientes en México y que han dado origen a movimientos sociales que defienden el cultivo y las culturas que todavía mantienen una estrecha relación con la planta, como se verá en el segundo tomo.

El surgimiento del maíz transgénico —producto ligado a la trayectoria biotecnológica y que representa el paso más reciente de la tendencia agropecuaria industrial—, a partir de la generación de maíces híbridos y su concentración en grandes empresas semilleras, dio paso a una confrontación con visiones e intereses distintos de los de esas empresas y de los científicos que estudian el maíz desde la perspectiva biotecnológica. Paradójicamente, la presencia del maíz transgénico en México, y después en toda Latinoamérica, hizo resurgir un interés inusitado por la cultura del maíz y de los pueblos que lo cultivan de manera reverencial y como sustento de sus comunidades.

El objetivo de esta obra en general, y de este tomo en particular, es presentar, de forma objetiva y positiva, respuestas, y en modo alguno acentuar controversias inútiles que podrían distorsionar el objeto de estudio: el maíz y su preservación.



En las respuestas en relación con la diversidad de maíz, el lector encontrará que los autores mencionan diferentes conteos del número de razas que se han descrito en nuestro país. Esto es así porque desde 1940 se han venido realizando investigaciones y colectas. Por ello, a través de los años ha aumentado el número de razas definidas. Por ejemplo, en 1951, con una de las primeras descripciones de la diversidad del maíz mexicano, se catalogaron 25 razas y para 2012 la Conabio consensó la existencia de 65 razas con más de 23 000 colectas y accesiones. Actualmente se han incrementado las contribuciones de colectas de diferentes regiones del país que hacen suponer que se incrementará el número de razas descritas, como el caso de la P'urhépecha.

Es una gran satisfacción para los editores de esta publicación haber contado con la colaboración de connotados especialistas de áreas diversas de la ciencia y las humanidades. Tenemos una profunda gratitud con todos los científicos, especialistas y expertos que aportaron sus conocimientos para responder a las preguntas planteadas, las cuales reflejan —así lo creemos— las inquietudes y la curiosidad que ha precipitado este renovado debate nacional acerca del maíz.

En este primer tomo, algunos de los principales científicos y estudiosos del maíz despliegan sus conocimientos para responder con gran sencillez preguntas de gran profundidad técnica, gracias a lo cual, estamos seguros, la sociedad contará con información actual y confiable en este campo de las ciencias naturales y sociales.

Finalmente, conviene que el lector se familiarice con las notas editoriales que aparecen entre paréntesis en los artículos. Los coordinadores han colocado en ellas referencias a otros artículos de la misma obra para que el lector pueda ampliar la información si lo desea. Para hacer la referencia se utilizan números romanos en versales para el tomo, números romanos en versalitas para el capítulo y números arábigos para el o los artículos. Cuando no aparecen versales es indicación de que los artículos están en el mismo tomo que se está consultando.



I. El maíz y el teocintle:
aspectos de botánica, genética,
conservación y bioseguridad

De TLAOLLI, seu MAIZIO; deq; potionibus, & placentalium generibus ex eo parari solitis. Cap. XL.



QVID mirum, si circa Mundi primordia, atque illorum temporum rudimenta, nondum excogitatis rebus ad vitam commodè transigendam inferuituris, Cerere carentes, mirabili sanè inuento, & naturæ omnium parentis bono, tuendæ sanitati apprimè utili, confuebat ad glandes, & Hordeum, quibus modò fues, & siqua sunt fordidiora animalia consuecunt faginari, quando nostra quoque tempestate alij Oriza, & Maizio, alij siliquis arborum quarundam, Iuncæ alij, herbæ notæ, radice, alij Ithantho, & Guaiacis, & (vt cætera, quæ innumera sunt, prætermittam) alij Tlaolli, quod nostri Frumentum Indicum, Haitini verò Maizium appellant, vescuntur loco panis? Neque hoc dictum in vilipendium Tlaolli, quod tantum abest vt vituperem, vt maximè laudem. mirerq; Hispanos rerum

exte-



Ilustración: Hernández F. (1651). *Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus seu Plantarum Animalium Mineralium Mexicanorum historia*. Roma: Ex typographeio Vitalis Mascardi. pp. 242-243.

Composición fotográfica: Bruno Julio Ruiz [Recuperado de <<https://archive.org/details/rerummedicarumno00hern/page/n3/mode/2up>>].



Introducción

JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ

Podemos imaginar que muchas preguntas surgieron a partir del arribo del maíz y otras plantas y animales a España, al regreso de Cristóbal Colón del continente americano.

Desde la descripción del maíz que hizo Francisco Hernández —protomédico y botánico del siglo XVI— hasta nuestros días, se han dado muchas respuestas para comprender mejor este cultivo. Científicos prominentes como Barbara McClintock y George Beadle (Premios Nobel en Fisiología y Genética) han participado en la solución de algunos enigmas en relación con el origen, la domesticación y la diversificación del maíz. Aunque no podemos asegurar que se hayan despejado todas las interrogantes, ya que aún existen dudas fascinantes, durante más de 100 años se generó un riquísimo debate que ha contribuido al avance del conocimiento en áreas fundamentales del quehacer científico.

En esta primera sección, ese acervo de conocimiento básico en torno al maíz se acerca al lector mediante respuestas a los cuestionamientos que se sigue haciendo la sociedad mexicana, fuera del ámbito académico de los investigadores especialistas, en pueblos, mercados, reuniones, e incluso en periódicos que recogen problemáticas vinculadas con esta planta tan cercana a nosotros en muchos sentidos.

Los científicos y estudiosos reunidos en esta sección convergen en varias dimensiones relevantes para entender el maíz desde la botánica, la genética, la ecología y el manejo agrícola de la gente que lo cultiva. Precisamente, las dimensiones asociadas a los conceptos “centro de origen”, “domesticación” y “diversidad” son las que mejor explican a las plantas cultivadas y, por ende, al maíz.

Gracias a los trabajos de Nikolai Vavilov, genetista de principios del siglo XX y estudioso de los cultivos, se conocen y exploran las ocho grandes regiones del mundo donde se originaron las plantas cultivadas. Además de la teoría, otro de los legados de Vavilov a la humanidad se halla en Leningrado: uno de los primeros bancos de germoplasma de las especies cultivadas, construido en los años treinta del siglo XX. Según las



observaciones de este especialista, el maíz proviene de la región que se ha denominado *Mesoamérica*.*

Así, después de describir en términos biológicos al maíz y su ancestro, el teocintle (véase I, 1-4), en esta sección se desarrolla un tema fundamental: la relación del maíz con los agricultores en los sistemas agrícolas tradicionales y no tradicionales. Tal relación ha demostrado —incluso con la biotecnología más avanzada— que la forma como campesinos y grupos étnicos de diferentes partes de América manejan el maíz es fundamental para mantener la diversidad del cultivo tanto en su lugar de origen como en los continentes a los que se ha extendido y donde ha sido adoptado por otras culturas y sociedades (véase I, 11). Pese a que lo anterior se ha reconocido durante décadas, se ha descuidado la atención a los programas de conservación *in situ*, que permitirían la sustentabilidad y viabilidad de los sistemas agrícolas tradicionales o agroecológicos. Este tipo de agricultura, junto con la investigación relacionada con ella, ha tenido diferentes etapas y grados de éxito. Sin embargo, la investigación de “abajo hacia arriba”, esto es, con la participación del campesino y de tipo alternativo, siempre ha sido marginal respecto de la investigación agrícola dominante.

Es paradójico que los pobladores de las comunidades campesinas e indígenas sean los guardianes de la diversidad, ya que cada vez se les reduce más el apoyo económico. Con ello se ponen en riesgo esas valiosas semillas, pues, según estudios e investigaciones realizados durante años a partir de diversas disciplinas científicas y humanísticas, se ha comprobado que el papel del campesino es importantísimo para la conservación y la diversificación del maíz. Aun así, los programas de investigación y desarrollo para la conservación *in situ* del maíz no se han generalizado en regiones con gran concentración de grupos étnicos y campesinos.

Como lo han manifestado diferentes científicos en diversas ocasiones, la conservación del maíz en bancos de germoplasma o conservación *ex situ* es la estrategia dominante porque está ligada a la trayectoria tecnológica de los países desarrollados, y además porque las restricciones financieras de muchas naciones menos desarrolladas no permiten la implementación de la conservación *in situ* (véase I, 13). En pocos años, el descuido y la falta de atención a las comunidades rurales, en las que se encuentra el mayor porcentaje de germoplasma nativo, podrían afectar la diversidad del maíz. También se ha anticipado que las políticas públicas que promueven tecnologías intensivas en capital, y que expulsan el trabajo hacia las zonas urbanas o al extranjero, determinarán la tasa a la que se estarían reduciendo los recursos genéticos del maíz. Las condiciones de marginación y pobreza que enfrentan los campesinos —ya evidentes en numerosas regiones de América y del resto del planeta— podrían llevar a la pérdida de la diversidad del maíz (véase I, 12).

Conforme este contexto, en la presente sección se responde a preguntas relacionadas con el ámbito de la trayectoria tecnológica en los países industrializados, la

* El concepto *Mesoamérica* se discute en círculos académicos especializados, así como los conceptos *centro de origen*, *domesticación*, *diversidad* y *agricultura*; sin embargo, en esta obra mantenemos las definiciones básicas vigentes.



biotecnología agrícola, en la cual el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y, recientemente, de etanol.

Según hemos relatado en otros trabajos, a lo largo de la historia del estudio y la exploración de la diversidad del maíz, destacan dos grandes estrategias de conservación de esos recursos: la colecta y el resguardo de muestras de maíz en bancos de germoplasma o conservación *ex situ*, y la conservación *in situ*, de la que ya se ha comentado y que requiere el fomento y la reproducción de las condiciones sociales y ambientales del campesino que permitan la conservación del maíz.

En los Estados Unidos, por ejemplo, es evidente que la estrategia de conservación estuvo enfocada en la colección extensiva y exhaustiva de los recursos genéticos del maíz, lo que no podría haber sido de otra forma, si tomamos en cuenta el sendero tecnológico de ese país. Tal investigación atendió los aspectos botánicos, genéticos, agronómicos y tecnológicos del germoplasma. En primer lugar, la adopción de híbridos del maíz se fomentó desde principios del siglo xx, y el sistema de investigación se concentró en esa tecnología para la producción de semillas controladas por unas cuantas empresas (véase I, 18). Se generó así un gran control de la producción del maíz a lo largo de toda la franja maicera de los Estados Unidos, la cual se describe en el trabajo del economista Zvi Griliches (1957). En ese estudio se detallan varios paradigmas del capitalismo: 1) el proceso de innovación tecnológica, en este caso la semilla de maíz híbrida; 2) el proceso de adopción y distribución de esas invenciones particulares en diferentes mercados, en este caso regiones productoras de maíz, y 3) la tasa de aceptación de tales procesos entre los agricultores, concebidos como empresarios. Con base en el uso intensivo de híbridos y el resguardo de material genético nativo, el modelo se exporta a la periferia de los países desarrollados junto con los sistemas de propiedad intelectual para asegurar el control y el monopolio temporal de las innovaciones. Ese tema se trata en esta primera sección, donde se explica qué es la propiedad intelectual y la producción de semillas híbridas producto de esa trayectoria tecnológica (véase I, 20 y 22).

Todas las preguntas a las que aquí se da respuesta apuntan a aspectos relativos al maíz y el teocintle. La excepción es la última pregunta, en la que se aborda el trigo transgénico, porque en diferentes ocasiones, durante nuestro trabajo de campo, la gente nos preguntaba, y se preguntaba: “Si ya se ha producido maíz transgénico, ¿qué ha pasado con el trigo?” Aquí se ofrece una explicación a esa inquietud (véase I, 27).

Por último, en esta sección queremos valorar la importancia del conocimiento científico para la protección del maíz y de la gente que lo cultiva y lo produce. El deterioro de las condiciones sociales, económicas y políticas del sector agropecuario, en general, y campesino, en particular, pone en riesgo la diversidad del maíz. No se puede seguir soslayando que la protección de la diversidad de la planta requiere el fortalecimiento de la sociedad rural; una de las prioridades es instrumentar formas de protección *in situ* y *ex situ* de dicha diversidad. Ésta es una tarea que involucra a los científicos, la sociedad y el gobierno.



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Beadle, G. W. (1980). "The Ancestry of Corn." *Scientific American*, 242, 112-119. Recuperado de <<http://jstor.org/stable/24966237>>.
- Griliches, Z. (1957). "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change." *Econometrica*, 4(25), 501-522. Recuperado de <<https://www.jstor.org/stable/1905380?seq=1>>.
- Hernández F. (1651). *Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus seu Plantarum Animalium Mineralium Mexicanorum historia*. Roma: Ex typographeio Vitalis Mascardi. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <<https://archive.org/details/rerummedicarumno00hern/page/n3/mode/2up>>.
- McClintock, B. (1950). "The Origin and Behavior of Mutable Loci in Maize." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 36(6), 344-355. Recuperado de <<http://www.pnas.org/content/pnas/36/6/344.full.pdf>>.
- Vavilov, N. (1992). *Origin and Geography of Cultivated Plants*. Cambridge: Cambridge University Press.



1. ¿Qué es el maíz?

TAKEO ÁNGEL KATO YAMAKAKE

Es una planta que tiene un ciclo de vida anual y que requiere el cuidado del ser humano para sobrevivir y dispersar sus semillas con el fin de propagarse. Es la planta más eficiente para capturar la energía del sol y convertirla en alimento; tiene gran capacidad para adaptarse a condiciones extremas y diversas de humedad, iluminación, altitud y temperatura. Se cultiva en el continente americano, desde la provincia de Ontario, en Canadá, hasta la región de la Patagonia, en Argentina y Chile, así como en el resto del mundo, en gran diversidad de ambientes.

El maíz es una planta gramínea descendiente de otra que conocemos como teocintle, en particular de cierto grupo o población de teocintles que se localizaban en diferentes regiones de México hace 8000 años (*véase* I, 2-6). En esas poblaciones había varios tipos de teocintle que empezaban a presentar rasgos parecidos a los que posteriormente serían propios del maíz como lo conocemos, y que fueron seleccionados por los habitantes ancestrales de aquellas regiones. Quizá fueron varias características de las plantas de teocintle —como la semilla, el color, la disponibilidad, el sabor— las que llamaron la atención de los primeros recolectores y pobladores de México, quienes domesticaron esas plantas hasta convertirlas en maíz.

Desde un punto vista botánico, la planta de maíz tiene sus arreglos de flores, llamadas *inflorescencias*, masculinas y femeninas, separadas en posiciones diferentes de la misma planta. La espiga es la inflorescencia masculina y se encuentra en la parte superior, en tanto que la mazorca o inflorescencia femenina se encuentra en la región axilar de la hoja, envuelta por cubiertas foliares a las que en algunas partes de México se llama *totomoxtle* (*véase* t. II, v, 63). La mazorca es única entre los cereales y es la estructura principal que se usa para identificar la gran diversidad de maíces que existen en México y, en general, en el continente americano y en el mundo.

En países altamente industrializados, el maíz se usa para forraje y como materia prima en industrias extractivas, por lo que tiene menor importancia como alimento



humano. Por el contrario, en México y en varios países de América Latina y África es alimento básico e ingrediente importante de la dieta de sus habitantes.

Como alimento del pueblo mexicano, el maíz tiene muchísimos usos en toda la República (véase t. III, VIII). En cada región se han seleccionado maíces con características especiales, como color, forma, mayor productividad, resistencia a plagas, o por cuestiones ceremoniales, por lo que se ha generado la gran diversidad de maíz que tenemos en México, la cual se ha extendido a otras regiones de América y del mundo (véase I, 10-12).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kato, T. A., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. México: UNAM/Conabio. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de < <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6385.pdf> >.
- Turrent, A., y J. A. Serratos (2004). "Context and Background on Maize and Its Wild Relatives in Mexico." En Comisión para la Cooperación Ambiental de Norte América, *Maize and Biodiversity: The Effects of Transgenic Maize in Mexico*. Montreal: Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norte América. Recuperado el 23 de octubre de 2020 de <https://www.researchgate.net/publication/303571977_Context_and_Background_on_Maize_and_its_Wild_Relatives_in_Mexico>.



2. ¿En dónde y cómo se originó el maíz?

TAKEO ÁNGEL KATO YAMAKAKE

Por medio del estudio de estructuras contenidas en los cromosomas del maíz, llamados *nudos*, se determinaron los lugares en los que posiblemente se originó esta planta. Al analizar los nudos característicos presentes en cada raza de maíz y en las plantas de teocintle de diferentes regiones (*véase 1, 3 y 6*) se generaron mapas para mostrar los patrones de distribución de esas estructuras en cada lugar. Con los mapas se concluyó que el maíz tuvo su origen en cuatro regiones de México y en una de Guatemala. La primera se ubicó entre Oaxaca y Chiapas; la segunda, en el occidente de Oaxaca; la tercera, en la región de la Mesa Central, en los estados de México, Puebla, Morelos, Tlaxcala y el Distrito Federal; la cuarta, entre Guerrero, el sur de Morelos, el suroccidente del Estado de México y el sur de Puebla. En Guatemala se encuentra el quinto centro de origen del maíz, en las zonas altas de la sierra. Recientemente, al analizar las características de los nudos cromosómicos en poblaciones de maíz cónico norteño y otras cinco razas que se localizan principalmente en Chihuahua, se han hallado indicios de otro centro de origen en el norte de México. Así, acuñamos el término *multicéntrico* para explicar los lugares de origen que identificamos en Mesoamérica.

Después de ubicar esos posibles centros se procedió a responder a la pregunta: ¿cómo se originó el maíz? En primer lugar, suponemos que las poblaciones de teocintle estaban ampliamente distribuidas en toda Mesoamérica y su diversidad debió haber sido mayor. Muchas poblaciones de teocintle debieron ser silvestres; sin embargo, con la llegada de ganado mayor se perdieron, por lo que ya no tenemos esa información genética que hubiera podido precisar el origen del maíz.

La historia pudo haber comenzado con la variación en poblaciones de teocintle, la cual produjo plantas con características maizoides cuya selección y manejo estuvo a cargo de los primeros agricultores, probablemente mujeres, en Mesoamérica. Sin duda, este proceso de domesticación fue holístico; esto es, en él intervino multitud de factores y procesos que involucraron conjuntos de genes formados en grupos para dar algunas características mucho más cercanas al maíz en gran cantidad de individuos de las



poblaciones de teocintle, las cuales fueron moldeadas por selección humana. Asimismo, se debe hacer notar que seguramente hubo una migración humana muy grande, la cual permitió el intercambio de diferentes tipos de teocintle maizoide que se seleccionaron en las regiones que hemos definido como centros de origen y diversidad. En la actualidad, se sostiene que teocintle y maíz están genéticamente aislados y deben ser considerados especies distintas —aunque se pueden cruzar—; además, deberían formar parte de la clasificación empleada por algunos investigadores hace años (véase I, 4-6). Sin embargo, en todos los medios académicos se les considera subespecies del género *Zea*.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kato, T. A., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. México: UNAM/Conabio. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6385.pdf>>.
- Serratos, J. A. (2009). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*. México: Greenpeace. Recuperado el 23 de octubre de 2020 de <https://www.researchgate.net/publication/303571504_El_origen_y_la_diversidad_del_maiz_en_el_continente_americano>.
- Serratos, J. A., M. C. Willcox y F. Castillo (1996). *Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico*. México: CIMMYT. Recuperado el 8 de marzo de 2017 de <<http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/741/63197.pdf?sequence=1>>.



3. ¿Qué es el teocintle?

TAKEO ÁNGEL KATO YAMAKAKE

Es una planta silvestre, o parcialmente silvestre, que ha sobrevivido junto con el maíz. En épocas prehispánicas era completamente silvestre, pero con la llegada de los españoles, y del ganado mayor que trajeron, mermaron las poblaciones de teocintle, ya que los agricultores no lo cuidaban por considerarlo mala hierba. Desde hace tiempo, en varias regiones de México —principalmente en la parte central del país—, donde hay maíz también hay teocintle, exceptuando las regiones en que hay ganado, el cual ha tenido un efecto negativo en la supervivencia de la planta, aunque la semilla de ésta puede resistir y germinar en años subsiguientes.

El teocintle es el ancestro del maíz, según lo han determinado numerosos estudios realizados desde principios del siglo pasado, en los cuales se han demostrado las semejanzas y las relaciones entre ambas plantas, pese a que también existen claras diferencias (véase 1, 4).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kato, T. A., R. Ortega, E. Boege, A. Wegier, J. A. Serratos, V. Alavez, L. Jardón, L. Moyers y D. Ortega del Vecchyo (2013). "Origen y diversidad del maíz." En E. R. Álvarez y A. Piñeyro (coords.), *El maíz en peligro ante los transgénicos*, 25-59. México: CIICH-UNAM/UCCS/Universidad Veracruzana/Instituto de Ecología, Instituto de Biología, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Programa Universitario del Medio Ambiente-UNAM (Debate y Reflexión). Recuperado de <https://www.researchgate.net/profile/Lev_Jardon-Barbolla/publication/303961569_Origen_y_diversidad_del_maiz/links/57604d7f08ae244d0370cb1a.pdf>.
- Serratos, J. A. (2009). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*. México: Greenpeace. Recuperado el 23 de octubre de 2020 de <https://www.researchgate.net/publication/303571504_El_origen_y_la_diversidad_del_maiz_en_el_continente_americano>.



Serratos, J. A., M. C. Willcox y F. Castillo (1996). *Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico*. México: CIMMYT. Recuperado el 8 de marzo de 2017 de <<http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/741/63197.pdf?sequence=1>>.



4. ¿En qué se diferencia el teocintle del maíz?

TAKEO ÁNGEL KATO YAMAKAKE

Una diferencia morfológica se presenta en las inflorescencias: en el teocintle éstas son ramificadas, pero en el maíz no. Sin embargo, la diferencia fundamental está en la mazorca. El teocintle tiene una mazorquita con sólo dos hileras de granos; cada grano conforma un pequeño tallo (raquis simple) que se segmenta al llegar a la madurez, lo que permite la separación de los granos que están envueltos en una capsulita (copilla) dentro de la cual se encuentra la semilla propiamente dicha (cariópside).

En el maíz, en cambio, el raquis (olote) es una estructura sólida sobre la que se insertan los granos o semillas, la cual da soporte a toda la mazorca; está cubierta por hojas especializadas (totomoxtle) y es mucho más grande en comparación con la mazorquita del teocintle (figura suplementaria).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kato, T. A., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. México: UNAM/Conabio. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6385.pdf>>.
- Serratos, J. A. (2009). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*. México: Greenpeace. Recuperado el 23 de octubre de 2020 de <https://www.researchgate.net/publication/303571504_El_origen_y_la_diversidad_del_maiz_en_el_continente_americano>.
- Serratos, J. A., M. C. Willcox y F. Castillo (1996). *Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico*. México: CIMMYT. Recuperado el 8 de marzo de 2017 de <<http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/741/63197.pdf?sequence=1>>.



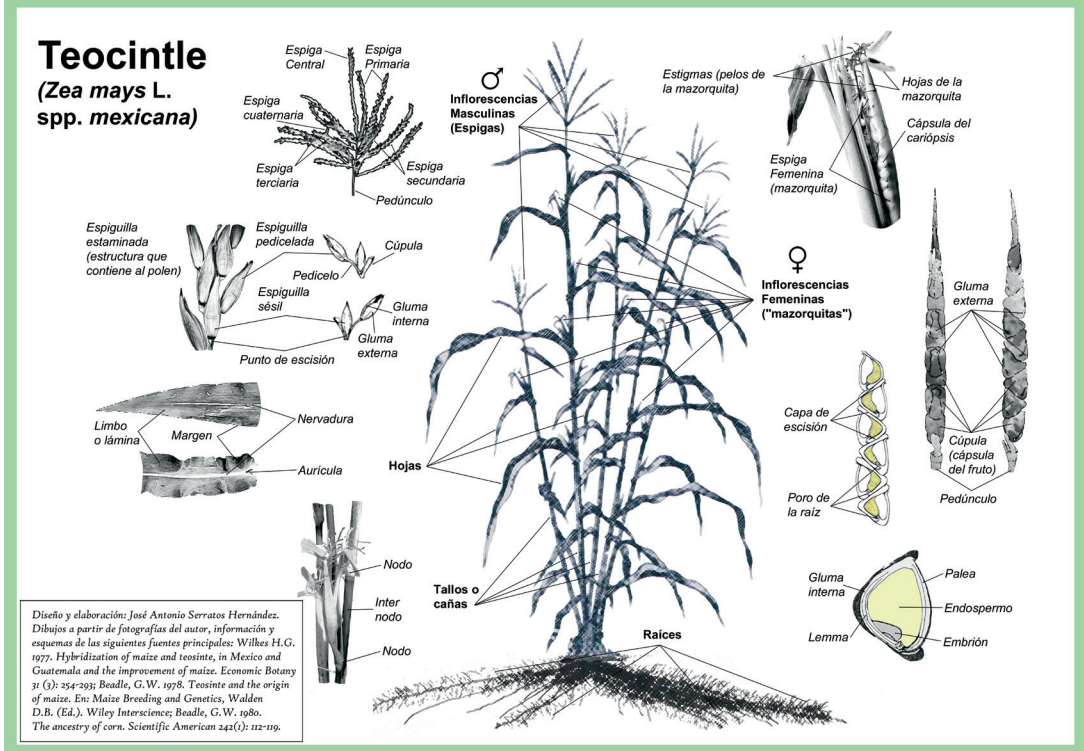
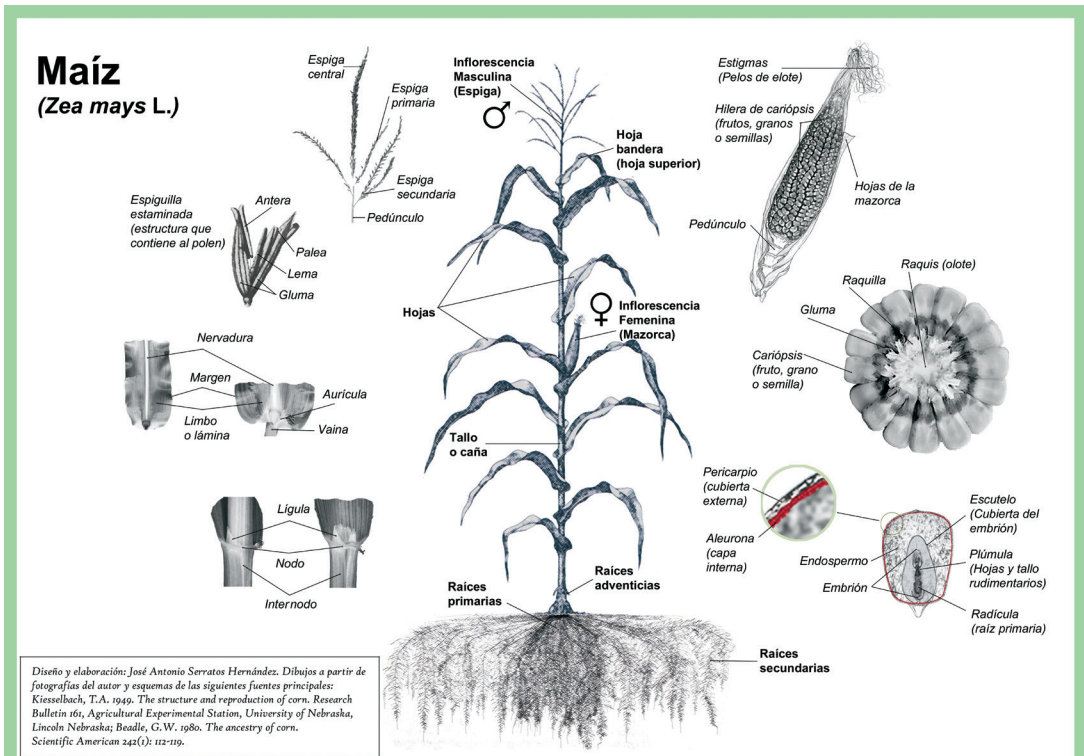


Figura suplementaria. Descripción botánica de maíz y teocintle.

Ilustración: José Antonio Serratos Hernández



5. ¿Cómo se conoce en diferentes lugares al teocintle?

JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ

En las ciencias biológicas, particularmente en botánica, se utiliza un sistema para designar organismos en latín, el cual se compone de dos elementos: el primero es el nombre del género (grupo de especies), y el segundo, el nombre de la especie. Por supuesto, no es costumbre llamar a las plantas por su nomenclatura científica, sino por sus nombres comunes. En español, *maíz* es el nombre común con el que nos referimos a la planta que los botánicos denominan *Zea* (género en latín) *mays* (especie en latín). La palabra tiene su origen en la voz tahíña de los pueblos caribeños *mabís*, la cual se castellanizó. Entre los pueblos nahuas, al maíz se le llamaba *centli*; *sara* o *chuqllu*, entre los quechuas, e *ixiim*, entre los mayas. Asimismo, *maíz* en inglés se dice *corn* o *maize*; en griego, *kalampóki* (Καλαμπόκι); en portugués, *milho*; en chino, *yùmî* (玉米); en japonés, *tōmorokoshi* (トウモロコシ), y en ruso, *kukuruza* (кыкыруза).

Por otra parte, *teocintle* (véase 1, 3 y 4) es el nombre común asignado a un grupo de plantas del mismo género y especie del maíz, pero que se integran en diferentes subespecies (*Zea mays parviglumis*, *Zea mays mexicana*, *Zea mays huebuetenangensis*) y en otras especies del mismo género (*Zea perennis*, *Zea diploperennis*, *Zea luxurians*, *Zea nicaraguensis*). Aquí es necesario apuntar que a finales del siglo XIX el nombre científico del teocintle era *Euchlaena mexicana* porque se consideró que pertenecía a otro género.

Ahora bien, ¿por qué se nombró teocintles a ese grupo de plantas? Una breve revisión histórica muestra que desde mediados del siglo XVI el protomédico español Francisco Hernández describió varios tipos de maíz y de teocintle; sin embargo, no distinguió entre ambas plantas. La referencia más antigua que tenemos indica que en 1875 el botánico Ascherson utilizó la palabra *teosinte* (anglicismo de *teocintle*) para describir la *Euchlaena mexicana*, que es, como ya mencionamos, el primer nombre científico del teocintle. Según el científico estadounidense George Beadle, *teocintle* deriva del náhuatl *teocentli* o dios del maíz, lo que significaría que las civilizaciones antiguas lo reconocían como el ancestro de esa planta. No obstante, esto no es verdad, ya que el



dios Cintéotl está asociado exclusivamente con el maíz, sin dar lugar a ambigüedades. Hasta ahora, la mayoría de la gente sigue refiriéndose al teocintle, mientras que fuera de México se utiliza el anglicismo *teosinte*.

Curiosamente, en la mayor parte de las comunidades campesinas mexicanas el teocintle recibe otros nombres. En la capital del país y en el Estado de México lo llaman *acici*, *acece*, *maíz tuscato*, *maíz cuitzcatuto*, *maíz forrajero* o *milpa de zorra*. En Jalisco se le conoce como *maíz de pájaro*, *de chapulín*, *de coyote*, *de guajolote*, *de cuervo*, *del indio*, *de rata*, *de tapacaminos*; también, *chapule*. En algunos pueblos del estado de Guerrero se llama *acecentli*, *acintle*, *atzitzintle* y *maíz de buiscatote*. En Michoacán, *cundaz* y *maíz camalote*; en Oaxaca, *cocoxle*; en Puebla, *maíz cimarrón*, mientras que en Nayarit es *milpilla*. Finalmente, en Durango y Chihuahua se denomina *maicillo* y *maíz silvestre*.

En la actualidad, el teocintle es considerado maleza o “mala hierba” en los campos de producción de maíz comercial y en la mayoría de las comunidades campesinas donde se cultiva maíz nativo.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Beadle, G. W. (1980). *The Ancestry of Corn*. *Scientific American*, 242, 112-119. Recuperado el 23 de octubre de 2020 de <<https://www.jstor.org/stable/24966237?seq=1>>.
- Sánchez, J. J., y J. A. Ruiz Corral (1996). “Distribución del teocintle en México.” En J. A. Serratos, M. C. Willcox y F. Castillo (eds.), *Memoria del foro. Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico*. El Batán, Estado de México: INIFAP/CIMMYT/CNBA. Recuperado el 18 de octubre de 2020 de <<http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/741/63197.pdf?sequence=1>>.
- Serratos, J. A. (2009). “Teozintle, ¿qué es para los pueblos prehispánicos?” En C. Morales y C. Rodríguez (coords.), *Suplemento de Diario de Campo. Desgranando una mazorca. Orígenes y etnografía de los maíces nativos*, 52, 68-75. México: Conaculta/INAH.



6. ¿Por qué es importante el teocintle?

JESÚS AXAYÁCATL CUEVAS SÁNCHEZ

Para responder apropiadamente a esta pregunta, en primer lugar es preciso tener en cuenta que, con base en el conocimiento taxonómico actual, el género *Zea* spp. incluye seis especies, donde *Zea mays* L. es el nombre científico con el que se reconoce al maíz. Los otros nombres designan las plantas silvestres que en diversos lugares de México se denominan *teocintles* (véase 1, 3 y 5). Gracias a los experimentos realizados por el doctor Salvador Miranda Colín, quien demostró prácticamente que las cruces entre teocintles y maíz no sólo son factibles sino que su descendencia es fértil, los teocintles se ubicaron en el género *Zea*, al que pertenece el maíz. Con ello se reconoció que en algunos casos se trata de la misma especie biológica, aunque tenga un aspecto relativamente diferente, sobre todo en las mazorcas (véase 1, 4).

Las poblaciones de los ancestros silvestres del maíz, al estar vinculadas con la evolución natural y la dirigida por los seres humanos (proceso conocido como *fito-domesticación*) del género *Zea* (véase 1, 2), son consideradas de gran importancia en los estudios sobre evolución y relaciones filogenéticas entre grupos de plantas. De hecho, la relevancia de las poblaciones silvestres asociadas con el maíz es tan grande que cuando Rafael Guzmán redescubrió una de ellas, la llamada *Zea diploperennis*, se designó un área en Manantlán, Jalisco, para la protección en campo de sus poblaciones.

Otra razón por la cual los teocintles son cruciales es que un tipo de éstos, conocido como *Zea parviglumis*, es considerado el ancestro del maíz (véase figura 1).

La información genética contenida en los teocintles es fundamental, a tal grado que en diversos bancos de germoplasma (sitios especialmente diseñados para conservar semillas vivas de diferentes especies durante muchos años) de México y el mundo se preservan muestras de semillas y ADN para utilizar su información en programas de mejoramiento genético del maíz, con el fin de lograr que éste sea más resistente a sequías, plagas y diversos organismos que puedan causarle enfermedades (véase 1, 13).





Figura 1. Teocintles. Fotografía: Carmen Loyola Blanco.

Respecto de la importancia utilitaria de los teocintles, llevamos a cabo experimentos mediante los cuales se demostró la factibilidad de elaborar palomitas, tortillas y pinoles con alto contenido de proteínas (mayor de 32%); formas de uso vinculadas con el periodo Arcaico de la alimentación en Mesoamérica que están vigentes en algunas comunidades aisladas en la región occidental de México (véase figura 2).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Cuevas, J. A. (2003). *Domesticación inicial del maíz. Evaluación experimental de algunos móviles*. Tesis de doctorado en ciencias. Montecillo, Estado de México: Instituto de Recursos Genéticos y Productividad-Colegio de Posgraduados.
- Flores, A. (2012). *El paisaje en la cazuela: cultura alimentaria en Zapotitlán de Vadillo, Jalisco*. Trabajo de titulación en la modalidad de tesis para obtener el título de licenciado en biología. Zapopan: Universidad de Guadalajara, Las Agujas.
- The Plant List. A working list of all plant species Version 1.1 (2013). Recuperado el 8 de marzo de 2021 de <<http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Zea>>.





Figura 2. Palomitas de teocintle. Fotografía: Daniel Zizumbo Villarreal.



7. ¿Qué es maíz nativo o criollo?

FERNANDO CASTILLO GONZÁLEZ

Es el resultado de la evolución derivada del trabajo de domesticación que realizan los productores tradicionales del cultivo. En este proceso de evolución el maíz nativo se ha diversificado a causa de factores ecológicos, ambientales y del manejo humano, que es el conductor de dicho proceso. Las poblaciones de maíz se van adaptando a esos factores o condiciones para formar ecotipos, los cuales se diferencian a medida que divergen las condiciones ecológicas. Un ecotipo es una población adaptada a la condición de un micronicho ecológico, esto es, un sitio geográfico en el que prevalecen condiciones ambientales específicas, diferentes de las que se encuentran en otro sitio relativamente cercano y que pueden producir cambios sustanciales.

Las poblaciones de maíz adaptadas a una condición ecológica particular son ecotipos que suelen presentar formas semejantes; sin embargo, si uno se aleja una distancia relativamente pequeña, tales poblaciones muestran adaptaciones particulares —en comparación relativa—, dependiendo del sitio geográfico donde se encuentren. Entre poblaciones de maíz pueden hacerse comparaciones de tipo ecológico o morfológico; por ejemplo, entre un maíz de la costa y uno del altiplano es muy evidente la diferencia de comportamiento cuando se intercambian los lugares de la siembra. Asimismo, si tomamos dos versiones de maíz semejantes en su morfología pero separadas por una distancia de 30 km en su coadaptación ecológica, habrá diferencia en su comportamiento cuando se siembren ambas en cada uno de sus sitios geográficos. La que esté coadaptada al sitio se comportará mejor que la introducida.

Existe estrecha asociación entre la dinámica de las poblaciones de maíz y su manejo por parte de las poblaciones humanas, por lo que hay una especificidad del maíz respecto de las áreas agrícolas de las comunidades en que se cultiva. En estudios exploratorios efectuados en el altiplano, la selección y el manejo de la semilla lo realizan entre 80 y 90% de los agricultores en las comunidades más tradicionales. Si los agricultores seleccionan la semilla de su cosecha, ésta será la que mejor se comportará en las



condiciones particulares de su sitio geográfico y será la base de las poblaciones locales; éste es un proceso de selección acorde a circunstancias ecológicas específicas.

Los llamados *maíces criollos* reciben ese nombre debido a sesgos en la aplicación del lenguaje, ya que la palabra *criollo* hace referencia a una planta de origen externo. Al ser el maíz una planta nativa de México desde generaciones inmemoriales, no se le debería llamar *criollo*. Sin embargo, la denominación se usa desde la Colonia, pues prácticamente fue impuesta por los españoles.

Es universalmente aceptado que el maíz se domesticó en México, ya sea en uno o varios sitios (*véase* 1, 2), durante un proceso relativamente largo y siempre ha estado en este país; por lo tanto, es planta endémica de él.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kato, T. A., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. México: UNAM/Conabio. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de < <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6385.pdf> >.
- Kato, T. A., R. Ortega, E. Boege, A. Wegier, J. A. Serratos, V. Alavez, L. Jardón, L. Moyers y D. Ortega del Vecchyo (2013). "Origen y diversidad del maíz." En E. R. Álvarez y A. Piñeyro (coords.), *El maíz en peligro ante los transgénicos*, 25-59. México: CIICH-UNAM/UCCS/Universidad Veracruzana/Instituto de Ecología, Instituto de Biología, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Programa Universitario del Medio Ambiente-UNAM (Debate y Reflexión). Recuperado de <https://www.researchgate.net/profile/Lev_Jardon-Barbolla/publication/303961569_Origen_y_diversidad_del_maiz/links/57604d7f08ae244d0370cb1a.pdf>.



8. ¿Qué es acriollar un maíz?

FERNANDO CASTILLO GONZÁLEZ

En función de la estrategia para producir variedades “mejoradas” y distribuir las de manera masiva, algunas semillas —que en su origen son una variedad mejorada comercial— llegan a manos de los agricultores tradicionales, quienes las incorporan al proceso de siembra y selección a partir de su cosecha. El acriollamiento consiste en seleccionar mazorcas de individuos provenientes de semilla híbrida, los cuales se adaptan mejor a las condiciones ecológicas y se convierten en una población de manejo tradicional.

El procedimiento básico para generar maíz acriollado tiene su origen en los programas de mejoramiento genético —públicos o de empresas privadas— para la producción de semillas híbridas comerciales (véase I, 18). Asimismo, es resultado del interés de los agricultores tradicionales por obtener nuevas semillas a partir de la observación y la experimentación con las que tienen a su alcance, en este caso las que vienen de programas de mejoramiento o híbridos. Al campesino tradicional le interesa tener mayor número de opciones, por lo que sigue sembrando y seleccionando semillas derivadas del híbrido, incluso cuando en un primer ensayo no obtenga resultados óptimos en sus campos de cultivo.

Es importante destacar que el acriollamiento se produce gracias a la selección, cosecha y producción de las semillas de los campesinos, con la incorporación de ingredientes “nuevos”, como semillas híbridas provenientes de programas de mejoramiento. Este proceso básico se ha llevado a cabo desde la domesticación del maíz; por lo tanto, el término *acriollar* puede considerarse erróneo, ya que se ha usado desde la perspectiva agronómica de la industria de la semilla híbrida, que califica al híbrido como “novedoso”, el cual, al incorporarse al manejo campesino, se convierte en “rústico” (véase I, 7).

En México hay dos tipos de agricultura maicera: la de las compañías, públicas o privadas, de semillas híbridas, y la de semillas nativas. De la superficie total dedicada al cultivo del maíz en México (de 8000000 a 8500000 de hectáreas), la semilla híbrida



ocupa entre 15 y 30%. Hay quienes, sin contar con datos estadísticos confiables, sostienen que la incorporación de semillas híbridas en el proceso de evolución bajo domesticación de las semillas nativas constituye una acción relevante del mejoramiento genético en la producción del maíz. Sin embargo, no es posible saber si esto ha sido benéfico o perjudicial para dicha producción.

En la actualidad, sólo en el norte de México hay una producción importante de maíz, mientras que en el centro y el sur es deficitaria. El discurso oficial ha asegurado que esto se debe al uso de semillas híbridas en el norte, y que en otras áreas, en particular las campesinas, el atraso es causado por la utilización de maíz nativo, principalmente para autoconsumo. En realidad no existen datos estadísticos precisos acerca de la producción de ambos esquemas —híbridos y nativos— que permitan una comparación acertada; tampoco es cierto que el maíz nativo sea exclusivamente para el autoconsumo, puesto que se comercializa, en pequeña escala, en un mercado incipiente para conseguir otros satisfactores. En el pasado, ese mercado estaba mejor establecido para acopio, movilización y distribución de maíces, y era regulado por Conasupo, aunque también participaban otros comercializadores (coyotes) que llevaban el cereal de las zonas de mayor potencial productivo a las de menor potencial. En ese esquema había respaldo gubernamental, por lo que, al desaparecer Conasupo, los acaparadores privados adquirieron hegemonía. Las grandes empresas movilizadoras de grano, como Cargill y ADM, han prevalecido, aunque no participan en las ferias de maíz nativo, sino que se dedican a la distribución de las zonas de mayor producción, como Sinaloa o Jalisco, a otras zonas. Por ello, el comercio de maíz nativo lo realizan de forma espontánea los propios campesinos, algunas veces de manera más organizada en mercados tradicionales con antecedentes históricos, como el de Ozumba, al que los productores llevan su mercancía, con lo que movilizan el maíz nativo. Tampoco hay estadísticas sobre el tema porque no se toma en cuenta. No sabemos cuánto maíz nativo llega ni a dónde se va, aunque puede presumirse que se trata de cantidades considerables.

Tradicionalmente ha habido mucho comercio y movilización de semilla nativa en la Sierra Norte de Puebla, en los mercados de Cuetzalan o Zacapoaxtla. Además, en el sur del país se comercia semilla nativa los días de mercado rural o periurbano. En México, la venta de maíz nativo se da del centro hacia el sur; las grandes compañías comercializan la producción del norte, principalmente los distritos de riego de Sinaloa, en los que hay una enorme inyección de recursos. Sin embargo, en la región serrana de Sinaloa existe una importante movilización y comercialización de semilla nativa que sigue sembrándose en esa zona (aproximadamente en 100 000 hectáreas) y que conserva rasgos semejantes a la que se consigue en los mercados de Ozumba o Cuetzalan.

Es necesario investigar y analizar todos los mercados de semilla nativa para tener datos duros acerca de la comercialización del maíz nativo en México, ya que nunca se le considera en las estadísticas oficiales.

En este escenario con dos sistemas de producción —uno de semilla híbrida y otro de semilla nativa y “acriollada”—, podemos observar que se ha privilegiado, cada vez



con mayor énfasis, el maíz híbrido, público y privado, y nunca se ha considerado, desde el gobierno, la alternativa del maíz nativo y su semilla como sostén de la producción maicera. Prácticamente todos los recursos del Estado y el financiamiento se dirigen a la producción de semilla híbrida, pública y privada, sin investigar el potencial productivo, el manejo agroecológico y las características especiales del maíz nativo; sobre todo, jamás se han destinado recursos financieros y materiales (infraestructura y riego) para incentivar la producción del maíz nativo como forma de preservar el patrimonio genético.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Bellón, M. R., y J. Risopoulos (2001). "Small-scale Farmers Expand the Benefits of Improved Maize Germplasm: A Case Study from Chiapas, Mexico." *World Development*, 29(5), 799-811.
- Bellón, M. R., M. Adato, J. Becerril y D. Mindek (2006). "Poor Farmers' Perceived Benefits from Different Types of Maize Germplasm: The Case of Creolization in Lowland Tropical Mexico." *World Development*, 34(1), 113-129.
- Ortega, R. (1973). *Variación en maíz y cambios socioeconómicos en Chiapas, México, 1946-1971*. Tesis de maestría. Chapingo: Colegio de Posgraduados.



9. ¿Es lo mismo una raza que una variedad?

RAFAEL ORTEGA PACZKA

Varios especialistas en diversidad de maíz en México han cuestionado que se hable de “maíces criollos” o “variedades criollas” —lo que parece indicar que el maíz no se originó en México—, y en su lugar han propuesto “poblaciones locales nativas de maíz” o conceptos cercanos (*véase* 1, 7 y 8). Dado que otra de las acepciones de *criollo* en el *Diccionario de la lengua española* es “autóctono, propio, distintivo de un país hispanoamericano”, y debido a que, en México, para la gente de campo el maíz criollo es el propio de una localidad, no hay por qué cambiar el término cuando se trate de comunicaciones para el interior de nuestro país; en cambio, en Sudamérica sí se distingue “nativo” de “criollo”.

El “maíz criollo” de un agricultor o “población local nativa de maíz” es la unidad básica tangible de diversidad en esa especie, porque, como indica Anderson, “en un organismo variable y de polinización cruzada como el maíz las poblaciones son más significativas que los individuos”.

Algo distinto ocurre con el término *variedad*, que tiene diferente significado en botánica que en agronomía o en antropología. En el caso del maíz, no ha habido suficiente aislamiento para que evolucionen unidades distintas y uniformes que alcancen la categoría de subespecies o variedades botánicas, por lo que se recurrió a la categoría “raza”, cercana a la “variedad botánica”. Es preferible, entonces, usar la denominación “maíz criollo”, en particular cuando se escribe para un público no especializado.

Algunos trabajos recientes sobre maíces nativos realizados con enfoque antropológico recurren al término *variedad* para hablar del conjunto de poblaciones nativas a las que los campesinos se refieren con un mismo nombre; es el caso del “criollo blanco”, que con frecuencia designa poblaciones distintas. En consecuencia, no se recomienda el uso del término *variedad* en ese tipo de estudios.

En principio, la categoría taxonómica “raza” fue propuesta y definida para el maíz por los investigadores Anderson y Cutler, quienes precisaron lo siguiente: “La categoría taxonómica de raza es una población con un conjunto sustancial de características en





Figura 3. Diversidad de maíces de Santa María Tlahuitoltepec, Oaxaca.

Fotografía: Iván Díaz.

común que la distinguen como grupo y la diferencian de otras poblaciones, con capacidad de transmitir con fidelidad dichas características a las generaciones posteriores y que ocupa un área ecológica específica”. En la definición anterior se entiende que la raza no es una “población”, sino un conjunto de éstas, ya que las diferentes poblaciones de una raza están distribuidas en un área generalmente grande que no permite cruzamientos regulares.

Con frecuencia, una raza incluye poblaciones locales nativas que difieren en caracteres que visualmente se detectan con facilidad, como textura y color de grano, y en caracteres fundamentales, como su adaptación a un ambiente particular o su capacidad de rendimiento. En ese sentido, no es categoría suficiente para describir la diversidad que mantiene una familia, una comunidad rural o la que se encuentra en un área geográfica, por lo que hay que descender a subrazas, tipos y poblaciones locales nativas específicas (véase figura 3).

El término *raza* ha sido muy útil para agrupar gran número de poblaciones nativas de maíz y entender buena parte de su diversidad y su dinámica en el mundo (véase I, 11). Ahora bien, en la literatura especializada se ha abusado de esa categoría al hablar de maíces nativos de México; en especial, parece impropio propugnar por “conservar las razas de maíz” nacionales, cuando lo que se quiere es conservar la diversi-





Figura 4. Diversidad de maíces en San Juan Coxtocán, Tenango del Aire, Estado de México.
Fotografía: Rafael Ortega.

dad del maíz en el país, ya que la raza comprende una enorme diversidad morfológica y genética (véase figura 4).

Con el propósito de aumentar los rendimientos de maíces de grano blanco, así como proporcionar a la planta resistencia a enfermedades y características adecuadas para la agricultura mecanizada en buenos suelos con riego o para áreas con buena precipitación, los fitomejoradores en México se han dedicado a explotar una pequeña parte de la diversidad nativa disponible y algo de germoplasma proveniente del extranjero (véase I, 13). En la actualidad, los maíces mejorados sólo ocupan alrededor de 23% de la superficie del maíz que se siembra en México porque no son adecuados para la mayoría de las condiciones de cultivo o para sus diversos usos, por lo que es muy importante la conservación de la enorme diversidad de maíces nativos.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

González, G. M. (2007). *Diversidad del maíz: potencial agronómico y perspectivas para su conservación y desarrollo in situ en el sureste del Estado de México*. Tesis de doctorado en genética. Montecillo: Colegio de Posgraduados.



- Hernández X., E., y G. Alanís F. (1970). "Estudio morfológico de cinco razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: implicaciones filogenéticas y fitogeográficas." *Agrociencia*, 5(1), 3-30.
- Ortega, R. (2003). "La diversidad del maíz en México." En A. G. Esteva y C. Marielle (eds.), *Sin maíz no hay país*, 123-154. México: Museo Nacional de Culturas Populares.
- Silva, E. (1992). *Estudio agronómico y taxonómico de colecciones de la raza de maíz cónico, su colección central y perspectivas de uso en mejoramiento genético*. Tesis de maestría en genética. Montecillo: Colegio de Posgraduados.

10. ¿Qué es la diversidad de maíz?

RAFAEL ORTEGA PACZKA

Me referiré a la diversidad de maíz presente en las comunidades de pequeños agricultores y campesinos de México, quienes producen en 78% de la superficie cultivada de maíz y siembran su semilla obtenida a partir de la cosecha anterior. Esta diversidad es morfológica, fisiológica, de adaptación a determinados ambientes naturales y de manejo, y corresponde a diversos usos.

México y el norte de Centroamérica son el centro de origen, domesticación y diversidad primaria de los maíces nativos y los teocintles (*véase* 1, 2, 4 y 6), por lo que es muy probable que en esa región se encuentre la mayor variedad de características del maíz, incluyendo adaptación ambiental, calidad de grano para diferentes usos —relacionada principalmente con texturas y colores— y rendimiento en materia seca o grano.

La espectacular diversidad de los maíces nativos en México es reconocida en todo el mundo; en cambio, se sabe menos acerca de la considerable diversidad de cada maíz nativo, mecanismo muy importante para afrontar diferencias ambientales de un año a otro y que es, en gran parte, la base de la evolución de dichas poblaciones. Por lo general se desconoce que cada planta de maíz nativo es un híbrido diferente de la planta que está a su lado, debido a que se trata de una especie de polinización cruzada y a que su condición heterótica es fundamental en muchos aspectos, como la resistencia a factores ambientales y el rendimiento.

Entre los genes relacionados con la adaptación ambiental están aquellos que se acoplan al medio natural y al manejo de los agricultores. A los primeros corresponden los asociados con factores climáticos y edáficos, resistencia a plagas y a enfermedades e interacción con microorganismos fijadores de nitrógeno, etc. En este grupo se encuentran los genes de adaptación, en las diferentes etapas fenológicas, a factores climáticos: respuesta a intensidad de radiación solar, temperaturas, precipitación pluvial y humedad relativa óptima y extrema, así como resistencia a vientos y granizadas. Los genes de adaptación a diferentes tipos de suelo comprenden los relacionados con el



desarrollo de raíces primarias y adventicias, que confieren resistencia a suelos someros, ácidos o alcalinos.

En cuanto a la diversidad del maíz de México, en los años treinta el eminente científico ruso Vavilov indicó: “Indudablemente aquí, además de la diversidad varietal morfológica excepcional, que no se conoce en ningún otro país del mundo, está concentrada la diversidad de tipos fisiológicos y ecológicos que hasta ahora han sido insuficientemente usados en el mejoramiento genético práctico”. En esa época, según Vavilov, en México había maíces que se sembraban al nivel del mar y otros a más de 3000 m de altura; además, este estudioso reportó cultivos en lugares con más de 2000 ml anuales de precipitación. Hoy se sabe que la planta se cosecha aun en lugares cuya precipitación es mayor a 3000 ml. Otros científicos encontraron que se cultiva maíz bajo temporal en lugares con precipitación media de 250 a 350 milímetros.

Esto se explica por los siguientes factores: *a)* México es el país de origen y domesticación del maíz; *b)* han transcurrido 9000 años desde su domesticación y posterior cultivo, selección y uso ininterrumpido por parte de gran diversidad de etnias; *c)* la naturaleza montañosa del país, así como su ubicación entre dos océanos, genera condiciones favorables al cultivo de la planta; *d)* existe una enorme variedad de usos para los que se requieren diferentes maíces; *e)* hay dos millones de familias campesinas que cada año siembran y seleccionan semillas con criterios distintos y contrastantes entre sí.

Cabe destacar que mediante la selección de semillas los agricultores procuran que sus maíces se adapten lo mejor posible a los microclimas, a condiciones específicas del suelo de su parcela y al manejo particular que dan a sus cultivos, lo que confiere a éstos una gran especificidad, de tal suerte que con frecuencia un maíz nativo de una comunidad no se adapta suficientemente a las condiciones ambientales y de manejo de una población cercana (*véase* 1, 7 y 8). En contraste, para poder vender al máximo sus maíces mejorados y que los ingresos compensen el costo de su obtención y producción, e incluso generen considerables ganancias, los fitomejoradores convencionales buscan que sus maíces mejorados se adapten a un rango de diversidad ambiental considerable, aunque en ambientes específicos a menudo sean superados por los criollos.

La diversidad genética actual del maíz nativo de México es la memoria de la especie *Zea mays*, subespecie *mays*, y de los casos exitosos de supervivencia de las poblaciones locales nativas de esa subespecie en condiciones ambientales específicas, así como del manejo y los usos de la población humana del territorio mexicano y, en parte, del resto de América a partir de su domesticación. Esa diversidad sigue evolucionando frente al cambio climático y a nuevos usos del maíz gracias a que cada año las familias campesinas asentadas en casi todos los rincones de la República seleccionan semillas de la cosecha del ciclo anterior, la cual se logra en muy diversas condiciones climáticas, de manejo y para usos específicos. Uno de los grandes errores de las políticas públicas mexicanas de los últimos 70 años ha sido despreciar la fundamental tarea que realizan esos dos millones de familias de agricultores y, en cambio, apostar a los híbridos, producto de un puñado de fitomejoradores (*véase* 1, 18).



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Hernández X., E., y G. Alanís (1970). "Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México." *Agrociencia*, 5(1), 3-30.
- Kato, T. A. (2009). "Teorías sobre el origen del maíz." En T. A. Kato, C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye, *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*, 43-68. México: UNAM/Conabio. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6385.pdf>>.
- Luna, M. (2008). *El cultivo de maíz en Zacatecas*. Zacatecas: Coordinación de Investigación y Posgrado-Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Muñoz, A. (ed.) (2003). *Centli-maíz: prehistoria e historia, diversidad, potencial, origen genético y geográfico*. Montecillo, Estado de México: Programa Nacional de Recursos Fitogenéticos México/SNICS-Sagarpa/Colegio de Posgraduados.
- Ortega, R. (2003). "La diversidad del maíz en México." En G. Esteva y C. Marielle (eds.), *Sin maíz no hay país*, 123-154. México: Museo Nacional de Culturas Populares.



11. ¿Cuántas razas de maíz hay en el mundo?

KEVIN V. PIXLEY
DENISE E. COSTICH
SARAH J. HEARNE

Cada raza es un grupo de maíz nativo o población de maíz no formalmente mejorado, con suficientes características en común para ser reconocido como grupo particular, distinto de otras razas.

Los seres humanos siempre hemos clasificado las cosas: reunimos las más similares y definimos criterios para organizar esos grupos de mayor a menor, de mejor a peor o de antiguo a reciente. El maíz ha sido clasificado durante miles de años, comenzando por los pueblos que lo domesticaron y empezaron a usarlo. Bien podemos imaginar que los primeros criterios para definir diferentes maíces incluyeron la forma de la mazorca, su sabor, su facilidad de cocción, la cantidad de grano producido por planta y, tal vez, características de sus tallos como forraje o de sus olotes como combustible.

Desde su origen en México y Centroamérica, el maíz ha sido modificado y domesticado por hombres y mujeres; ha adquirido un lugar importante en la cultura de agricultores, pueblos y naciones. Maíces con propiedades culinarias especiales, junto con el conocimiento tradicional sobre sus usos, son particularmente valorados y clasificados o agrupados en lo que podría llamarse razas.

Los europeos llevaron el maíz al viejo mundo; de ahí se extendió a África y Asia, donde fue apreciado y adoptado por múltiples pueblos y culturas (*véase* t. II, IV, 54-56). En Kenia, por ejemplo, esta planta se usa principalmente para preparar un alimento llamado *ugali*, también conocido como *pan keniano*; muchos habitantes de ese país pueden describir los maíces que sus padres o sus abuelos empleaban en la elaboración de dicho alimento. Durante los últimos 500 años, en Kenia, al igual que en numerosos países, los maíces se han adoptado, modificado y clasificado según diversos y a veces novedosos usos y preferencias, lo que ha resultado en nuevas razas de maíz que no existen en México ni en Centroamérica (*véase* figura 5).

Alrededor de 1900 algunos científicos comenzaron a clasificar la diversidad del maíz con base en características fácilmente medibles, en especial la forma y el tamaño de granos, hojas y olotes. Cada vez se añadían más rasgos para agrupar los maíces,



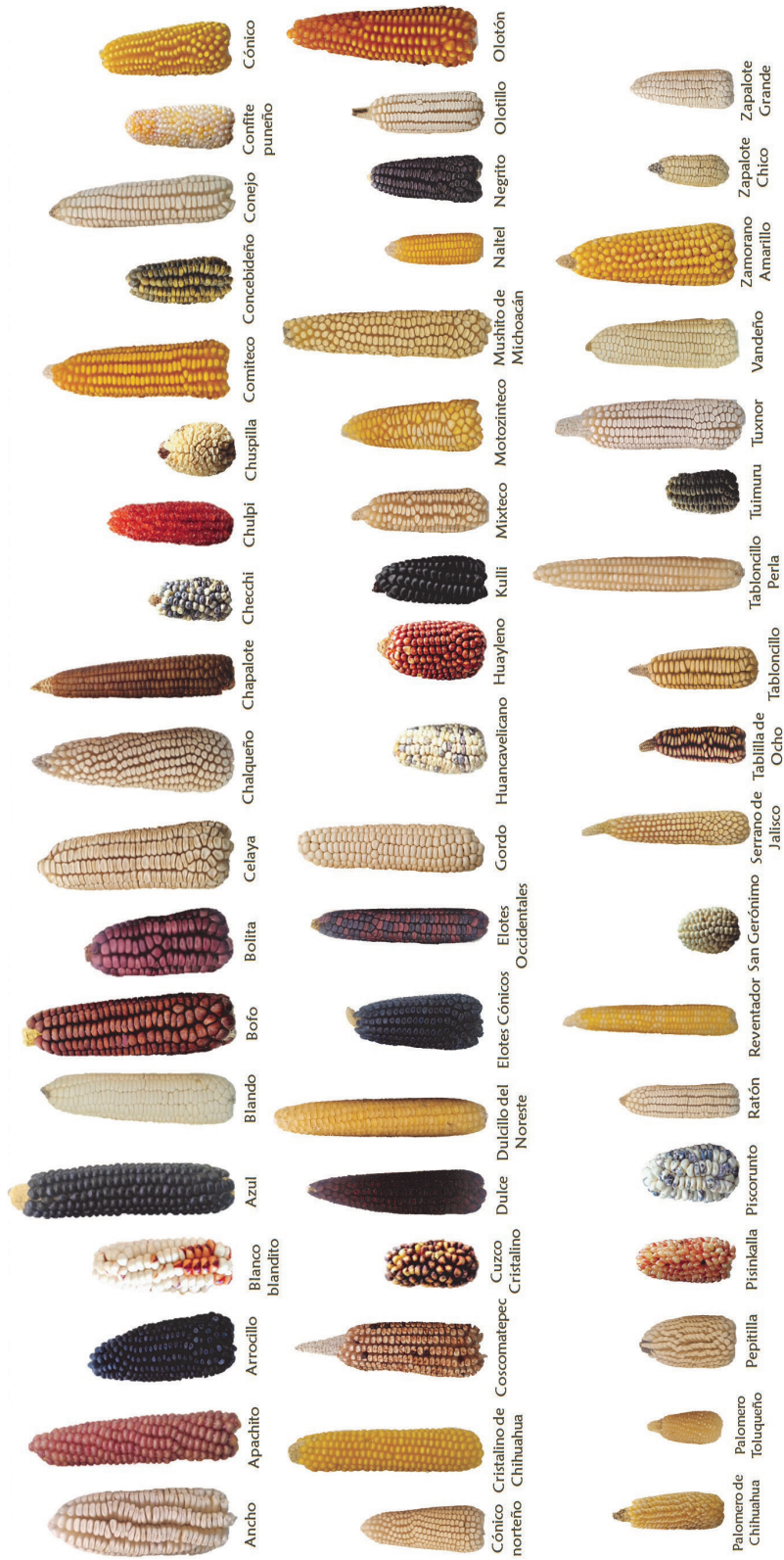


Figura 5. Razas de maíz en el mundo. Ante la asombrosa diversidad del maíz, diferentes expertos proponen y defienden criterios particulares para agrupar los maíces en razas. Fotografía: P. González-Fierro y A. Velázquez-Juárez, 2015, CIMMYT.

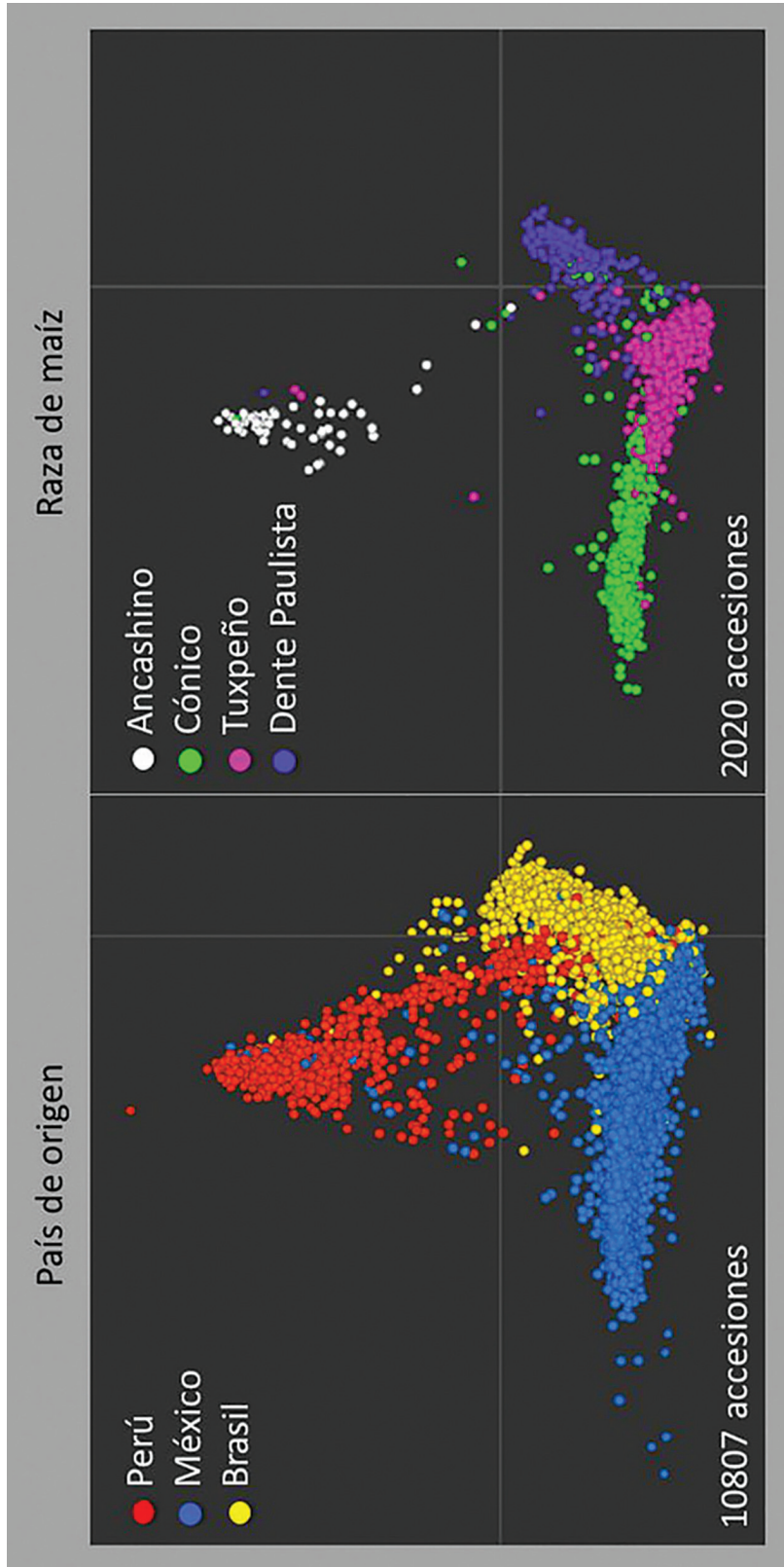


Figura 6. La diversidad del maíz también puede ser observada a nivel genético. En la imagen, los puntos muy cercanos son maíces genéticamente similares, mientras que los puntos distantes son genéticamente diferentes. A la izquierda se observa cómo se agrupan los maíces (accesiones) provenientes del Perú, Brasil y México, lo que refleja el hecho de que tienden a ser más semejantes dentro de cada grupo y que cada grupo es diferente de los otros. A la derecha se aprecian ejemplares de cuatro razas de maíz, los cuales son genéticamente similares entre sí, mientras que cada raza es diferente de las demás. Información: Proyecto MasAgro Biodiversidad. Financiación: Sagarpa, México.





Figura 7. Los usos antiguos y nuevos también han definido grupos y razas de maíz.

Fotografía: Cortesía de D. E. Costich y K. V. Pixley, CIMMYT.

por lo que surgió el concepto de “raza”, que evolucionó con el tiempo. En México, por ejemplo, se definieron 32 razas de maíz en los años cincuenta y hoy en día se reconocen entre 60 y 70. En América se han descrito alrededor de 220 razas.

En la actualidad la ciencia permite caracterizar los maíces en términos genéticos: se observan diferencias y similitudes en la secuencia de su ADN, la molécula que define los genes y se organiza en cromosomas (véase I, 19). El grado de similitud genética constituye otra forma de catalogar o diferenciar maíces, lo cual puede confirmar o sugerir la existencia de distintas razas de maíz. Este conocimiento es muy valioso para proteger y conservar la diversidad de la planta (véase figura 6).

Actualmente se utiliza un gran número de procedimientos para detectar la afinidad de las diferentes razas de maíz. En la primera parte de este diagrama se agruparon 10807 colectas de maíz del Perú, México y Brasil; en la segunda se formaron grupos de razas específicas de los tres países.

Es imposible decir con certeza cuántas razas de maíz hay en el mundo. Los científicos seguirán afinando las descripciones y las definiciones de razas según avancen sus métodos y conocimientos. Mientras tanto, agricultores, familias, pueblos y culturas vivimos con el maíz y gracias a él seguiremos valorando su maravillosa diversidad (véase figura 7).



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- CIMMYT (1986). *Conservación y distribución de semilla: la doble función del Banco de Germoplasma de Maíz del CIMMYT*. México: CIMMYT.
- CIMMYT (2017). *Programa del Banco de Germoplasma*. Recuperado de <<http://www.cimmyt.org/es/banco-de-germoplasma/>>.
- Taba, S., y S. Twumasi-Afryie (2008). “Guías para la regeneración de germoplasma: maíz.” En M. E. Dulloo, I. Thormann, M. A. Jorge y J. Hanson (eds.), *Crop Specific Regeneration Guidelines* [CD-ROM]. Roma: CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP). Recuperado el 27 de octubre de 2020 de <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/maize/Maize_SP.pdf>.
- Vasal, S. K., A. Ortega y S. Pandey (1983). *Programa de manejo, mejoramiento y utilización del germoplasma de maíz en el CIMMYT*. México. Recuperado el 27 de octubre de 2020 de <<http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/3689/13177.pdf>>.
- Wellhausen, E. J., L. M. Roberts y E. H. Xolocotzi (1951). *Razas de maíz en México: su origen, características y distribución*. México, SAG.



12. ¿Por qué conservar la diversidad del maíz de México?

RAFAEL ORTEGA PACZKA

Conforme al Convenio de Diversidad Biológica —acordado internacionalmente en 1992—, la diversidad de una especie tiene valor en sí misma independientemente de que tenga o no un valor de uso. Asimismo, posee atributos ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos. Esto es aplicable a la diversidad del maíz mexicano, en particular porque tiene valores especiales, de los cuales daré algunos ejemplos.

Como ya se ha explicado, además de centro de origen y domesticación, México es el principal centro de diversidad de maíz en el mundo (*véase* 1, 2 y 11), y sus campesinos tradicionales conservan esa diversidad, que sigue evolucionando. A lo anterior hay que agregar que las poblaciones nativas evolucionan en respuesta al cambio climático, a las modificaciones de las prácticas agrícolas, al desarrollo de plagas y enfermedades, a su adaptación a nuevas áreas y a las condiciones en que se cultivan, entre otros factores.

Respecto de la importancia de la diversidad del maíz, destacan varios planos:

- a) La trascendencia actual de la producción de ese grano para la economía del país.
- b) Su importancia para las familias campesinas que lo cultivan, principalmente con fines de autoconsumo, para las cuales también tiene valor cultural.
- c) Su relevancia actual para la elaboración de tortillas, como forraje y en otros usos comunes, además de usos específicos del grano y subproductos (elotes, tamales especiales, hojas para envolver tamales, etc.). El maíz es principalmente un producto de consumo directo al menos en 600 platillos, muchos de los cuales requieren tipos específicos de maíz. En México se estima que el consumo directo del grano, principalmente como tortilla, es de alrededor de 300 gramos diarios por persona, lo cual puede variar de acuerdo con el estrato económico, la edad y el medio rural o citadino.
- d) A escala industrial, con maíz se fabrican medicamentos, miel, alcohol, aceites, grasa para zapatos, explosivos, productos para soldar, alimento balanceado



para ganado, recubrimiento para madera, entre otros artículos. Se sabe que el maíz participa en la elaboración de más de 2400 productos industriales.

- e) Su repercusión en el desarrollo económico: hay que considerar que la diversidad del maíz seguramente contribuirá a amortiguar los efectos del cambio climático en la producción de la planta a escala local y nacional.
- f) Su enorme relevancia para la futura producción agrícola mundial sostenible, que, se calcula, será cada vez mayor y procurará mejores rendimientos.

Para la mayor parte del país, debido a limitantes ambientales o socioeconómicas, las poblaciones nativas de maíz son la única o la mejor alternativa productiva en casi todos los nichos; ésta es una de las razones por las que sigue predominando su cultivo y por las que resulta fundamental conservar la diversidad del maíz para el presente y el futuro de México.

Los maíces nativos, además de su importancia *per se*, son la materia prima de la que se obtienen los maíces mejorados —los cuales se cultivan en la República mexicana y se derivan de unos cuantos maíces nativos y algo de germoplasma introducido (véase I, 13)—; se seleccionan exclusivamente con miras a un alto rendimiento del grano, sin prestar atención a su calidad para elaborar tortillas y otros usos. Por lo anterior, el mejoramiento genético del maíz para el progreso de México depende de que se aproveche la diversidad de maíces nativos para aumentar su rendimiento, incrementar su calidad y obtener maíces especializados para muchos productos. Se puede asegurar que, en gran medida, el futuro del mejoramiento genético del maíz a escala mundial requiere de la diversidad del maíz mexicano para enriquecer su base genética, que por ahora es muy estrecha.

Para buena parte de la producción de huevo, leche, carne de pollo, res y cerdo se emplea el grano de maíz. En su mayoría, los refrescos embotellados se elaboran con edulcorantes derivados de ese grano. Desde hace una década el maíz es la principal materia prima para producir etanol, combustible alternativo al petróleo.

La conservación *in situ* de la diversidad de maíces nativos mexicanos es vital tanto para nuestras comunidades rurales tradicionales y los habitantes de nuestras ciudades, como para el resto del mundo. Como indicó Efraím Hernández Xolocotzi: “No se puede pensar en hacer colectas una vez. Hay que regresar y volver, y regresar otra vez por nuevas colectas, en función de mayores conocimientos del material y nuevas demandas genéticas del hombre”. En otras palabras, hay que regresar no sólo por muestras de semillas, sino también por toda la información posible en torno a ese material (véase figura 8).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992). Recuperado el 7 de marzo de 2018 de <http://www.acnur.org/t3/fileadmin/Documentos/Pueblos_indigenas/convenio_diversidad_biologica_1992.pdf?view=1>.



- Hernández C., J. M. (1986). *Estudio de caracteres químicos del grano de las razas mexicanas de maíz y clasificación racial*. Tesis de Montecillo, Estado de México: Colegio de Posgraduados.
- Hernández X., E. (1971). *Apuntes sobre la exploración etnobotánica y su metodología*. Chapin- go: Escuela Nacional de Agricultura-Colegio de Posgraduados.
- Kato, T. A. (2009). "Teorías sobre el origen del maíz." En T. A. Kato, C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye, *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*, 43-68. Méxi- co: UNAM/Conabio. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6385.pdf>>.
- Ortega, R. (2003). "La diversidad del maíz en México." En G. Esteva y C. Marielle (eds.). *Sin maíz no hay país*, 123-154. México: Museo Nacional de Culturas Populares.
- Vavilov, N. I. (1994). "México y Centroamérica como centro básico de origen de las plantas cul- tivadas del Nuevo Mundo." Traducción del original (1931) por E. Gribovskaia y R. Ortega P. *Revista de Geografía Agrícola*, 20, 15-34.



Figura 8. Muestras representativas de la raza Nal-Tel, cultivadas en Quintana Roo. Fotografía: Rafael Ortega.



13. ¿Qué es un banco de germoplasma de maíz?

JESÚS AXAYÁCATL CUEVAS SÁNCHEZ

Las plantas de maíz están conformadas por células en cuyo núcleo se encuentra una sustancia relacionada con la herencia biológica: el ácido desoxirribonucleico, conocido por las siglas ADN (véase I, 19). Campesinos, ingenieros agrónomos, biólogos y otros profesionales involucrados en el cultivo de esta especie dependen de la información genética contenida en sus semillas para mejorar sus propiedades.

Una forma de conservar la diversidad genética vegetal del maíz es aprovechar que esta planta posee un tipo especial de semillas llamadas *ortodoxas*, las cuales, después de un cuidadoso acondicionamiento, pueden deshidratarse a niveles tan bajos de humedad como 5%, para luego colocarse en el interior de refrigeradores especiales denominados cuartos fríos, en cuyo interior la temperatura es de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa menor de 15%. Estas dos variables (temperatura y humedad) son las que más influyen en la preservación de las semillas y, en muchos casos, pueden prolongar su viabilidad por más de 100 años. A esta forma de conservar la diversidad se le conoce como *bancos de germoplasma de maíz*, los cuales cada vez son más importantes debido a las constantes amenazas naturales o a las derivadas de la acción del hombre, que ponen en peligro de extinción los diversos recursos vegetales, entre ellos las razas de maíz (véase I, 12).

De acuerdo con el Sinarefi, en México, en 2002 se reportaron 23 bancos de germoplasma (cuartos fríos). Sin embargo, después de verificar su infraestructura, sólo cinco mostraron un funcionamiento aceptable para conservar semillas ortodoxas a largo plazo (más de 100 años). Éste es el caso del cuarto frío del Banco Nacional de Germoplasma Vegetal, en la Universidad Autónoma Chapingo, integrado por colecciones de semillas aportadas por investigadores de 28 instituciones nacionales y tres de otros países; hasta la fecha, comprende 23858 accesiones de semilla de diferentes especies, entre las cuales se encuentran 8545 representativas de todas las razas de maíz que existen en México.

Además de los *cuartos fríos*, un sitio muy importante e imprescindible para conservar el maíz —y muchas otras especies domesticadas— son los lugares (parcelas,



huertos familiares) donde diferentes grupos humanos —campesinos, pobladores y productores— lo cultivan y lo han seleccionado durante varias generaciones para usarlo de muy diversas formas. Conocida como *in situ*, esta forma de conservación es la más completa, ya que, amén de proporcionar semilla fresca de manera constante, propicia la continuidad y la depuración de aspectos culturales vinculados con la tecnología agrícola tradicional. Dicha tecnología agrícola es pertinente para el cultivo, la domesticación, el mejoramiento y el aprovechamiento de todas las especies involucradas en estos agroecosistemas, entre las cuales destacan las razas de maíz, que en México, según ciertos investigadores, son sesenta y nueve.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Cuevas, J. A. (2001). *Manual para el acondicionamiento de semillas ortodoxas para su conservación a largo plazo*. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- ____ (2012). Banco Nacional de Germoplasma Vegetal. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Cuevas, J. A., y A. Muñoz (s. f.). *Conservando la riqueza vegetal de México: nuestros maíces*. Comunicado oficial del Banco Nacional de Germoplasma Vegetal. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.



14. ¿Qué es un banco comunitario de semillas nativas?

CRISTINA MAPES SÁNCHEZ

Es el lugar donde se conservan las semillas que manejan grupos de productores interesados en mantener, mejorar, utilizar e intercambiar materiales, ya dentro de la comunidad, ya entre comunidades o regiones. Es una estructura rústica que resguarda, en botes herméticos de diferente capacidad, la diversidad genética de importancia económica o cultural de la localidad (*véase* I, 12 y 13). Al preservar insumos de calidad y en cantidad suficiente, los bancos comunitarios permiten enfrentar los desafíos del cambio climático mediante la disponibilidad de semilla para volver a sembrar en caso de catástrofe (*véase* t. III, IX, 110).

Los bancos comunitarios de semillas nativas se han utilizado como alternativa para cientos de familias de pequeños agricultores que dieron origen a varios proyectos de desarrollo sustentable. Son un modelo de administración colectiva de la reserva necesaria de semillas para la siembra entre los productores de las comunidades donde se establecen. Funcionan con base en el sistema de préstamo y devolución: los productores asociados toman cierta cantidad de semillas, que devuelven con un porcentaje agregado después de la cosecha. Para el inicio de las actividades se define colectivamente la cantidad de semillas que cada agricultor debe depositar y el porcentaje que deberá añadir en la reposición. Este sistema permite que cada campesino produzca y mejore su semilla.

Para construir un banco comunitario de semillas (BCS) se necesitan estructuras especiales, a temperatura ambiente, en lugar seguro, fresco y seco. Las muestras menores de 20 kilogramos pueden preservarse en frascos de plástico tipo PET con diferente capacidad de almacenamiento, frascos de vidrio con tapa de rosca, botellas de refresco, cubetas, ánforas y bidones. Es indispensable que todo depósito tenga cierre hermético para evitar la entrada de aire, insectos, humedad y roedores.

Las muestras con pequeñas cantidades de semillas se colocan en estantes fabricados con materiales de la región o con estructuras metálicas. Su tamaño dependerá de la cantidad de material que posea el banco. Para conservar volúmenes superiores



a 20 kilogramos de semilla se precisan tambos de plástico o silos de aluminio de 100, 200, 500, 1000 y 2000 kilogramos de capacidad. De preferencia, esos recipientes deben adquirirse nuevos para evitar la presencia de productos tóxicos.

Un requisito indispensable para el correcto almacenamiento de las semillas es que éstas estén limpias y secas antes de depositarlas en los recipientes. La limpieza consiste en eliminar impurezas, semillas de otros cultivos, semillas vanas (infértiles), podridas o picadas, con deformidades o enfermedades. Para el secado se debe reducir la humedad mediante radiación solar hasta un porcentaje de 6 a 8%. Para ello las semillas deben exponerse al sol durante cinco días, como mínimo, dependiendo de la temperatura y la radiación solar que haya en la comunidad.

La ubicación del banco comunitario de semillas la deciden los productores miembros. Puede establecerse en el palacio municipal, en la oficina ejidal o comunal, en casa de alguno de los participantes, o bien en un local construido ex profeso. Es importante que el sitio elegido sea seguro, sin riesgo de inundación, incendios o pérdida de los materiales por robo.

Otra medida muy importante para el buen funcionamiento del BCS, y que permite la conservación *in situ* de la diversidad, es guardar semillas de reserva de cada ciclo de cultivo. Cada productor miembro del banco debe asumir el compromiso de resguardar en su casa una cantidad de semillas similar a la que sembró y no consumirla hasta la siguiente cosecha; de esa manera se asegura que la simiente no se perderá si ocurre un desastre natural en el campo. Debe estar bien resguardada en recipientes herméticos para que conserve su viabilidad hasta el próximo ciclo.

Cada accesión que se almacena en el banco de semillas tiene un pasaporte con datos suministrados por los agricultores, entre los cuales se incluyen características de la planta y el grano, zonas donde la planta se adapta, fechas de siembra recomendadas, usos tradicionales y ventajas agronómicas.

La capacitación del personal es pieza clave para lograr el éxito en la preservación, el manejo y la utilización de germoplasma nativo. El desarrollo de talleres y ferias de semillas ayuda a divulgar la importancia de la conservación del germoplasma de las comunidades y a sensibilizar a la opinión pública. Los agricultores que participan en las ferias reciben diplomas y ganan premios por la diversidad o la alta calidad de sus semillas, así como por los productos que preparan.

En México hay 26 bancos comunitarios que custodian una amplia diversidad de especies nativas cultivadas con el sistema de milpa (véase t. III, IX, 104) y donde los agricultores colaboran en tareas de conservación y mejoramiento.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Aragón, F., G. F. H. Castro, T. J. M. Cabrera y A. L. Osorio (2011). *Bancos comunitarios de semillas para conservar in situ la diversidad vegetal*. Oaxaca: INIFAP/Centro de Investigación Regional Pacífico Sur/Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca (Publicación Especial, 9).



- Aragón, F., y F. de la Torre (2015). “Conservación de las especies subvaloradas como recursos genéticos agrícolas.” *Revista Digital Universitaria*, 16(5), 13, art. 37. Recuperado el 27 de octubre de 2020 de <<http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art37/>>.
- Rivas, G. G., A. M. Rodríguez Cortés, D. Padilla C., L. Hernández H. y J. G. Suchini (2013). *Bancos comunitarios de semillas criollas. Una opción para la conservación de la agrobiodiversidad*. Turrialba, Costa Rica: Embajada de Noruega/CATIE (Serie Divulgativa, 7).
- Vernooy, R., P. Shrestha, B. Sthapit y M. Ramírez (eds.) (2016). *Bancos Comunitarios de Semillas: orígenes, evolución y perspectivas*. Roma: Bioversity International. Recuperado de <https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/BANCOS_Vernooy.pdf>.



15. ¿Por qué se dan los distintos colores del maíz?

JESÚS AXAYÁCATL CUEVAS SÁNCHEZ

En relación con el color de los granos de maíz, conviene tener presentes algunos antecedentes de su desarrollo. Aunque con frecuencia llamamos semillas a los granos, en realidad éstos son carióspsides, esto es, una clase especial de frutos secos que no abren por sí mismos al madurar. Al igual que en cualquier otro organismo, durante el desarrollo de la planta y de los granos del maíz, sus partes o estructuras aparecen en un orden determinado para cumplir funciones distintas.

Cada parte del grano tiene un origen hereditario diferente: el pericarpio proviene de la planta madre y es la cáscara donde se concentra la mayoría de los pigmentos que dan color a los granos;* el endospermo, que ocupa casi toda la estructura, está constituido principalmente por almidón y se deriva de la fusión de dos tercios de herencia de la planta madre y un tercio de la planta paterna, por lo cual se dice que en el endospermo predomina la “herencia materna”; el embrión, que podríamos considerar la semilla propiamente dicha, recibe herencia paterna y materna en proporciones iguales.

Todas estas partes tienen una misión funcional: el pericarpio protege la semilla y el endospermo constituye la reserva de la que se alimenta la planta nueva hasta que empieza a sintetizar por sí misma. Esta estructura contiene, dependiendo de la raza o la variedad, alrededor de 90% de almidón, 7% de proteínas y cantidades menores de minerales y aceites, entre otras sustancias.

Si bien las tortillas blancas son las preferidas para el consumo diario, las que se elaboran con maíces azules con frecuencia se consideran especiales y se utilizan de varias maneras, como en las ofrendas de Día de Muertos. Además de que el color de sus semillas es notablemente diferente, el maíz azul tiene ventajas nutricionales sobre las variedades de maíz amarillo o blanco; según ciertos estudios, en promedio

* El tejido de la cáscara del grano conocido como *aleurona* (véase I, 4 figura suplementaria) es donde se concentran las sustancias de color y van de rojo a azul oscuro.



contiene 20% más proteína y tiene un índice glucémico más bajo. Para algunas personas, las tortillas elaboradas con maíz azul tienen un sabor más dulce, lo que puede ser indicio de importantes elementos nutritivos.

Ahora bien, desde la perspectiva de la investigación de las plantas y los pueblos que las cultivan, las características de todos los organismos tienen relación con un proceso evolutivo derivado de la selección natural o artificial, como ocurre en el proceso denominado *fitodomesticación*, producto de la acción del ser humano. En el caso del maíz, la milenaria selección de caracteres de interés para los grupos humanos ha incluido, desde el pasado remoto, el color de los granos (*véase* II, 39 y 41). En algunas zonas de México, los campesinos creen que los maíces de granos rojos son una especie de guardianes protectores de la milpa que amparan no sólo los maíces blancos y de otros colores, sino el conjunto de plantas que cultivan en sus parcelas. También se eligen los maíces por sabor y textura, como hemos visto en el caso del maíz azul, cuyo color está determinado por la presencia de colorantes naturales, los cuales, con base en datos actuales, poseen propiedades benéficas para la salud. Una razón más, que evidencia la importancia de la variación en el color de los frutos del maíz, es la que indica el maestro Efraím Hernández Xolocotzi en una de sus obras más importantes, *Apuntes sobre la exploración etnobotánica y su metodología*, donde hace referencia a la relevancia de la selección humana:

Pongamos como ejemplo al agricultor de temporal, una de las tres categorías de “tonto”, según el folklore citadino mexicano. Este grupo de agricultores se ha venido enfrentando al problema más difícil de la investigación agrícola y en realidad hemos fallado al no aprender mucho más de sus conocimientos. Durante la recolección de maíz en Tlaxcala encontramos a un agricultor viejo y su familia durante la siembra de su parcela. Solicitamos ver la semilla que usaba y al sacar una muestra encontramos una mezcla de maíz amarillo, maíz morado, maíz blanco y una revoltura de frijol.

—¿Cuál de estos maíces es más breve? —pregunté.

Dijo el viejo, canoso, de piel arrugada y curtida:

—El amarillo es de cinco meses, el morado de seis y el blanco de siete.

—¿Y cuál rinde más?

—El amarillo poco, el morado un poco más y el blanco es mejor.

—¡Ah!, ¿y por qué no siembra puro blanco en lugar de esta revoltura?

El viejo sonrió mostrando unos dientes cristalinos y pequeños como los granos de maíz reventador.

—Eso es lo que dijo mi hijo. Pero dígame, señor, ¿cómo van a venir las lluvias este año?

—Óigame, yo soy agrónomo, no adivino.

—Ya ve. Sólo Tata Dios sabe, pero sembrando así, si llueve poco, levanto amarillo; si llueve más levanto más, y si llueve bien, pues levanto un poco más de las tres clases.



Y así es. En países más avanzados pueden reírse, pero no olvidemos que su progreso y nuestra batalla nacional contra la escasez de maíz brotan de las raíces culturales de esta gente.

En relación con la anécdota anterior, Abel Muñoz considera:

Como consecuencia de un largo enfrentamiento ante la aleatoriedad de la lluvia (recordemos que hasta la fecha la mayor parte de la agricultura en México es de temporal), nuestros antepasados fueron seleccionando, y de hecho aún lo hacen, aquellos materiales que, por sus atributos genéticos como resistencia a la sequía o precocidad para evitarla, lograban producir aun bajo condiciones de estrés hídrico limitante.

Con el paso del tiempo, diversos estudios sobre los atributos genéticos de las razas de maíz de México han comprobado que el ciclo biológico de éstas tiene una correlación con el color de sus frutos, lo cual constituye uno de los logros más asombrosos conseguidos por nuestros antepasados, ya que si todos los frutos de una misma raza de maíz fueran del mismo color sería muy difícil distinguir esa importante característica (*véase* II, 28 y 29).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Hernández X., E. (1971). *Apuntes sobre la exploración etnobotánica y su metodología*. Chapingo, Estado de México: Colegio de Posgraduados/Escuela Nacional de Agricultura.
- Muñoz, A. (1993). *Apuntes para el curso Resistencia a sequía y heladas. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad*. Montecillo, Estado de México: Colegio de Posgraduados.
- Vázquez, M. G. (s. f.). *Maíz: la planta*. Chapingo, Estado de México: INIFAP. Recuperado el 20 de agosto de 2013 de <<http://www.pasturasdeamerica.com/utilizacion-forrajes/ensilado/maiz-planta/>>.



16. ¿Por qué unos granos de maíz son rayados?

JESÚS AXAYÁCATL CUEVAS SÁNCHEZ

Un fenómeno de gran interés científico, vinculado con la expresión del color en los granos del maíz, es el llamado *xenia* (véase 1, 15). Éste, a diferencia de los frutos de distintos colores que pueden observarse en una misma mazorca, consiste en coloraciones diversas en un mismo grano (véase figura 9). Para comprender lo anterior, cito el trabajo de la distinguida científica Barbara McClintock, cuya investigación le valió el Premio Nobel en 1983:

En maíz, como en las demás plantas y animales, existen mecanismos que actúan en la herencia de una manera diferente produciendo ligeras alteraciones que se reflejan tanto



Figura 9. Mazorca con granos de distintos colores, “Sangre de Cristo”. Feria del Maíz de San Juan Ixtenco. Tlaxcala, 2013.

Fotografía: Carmen Morales.



en la forma o aspecto como en la función, en este caso, de los granos de maíz. Las alteraciones, que pueden ser inducidas por cambios ambientales, no se producen de igual manera en todas las células del grano, sino que se presentan en algunas y en otras no se presentan. De esa manera células del mismo grano presentan la alteración de color y otras mantienen su color original. Así, observamos los cambios de coloración como “rayas” o “moteados” de los granos de maíz.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Engleman, M. (1991). *Apuntes para el curso Morfología vegetal. Rama de botánica*. Montecillo, Estado de México: Colegio de Posgraduados.
- McClintock, B. (1981). *Constitución cromosómica de las razas de maíz*. Chapingo, Estado de México: Colegio de Posgraduados.
- Zavaleta, H. A. (2014). *Apuntes para el curso de Anatomía vegetal. Unidad de microscopía electrónica*. Montecillo, Estado de México: Colegio de Posgraduados.



17. ¿Cuáles son los nutrientes del maíz?

MARÍA AMANDA GÁLVEZ MARISCAL

El maíz es uno de los alimentos que contribuyen y han contribuido históricamente a la nutrición de los mexicanos. Su valor primordial consiste en aportar energía a la dieta, además de ser la base de cientos de platillos. Es importante recordar que la buena nutrición no sólo requiere proteínas, lípidos, vitaminas y minerales; también una fuente de energía que permita las acciones metabólicas necesarias para la vida y las actividades que una persona lleva a cabo diariamente. Por su alto contenido de almidón, el maíz cumple con ese requisito: forma la porción mayoritaria del grano (aproximadamente de 65 a 73%) y es fuente de “lenta” digestión que proporciona energía de manera constante y no tan súbita, a diferencia de lo que sucede con el azúcar (*véase t. II, v, 57*). El maíz tiene poca grasa (aproximadamente de 2 a 5%), lo que posibilita su conservación por largo tiempo sin que se enrancie, y aunque su proteína (de 5 a 13%) no es de muy alta calidad en términos de los aminoácidos indispensables, se complementa con la proteína del frijol, su compañero en la sabia dupla que se encuentra en la base de la milpa (*véase t. III, ix, 104*).

Pero el maíz no es sólo fuente de energía. En México se utiliza como grano integral, pues en la nixtamalización se conservan la fibra (de 0.8 a 3%) y otros nutrientes de la cascarilla (*véase t. II, iii, 47*). Como se sabe, la fibra es factor importante para la salud: amén de ayudar a mejorar el proceso final de la digestión, es nutrimento para la microbiota intestinal, esto es, los microorganismos benéficos del organismo, cuya relevancia se basa en sus efectos positivos en la salud de los seres humanos. Además, la nixtamalización permite liberar niacina del maíz, vitamina que se requiere para evitar la pelagra y que en el pasado fue una sustancia necesaria para la supervivencia de los pobladores de Mesoamérica.

Una ventaja más del maíz la proporcionan las variedades nativas que tienen pigmentos naturales en la cascarilla, los cuales dan colores oscuros como azul, negro, rojo, morado y amarillo (*véase I, 15*); tales sustancias se consideran antioxidantes y su papel en la salud y en contra del envejecimiento les ha valido su clasificación como





*Figura 10. Combinación de cultivos que complementan los nutrientes del maíz.
Fotografía: Magali Martínez.*



“alimento funcional”. Por su variedad de colores y el tipo de almidón que los conforma, los maíces mexicanos deberían ser considerados alimentos funcionales del futuro (véase I, 10 y 12).

Como todos los cereales, el maíz es deficiente en lisina y triptófano. Para mejorar el balance de sus aminoácidos se desarrolló una variedad llamada *QPM* (siglas en inglés para *quality protein maize*; en español: maíz de alta calidad proteínica). A pesar de tener proteína de mejor calidad, esta variedad no ha sido adoptada ampliamente, ya que las casi 62 razas de maíz identificadas en México cumplen con las expectativas con las que se siembra la planta: sabor, textura y color. Los consumidores mexicanos buscan el conjunto de propiedades que la enorme variedad de maíces nativos ya ofrece (véase figura 5).

Todos los maíces aportan la cantidad de energía requerida para la vida y las actividades humanas, y sus diferentes colores proporcionan valiosos antioxidantes. Queda por conocer con mayor claridad el papel diferenciado de los tipos de almidón que contienen las variedades, ya que permiten cocinar productos muy distintos con propiedades altamente apreciadas en la cultura culinaria (véase t. III, VIII, 90). Conservar esas variedades permitirá continuar aprovechando la gama nutrimental que proporcionan.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Fernández, R., L. A. Morales y A. Gálvez (2013). “Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable.” *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(supl. 3-A), 275-283.
- Gálvez, A. (2015). “Rescate de las especies subutilizadas de la milpa.” *Revista Digital Universitaria*, 16(5). Recuperado el 27 de octubre de 2020 de <<http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/editorial/>>.
- Gálvez, A., y H. Bourges (2012). *La alimentación en la Ciudad de México. En Los riesgos para la salud en la vida de una megametrópoli*. Memoria I, 366-403. México: Seminario sobre Medicina y Salud-Facultad de Medicina-UNAM.
- Kato, T. A., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. México: UNAM/Conabio. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6385.pdf>>.
- Vivek, B. S., A. F. Krivanek, N. Palacios Rojas, S. Twumasi-Afriyie y A. O. Diallo (2008). *Mejoramiento de maíz con calidad de proteína (QPM): protocolos para generar variedades QPM*. México: CIMMYT.



18. ¿Qué es un maíz híbrido?

ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN
MARGARITA TADEO ROBLEDO

Es la primera generación (F1, en nomenclatura genética) de un cruzamiento entre dos o más líneas (genotipos), de las cuales se obtienen plantas con mayor vigor y otras características favorables y superiores con respecto de los progenitores. A esto se le conoce como heterosis, contracción de la palabra heterocigosis, la cual es más alta cuando los individuos que la provocan son de constitución genética diferente. A mayor diversidad genética, mayor grado de heterosis: aumento en crecimiento, altura de planta, rendimiento.

La heterosis se emplea mundialmente para incrementar la capacidad de rendimiento, así como para conjuntar características favorables de los progenitores en el producto de un cruzamiento. Normalmente, en los programas de mejoramiento se crean numerosos tipos de híbridos con el fin de combinar diferentes caracteres de los diversos genotipos. En el caso del maíz, el híbrido debe mostrar alto grado de heterosis para que el cultivo y su producción sean económicamente viables.

Para conformar híbridos de maíz, primero se requiere contar con líneas que posean endogamia, la cual es resultado del cruzamiento entre plantas estrechamente emparentadas. La forma más eficaz de propiciar la endogamia en el maíz es haciendo autofecundaciones mediante polinización controlada. Ese proceso conduce a la obtención de líneas homocigóticas, cada vez menos vigorosas. Después de la séptima autofecundación se consigue una homocigosis mayor de 95 por ciento.

Una línea pura es un individuo obtenido por autofecundaciones sucesivas. El propósito de las autofecundaciones es fijar caracteres convenientes en una condición homocigótica con objeto de que las líneas puedan conservarse sin que sufran cambios genéticos y para aprovechar sus características cuando se hagan combinaciones con otras líneas. Así, un híbrido es más vigoroso que sus progenitores.

Desde hace más de 100 años, en los Estados Unidos y otros países los fitomejoradores de maíz han empleado el esquema de híbridos por medio de cruzamiento de dos líneas puras, que no ha resultado comercialmente exitoso. El maíz híbrido fue una



realidad comercial cuando dos cruza simples interactuaron entre sí para producir híbridos dobles, lo que facilitó la producción de semilla, la cual podía llegar a los agricultores a precios accesibles y con ganancias para quienes la producían.

Existen diversas clases de maíces híbridos; conforme a su uso comercial, pueden clasificarse en tres tipos: 1) híbridos entre progenitores sin endogamia, 2) híbridos entre progenitores endocriados y 3) híbridos mixtos entre progenitores con endogamia y sin endogamia. Los híbridos de progenitores endogámicos son los más comunes, por lo que se les conoce como convencionales; en cambio, a los híbridos de progenitores no endogámicos o mixtos se les llama no convencionales. Los tipos de maíz híbrido que se utilizan en la producción comercial son los simples, los trilineales, los dobles, los varietales y los no convencionales.

El primer híbrido en nuestro país fue el H-1, conformado por líneas con una sola autofecundación. Desde 1944 hasta la década de 1980 se emplearon mayoritariamente los híbridos de cruce doble, y de 1986 a la fecha se utilizan otros tipos, como los trilineales, y algunos de cruce simple.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Espinosa C., A. (1982). "Endogamia y heterosis." En *Presentación sobre metodologías de la investigación en maíz*. México: INIA/Ciamec/Cevamex-SARH.
- Hallauer, A. R., y J. B. Miranda (1988). *Quantitative Genetics in Maize Breeding* (2a. ed.). Ames, Iowa: Iowa State University Press.
- Hallauer, A. R., W. A. Russell y K. R. Lamkey (1988). "Corn Breeding." En G. F. Sprague y J. W. Dudley (eds.), *Corn and Corn Improvement*, 463-564. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy.
- Sprague, G. F., y S. A. Eberhart (1977). "Corn Breeding." En G. F. Sprague (ed.), *Corn and Corn Improvement*, 305-362. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy.



19. ¿Qué es el genoma del maíz?

ALMA PIÑEYRO NELSON

El material genético o hereditario de cualquier organismo está codificado como un gran mensaje de instrucciones, en dos sustancias químicas llamadas *ácido desoxirribonucleico* o *ADN* y *ácido ribonucleico* o *ARN*. El genoma es el conjunto de material genético de las células de un organismo. Todos los seres vivos, desde las bacterias hasta los hongos, las plantas y los animales poseen un genoma propio.

En organismos como plantas, hongos y animales, el ADN se transmite de una generación a otra; por ejemplo, de padres a hijos, mediante la reproducción sexual entre individuos de la misma especie. La versión mínima del genoma de un organismo es el material genético presente en las células conocidas como *gametos*: óvulo y espermatozoide en los humanos; óvulo y polen en plantas superiores como el maíz (*véase* figura 11).

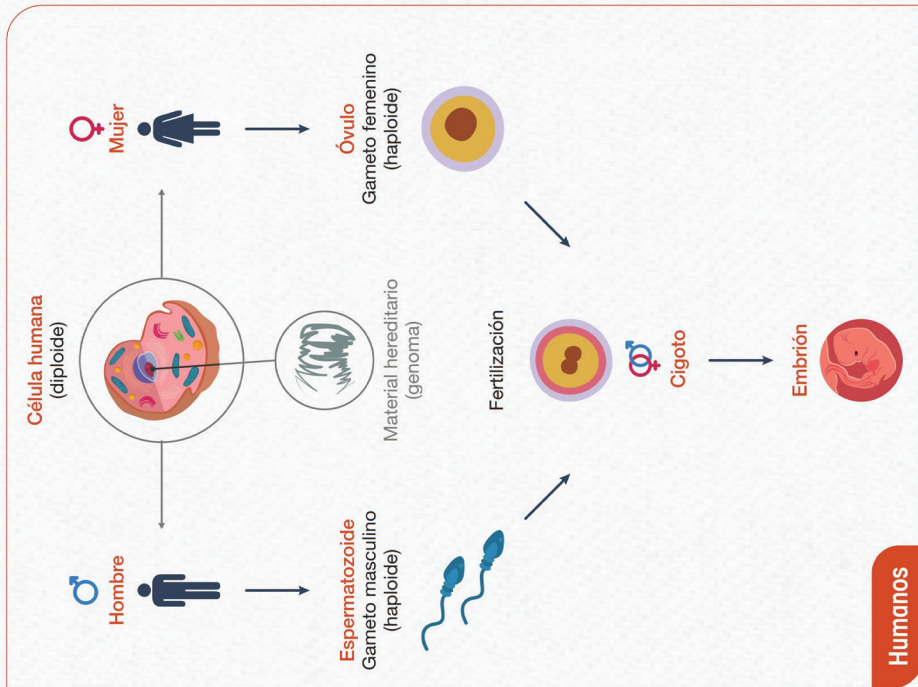
Dentro del material genético están los genes, segmentos de ADN que dan instrucciones químicas para la generación de gran variedad de proteínas, las cuales son la base física de cualquier célula, tejido, órgano y organismo. En la actualidad, por medio de técnicas y procesos de biotecnología moderna, es posible aislar genes de cualquier organismo para introducirlos en otro (*véase* I, 21).

Así pues, el genoma del maíz es el material genético contenido en las células de la planta. Dentro de su núcleo, y con independencia de que pertenezca a la hoja, la raíz o la mazorca, cada célula tiene al menos una copia completa de su genoma; en biología, a dichas células se les llama diploides (*véase* figura 12). Por otro lado, los gametos o células haploides reproductivas (*véase* figura 11) sólo contienen la versión mínima (la mitad) de su genoma particular, el cual produce una copia completa al fusionarse durante la reproducción. Por ejemplo, en los humanos las células del cuerpo contienen 46 cromosomas, mientras que los gametos (óvulo y espermatozoide) tienen sólo 23. Por su parte, las células del maíz poseen 20 cromosomas, excepto el polen y los óvulos, los cuales tienen 10 cromosomas (esto es, la mitad).



MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DEL MATERIAL DE LA HERENCIA

Autor: Alma Piñeyro y J. A. Serratos



Representación de la transmisión del material de la herencia (ADN) en humanos y maíz. Se ilustra la fusión de gametos para hacer el complemento genético (diploide) y desarrollar el embrión.

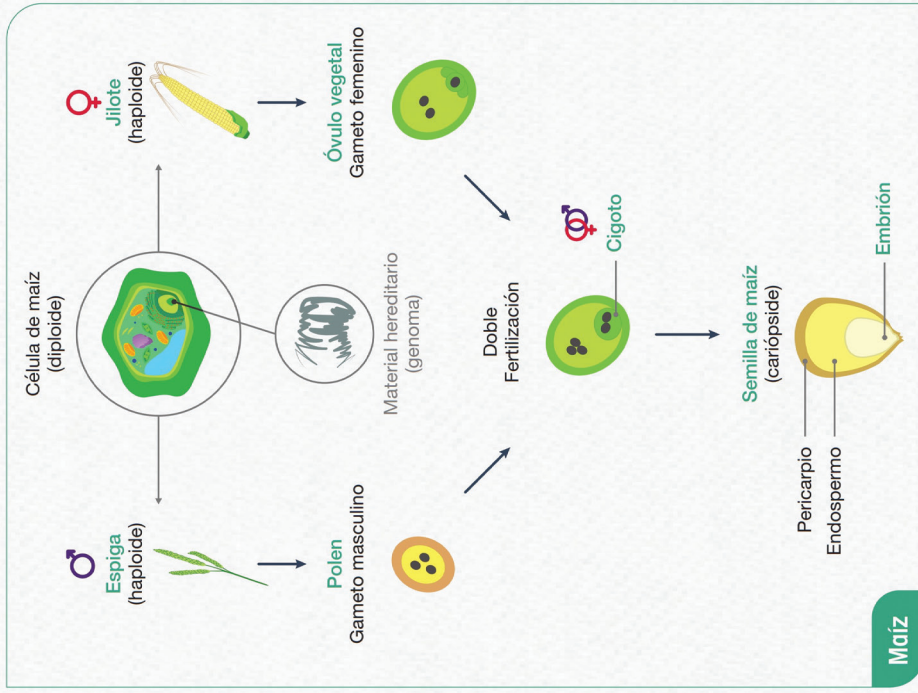


Figura 11. Mecanismos de transmisión del material de la herencia en humanos y en el maíz. Información: Antonio Serratos y Alma Piñeyro. Ilustración: Laura Mancilla.

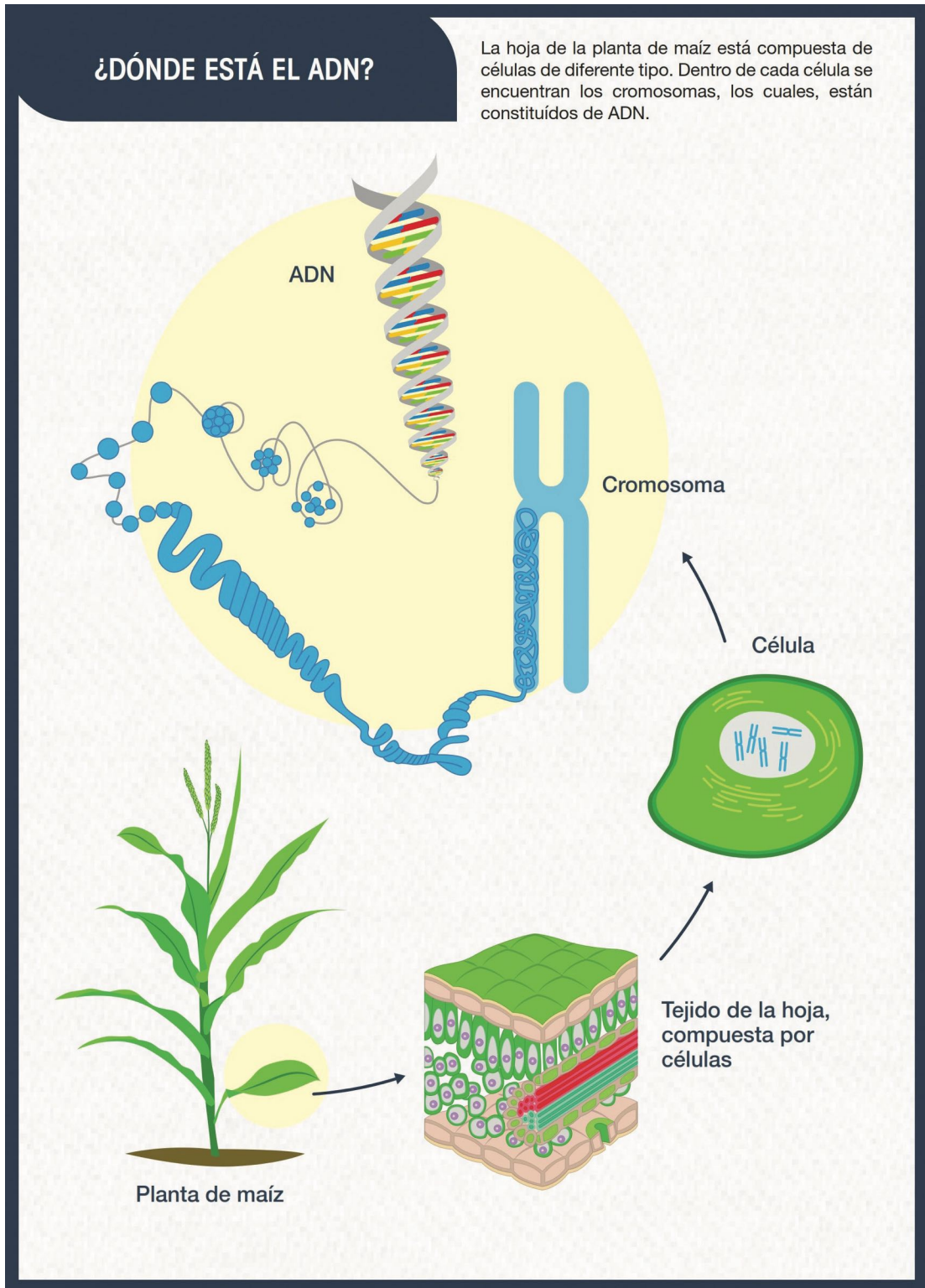


Figura 12. ¿Dónde está el ADN? Información: Alma Piñeyro. Ilustración: Laura Mancilla.



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Alzogaray, R. A. (2004). *Una tumba para los Romanov. Y otras historias con ADN*. México: Siglo XXI Editores (Ciencia que Ladra).

Hanson, T. (2016). *El triunfo de las semillas*. México: Planeta.

Revista Ciencias (octubre 2008-marzo 2009). Número especial sobre maíz, 92-93, México: Facultad de Ciencias-UNAM. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <<https://www.revistacienciasunam.com/es/34-revistas/indices-revistas-ciencias/47-92-93-octubre-2008-marzo-2009.html>>.



20. ¿A quién pertenece el genoma del maíz?

MARÍA DEL CARMEN COLÍN OLMOS

En la semilla de maíz están contenidas y se propagan las características genéticas del cultivo, también llamadas *genoma* (véase I, 19). Aunque son el simple resultado biológico de la fecundación de células sexuales, en las sociedades capitalistas actuales las semillas, tanto de maíz como de otros cereales, constituyen bienes comercializables o de lucro y están sujetas a estrictos controles mediante registros, certificaciones y procesos de comercialización.

En México existen tres perspectivas y regímenes legales que pueden ser antagónicos entre sí, dependiendo de si se trata de semillas de maíz genéticamente modificado o transgénico (véase I, 21 y 23), semillas de maíz híbrido (véase I, 18 y 22) o semillas de maíz nativo (véase I, 7). La protección de semillas de maíz transgénico e híbrido —las cuales están sujetas a registros y procesos de certificación para su comercialización— se asocia con esquemas de alta productividad agrícola, zonas de riego y paquetes tecnológicos en una agricultura de corte empresarial. Pese a que las semillas nativas son ajenas a esos embrollos jurídicos, se ven afectadas por ellos, como veremos a continuación.

Las semillas producidas por maíz transgénico —en el que se ha introducido una modificación genética con biotecnología moderna— se protegen mediante patentes que permiten al propietario el cobro de derechos o regalías por un periodo de 20 años. Si una persona usa esa semilla sin autorización (licencia de uso o explotación) puede ser sancionada: la *Ley de Propiedad Industrial* prevé multas hasta de 1612000 pesos, aproximadamente, y 40300 pesos por cada día que persista la infracción.

Las semillas producidas a partir de maíces híbridos mejorados mediante técnicas o procedimientos de la genética tradicional, no con técnicas de ingeniería genética moderna, están protegidas por el “título de obtentor de variedades vegetales”, cuya vigencia se extiende hasta por 18 años. Para obtener ese título se requiere que la semilla sea novedosa, distinta, estable y homogénea.

En México, las variedades vegetales están protegidas por la *Ley Federal de Variedades Vegetales (LFVV)*, con la siguiente excepción: que tales variedades sean de dominio



público y que las comunidades las utilicen y las exploten comercialmente por pertenecer a sus usos y costumbres. No se requiere el permiso de un obtentor para utilizar una variedad vegetal cuando se haga en beneficio de una persona para uso propio —como grano para consumo humano o animal, o como semilla para siembra—, siempre y cuando no se rebase cierta cantidad. La *LFVV* prevé sanciones administrativas de 161 200 a 806 000 pesos, aproximadamente, para aquel que aproveche —es decir, reproduzca, distribuya o venda— una semilla mejorada protegida sin autorización de su titular.

Por su parte, las semillas producidas por maíces nativos están vinculadas con la agricultura tradicional y de subsistencia, así como con pueblos indígenas y originarios cuya cosmovisión liga al maíz con sus sistemas de usos y costumbres, de creencias y de cultura (*véase* t. III, VII, 72, y IX, 104 y 105). Los agricultores tradicionales guardan, mejoran e intercambian libremente sus semillas dentro o fuera de su comunidad, e incluso llegan a venderlas a escala local o regional.

La *Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCS)* regula la compra y la venta, el registro y la expedición de certificados, según diferentes categorías; desafortunadamente, no tiene prevista una protección especial para los pequeños agricultores, quienes —en caso de que pretendan comercializar sus semillas— deben llevar a cabo un estricto etiquetado, so pena de cubrir multas con montos de 20 150 a 806 000 pesos, aproximadamente.

Entonces, ¿a quién pertenecen el maíz y su genoma? En estricto sentido jurídico, la propiedad de las semillas transgénicas es detentada por los dueños de las patentes, quienes pueden demandar el pago de regalías por el uso o la explotación de sus invenciones. Los agricultores pueden recibir sanciones, incluso de tipo penal, sin importar cómo llegaron esas semillas genéticamente modificadas (GM) a sus campos de cultivo (*véase* I, 25 y 26). Más allá de sus consecuencias ambientales, agronómicas y ecológicas, el problema de esa tecnología es que en el futuro acarreará secuelas legales negativas a las semillas de maíz nativo e incluso a las de los híbridos no transgénicos.

La propiedad de las semillas híbridas o mejoradas es detentada por el obtentor del maíz registrado; su uso ilegal puede conllevar demandas civiles y administrativas.

La propiedad de las semillas nativas de libre polinización corresponde a los agricultores tradicionales y de subsistencia, a los pueblos indígenas y originarios, con sus sistemas de usos y costumbres.

Lamentablemente, este último régimen está en peligro por varias causas: el flujo transgénico, ligado a los problemas que conlleva su patentamiento; la promulgación de una ley de semillas que penaliza a los pequeños agricultores en caso de que comercialicen o pongan en circulación una semilla sin identificarla adecuadamente, y la falta de apoyo gubernamental a dichos agricultores y el abandono al campo mexicano, ajeno al modelo agroexportador, la privatización y la monopolización exacerbada del mercado de semillas.



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Alianza Biodiversidad (septiembre de 2014). “Leyes de semillas y otros pesares. Los pueblos de América Latina las cuestionan e impugnan”. En *Grain*. Recuperado el 21 de septiembre de 2015 de <<https://www.grain.org/article/entries/5002-leyes-de-semillas-y-otros-pesares-los-pueblos-de-america-latina-las-cuestionan-e-impugnan>>.
- Ley de la Propiedad Industrial* (1991). Artículos 213, fracción XIII, y 214, fracciones I y II. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/50_010720.pdf>.
- Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas* (2007). Artículos 33; 38, fracciones I y IV, y 39, fracción I. Recuperado el 26 de marzo de 2018 de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPCCS_110518.pdf>.
- Ley Federal de Variedades Vegetales* (1996). Artículo 48, fracción VII. Recuperado el 26 de marzo de 2018 de <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/120.pdf>>.
- Leyes de Semillas en América Latina: una ofensiva que no cede y una resistencia que crece y suma* [publicación en blog] (4 de noviembre de 2013). Natura las Flores. Recuperado el 21 de septiembre de 2015 de <<https://naturalasflores.wordpress.com/2013/11/04/leyes-de-semillas-en-america-latina-una-ofensiva-que-no-cede-y-una-resistencia-que-crece-y-suma/>>.
- McIntyre, B. D. (2009). *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD): Global Report*. Washington, D. C.: Island Press. Recuperado el 21 de septiembre de 2015 de <http://www.weltagrabericht.de/reports/LAC/LAC_full_report.pdf>.



21. ¿Cómo se hace un maíz transgénico?

JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ

Un maíz transgénico es aquel al que se le han introducido —por medio de biotecnología y de manera dirigida en laboratorio— características genéticas de cualquier organismo o microorganismos —como las bacterias— que de manera natural no intercambian material genético con el maíz. Una de las formas de producir maíz transgénico es el método biolístico, el cual se describe a continuación (véase figura 13):

1. Se siembra y se cultiva maíz normal en el campo. Veinte días después de la polinización controlada de la planta, se extraen embriones inmaduros de las mazorcas jóvenes, los cuales se cultivan en soluciones químicas nutritivas en el laboratorio.
2. Se diseña y se construye el material transgénico con: *a)* un gen estructural, por ejemplo el de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que da la instrucción de fabricar una toxina insecticida; *b)* un gen identificador de resistencia a herbicidas, proveniente de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* tipo CP4; *c)* parte de un gen del virus que ataca a la coliflor (el virus del mosaico CaMV), y *d)* la señal de finalización de la actividad de los genes, que se obtiene de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Al material genético así construido, e insertado en un elemento circular de cromosoma bacteriano, se le llama transgén quimera.
3. El material transgénico se multiplica y se recubre en micropartículas de oro o tungsteno, las cuales se disparan sobre los embriones inmaduros con un aparato de aire comprimido que inserta el material transgénico en los genes de las células del embrión del maíz normal.
4. Las células de maíz con material transgénico se cultivan en un medio con herbicida en el que sólo sobreviven las células que integraron exitosamente el transgén quimera.
5. En el laboratorio se hacen desarrollar las células embrionarias supervivientes; posteriormente, en cámaras con control ambiental e invernaderos se completa el crecimiento y la producción de maíz transgénico. En México, el maíz



transgénico debe ser manejado en invernaderos bioconfinados, con altas medidas de bioseguridad y restricción.

En el mercado internacional se encuentran dos tipos principales de maíz transgénico producidos con esta tecnología: el maíz Bt, llamado así porque tiene inserta la

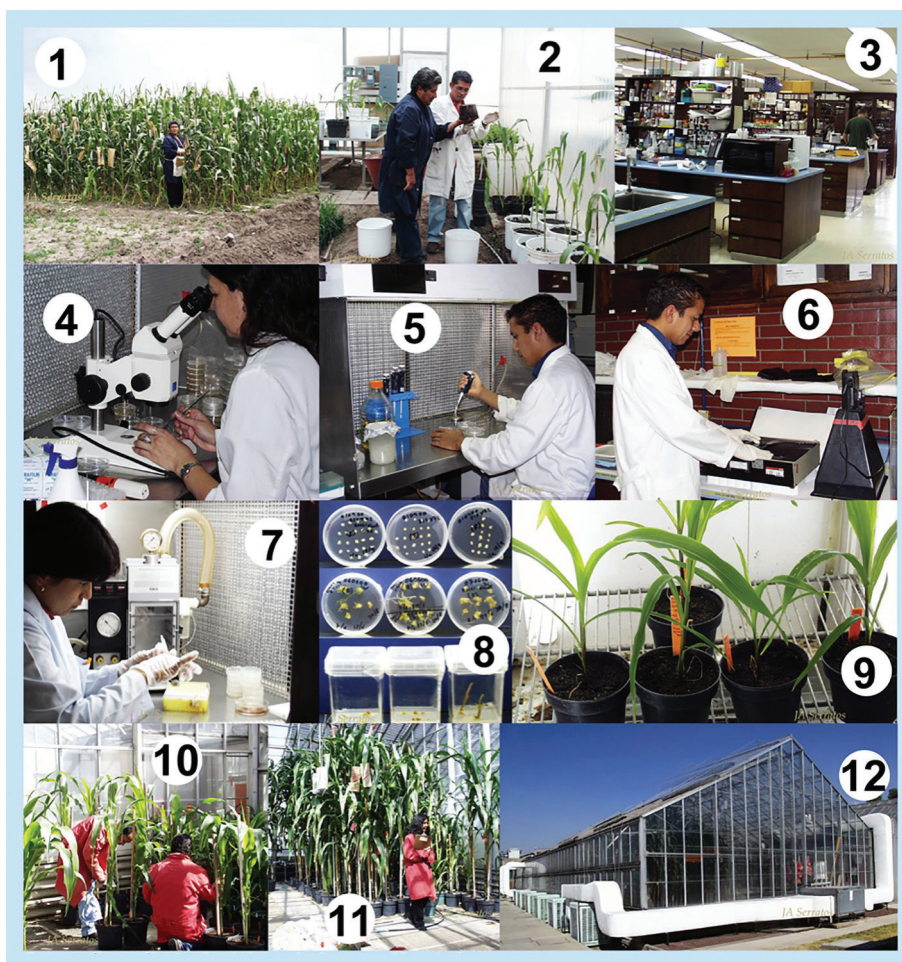


Figura 13. Procedimiento para obtener maíz transgénico. 1) y 2) Cultivo de maíz híbrido en campo o invernadero; 3), 4) y 5) Transferencia y separación de embriones de jilotes inmaduros en laboratorio; 6) y 7) Preparación y tratamiento de embriones con micropartículas cubiertas con transgenes en aparato biolístico; 8) Selección, por medio de herbicida, de embriones transformados por biolística; 9) Desarrollo de plántulas transgénicas en ambiente controlado; 10) y 11) Cultivo y cuidado de plantas transgénicas en invernadero biocontenido; 12) Ejemplo de invernadero biocontenido; impide la salida de partículas, polvo, polen y suelo.

Fotografías y diseño: José Antonio Serratos.



toxina de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, y el maíz tolerante al herbicida glifosato porque produce una enzima de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* (CP4). Actualmente hay más de 50 tipos de maíz transgénico en el mercado mundial de semillas y se producen maíces que contienen entre uno y ocho transgenes, principalmente en los Estados Unidos, Canadá y Europa.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Serratos, J. A., M. C. Willcox y F. Castillo (eds.) (1996). *Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico*. México: CIMMYT. Recuperado el 28 de agosto de 2016 de <<http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/741/63197.pdf?sequence=1>>.

Turrent, A., J. A. Serratos, A. Espinosa y E. Alvarez-Buylla (2014). *El maíz transgénico en México (en 15 píldoras)*. México: uccs. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <https://www.uccs.mx/downloads/visit.php?id=file_5266129007470>.



22. ¿Un maíz híbrido es igual que uno transgénico?

ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN
ANTONIO TURRENT FERNÁNDEZ
MARGARITA TADEO ROBLEDO

El maíz híbrido se obtiene al aplicar el proceso clásico de mejoramiento genético, esto es, mediante el manejo de las leyes de Mendel para derivar líneas y llevarlas a la homocigosis por varios ciclos de autofecundación (*véase* 1, 18).

Después de la autofecundación se definen, en las líneas disponibles, la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE), para identificar las mejores combinaciones, desarrollando líneas puras superiores de alto rendimiento. Esos híbridos se evalúan y recomiendan en las condiciones en que exhibieron buenas características en rendimiento y tolerancia a factores adversos.

Si bien la estructura de un transgénico corresponde a la de un híbrido, un híbrido transgénico tiene incorporados uno o varios transgenes (*véase* 1, 21) pertenecientes a alguna corporación (*véase* 1, 20; sobre la forma de reproducir el híbrido transgénico, *véase* 1, 23).

En ambos casos, los híbridos están protegidos por alguna forma de propiedad intelectual. Para su explotación comercial se celebra un contrato con el productor y éste puede ser usado en juicio mercantil. Si el maíz normal de alguna empresa productora y comercializadora se contaminara con maíz transgénico, por ley esa empresa tendría que pagar regalías a la corporación, lo que la llevaría a la quiebra.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Espinosa, C. A., A. Turrent, R. M. Tadeo, T. A. San Vicente, M. N. Gómez, B. R. Valdivia, M. M. Sierra y G. B. Zamudio (2014). "Ley de semillas y ley federal de variedades vegetales y transgénicos de maíz en México." *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(2), 293-308.
- Turrent, A., J. A. Serratos, A. Espinosa y E. Alvarez-Buylla (2014). *El maíz transgénico en México (en 15 píldoras)*. México: uccs. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <https://www.uccs.mx/downloads/visit.php?id=file_5266129007470>.



23. ¿Cómo se produce la semilla transgénica para siembra?

ANTONIO TURRENT FERNÁNDEZ

Una vez que se tienen el maíz transgénico y sus semillas (*véase* 1, 21), éstas se siembran para servir como línea nodriza transgénica, fuente de polen y óvulos transgénicos al madurar en campo o invernadero. Por otra parte, dos líneas parentales, macho (M) y hembra (H), de híbridos agrónomicamente sobresalientes, obtenidas mediante selección genética clásica, servirán para intercambiar polen con las plantas de maíz transgénico (*véase* 1, 18 y 22).

La línea nodriza transgénica se cruza con una de las líneas parentales normales: 1) la nodriza transgénica \times línea parental H; 2) la progenie de ese cruzamiento (1) \times la misma línea parental H; 3) la segunda progenie \times la misma línea parental H. Mediante esas retrocruzas se logra que la línea parental del híbrido adquiera el carácter transgénico, eliminando al máximo los demás caracteres de la línea nodriza transgénica. La línea parental H, transformada en transgénica, se cruza con la segunda línea parental M para producir el híbrido transgénico.

Por medio de la técnica convencional de producción y multiplicación de semillas mejoradas se producirán semillas transgénicas comerciales. La composición genética general del híbrido, convertido en transgénico, la aporta el híbrido normal original, mientras que el componente transgénico aporta la resistencia o tolerancia a plagas o herbicidas. De manera semejante a lo descrito, en los híbridos comerciales se pueden apilar tres o más materiales transgénicos.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Turrent, A., J. A. Serratos, A. Espinosa y E. Alvarez-Buylla (2014). *El maíz transgénico en México (en 15 píldoras)*. México: uccs. Recuperado el 16 de octubre de 2020 de <https://www.uccs.mx/downloads/visit.php?id=file_5266129007470>.



24. ¿Causa algún daño a la salud comer maíz transgénico?

NOÉ SALINAS ARREORTUA
JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ
JOSÉ LUIS GÓMEZ OLIVARES

Desde su creación, el maíz transgénico ha generado preocupación en la sociedad por los posibles efectos adversos de su consumo a través de la cadena alimentaria. En este sentido, debemos explicar algunas cuestiones básicas en relación con los dos tipos principales de maíz transgénico: el tolerante a herbicidas y el Bt, resistente al ataque de insectos (véase I, 21).

Al maíz tolerante al glifosato —ingrediente químico activo de uno de los herbicidas más usados en el campo— se le ha integrado, por medio de ingeniería genética, un transgén proveniente de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, la cual produce una proteína especial (enzima) conocida por las siglas CP4EPSPS. Esa enzima especial impide la acción del glifosato, por lo que la planta puede seguir funcionando y sintetizar elementos químicos claves para su desarrollo y mantenimiento, no así las plantas, malezas o maíces que no contienen el gen que produce la enzima CP4EPSPS. En otras palabras, las plantas no transgénicas mueren por la acción del glifosato cuando éste se asperja en el campo de cultivo. El glifosato inhibe drásticamente la enzima normal EPSPS, producida por plantas y bacterias, pero no la enzima transgénica del tipo CP4, gracias a lo cual se arma el paquete tecnológico maíz transgénico-herbicida. En el esquema descrito, la diferencia entre maíz normal y maíz transgénico tolerante al glifosato es la presencia de dos tipos diferentes de la misma enzima EPSPS: la normal y la CP4, respectivamente. Cabe anotar que el maíz transgénico no produce glifosato sino una enzima antiglifosato y que los animales mamíferos no generan la enzima EPSPS lo que implicaría un efecto nulo sobre su metabolismo.

Mención aparte merece el herbicida glifosato debido a que, recientemente, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer, dependiente de la OMS, lo ha clasificado como “probablemente cancerígeno para humanos”.

Conforme a la mayoría de las evidencias relativas a la investigación del impacto del grano de maíz transgénico tolerante a glifosato suministrado a poblaciones de ratas en



laboratorio, no hay diferencias significativas entre éste y el grano de maíz normal. Por el contrario, en experimentos en los que se hace uso del herbicida glifosato en dietas o tratamientos con animales de laboratorio (ratas, peces, microcrustáceos), hay un creciente número de resultados que indican un efecto negativo en esos organismos. Además, en otros estudios epidemiológicos se ha encontrado una tendencia o correlación entre el uso del herbicida en campo y malformaciones en infantes de los pueblos colindantes a la aspersión del glifosato. A la fecha sólo hay un estudio, desarrollado por el doctor Gilles-Eric Séralini y su equipo en Francia, en el que se asocia la generación de tumores en ratas con el consumo tanto de maíz transgénico tolerante a glifosato como del propio herbicida.

En cuanto al maíz transgénico resistente a insectos o Bt, al que se le inserta una toxina insecticida proveniente de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, se debe recordar que está regulado como un pesticida y, como tal, en los Estados Unidos y otros países en los que se ha liberado, las agencias gubernamentales encargadas de la salud emiten su evaluación. Al respecto, cabe recordar el caso del maíz Bt que contenía la llamada toxina Cry9C y que fue autorizado para forraje se prohibió para consumo humano porque era difícil de degradar por el tracto digestivo. Aun así, se encontró la toxina Cry9C en tortillas utilizadas por la empresa Taco Bell en los Estados Unidos de Norteamérica; si bien se retiraron las harinas provenientes de ese maíz Bt, nunca se aclaró cómo llegó a constituirse en ingrediente.

Los demás tipos de maíz Bt, con toxinas Cry diferentes de la Cry9C, han sido evaluados y no parece haber pruebas claras de alergenicidad o toxicidad en ratas, conejos o peces. De cualquier forma, se siguen estudiando porque su modo de acción corresponde al de una toxina.

En conclusión, académicos e investigadores de diversas vertientes, tanto de instituciones públicas como de empresas privadas, han argumentado que la modificación genética de las plantas, en general, y del maíz transgénico en particular, podría producir nuevas sustancias alergénicas, resistencia a antibióticos, nuevas toxinas, incremento de riesgo de cáncer y degradación del valor nutricional, entre otros. Se han realizado investigaciones para analizar algunos de esos riesgos y peligros, pero, a la fecha, no tenemos una respuesta contundente acerca del daño a la salud, o de la ausencia de afección, que el maíz transgénico o los productos derivados de éste pudieran provocar. Por lo tanto, creemos que es obligación de las autoridades sanitarias adoptar medidas precautorias en cuanto al consumo de maíz transgénico y proactivas en cuanto a la investigación de sus riesgos para la salud.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Nodari, R. O., y M. P. Guerra (2004). *La bioseguridad de las plantas transgénicas. Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado el 27 de octubre de 2020 de <<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/2409>>.



Peña, D. S. (2014). “La inocuidad de las proteínas Cry presentes en los alimentos transgénicos.” *Abanico Veterinario*, 4(2), 42-53. Recuperado de <<http://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2014/av142f.pdf>>.

Rojas, I. R. G., J. C. G. Alonso y T. Trujillo (2012). “Los alimentos transgénicos y la salud humana.” *Mediciego*, 18 (número especial). Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-710877>>.



25. ¿Cómo reconozco si en mi campo o en el del vecino hay maíz transgénico?

JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ

No se puede reconocer el maíz transgénico a simple vista: se confunde con cualquier otro tipo de maíz porque las modificaciones que experimenta no se traducen en características visibles en las hojas, el tallo, las espigas o la mazorca de la planta. Lo que se introduce en el maíz para convertirlo en transgénico es una nueva instrucción genética. Ésta puede estar contenida, por ejemplo, en la sustancia bioquímica proveniente de bacterias que añade a la planta una toxina insecticida (maíz Bt por *Bacillus thuringiensis*), o bien en una sustancia que anula el efecto de los herbicidas, por lo que éstos pueden aplicarse sin dañar el maíz (maíz resistente a herbicidas), con el fin de controlar o destruir las plantas que crecen junto a él en el campo. En otras palabras, las características que se modifican a través de los transgenes (por ejemplo, de bacterias; véase 1, 21 y 23) introducidos en el maíz son internas, y sólo en el laboratorio pueden identificarse esos transgenes, empleando técnicas de biología molecular o mediante las proteínas producidas por aquéllos, con ayuda de pruebas bioquímicas conocidas como paquetes (*kit*) de reacción inmune.

Las técnicas de detección de transgenes se basan en reacciones químicas particulares que los separan y los “marcan” para visualizarlos en aparatos especiales después de extraerlos, en el caso del maíz, de hojas, tallos, mazorcas o granos. Las proteínas transgénicas se identifican mediante sencillos dispositivos o reactivos bioquímicos —muy parecidos a las pruebas de embarazo— en los que se aprovechan las reacciones inmunes, en el caso del maíz, entre la proteína transgénica (antígeno) y la antiproteína transgénica (anticuerpo).

Se ha argumentado que los maíces con deformaciones o mutaciones podrían atribuirse al efecto de los transgenes en la maquinaria genética de la planta. Aunque esto no puede descartarse sin una experimentación científica, es necesario recordar que existen y se han documentado cientos de mutaciones naturales en el maíz, por lo que es muy aventurado catalogar un maíz como transgénico por presentar deformacio-



nes o mutaciones. La recomendación es coleccionar esos ejemplares extraños y someterlos a un análisis minucioso.

Para que los agricultores puedan saber si en su campo o en el de los vecinos hay maíz transgénico, es recomendable que se organicen como comunidad para solicitar el apoyo de instituciones académicas del sector agrícola o ambiental, con el fin de llevar a cabo un diagnóstico de la ocurrencia de maíz transgénico en los predios. También, de forma independiente, los vecinos de la comunidad pueden, con una capacitación sencilla, utilizar pruebas bioquímicas —como los paquetes de reacción inmune mencionados— para realizar una exploración preliminar del maíz que siembran en sus campos. Las hojas deben coleccionarse en una etapa temprana de desarrollo; se recomienda cortarlas de un mínimo de 50 plantas, 100 de preferencia, en diferentes puntos a lo largo del eje transversal del campo de cultivo. Para realizar las pruebas bioquímicas o enviarlas a un laboratorio especializado las hojas deben estar congeladas. En el caso de la semilla de maíz lo mejor es coleccionar mazorcas al menos de 30 plantas ubicadas en diferentes puntos del predio, aunque también puede utilizarse un kilogramo de semilla del sitio de almacenaje del productor o del almacén o banco comunitario (*véase 1, 14*).

De manera indirecta puede conocerse la posible presencia de maíz transgénico en una región amplia mediante la consulta de mapas en los que se ubiquen los predios, municipios o estados donde se hayan encontrado plantas, semillas o proteínas transgénicas en los campos de cultivo de los productores.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Bolívar, F. (2007). *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna* (2a. ed). México: El Colegio Nacional. Recuperado el 27 de octubre de 2020 de <<http://www.academia.edu/download/62443812/Fundamentos20200322-97216-8k6ruw.pdf>>.
- Calderón, R. V. (2007). *Inmunoquímica*. México: Instituto de Biotecnología-UNAM. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <<http://www.academia.edu/download/56362653/inmunoquimica.pdf>>.



26. ¿Cómo establecer un cerco para evitar la introducción de transgenes en mi maíz criollo?

CARMEN MENDOZA CASTILLO

Para evitar la contaminación del maíz criollo (*véase* 1, 7), lo primero que se debe hacer es aislarlo, y para ello se requiere distancia. Dado que en la mayoría de las zonas de siembra de maíz los campos de cultivo están muy próximos, es prácticamente imposible alejar el maíz criollo de cualquier otro que potencialmente sea transgénico. Por ello, las medidas de protección deben ser *a posteriori*. Si existiese la sospecha de la presencia de maíz transgénico en campos vecinos o en el propio, es necesario considerar la solicitud de análisis de laboratorio o preliminares, como se especifica más adelante, para iniciar un procedimiento de diagnóstico de la situación. En ese caso, los bordes externos del campo de cultivo deben ser considerados de alto riesgo por su colindancia con los predios aledaños.

Es importante fomentar la socialización con los vecinos; una campaña de difusión y sensibilización en la comunidad ayudaría a promover la participación de la gente en la solución del problema. De no haber participación comunitaria, habrá que concentrarse en el propio campo.

Además de la distancia, el tiempo es fundamental para evitar la contaminación por transgénicos. Una medida para evitar o disminuir la contaminación es el desfase en tiempo de siembra, aunque eso supondría un cambio radical en el manejo del cultivo.

Otra práctica importante para evitar la contaminación es seleccionar la semilla de las plantas ubicadas en el interior de la parcela porque, como se mencionó, las que se encuentran en los bordes están más expuestas al acarreo de polen, por viento, desde los predios vecinos.

En general, nadie puede decir si está sembrando transgénicos porque son indistinguibles a la vista (*véase* 1, 21 y 25). La primera sospecha se presenta cuando hay siembra de maíces híbridos, ya que se incrementa la probabilidad de que sean transgénicos (*véase* 1, 18 y 22).

En algunos predios ejidales o minifundios la situación se complica aún más porque las parcelas están mezcladas y carecen de bordes visibles; prácticamente todo el maíz



está en contacto y no se cumplen los principios de aislamiento básicos: distancia y tiempo. En esos casos resulta indispensable promover la organización vecinal y comunal para atender el riesgo de contaminación, pues se requiere evitar la entrada de semillas foráneas o de origen desconocido, así como las que provienen de programas gubernamentales de distribución de semilla. Esto ocurre cuando un agricultor de la zona se involucra en esos programas y comparte terrenos ejidales.

Es necesario tener presente que hay muchos agricultores, sobre todo del norte de México, interesados en las semillas híbridas y que acostumbran adquirir nuevas tecnologías. En esos casos es muy difícil concienciarlos acerca de los riesgos de la semilla transgénica, ya que priorizan la productividad y lo que ellos perciben como “algo mejor”. En consecuencia, en el norte del país será muy difícil establecer medidas de contención o control para evitar la contaminación por maíz transgénico, ya que para los productores no es relevante la conservación del maíz (*véase* I, 10 y 12). En zonas como la Huasteca tamaulipeca la situación del maíz en general, y del nativo en particular, es preocupante por la reducción del área de cultivo, el abandono gubernamental del campo y la disminución de los agricultores tradicionales.

En el otro extremo se encuentran los agricultores tradicionales que están orgullosos de sus semillas y que por generaciones han seleccionado maíz de su propia cosecha, el cual defienden y conservan por cuestiones culturales (*véase* t. III, IV, 68). Es el caso de San Juan Ixtenco, Tlaxcala, donde se practican estrategias de tipo agroecológico sin introducción de fertilizantes o pesticidas que pudiesen modificar las condiciones de su suelo y agrosistema, y donde hay gran diversidad de maíces nativos. El secreto está en la organización de esos minifundios donde, sin duda, podrían establecerse medidas de prevención o cercos para proteger el maíz nativo de la entrada de maíz transgénico. Por supuesto, el nivel de receptividad es mucho mayor en esas regiones en las que existe una cultura del maíz nativo con diversos usos y para diferentes propósitos. Podemos asegurar que, sobre todo en el centro y el sur de México, las comunidades ya comienzan a tomar medidas para evitar la entrada de maíz transgénico en sus campos, aunque la imposibilidad de detectar éste a simple vista hace más difícil la labor.

Además de establecer medidas preventivas se requiere evidencia física del estado del maíz nativo, para lo cual es necesario contar con un laboratorio capaz de determinar la presencia de maíz transgénico. En la actualidad, las únicas opciones son los laboratorios públicos de Sagarpa y Semarnat, que brindan apoyo para mantener vigilancia continua de los maíces nativos. Afortunadamente, en varias partes de México hay claros ejemplos de que las comunidades organizadas, aun sin recursos, están logrando establecer medidas primarias de prevención para la preservación de sus maíces nativos.

En conclusión, ante un panorama tan complejo, lo único que realmente puede funcionar es una estrategia nacional, con un marco legal adecuado, para la protección del maíz nativo.



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Lazos, E. (2015). "Riesgos en la introducción del maíz transgénico: discursos y controversias." En M. Sánchez, E. Lazos y R. Melville (coords.), *Riesgos socioambientales en México*. México: CIESAS. Recuperado el 27 de octubre de 2020 de <<http://ru.iis.sociales.unam.mx/handle/IIS/4683>>.



27. ¿Hay trigo transgénico?

JORGE NIETO SOTELO

Hay dos categorías de trigo transgénico: *a)* el que crean empresas de semillas o instituciones de investigación públicas y privadas, con fines de estudio y desarrollo, y *b)* el que fabrican empresas de producción de semilla con fines comerciales para su venta al público.

Si se considera la primera categoría (investigación y desarrollo), puede decirse que existen varios tipos de trigo transgénico. En México, entre 2008 y 2014, la Senasica de Sagarpa otorgó permisos para llevar a cabo experimentos de campo con trigos transgénicos que, en conjunto, abarcan una superficie de 4.4 hectáreas. En los Estados Unidos de América, el Servicio de Inspección de Sanidad Vegetal y Animal (APHIS, por sus siglas en inglés), del Departamento de Agricultura, informó que desde 1995 se aprobaron experimentos en campo para evaluar ciertos trigos transgénicos en cuanto a su resistencia a hongos o sequías, contenido de proteínas, almidón o lignina, y en relación con sus cualidades forrajeras.

La compañía Monsanto tiene en fase de desarrollo trigos transgénicos resistentes a los herbicidas dicamba, glufosinato y glifosato, pero no muestra intenciones de ponerlos a la venta, e incluso retiró las dos solicitudes de comercialización que sometió ante el APHIS en 2004.

Entre 1992 y 2014 el APHIS aprobó alrededor de 110 permisos para la liberación comercial de cultivos transgénicos que no requerirán regulación posterior, pero entre ellos no figuraba el trigo transgénico. A escala mundial, ninguno de los trigos transgénicos mencionados aquí ha sido aprobado o está disponible para su venta comercial.

En cuanto a los trigos transgénicos comerciales, hasta agosto de 2015 no se encontraban en el mercado de México, los Estados Unidos, Europa o Japón. Valdría la pena preguntarse por qué ocurre esto cuando desde hace años existen semillas transgénicas comerciales de maíz, soya, algodón y canola. La respuesta tiene que ver con estrategias comerciales, ya que, sobre todo en los países industrializados, maíz, algodón, canola y soya se emplean como alimento de animales o para industrializarse como



almidón, fructosa, etanol, aceite, fibras, entre otros, y no son consumidos de manera directa por los humanos. En cambio, los granos de trigo se utilizan en todo el mundo para producir pan o pasta. El procesamiento industrial o el uso como forraje ha permitido que maíz, canola, soya y algodón no requieran ser etiquetados como organismos genéticamente modificados (OGM), pues de lo contrario serían rechazados en los mercados japonés y europeo, los cuales importan gran cantidad de granos y rechazan los OGM.

A la fecha, ninguna empresa ha producido trigo transgénico con fines comerciales. En contraste, en México y en otros países en desarrollo, como los africanos, los humanos consumen maíz de manera directa, por lo que la ingesta de grano transgénico debería evaluarse de manera diferente de como se hace en el resto del mundo.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Dunwell, J. M. (2009). Chapter 20. "Transgenic Wheat, Barley and Oats: Future Prospects." En H. D. Jones y P. R. Shewry (eds.), *Transgenic Wheat, Barley and Oats. Production and Characterization Protocols*. Nueva York: Human Press.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (s. f.). Recuperado de <<http://www.senasica.gob.mx/default.asp?id=5586>> y <<http://www.monsanto.com/products/pages/specialty-crop-pipeline.aspx>>.
- United States Department of Agriculture APHIS (7 de febrero de 2017). "Release Permits for Pharmaceuticals, Industrials, Value Added Proteins for Human Consumption, and Phytoremediation Received since 2006 and Granted or Pending by APHIS." Recuperado de <<https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/reports/pharma-table>>.



II. Saberes y lenguas



*Maíces vestidos para fiesta del maíz, Chicontepepec, Veracruz.
Fotografía: Arturo Gómez.*

Introducción

RAFAEL ORTEGA PACZKA

El maíz ocupa un lugar central en las culturas mesoamericanas, pues está incluido en sus cosmovisiones y en su vida cotidiana, de tal manera que a los habitantes de la región se les ha llamado *hombres de maíz* (véase t. III, VII, 73).

La colonización del centro-norte de México consistió, en cierto grado, en un desplazamiento de indígenas y mestizos de raíces mesoamericanas, por lo cual las culturas regionales mestizas de esas áreas muestran una considerable influencia mesoamericana, lo que se refleja en la importancia que tiene el maíz en su agricultura y alimentación. Además, se puede decir que todas las culturas regionales indígenas y mestizas del país han hecho y hacen muy importantes aportes a la cultura del maíz.

Los saberes actuales de las comunidades de los pueblos originarios y de los campesinos mestizos mexicanos comprenden la diversidad de plantas y animales, las partes de las plantas y sus etapas de vida, el clima y el estado del tiempo, diversidad de tierras, prácticas agrícolas, manejo del agua y humedad del suelo, etnotaxonomías, instrumentos de trabajo, formas de utilización de plantas y animales en la comida y otros ámbitos de la vida, así como una conciencia del deterioro ambiental y el cambio climático (véase II, 28 y 29).

Dado que México es el centro de domesticación y diversidad del maíz (véase I, 2, 10 y 12); que las culturas mesoamericanas han coevolucionado con esa planta en muy diferentes ambientes naturales y agrícolas por varios miles de años; que existe un número significativo de lenguas y variantes lingüísticas en el territorio nacional; que las culturas tradicionales no intentan separar a los humanos de sus objetos de conocimiento, y que la influencia del castellano difiere de las lenguas que se hablan en las comunidades indígenas, hay una enorme riqueza de saberes en torno al maíz que se refleja en palabras y conceptos de las lenguas indígenas actuales —generalmente mucho más que en las comunidades mestizas—, por lo que su rescate y estudio son necesarios y urgentes.

Los saberes de las comunidades rurales mexicanas acerca de las partes de la planta, sus etapas fenológicas, la diversidad de maíz que tienen a su alcance, las condiciones y



el manejo agrícola de cada población para obtener cosechas de maíz apropiadas, así como los usos y procedimientos para aprovecharlas, son inmensos; se transmiten en forma oral, se comprueban, se modifican y se enriquecen constantemente mediante la práctica. Para acopiar esos conocimientos no hay como registrarlos en su idioma y publicarlos en forma trilingüe: en su lengua original y con una traducción lo más adecuada posible al castellano y al inglés, ya que estas dos lenguas carecen de muchas palabras y sentidos para expresar apropiadamente esos saberes.

Entre las aportaciones incluidas en esta sección es indispensable destacar los estudios sobre:

- a) El papel central del maíz y la milpa en la agricultura de los pueblos indígenas.
- b) La precisión del conocimiento de las partes de la planta y las etapas de vida del maíz, así como la humanización de dichas partes y etapas fenológicas, reflejada en los términos registrados para nombrarlas en varias lenguas indígenas (*véase* II, 30-36).
- c) La diversidad de texturas y colores de grano reconocidos y sus relaciones con su uso y significado en la vida diaria y en las ceremonias (*véase* II, 39-41).
- d) Los saberes relacionados con las fases de la luna, las prácticas agrícolas y sus consecuencias (*véase* II, 37 y 38).
- e) El respeto por la naturaleza, sus componentes y relaciones, así como por el maíz en los pueblos indígenas, lo cual permite un mejor uso y evita la pérdida de recursos, además de incentivar la realización de ceremonias en numerosas comunidades rurales del país. Tales actitudes resultan sabias y en parte coinciden con los valores ambientalistas de algunas corrientes del pensamiento contemporáneo de vanguardia.

En cuanto a la diversidad nativa del maíz y sus usos, a lo que aportan los autores de esta sección puede agregarse que el estudio y la conservación de la diversidad mediante los usos ceremoniales de la planta son fundamentales porque gracias a ellos se conservan ciertos tipos de maíz con aplicaciones muy peculiares. A manera de ejemplo se citan los siguientes casos: formas de diferentes colores de la raza Bofo para usos ceremoniales entre los wixarika (huicholes); maíces ramificados, conocidos como *mazorcas cuatas*, que se usan en ritos de fertilidad y curación, como entre los tsotsiles (*véase* figura 14); maíces peculiares usados en medicina tradicional; mazorcas de granos rojos, a las que los pueblos mesoamericanos del centro del país consideran “el macho” que cuida la milpa contra eclipses y otras desgracias; el uso del maíz “negro” en Ixtenco, Tlaxcala, para elaborar atole agrio en Semana Santa y otras celebraciones; el cultivo de maíces precoces en comunidades de la península de Yucatán para ofrendar a las entidades sagradas, así como a vecinos y parientes, atole nuevo de granos de elote macizo; el cultivo de maíz de la raza Blando para preparar coricos, galletas que se dan a los invitados en bodas de las comunidades de Sinaloa y Sonora.





Figura 14. Mazorcas de maíz ramificadas, usadas en ritos de fertilidad en comunidades tsotsiles de Chiapas. Fotografía: Rafael Ortega.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Gutiérrez, N. G., y J. A. Gómez (2011). "Relatos de vida productiva alrededor del maíz. Maíz, milpa, conocimiento y saberes locales en comunidades agrícolas." En A. Argueta, E. Corona y P. Hersch (coords.), *Saberes colectivos y diálogo de saberes*, 329-343. Morelos/Puebla: CRIM-UNAM/Universidad Iberoamericana.
- Hernández X., E. (2013). "La agricultura en la península de Yucatán." En E. Beltrán, *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*, vol. 3, 3-57. México: IMRNR.
- Mariaca, R. (2003). "Prácticas, decisiones y creencias agrícolas mágico-religiosas presentes en el sureste de México." *Etnobiología*, 3, 66-78.
- Mariaca, R., J. Pérez, N. S. León y A. López (2007). *La milpa tsotsil de los Altos de Chiapas y sus recursos genéticos*. San Cristóbal de Las Casas: Ecosur.
- Ortega, R. (2011). "Investigaciones y acciones sobre saberes campesinos en recursos naturales y agricultura de México." En A. Argueta, E. Corona y P. Hersch (coords.). *Saberes colectivos y diálogo de saberes*, 357-375. Morelos/Puebla: CRIM-UNAM/Universidad Iberoamericana.



28. ¿Qué se entiende por saberes campesinos?

MAYA LORENA PÉREZ RUIZ

Conocer es la facultad del ser humano que le permite aprender, conceptualizar, interpretar, organizar y dotar de sentido a su entorno. Esto se logra mediante procesos fisiológicos y psíquicos en los que intervienen la observación, las sensaciones, las percepciones, las emociones, la memoria, la abstracción, el razonamiento, la valoración y el juicio, que brindan al individuo la posibilidad de actuar sobre sí mismo, de relacionarse con otros y modificar intencionalmente aquello que lo circunda. El conocimiento adquirido, siempre situado histórica y contextualmente, supone un ejercicio continuo de actuar/conocer que da como resultado tanto la acumulación como la transformación de saberes, de modo que puedan desecharse los previos (aunque a veces se acumulan) y generarse nuevos con estructuras y significados radicalmente distintos de los anteriores.

Los saberes campesinos —también llamados *tradicionales*, *ancestrales*, *populares*, *folk* o *etnoconocimientos*— expresan la experiencia que las sociedades han adquirido durante miles de años en sus interacciones con el universo, con la naturaleza circundante, con lo que conciben como sobrenatural, así como con otros grupos humanos, con el fin de lograr su supervivencia y reproducir sus culturas en lugares histórica y geográficamente situados. El sentido con que los sujetos se preguntan sobre lo que existe (ontología), y a la vez conceptualizan, interpretan, valoran y organizan lo que perciben —al actuar y conocer—, forja una cosmovisión propia, una interpretación del mundo a partir de la cual actúan frente a sí mismos, frente a su grupo y su entorno natural, sobrenatural y social. Esto orienta sus reflexiones acerca de cómo generan conocimiento (epistemología), para qué y en beneficio de quién llevan a cabo sus prácticas sociales, en un ciclo incesante en el que se reproduce y se transforma una sociedad en particular.

Los saberes tradicionales se organizan en sistemas integrados por complejos de componentes relacionados entre sí, mediante composiciones, estructuras y mecanismos que les dan coherencia y organicidad dentro de determinada cosmovisión; ello permite su comprensión, su puesta en acción y su enriquecimiento a través de la generación o la apropiación de otros saberes. Los sistemas de conocimiento tradicionales



incluyen componentes (el término viene de la teoría de sistemas) conceptuales, emocionales, valorativos y tecnológicos, orientados a interpretar el universo, así como a explicar y guiar la actuación de los sujetos en relación con aspectos sustantivos de su existencia —como la religión, los ciclos de vida, la alimentación, la vivienda y la salud—, lo mismo que para regular la convivencia social dentro de su grupo social, la de éste con otros grupos, así como su relación con el cosmos y las entidades sobrenaturales. También comprenden lógicas, mecanismos, procedimientos, técnicas y actores específicos para la generación, conservación, transmisión y reproducción de los conocimientos, las técnicas y las prácticas que los integran. De allí que, dependiendo de cada sociedad o grupo cultural, puedan existir sistemas de conocimiento accesibles para todos, al igual que sistemas o componentes de sistemas de conocimiento comprensibles sólo para algunos, dependiendo del género, la edad, el estatus social, y de que haya o no campos especializados de conocimiento.

Si bien pueden especializarse para incidir en determinados ámbitos de la vida social (en la producción, en la salud, etc.), los sistemas de conocimiento tradicionales tienden a ser holísticos en su composición y a integrar diferentes dimensiones de la cosmovisión, por lo que el conocimiento incluye componentes filosóficos, míticos y religiosos, sin que se proponga, como ocurrió con la modernidad generada en Occidente, la existencia de un conocimiento “objetivo”, libre de elementos subjetivos, afectivos e ideológicos.

La devaluación y la estigmatización de los conocimientos tradicionales, hecha desde la ciencia como saber hegemónico, han provocado que éstos sean considerados empíricos y orales —producto de prácticas repetitivas, de acierto y error, y transmitidos sólo de boca en boca— y que se les nieguen las cualidades propias de cualquier proceso cognoscitivo. Con ello se han omitido las formas complejas que, durante miles de años, diversos pueblos del mundo han desarrollado para generar y transmitir sus sistemas de conocimiento, los cuales van desde la gestación de sofisticados métodos de escritura (plasmados en papiros, códices, pirámides, esculturas) hasta la construcción de complejos rituales. De ahí la necesidad ética de devolverles su valor como conocimientos sistemáticos y reflexivos.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Argueta, A., *et al.* (2011). “Introducción”. En *Saberes colectivos y diálogo de saberes en México*, 11-47. México/Puebla: CRIM-UNAM/Universidad Iberoamericana.
- Hernández X., E. (1977). “Metodología para el estudio de agroecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional.” En *Agroecosistemas de México: contribución a la enseñanza, la investigación y la divulgación agrícola*, 321-333. Chapingo, Estado de México: Colegio de Posgraduados.
- Pérez, M. L. (1983). *Cambios en la organización social y familiar de la producción en el ejido de Yaxcabá, Yucatán*. Tesis de licenciatura en antropología social. México: ENAH.



29. ¿Qué importancia tienen los saberes en el cultivo del maíz?

MAYA LORENA PÉREZ RUIZ

En Mesoamérica, cultivar maíz requiere múltiples conocimientos y habilidades que hombres, mujeres, jóvenes y niños adquieren a lo largo de su vida. Esta actividad se realiza en el marco del sistema llamado *milpa*, complejo tecnológico, organizativo y simbólico con el cual se manejan técnicamente los recursos naturales, se organiza la fuerza de trabajo individual, familiar y social, y se cumple ritualmente con los preceptos dictados por las deidades que propician la vida (véase t. III, ix, 104).

La milpa es la parcela donde se siembra el maíz acompañado de otros cultivos no perennes, principalmente frijol y chile; pero también es un sistema cultural de manejo y aprovechamiento del conjunto de los recursos naturales con que cuenta un grupo social. En ambos casos, el maíz es el eje estructural y simbólico del espacio, el territorio, la cosmogonía y la vida de las familias campesinas milperas.

La milpa constituye un complejo de sistemas de conocimiento y aprovechamiento de los recursos naturales que incluye formas peculiares de manejar la vegetación y la fauna silvestres y domesticadas, las aguas de ríos y manantiales, las lluvias, las tierras para cultivo y los hábitats que deben conservarse como lugares sagrados, de los cuales los humanos han de mantenerse alejados. Esto propicia gran número de espacios de producción (parcela, huertos familiares frutícolas y hortícolas, ganadería de solar, entre otros), así como de colección y manejo de recursos no cultivados, como miel de abejas silvestres, plantas medicinales, cacería, etc., cada uno con sus respectivas implicaciones en saberes y habilidades.

En la milpa, como parcela, se privilegia la diversidad de germoplasmas (semillas) ante la variedad en la calidad y la profundidad de los suelos, las eventualidades climáticas (sequías y exceso de lluvias), la dificultad de erradicar arvenses y posibles afectaciones por la invasión de plagas (véase I, 12-14, y t. III, ix, 107). Se contempla también un conjunto de prácticas —desde la selección y la preparación del terreno hasta la cosecha, el almacenamiento y el procesamiento de productos—, cada una de las cuales requiere decisiones que deben tomarse con base en conocimientos, experiencias e



indicadores físico-bióticos y culturales: identificar la fertilidad de los suelos por su vegetación, humedad, profundidad; conocer la dirección de los vientos cuando se quiere polinizar de cierta manera para producir nuevas variedades de maíz; manejar las semillas por su capacidad de resistencia a plagas y sequías, o por su rendimiento; decidir el mejor momento para sembrar, deshierbar y cosechar, y pedir permiso para sembrar y dar las gracias por las cosechas, entre otras.

Manejar el sistema de milpa en su conjunto para obtener los mejores resultados, para no destruir sus bases ecológicas, sociales y culturales, y para no transgredir los ordenamientos míticos y rituales dictados por entes sobrenaturales —propios de las religiones prehispánicas o del cristianismo en cualquiera de sus variedades—, requiere, por lo tanto, un cúmulo de conocimientos y habilidades prácticas que las familias campesinas adquieren a lo largo del tiempo.

La vida campesina se organiza en torno a la familia y a la pertenencia a comunidades (ejidos, poblados, ranchos) cuya sabiduría se transmite —según el género, la edad y las cualidades individuales— en el seno familiar, en los sitios comunitarios de convivencia o en espacios festivos y ceremoniales, al lado de hombres y mujeres que poseen conocimientos especializados en medicina, ritualidad, justicia y resolución de conflictos. Los métodos de enseñanza-aprendizaje siguen la lógica de la construcción y la distribución de los espacios: en la casa, en la milpa, en el monte, donde se vive lo sagrado. Algunos son femeninos, como la cocina; otros, masculinos, como la parcela y el monte. Pero también hay otros mixtos, como el solar y los campos hortícolas. Hombres y mujeres pueden decidir sobre diversos espacios; por ejemplo, las mujeres inciden en la conservación y la circulación de las semillas en función de gustos, texturas, sabores o precios en los mercados.

Fortalecer los conocimientos tradicionales en torno al maíz como parte del sistema de milpa y vigorizarlos dentro de las familias y comunidades campesinas es fundamental para preservar la diversidad cultural y biológica de México, para propiciar la soberanía alimentaria nacional y alentar la autonomía de los campesinos con el fin de que decidan sus formas de vida y cultura.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Argueta, A., *et al.* (2011). “Introducción”. En *Saberes colectivos y diálogo de saberes en México*, 11-47. México/Puebla: CRIM-UNAM/Universidad Iberoamericana.
- Hernández X., E. (1977). “Metodología para el estudio de agroecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional.” En *Agroecosistemas de México: contribución a la enseñanza, la investigación y la divulgación agrícola*, 321-333. Chapingo, Estado de México: Colegio de Posgraduados.
- Pérez, M. L. (1983). *Cambios en la organización social y familiar de la producción en el ejido de Yaxcabá, Yucatán*. Tesis de licenciatura en antropología social. México: ENAH.



30. ¿Cómo se nombra a las partes del maíz en náhuatl de Santa Ana Tlacotenco, Milpa Alta?

CARMEN MORALES VALDERRAMA

Los nombres en náhuatl de las partes del maíz y de algunas de sus plagas son indicativos de la importancia de esa planta en nuestro país (véase t. III, IX, 107). En el español de México se usa el término *chabuistle* (enfermedad provocada por hongos) para designar diversas enfermedades que asolan no sólo al maíz, sino a otros cultivos, como el frijol. Variaciones de ese término son *chabuiscle*, *chabuixcle* y *chabuiste*. Otra palabra relativa a los hongos patógenos del maíz es *cuitlacoche* o *huitlacoche*; también llamado *carbón del maíz*, se considera una enfermedad y se ha convertido en ingrediente alimenticio muy apreciado en la cocina del centro de México (véase t. III, VIII, 93-95).

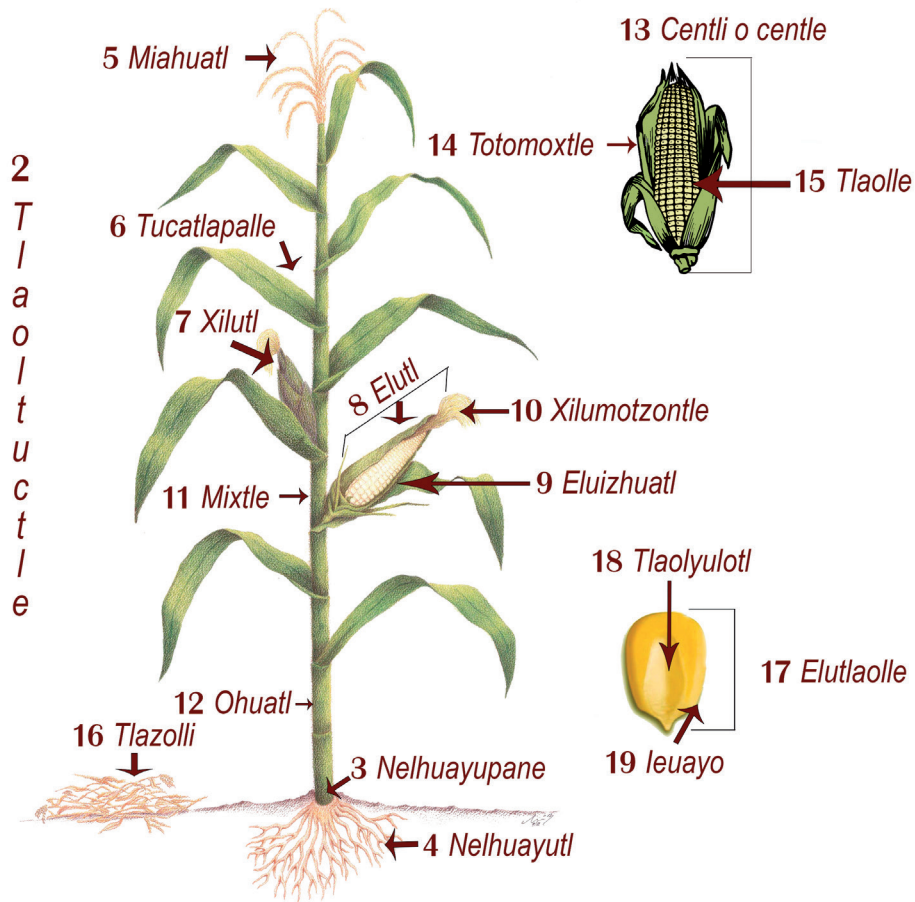
Lo anterior es muestra de que el náhuatl, que se convirtió en lengua franca de buena parte de Mesoamérica hace más de 500 años, en la actualidad conserva gran presencia y diversidad, con 30 variantes y 1725620 hablantes en 16 estados de la República, de acuerdo con datos del INEGI de 2015.

Atendiendo a este hecho, cualquier ejemplo que se diera de los nombres de la planta de maíz en náhuatl tendría observaciones por parte de los nahuatlacas (hablantes de náhuatl) de diversos pueblos (véase II, 31). Por ejemplo, el náhuatl de la comunidad de Santa Ana Tlacotenco —lugar que se tomó como referencia para esta nota— presenta variantes respecto del de Villa Milpa Alta, pueblo que dista apenas 10 km de aquél.

Ciertamente hay documentos publicados sobre el tema (uno de ellos se cita al final de este artículo), pero los habitantes de Santa Ana aseveran que el náhuatl que ellos hablan es legítimo y de transmisión oral, no escrito. A doña Dominga Martínez, al profesor José Ortiz, al señor Francisco R. Galicia Cervantes y a don Oswaldo Galicia Calderón (integrantes del grupo Wewetlahtulle) agradecemos su generosidad al responder, en septiembre de 2016, a nuestra inquietud sobre los nombres del maíz, los cuales se presentan en la ilustración que acompaña este breve artículo (véase figura 15).



1 Tunacayutl



Términos correspondientes a la planta:

1. Tunacayutl: nuestro sagrado sustento; 2. Tlaoltuctle: planta completa; 3. Nelhuayupane: raíz por fuera ; 4. Nelhuayutl: raíz profunda
5. Miahuatl: espiga; 6. Tucatlapalle: hoja de la planta; 7. Xilutl: elote pequeño, jilote; 8. Elutl: mazorca tierna, elote; 9. Eluizhuatl: hoja de elote; 10. Xilumotzontle: cabellos de elote; 11. Mixtle: caña jugosa; 12. Ohuatl: caña verde; 13. Centli o centle: mazorca madura; 14. Totomoxtle: hoja de mazorca madura; 15. Tlaolle o tlaolli: Maíz seco, grano; 16. Tlazolli.: rastrojo
Términos relativos al grano: 17. Elutlaolle: grano de elote ; 18. Tlaolyulotl: embrión; 19. leuayo: hollejo del grano

Fuente: Dominga Martínez, Grupo Wewetlahtulle; Recopilación: Carmen Morales-V.; Ilustración: Bruno J. Ruiz

Figura 15. Partes del maíz en náhuatl de Santa Ana Tlacotenco, Milpa Alta, Ciudad de México.

Cabe destacar que hay interpretaciones específicas por parte de quienes colaboraron con sus respuestas. Doña Dominga Martínez considera que *tunacayutl* significa “nuestro sagrado alimento”, lo que alude a la actitud reverencial que le merece el maíz.



Sin embargo, en los diccionarios que se citan al final esta palabra sólo quiere decir “sustento”, “fruto de la tierra” o “mantenimiento”.

Igualmente, los estadios de desarrollo de las partes de la planta dan lugar a nombres distintos: cuando la mazorca apenas asoma, se le llama *xilutl*; cuando es tierna como verdura, *elutl*, y cuando ha madurado, *centli* (véase también II, 35). Hay concepciones parecidas en diccionarios como el de Wolf, en el que *centli* es también el tallo o espiga del maíz seco. Por otro lado, al maíz desgranado, según el diccionario de Siméon, se le denomina *tlaoli*, *tlalli* o *tlautilli*.

Según el profesor José Ortiz, la caña de maíz que se encuentra entre nudos lleva por nombre *mixtle* o *mixtli*, que también significa “nube”, lo cual remite metafóricamente a que ambas dan agua. *Obuatl*, término usado en Tlacotenco, se emplea para referirse a la caña verde. Por otra parte, en el diccionario de Wolf se dice *tooctli* a la caña joven y dulce. Las cañas que se usaban en determinadas danzas ceremoniales, según esta misma fuente, tienen un nombre específico: *tootoopaani*, que da la idea de andar de dos en dos encima de la tierra.

En conclusión, además de las variantes locales del náhuatl para denominar las partes del maíz, hay nombres que cambian de acuerdo con el estadio de la planta y los contextos en los que se usa, incluyendo su carácter sagrado en el mundo mesoamericano (véase t. III, VII, 74).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- INEGI (2015). *Lenguas indígenas en México y hablantes (de 3 años y más) al 2015* [documento en línea]. Recuperado el 20 de enero de 2017 de <http://cuentame.inegi.org.mx/hipertexto/todas_lenguas.htm>.
- Islas, L. (1961). *Diccionario rural de México*. México: Comaval.
- Siméon, R. (2007). *Diccionario de la lengua náhuatl o mexicana*. México: FCE.
- Thouvenot, M., y J. Manríquez (cols.) (2014). *Diccionario náhuatl-español basado en los diccionarios de Alonso de Molina con el náhuatl normalizado y el español modernizado*. México: Fideicomiso Felipe Teixidor/IIH-UNAM.
- Wolf, P. (2003). *Diccionario español-náhuatl*. México: Fideicomiso Felipe Teixidor/IIH-UNAM/UABCS.



31. ¿Cómo se nombra al maíz y a sus partes en náhuatl de la Huasteca veracruzana?

ARTURO GÓMEZ MARTÍNEZ

En la cultura nahua la palabra *cintli* designa tanto al maíz, especie domesticada, como a otras plantas silvestres que producen granos y mazorcas (véase I, 3-5, y II, 30). Esas variedades regionales se distinguen por el tamaño de las mazorcas, el color y las características de las semillas, y reciben diferentes nombres: *azacacintli* (maíz de zacate), *tepecintli* (maíz de montaña), *cuatitlancintli* (maíz silvestre), *ilhuicacintli* (maíz celestial) y *teocintli* (maíz sagrado). Éstos son algunos de los términos que aluden a las plantas que crecen de manera silvestre, aquellas que no requieren el cuidado y atenciones del hombre, y que se deben a la naturaleza y a la tutela de los seres sagrados.

El maíz primigenio es motivo de atención en los relatos míticos (véase t. III, VII, 76); en las oraciones rituales se le recuerda como *huahcapacinxinachtli* (simiente antigua), la semilla original progenitora de las milpas, también llamada *cintenana* y *cintetata* (padre y madre maíz), cuyo germen se resguarda en los cerros sagrados, conocidos como *cintepetl* (monte del maíz) o *cincalco* (casa del maíz).

En otro contexto, el maíz que se consume en la actualidad se vincula con la especie y variedades domesticadas o *tlatoctli*; a la planta se le llama *toctli* o *cintoctli*, lo que alude a un elemento del sembradío o *milli* en náhuatl. *Cinmilco* es el lugar y el hogar del maíz cultivado, al que metafóricamente se suele nombrar Totlacualpan (sitio de nuestra comensalía) y Tonacayopan (el lugar de nuestra carne). El vocablo *tlacatoctli* (vegetal humanizado) o *tlacacintli* (hombre maíz) contextualiza el proceso de domesticación efectuado por la mano y el trabajo del hombre; este juicio se utiliza con frecuencia en los rituales, donde se recuerda al maíz como formador de los cuerpos humanos, origen de la comida, elemento de la socialización y creador de las culturas indígenas (véase t. III, VII, 73).

Otras alegorías lingüísticas empleadas en los discursos rituales para referirse al maíz son *tlacualiztli* (comestible), *tlasobtli* (cosa preciosa), *xochitlatoctli* (planta sagrada), *xochitopilli* (báculo sagrado), *mayantli tlacabualli* (despedida del hambre), *motelinquetl* (humildad), *conechoquitzli* (niño lloroso), *telpocatl pakiliztli* (joven alegre),



tenancintli (maíz madre), *tetabcintli* (maíz padre), *Macuilxochitl* (Cinco Flor) y *Chicomexóchitl* (Siete Flor). Este último es el tutelar y héroe cultural; su cuerpo sacrificial dio origen a la planta y a las primeras mazorcas de las que se propagó la semilla.

Como planta, el maíz tiene varias partes: *ixihuayo* (raíz secundaria), *imanelbuayo* (raíz de anclaje), *imisteyo* (nudos de anclaje), *icuayo* (tallo), *ixibuiyo* (hojas), *ixitinca* (elote), *icabuanca* (pelos de elote) *miabuaxochitl* (espiga) y *miauayol* (polen). A su vez, cada uno de los segmentos mencionados se compone de ciertos elementos. Por ejemplo, las raíces adventicias tienen dos partes: *cuanelbuatl* (línea de raíz) y *petlanelbuatl* (raíces adyacentes); la raíz de anclaje incluye *acanelbuatl* (raíz de caña o de nudo) y *acapetlanelbuatl* (raíz de caña adyacente); el nudo tiene *tepotzacatl*, del cual nace una hoja a la izquierda o *macuapaixhuatl*, y en el siguiente nudo, otra a la derecha o *maixhuatl*. La hoja se compone de una nervadura o *tepotzcuabuitl*, así como un limbo o *ixhuatl*; en el borde tiene una superficie afilada denominada *tlatentli*, además de un aspecto aterciopelado o *aabuatl*. La mazorca (*cinolotl*) recibe varios nombres según su etapa de crecimiento y maduración: primero es *xilotl* (jilote), seguidamente *elotl* (elote) y luego *cintli* (maíz); sus partes son *tzinolotzin* (pedúnculo), *totomochtli* (hoja), *olotl* (olote), *cinztoncalli* (pelos de elote), *tlaolli* o *cintlacochtli* (granos) y *tzinpilol* (ovarios en su etapa inmadura). La espiga consta de *xochipotectli* (órganos productores de polen) y *miabuaxibuitl* (cubiertas de dichos órganos).

El grano de maíz se constituye por *cincacahuatl* (cáscara), *itenyabuallo* (capa interna de la cáscara) y *tixtli* (endospermo), además de *yolotl* (germen), que incluye *yolmelbuatl* (primordio de raíz) y *chopilli* (primordio de hoja) (véase figura 17). El germinado del grano también tiene nombres específicos; está integrado por *itlacayo* (cuerpo del grano), *icaloyo* (cáscara), *itzonteco* (cabeza), *iyolo* (corazón), *ixhuactli* (plántula) y *nelhuayoconetl* (primeras raíces). En la cosmovisión, la planta del maíz se concibe humanizada y encarna a un tiempo al hombre y a la mujer; la conjunción produce el símbolo de la fertilidad, representada mediante la mazorca. En este pensamiento, la espiga se asocia con la cabeza, la mazorca con el corazón, la caña con el tórax, las hojas con los brazos y las raíces con los pies (véase II, 32 y 34).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Gómez, A. (2002). "Tlaneltokilli." *La espiritualidad de los nabuas chicomtepecanos*. México: Ediciones del Programa de Desarrollo Cultural de la Huasteca-Conaculta.
- Gómez, A., y A. R. Sandstrom (2004). "Petición a Chicomexochitl: un canto al espíritu del maíz, por la chamana nahua Silveria Hernández Hernández." En J. Rubalcaba, J. M. Pérez y O. Herrera, *La Huasteca, un recorrido por su diversidad*. México: CIESAS.
- Hernández, H., y R. Güemes (2000). "Cuento o narración de Pilsintektsi." En *Cuerpos de maíz: danzas agrícolas de la Huasteca*. México: Ediciones del Programa de Desarrollo Cultural de la Huasteca-Conaculta.



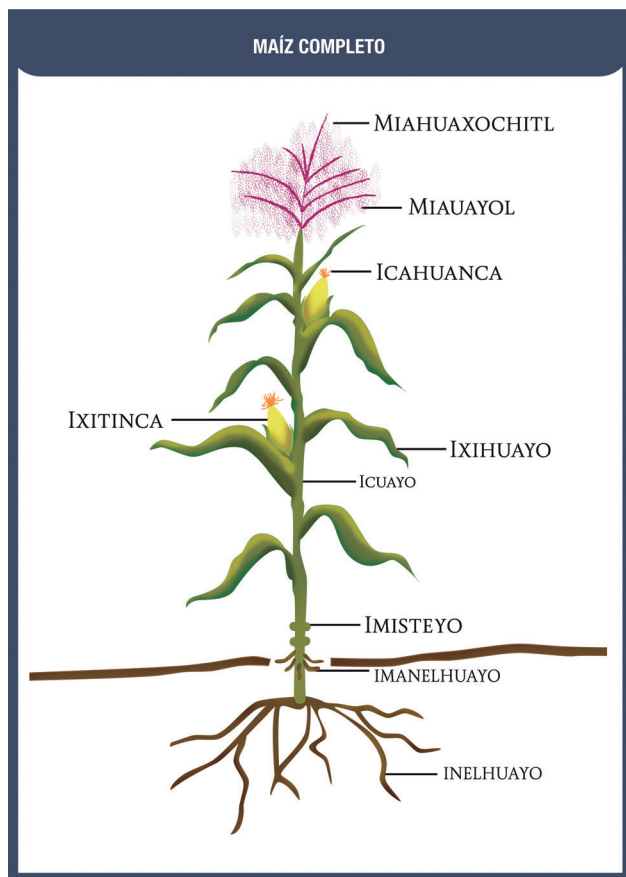


Figura 16. Partes del maíz en náhuatl de la Huasteca veracruzana.
Información: Arturo Gómez.
Ilustración: José Antonio Castro.

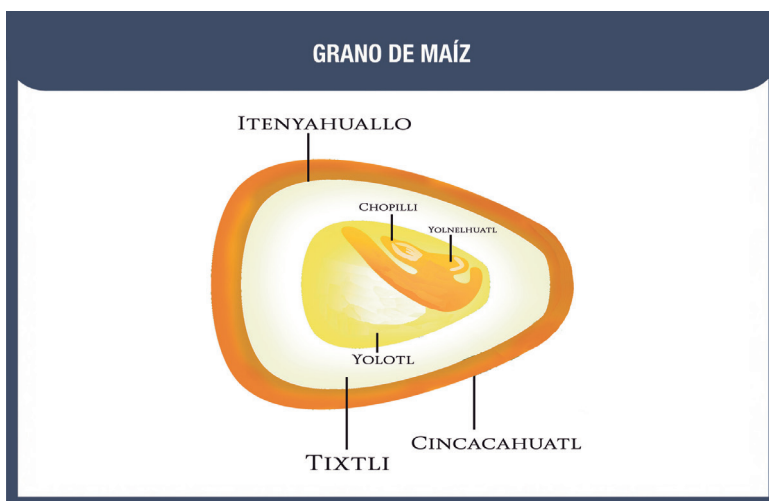


Figura 17. Partes de la semilla en náhuatl de la Huasteca veracruzana.
Información: Arturo Gómez. Ilustración: José Antonio Castro.



32. ¿Cómo se nombra al maíz y a sus partes en p'urhépecha?

FELIPE CHÁVEZ CERVANTES †
CATALINA RODRÍGUEZ LAZCANO

La sociedad nombra las cosas que la rodean de acuerdo con las ideas que tiene sobre ellas y la importancia que les otorga. Un ejemplo es el maíz, planta que ha proporcionado sustento a los pueblos de México a lo largo de su historia. Los nombres para el maíz y sus partes encierran un conocimiento popular transmitido por las familias de una comunidad, por lo que cada región e incluso cada localidad lo ha enriquecido con sus propias observaciones (véase II, 28-31 y 33). De ahí que no sea raro encontrar discrepancias en la designación de las mismas cosas entre pueblos de una región, aunque cabe aclarar que esas diferencias no son de fondo.

Para describir las partes de la planta o mata de maíz (*tsiri*), en el poblado serrano de San Salvador Kumbutzio, Michoacán, se comienza por nombrar el suelo (*echerindu*), elemento indispensable para la existencia del maíz (véase figura 18); luego las dos clases de raíces: *sirangua* y *sirandukua* —en otros poblados se añade una tercera: *tamanta* o *turunta* (tronco)—, y de ahí se continúa hacia arriba, en el sentido del crecimiento de la planta, hasta llegar al polen. En el caso de la mata se distinguen dos partes: *kutukua* (cañuto) e *isimba teri* (caña dulce); el producto principal recibe diferentes nombres, según la etapa de desarrollo: *t'urbari* (jilote), *tiriapu* (elote) y *xanini* (mazorca), con su variante *ch'auakata* (mazorca cortada con hojas), *k'ani* (hoja), *tsirini* (astilla de la hoja), *aŋauantani* o *ts'iueuantani* (tallo erguido de la espiga), *pentsi* (espiga) y *t'upuri tsipambiti* (polen). Dos de estas partes dan lugar a un símil entre el cuerpo de la planta y el cuerpo humano: *tsirini*, en p'urhépecha, lo mismo alude a la nervadura de la hoja que a las costillas de las personas, y *kutukua*, que es el cañuto o nudo de la caña, a las articulaciones o coyunturas humanas (véase II, 34).

También en el elote y la mazorca se reconocen partes, mostradas en la figura 19: *jukajchukua* (última porción del tallo donde se une al olote), *apanda* (olote tierno), *teni* (olote seco), *jarbori* (surco), *irbakua tsiri* (grano), *itsukua nana uarhiri* (jugo del grano fresco), *jauiri* (flor de maíz o cabello) y *xarakata* (“hoja” seca de la mazorca). Los términos que expresan analogía con el cuerpo humano son *jukajchukua*, que sig-





Figura 18. Partes de la planta de maíz: 1) echerindu (suelo); 2) sirangua (raíz); 3) sirandukua (raíz aérea); 4) kutukua (cañuto o nudo); 5) jukamukua uirar amuti (bordes lisos de la hoja); 6) isimba teri (caña dulce); 7) xunupkurha atantskata esti (color verde de la hoja); 8) el producto en diferentes estadios: t'urhari (jilote), tiriapu (elote), xanini (mazorca) y ch'auakata (mazorca cortada con hoja); 9) jauiri o jauistakua (cabello); 10) k'ani (hoja); 11) Tsirini (astilla o nervadura de la hoja); 12) Aṇauantani o ts'ueuantani (erigirse la espiga); 13) pentsi o pintsí (espiga); 14) t'upuri tsípambiti o tsípamptsikua (polen).
 Información: Felipe Chávez y Catalina Rodríguez. Ilustración: Laura Mancilla.



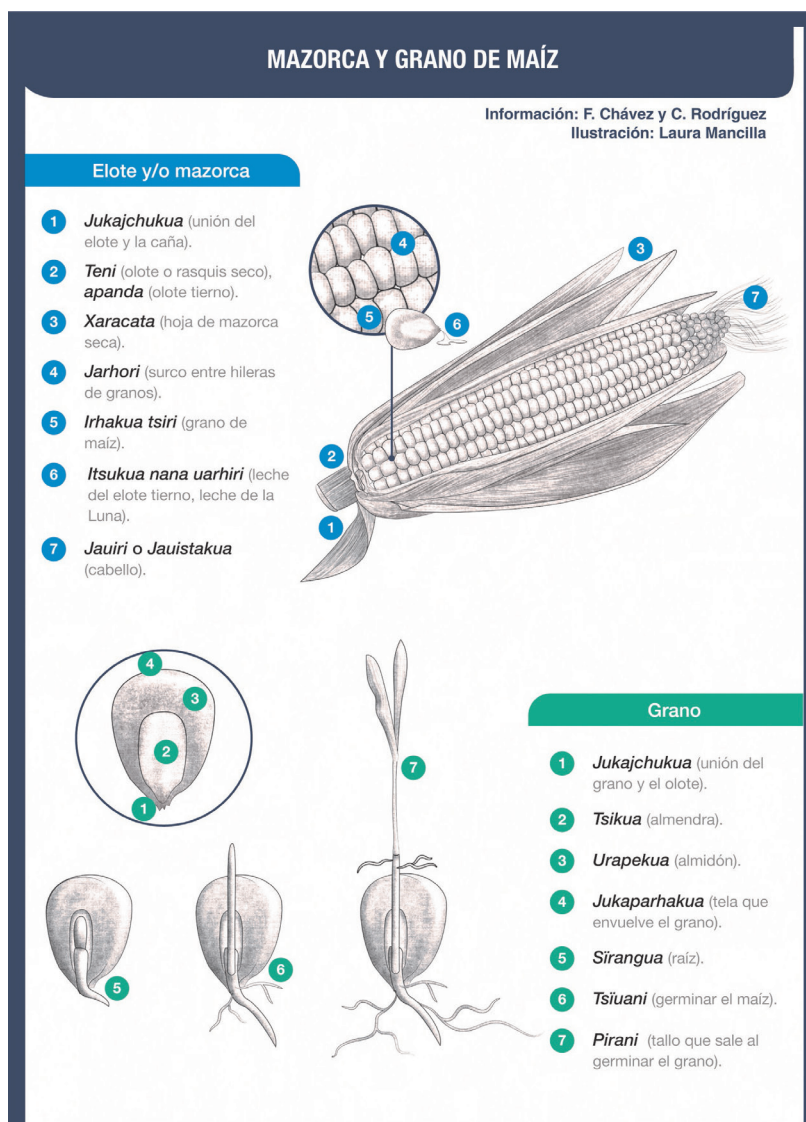


Figura 19. Partes del elote y la mazorca. Información: Felipe Chávez y Catalina Rodríguez.
Ilustración: Laura Mancilla.

nifica “tener algo en el cuello”; *itsukua nana uarhiri*, “leche de la luna”, en la traducción de Kumbutzio, o “leche de mujer”, según varios diccionarios, y *jauiri*, que describe tanto el cabello de los elotes como el de las personas. También podríamos añadir *jukangarini*, que significa “tener algo en el rostro” y “tener granos la mazorca”.

En el caso del grano (véase figura 19) encontramos cuatro elementos, de los cuales tres tienen su correspondencia con el cuerpo humano: *jukajchukua*, ya mencionada, significa “tener algo en el cuello”, y en este caso designa la unión del grano con el olote; *jukaparhakua* es la tela que envuelve al grano y también algo que está en la espalda de un individuo; *tsikua* es la almendra en el habla de San Salvador, pero en todos



los diccionarios significa “corazón”, es decir, es la parte que anima a toda la planta. La palabra *mintsita*, que en p’urhépecha designa al corazón humano, se encuentra en la expresión *isimba eueri mintsita*, esto es, la sección blanca que queda dentro de la caña de maíz seca, médula con la cual los antepasados de los p’urhépecha hacían esculturas de personas, animales y objetos, y a partir de la Colonia se elaboran cristos, vírgenes y santos. La parte restante es el *urapekua* (almidón).

Finalmente, para la semilla germinada hay tres términos, numerados del suelo hacia arriba, como se aprecia en el esquema de la figura 19: *sirangua* (raíz), *tsiüani* (germinado) y *pirani* (tallo nuevo). Además de las partes de la planta, en lengua michuake o p’urhépecha hay términos que aluden a otras características visibles, como que la hoja es verde, larga, ancha, lisa y de bordes también lisos, o al momento en que la espiga se erige. La lengua p’urhépecha posee igualmente nombres para distintos tipos de tierra, instrumentos agrícolas, trabajos del cultivo y alimentos derivados del maíz, los cuales dan testimonio de la prolongada presencia de la planta en esa cultura.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Astier, M., y N. Barrera (eds.) (2007). *Catálogo de maíces criollos de las cuencas de Pátzcuaro y Zirabuén*. México: GIRA/Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Geografía-UNAM/INIFAP/Sedagro.
- Mapes, C. (abril-junio de 1987). “El maíz entre los purépechas de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.” *América Indígena*, 47 (2), 345-379.
- Velásquez, P. (1978). *Diccionario de la lengua phorbepecha. Español-phorbepecha. Phorbepecha-español*. México: FCE.



33. ¿Cómo se nombra al maíz y a sus partes en maya yucateco?

FIDENCIO BRICEÑO CHEL

En cada uno de los microclimas de la península de Yucatán se siembra el maíz que más se adapta a sus condiciones, teniendo en cuenta el tipo de suelo y la incidencia de huracanes y ciclones. Las clases de maíz pueden clasificarse en dos grandes grupos, los cuales tienen que ver con el tamaño de la mazorca y el tiempo aproximado de cosecha: *xnuk nal* o mazorca grande, que requiere entre seis y siete meses para madurar por completo, y *xmejen nal* o mazorca pequeña, que puede cosecharse aproximadamente a los tres meses.

En una misma milpa (*kool*), el milpero (*kolnáal*) puede sembrar varios tipos de maíz a la vez, procurando no combinar las semillas, con el fin de que no pierdan sus características y se tenga mayor control sobre ellas (véase t. III, ix, 104). Cada semilla puede acompañarse de otros cultivos que no la afecten, con el fin de cosechar “en su tiempo debido” (*tu k'iin*), satisfacer las necesidades alimenticias y cumplir con los compromisos del calendario ritual de las comunidades mayas actuales.

Es posible acercarse al maíz y a su significado cultural mediante los componentes de la planta, por lo que aquí se enlistan los términos —que son más que palabras— con los que se designa cada una de sus partes principales, lo cual sirve para conocer cómo se ve y se caracteriza el maíz desde la perspectiva maya (véase figura 20).

El término *i'inaj* sólo se refiere a la semilla de maíz. Según la cosmovisión maya, es “una palabra especial”, por lo que nos aproximaremos brevemente a su sentido desde su etimología. Aunque una de sus derivaciones podría ser *i'ij nal*, “semilla de elote”, otra acepción más cultural y derivada del pensamiento maya más complejo sería *i'ij naj*, “simiente de la casa”, “simiente de la familia”, “simiente de la vida”. Así la conciben los mayas actuales y así fue en la antigüedad.

Por otro lado, la planta de maíz no es nombrada con el término genérico *che'* (planta, árbol), sino como *nal*, concepción según la cual la planta y su fruto son sustentos y formadores de los mayas; el sentido proviene de *na'*, “madre”, con lo que se forma *na'al*, “madres, conjunto de madres”.



NOMBRES DE LAS PARTES DEL MAÍZ EN MAYA-YUCATECO		
semilla		<i>l'inaj</i>
raíz		<i>moots</i>
tronco (parte inferior del tallo)		<i>chuun</i>
tallo		<i>saka</i>
hoja		<i>le'</i>
hoja de la mazorca		<i>jolo'och</i>
mazorca		<i>nal</i>
hueso del elote (raquis u olote)		<i>bakal</i>
espiga		<i>yi'ij</i>
grano		<i>ixi'm</i>

Fuente: Investigación de campo FBCH

Figura 20. Partes del maíz en maya-yucateco. Información: Fidencio Briseño.
Ilustración: Laura Mancilla.

Cabe mencionar también el término usado para designar el tronco o la parte inferior del tallo: *chuun*. Si bien esa palabra puede referirse a cualquier planta, también es la raíz del verbo maya que significa “iniciar”, “principiar”, “empezar”; por lo tanto, en la cosmovisión maya el maíz es principio, origen y destino de la vida.

Por su parte, el término *grano* tiene gran importancia para los mayas, pues no solamente constituye el alimento más importante en su dieta diaria, sino también un elemento de intercambio en sus actividades. Algunos de sus usos se pueden ver en el cuadro 1.

Si bien en textos históricos como el *Póopol Wuuj* o los *Chilam Báalamo'ob* se hace referencia a la importancia del maíz para la pervivencia maya, un acercamiento filoló-



ALGUNOS USOS DEL MAÍZ EN MAYA-YUCATECO			
 Alimentos sólidos		 Alimentos líquidos	
<i>waaj</i>	tortilla	<i>sa'</i>	atole
<i>piim</i>	tortilla gruesa	<i>saka'</i>	atole ritual
<i>péenchuk</i>	tortilla gruesa y semicocida para comer al momento	<i>k'eyem</i>	pozol

Fuente: Investigación de campo FBCH

Cuadro 1. Algunos usos del maíz en maya-yucateco.
 Información: Fidencio Briseño. Ilustración: Laura Mancilla.

gico a las partes constitutivas de la palabra *maíz* en maya (*ixi'im*) servirá para dejar en claro el significado de esta planta entre los mayas antiguos y modernos.

Ixi'im proviene de las raíces históricas *ix*, que alude a un carácter femenino, e *im*, que designa específicamente el pezón y, por extensión, los pechos de la mujer; recomponiendo el sentido original, la traducción sería: “la del pezón”, “la de los pechos”, “la que amamanta”, “la madre”.

El maíz, “la santa gracia” —como lo llaman los campesinos mayas—, es también en sus dos términos, *ixi'im* y *nal*, “la madre” que alimenta, sostiene, sustenta y da vida al pueblo maya.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Arias, L. M. (2005). *Diversidad genética y conservación in situ de los maíces locales de Yucatán, México*. Disertación doctoral. Mérida: Instituto Tecnológico de Mérida.
- Hernández X., E., S. Levy y E. Bello (comps.) (1995). *La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional* (tt. I y II). Montecillo, Estado de México: Colegio de Posgraduados.
- Rosales, M., I. Solís y A. Ayala (coords.) (2003). *Memoria de trabajos y resultados del foro taller Problemática campesina, retos y perspectivas de la investigación y el servicio para el mejoramiento de la milpa en Yucatán, 6 y 7 de noviembre*. Mérida: INIFAP/INAH/Educe.
- Terán, S., y C. Rasmussen (1994). *La milpa de los mayas*. Mérida: Talleres Gráficos del Sudeste.
- Toledo, V. M., N. Barrera, E. García y P. Alarcón. (2008). “Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México).” *Interciencia*, 33 (5), 345-352. 5 de mayo, Caracas, Venezuela: Asociación Interciencia.



34. ¿Qué relación hay entre el cuerpo humano y la milpa entre los mè'phàà (tlapanecos)?

CRISTINA HERNÁNDEZ BERNAL

El grupo etnolingüístico mè'phàà —conocido generalmente como tlapaneco— es oriundo del estado de Guerrero, al parecer desde la época teotihuacana, cuando se desarrolló en dos áreas actualmente delimitadas: la Costa Chica y la Montaña, en una vertiente de la Sierra Madre del Sur. Entre los mè'phàà, al igual que en otras culturas, los nombres dan sentido a aquello que los seres humanos construimos como realidad. La lengua es, pues, raíz de las concepciones del mundo y vehículo primario de transmisión de la cultura.

El maíz es eje rector de la vida, la sustentabilidad y la espiritualidad mè'phàà; esto puede ejemplificarse con la catástrofe sufrida en la Montaña Alta de Guerrero, durante las lluvias que azotaron la región, en septiembre de 2013, lo que generó una pérdida casi total del maíz. Desde la perspectiva de este grupo, perder la tierra laborable y la cosecha no se considera un hecho desafortunado, asociado a la pérdida de beneficios productivos, alimenticios o monetarios, sino algo peor: es la ausencia permanente y prolongada de un ser más grande que uno mismo, es decir, un ser supremo. De acuerdo con Renato Bautista, cronista mè'phàà de Tlacoapa, Malinaltepec:

Los xàbò mè'phàà (la gente mè'phàà) dicen que el maíz tiene su deidad, Ahkun ixí. Esta deidad hace que la milpa dé mejor maíz, mejor elote, mejor milpa. Muchas personas tienen a esta deidad en sus casas, cada año ellos saben cuándo le tienen que hablar, pedirle, hablarle para que no haga falta la comida en la casa, independientemente que esas personas tengan qué comer, pues así no les hace falta el maíz. Ahkun ixí cuida el maíz, por eso se le tiene que hacer fiesta, se le tiene que dar sangre, se le tiene que dar velas en su cara, hablarle, darle humo. Si no está, todo es tristeza y sufrimiento porque no hay nada, sólo hambre.

La ausencia de la deidad del maíz se concibe como un castigo por las ofensas de los mè'phàà, las cuales pueden ir desde la violación de una restricción como el ayuno o la abstinencia hasta el franco abandono de los rituales y con ello de las ofrendas a los dioses.



La tierra, en su personalidad de entidad sagrada, se denomina *Rudalò Jùbà*, Nuestra Madre. El maíz, *ixí*, es una semilla que ha existido desde mucho tiempo antes de que el humano viviera sobre la tierra, por eso puede otorgar su energía vital para los *mè'phàà* a través del alimento. Iván Oropeza, lingüista y hablante de *mè'phàà*, opina que la lengua confirma esto: “*ixí ñajun mbi'yalò'*, eso quiere decir que el maíz es nuestra luz, nuestra suerte, nuestro nombre”. La lengua materna proporciona niveles y categorías al entorno, de tal manera que los elementos que conforman éste pueden ser animados o inanimados. En este entendido, el espacio donde se siembra la milpa se considera animado, es decir, para los *mè'phàà* los terrenos adquieren la categoría de ser vivo. Asimismo, se divide en partes que son metáforas del cuerpo humano y cuya localización depende de la orientación de la ladera: *idxu xáxtu*, cabeza de la milpa; *nálu xáxtu*, pie de la milpa; *áun xáxtu*, estómago de la milpa; *raun xáxtu*, boca de la milpa. El referente principal para determinar la posición de cada parte de la milpa se encuentra en el espacio que ocupa en el cerro. La cabeza de la milpa siempre queda en la parte más alta en dirección de la cima; a partir de su ubicación se pueden encontrar, en la parte baja del terreno, los pies, y en medio de ambos extremos, los costados derecho e izquierdo —*nijiun*, palabra que denota una categoría anímica—. El terreno de siembra nunca es irregular; está formado por cuatro vértices a modo de cuadrado, rectángulo o romboide. Estos cuatro ángulos son la nariz de la milpa: *rakboò xáxtu*. Según las personas de mayor edad, el orden en que debe sembrarse es de los pies a la cabeza de la milpa, porque así se ha enseñado desde los abuelos.

Desde esta perspectiva, esos espacios productivos, junto con la semilla del maíz, indican vida y también son sagrados. El hablante conceptualiza culturalmente las entidades como seres que poseen más fuerza —energía vital suprema que proviene de los dioses y que influye en el destino de los hombres—, que tienen vida, voluntad e independencia, y son capaces de tomar decisiones que afectan tanto positiva como negativamente la vida del pueblo *mè'phàà*.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Berger, P., y T. Luckman (2006). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Carrasco, A. (1995). “Tlapanecos.” En *Etnografía contemporánea de los pueblos indígenas de México. Pacífico Sur*, 249-289. México: INI/Sedesol.
- Hernández, M. C. (2012). *El conocimiento ritual-terapéutico en la generación de salud y equilibrio de los nabuas de San Martín, Ixhuatlán de Madero, Huasteca veracruzana*. Tesis de licenciatura. México: ENAH-INAH-SEP.
- Romaine, S. (2006). *El lenguaje en la sociedad. Una introducción a la sociolingüística*. Barcelona: Ariel. Recuperado el 8 de marzo de 2021 de <<https://lintres.files.wordpress.com/2013/07/103650974-el-lenguaje-en-la-sociedad-suzane-romaine.pdf>>.



35. ¿Cómo se reconocen las etapas de crecimiento del maíz entre los nahuas de la Huasteca?

ARTURO GÓMEZ MARTÍNEZ

Los nahuas de la Huasteca relacionan las etapas de crecimiento del maíz con el ciclo de vida de los seres humanos. Así, el término *moiscaltia* se refiere al desarrollo físico de las plantas en la etapa vegetativa; *moxinachcui*, a la fase reproductiva, y *tlabua-kiliztli*, al secado o confinamiento (véase II, 31 y 36). En los rituales agrícolas, el ciclo de vida de las plantas se humaniza: cuando son pequeñas son tratadas como niños y se les ofrenda ropa, comida y juguetes; los elotes se asocian con la juventud, mientras que las cañas y mazorcas secas se vinculan con la vejez.

La vida del maíz principia con la siembra (*tlatokiliztli*). Cuando la planta entra en contacto con la tierra se produce la fuerza vital (*chicabualiztli*); entonces se regenera (*moyolcui*) para comenzar un nuevo ciclo agrícola. Esta fase inicial se acompaña de un ritual propiciatorio llamado *xinachtlacualtiliztli* (comida para las semillas), el cual consiste en la fecundación de la tierra mediante la ofrenda de un ave macho convertido en tamal; después se bendicen las coas y los granos que entrarán en la tierra, acción que se llama *xinachiotl* (fecundación). A los siete días ocurre la germinación (*tlaixhua*): la radícula (*conelhuatl*) se ancla y el embrión (*ixhuactli*) emerge de la tierra (*tlapankisa*). A los 12 días brotan las primeras hojas, que reciben el nombre de *tlabuitzmalotia* o periodo de germinación (equiparable a unas agujas).

Las primeras cuatro semanas constituyen la etapa de crecimiento (*conetochtli*). Las plantas pequeñas requieren muchos cuidados (*tlabpia*) y protección contra aves y roedores, además de mantenerse limpias de maleza. En el segundo mes entran en la etapa *mocuayotía* (se fija el tallo); es entonces cuando desarrollan el tallo y las hojas se alternan sobre los nudos hasta que aparece la panícula (*itzonco*). Aquí culmina la fase vegetativa y el maíz recibe el nombre de *tochtli* (planta anclada). Al inicio del tercer mes es visible la inflorescencia masculina o espiga (*tlaxitini*) e inmediatamente comienzan a formarse los elotes (*tlaxilotia*) y la inflorescencia femenina (*tlacahuani*). Para finales del tercer mes ha transcurrido el tiempo de maduración (*monacayotia*); las mazorcas y los granos alcanzan su desarrollo y se transforman en “cuerpo de carne”.





Figura 21. Etapas de crecimiento del maíz en campo. Fotografía: Arturo Gómez.

Cuando todos los frutos han madurado se les llama *tlaelotia*; es el tiempo en que el maíz llega a la juventud y está listo para asegurar la comida de los humanos. En este periodo se realiza un ritual llamado *elotlamanaliztli* (ofrenda para los elotes); se trata de la recepción del maíz joven en su futuro hogar, donde será almacenado después de la cosecha. En este rito, los elotes se humanizan (*motlacayotia*) y divinizan (*moteochihua*). Algunos se disponen en los altares ataviados con vestidos y joyas; otros son adornados para colocarlos en asientos y atenderlos como invitados divinos, ofreciéndoles música, copal, flores, alimentos y oraciones. El episodio relevante del *elotlamanaliztli* ocurre cuando se escenifican las funciones de Chicomexóchitl (Siete Flor, deidad del maíz): en un baile de escaramuza se enfrentan un par de mazorcas viejas y unos elotes; en los discursos rituales se enuncian los ciclos de vida y se explica que el joven maíz realizará las funciones del viejo para asegurar la comida de los hombres, convirtiéndose en carne y sangre para la vida (véase figura 21).

La última etapa del maíz es el secado (*tlabuakiliztli*); consiste en matar (*tlaquechpokiliztli*) simbólicamente a la planta al doblarla para proteger las mazorcas de las aves y acelerar su deshidratación. Con esta acción termina la etapa de vida; a continuación se procede a recoger las mazorcas y almacenarlas. En los graneros el maíz envejece y se le llama *xibcintli* (maíz antiguo). Se selecciona cuidadosamente un conjunto de granos para integrar la simiente que dará continuidad al ciclo de reproducción del cereal, llamado *moxinachcui* (se reproduce).



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Barrera, E. (2000). "El origen del maíz y los insectos que pican." En *Cuerpos de maíz: danzas agrícolas de la Huasteca*. México: Ediciones del Programa de Desarrollo Cultural de la Huasteca-Conaculta.
- Medellín, A. (1982). *Exploraciones en Chicontepec o Huasteca meridional*. Xalapa: Editora del Gobierno del Estado de Veracruz.
- Reyes, L., y D. Christensen (1990). *El anillo de Tlalocan*. Puebla: Gobierno del Estado/FCE.
- Sandstrom, A. (2010). *El maíz es nuestra sangre. Cultura e identidad étnica en un pueblo indio azteca contemporáneo*. México: CIESAS/Colsan.



36. ¿Cómo se reconocen las etapas de crecimiento del maíz en maya yucateco?

CATALINA RODRÍGUEZ LAZCANO

Las etapas de desarrollo de la planta de maíz están estrechamente relacionadas con el calendario anual de trabajo de los campesinos y con la periodicidad de las celebraciones religiosas. En el área maya peninsular esto no es la excepción.

En términos generales, y para los maíces de ciclo largo, la agenda agrícola en esta zona comienza en noviembre, con la tumba; en marzo se lleva a cabo la quema; en mayo o junio se siembra, dependiendo de la llegada de la lluvia; el mes de julio se utiliza para el chapeo o chaponeo, como se conoce en otros lugares a la actividad de cortar la hierba que compite por los nutrimentos del suelo; en octubre se realiza la primera cosecha o corte de elotes; en noviembre viene la dobla, y en diciembre comienza la segunda cosecha, que puede prolongarse hasta enero, cuando la mazorca está bien seca y la luna es propicia.

El mismo crecimiento de la planta indica a los campesinos la siguiente tarea por realizar, los cuidados que requiere y la ofrenda que es necesario brindar para aumentar la efectividad del trabajo. Así, la semana posterior a la siembra, cuando aún no ha germinado la semilla, los campesinos pernoctan en su milpa, para cuidar que los mapaches no la saqueen. Al mes de que se ha sembrado, cuando la planta tiene entre 25 y 30 cm de altura, se le llama *p'ukba t'u'ul*, cuya traducción sería “agacha conejo”, porque se asemeja a un pequeño conejo agazapado. En este momento es necesario chapear. También es tiempo de hacer un rezo o rogación para que “no salga la culebra”; esto lo hacen los propios campesinos en la milpa, o de preferencia llaman a un rezador. Algunos acostumbra, sobre todo en Quintana Roo, llevar velas y pozol al templo como ofrenda.

Cuando la planta alcanza el nivel de la rodilla, esto es, unos 50 cm de altura, se le conoce como *bul p'ixi*. Esto ocurre en julio o agosto, cuando las lluvias deben estar bien entradas; durante ese tiempo las plantas no aprovechables continúan creciendo, por lo cual es necesario efectuar un segundo y aun hasta un tercer chapeo.

Cuando la planta de maíz tiene un metro o poco más de altura, de modo que alcanza la cintura del milpero, se le conoce como *bul chun che'* (*bulun che'*), según la



escritura de Alberto Arellano), cuya traducción al español sería “donde cortas la madera cuando tumbas”; esto alude al nivel al que es necesario dejar los árboles cuando se hace la roza y tumba, para permitir que reverdezcan posteriormente, en el ciclo de descanso de la tierra. Los trabajos de chapeo ya no son necesarios; sólo resta esperar que las lluvias continúen para que la milpa siga creciendo. En Seyé, Yucatán, la gente considera que gracias a san Bartolomé apóstol llueve durante las dos procesiones que se llevan a cabo en su fiesta del 24 de agosto.

Para octubre, la planta mide aproximadamente 1.70 m y ha llegado a su máximo crecimiento, pero todavía no espiga; en este momento recibe el nombre de *bul ak' maak*, lo que significa que ya tapa a las personas.

A la etapa en que las plantas espigan se le llama *up' p'ochajál* (*p'ochakal*, según Arellano). Después de esto, los elotes están listos para su cosecha. En agradecimiento se ofrendan las primicias. En Chemax, por ejemplo, se lleva un morral con elotes (10, 15 o 20) a la iglesia y se deja al pie del altar. Otra forma de hacer primicias es el *pibinal*, el cual consiste en ocho o 10 canastos de elotes cocidos en un horno o *pib* grande bajo tierra. También con los primeros elotes se acostumbra preparar atole nuevo (*tumben sá* o *ak sá*) y se invita a familiares y amigos. Este atole se sirve en Todos Santos y Fieles Difuntos. Por lo regular, para agradecer una cosecha abundante se le pide a un *j'men* o sacerdote que haga el rezo.

En noviembre, las lluvias comienzan a retirarse y se procede a doblar las cañas para que los frutos se sequen y estén protegidos de los loros, de manera que en diciembre o enero puedan cosecharse las mazorcas maduras con o sin “cascarón” o *joloch*. En la víspera de esta tarea, algunos dueños de milpas llaman a un rezador o un *j'men* para ofrecer *saká* o pozol; otros ofrendan a los seres protectores de la milpa una comida que puede ser sencilla (*janli kol*) o complicada (*waji kol*); en ésta se preparan las bebidas ceremoniales *saká* y *balché*.

Para los maíces de ciclo corto, como el *xt'up* o elote de gallo, el proceso se reduce, porque hay elotes sólo dos meses y medio después de la siembra.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Arellano, J. A., R. Rodríguez y P. Uuh Chi (1992). *Glosario de términos agrícolas maya-español*. Mérida: UADY/Sostenibilidad Maya (Etnoflora Yucatanense, fascículo 7).
- Arias, L. M. (1995). “La producción milpera actual en Yaxcabá, Yucatán.” En E. Hernández X., E. Bello y S. Levy (comps.), *La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional*, t. 1, 171-199. México: Colegio de Posgraduados.
- Lazos, E. (1995). “La milpa en el sur de Yucatán: dinámica y crisis 1.” En E. Hernández X., E. Bello y S. Levy (comps.), *La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional*, t. 1, 565-607. México: Colegio de Posgraduados.
- Villa, A. (1978). *Los elegidos de Dios. Etnografía de los mayas de Quintana Roo*. México: INI.



37. ¿Qué importancia tiene el ciclo lunar en los cultivos de la milpa?

JESÚS AXAYÁCATL CUEVAS SÁNCHEZ

Pese a la importancia del conocimiento empírico que poseen los campesinos, en particular aquellos que practican la agricultura tradicional, en nuestro país hay pocos estudios que aborden de manera científica aspectos como la observación (y en ocasiones el registro) de las fases lunares y su correlación con la toma de decisiones del campesino para realizar ciertas prácticas agrícolas (determinar la época de la siembra, elegir las especies vegetales adecuadas para cierto ciclo de cultivo bajo temporal, etc.). Aún menos frecuente es la realización de cotejos experimentales a largo plazo de ese tipo de fenómenos.

La influencia de las fases lunares sobre los procesos fisiológicos de las especies de la milpa es un aspecto poco estudiado por la llamada *ciencia occidental*, tal vez porque para algunas personas es tema irrelevante.

Al analizar la visión cosmogónica de las culturas prehispánicas se advierte el papel central que éstas atribuyeron a la observación y el registro meticuloso de los movimientos de los astros, entre los cuales sobresale la Luna.

La gravedad ejercida por la Luna es uno de los fenómenos físicos que determinan en gran medida la influencia de este satélite en el crecimiento de los cultivos de la milpa. En relación con la dimensión de la Tierra, la Luna es, proporcionalmente, el satélite más grande de los que orbitan los demás planetas del Sistema Solar, razón por la cual su efecto gravitacional es considerablemente mayor que el observado en los otros planetas del sistema. La gravedad, en particular la ejercida por la Tierra, la Luna y el Sol, también participa en la determinación de los principales movimientos de nuestro planeta, los cuales a su vez influyen en el metabolismo de las plantas e incluso de algunos animales, incluyendo los seres humanos.

La Luna se mueve en torno a la Tierra describiendo una elipse que genera lo que se conoce como fases: Luna llena, cuarto menguante, Luna nueva y cuarto creciente. Por su regularidad y fácil observación, esas fases fueron utilizadas para establecer calendarios civiles y agrícolas.



Actualmente, los campesinos tradicionales de nuestro país continúan tomando en consideración los ciclos de la Luna (*véase* II, 38), ya que, con base en su experiencia, la influencia de ciertas fases lunares puede causar potencial perjuicio a las plantas cultivadas al ser atacadas por varios insectos nocivos, o bien por algún microorganismo fitopatógeno, lo que guarda relación con la especie, la fase de desarrollo de ésta, la humedad relativa, así como con el agua que contiene la planta, lo cual, a su vez, depende —entre otras variables— de la atracción gravitacional ejercida por la fase en que se encuentre la Luna.

Uno de los pocos estudios sobre la influencia de la Luna en el desarrollo del maíz es el de Misael Anguiano, quien realizó 4224 entrevistas a agricultores tradicionales del estado de Guerrero, México, y llevó a cabo 18 evaluaciones experimentales que dieron los siguientes resultados: durante la fase de Luna llena y Luna nueva hay mayor producción de materia seca. En cambio, para el incremento del área foliar o de las hojas sólo la fase de Luna llena es significativa. En cuanto a la concentración de nutrientes, en las fases de Luna llena y Luna nueva se produce el mismo efecto que en el incremento de materia seca, pero con efectos diferentes respecto de las fases de cuarto creciente y cuarto menguante.

Las fases de Luna llena y Luna nueva son las que mayores efectos tienen sobre las variables estudiadas: materia seca, concentración de nutrientes y área foliar. La luz lunar también influye en el incremento del área foliar de la planta. El experimento de cubrir las plantas durante la noche demostró que esa variable no afecta la producción de materia seca, pero sí el incremento del área foliar.

Es importante conocer la influencia de las fases lunares en el desarrollo de los cultivos para generar recomendaciones agronómicas basadas en la consideración de las dos fuentes del conocimiento: la empírica y la científica.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Anguiano, M. (1992). *Evaluación experimental y registro del conocimiento empírico sobre la influencia de las fases lunares en maíz (Zea mays L.)*. Tesis de licenciatura. Chapingo, Estado de México: Departamento de Fitotecnia-Universidad Autónoma Chapingo.



38. ¿Qué importancia tiene el ciclo lunar en los cultivos de la milpa de los mè'phàà (tlapanecos)?

CRISTINA HERNÁNDEZ BERNAL

Hablar del maíz y su desarrollo histórico es hablar de mecanismos biológicos y culturales de adaptación vinculados de modo indisoluble, lo cual ha hecho posible la domesticación de la planta. Por ello, como lo explica Alba González Jácome, la producción de maíz está en el centro de los agrosistemas mexicanos e incluye tradiciones alimentarias originadas desde la época prehispánica (*véase* t. II, III, 42). Es sabido que la planta no puede desarrollarse sin la mano del hombre, que vigila su crecimiento con dedicación, haciendo uso de conocimientos técnicos —como la observación del temporal y su relación con la humedad del suelo— y espirituales-religiosos, los cuales proporcionan explicaciones cosmogónicas y míticas que expresan la gran importancia del cereal en términos sociales y culturales. Así, para que “la milpa dé mucho” —según agricultores indígenas y campesinos—, las prácticas de selección, siembra y cosecha que cubren el ciclo vital del grano se entretajan con el pensamiento religioso. Por ejemplo, entre los rituales agrícolas de los mè'phàà, en la Montaña Alta de Guerrero, está la petición de lluvia que se hace el 25 de abril de cada año a Tata Bègò', Señor del Rayo, proveedor del buen temporal y protector de la semilla de maíz.

El maíz también está ligado a un conjunto de conocimientos que se reelabora continuamente pero que, al mismo tiempo, contiene diversos estratos que han permanecido durante generaciones, como los mitos; es ahí donde podemos conocer la influencia que ejercen elementos como la Luna en la milpa (*véase* II, 37). Esto se observa en la tradición oral de los pueblos mè'phàà del municipio de Malinaltepec, en la región de la Montaña Alta del estado de Guerrero. Para los mè'phàà, el mito del correccaminos y la Luna explica por qué ésta es responsable de una buena cosecha: “El correccaminos era antes el que sembraba el maíz; era una milpa muy bonita con grandes mazorcas, pero la Luna se llenó de envidia y entonces quemó la milpa del correccaminos. Desde entonces la Luna, en castigo, es responsable de cuidar la milpa”. En este



corpus de saberes se incluye el conocimiento de la influencia de los ciclos lunares en la apreciada planta. La relación Luna-maíz es tajante: se debe observar el cielo para saber el momento adecuado para sembrar; de allí deriva su importancia.

La observación lunar comienza en abril y mayo. Los *mè'phàà* distinguen ocho fases de la Luna creciente, desde que aparece en el horizonte hasta que llega al cenit. A esos cambios la gente los denomina “trabajo”, y al paso de la Luna creciente a la Luna llena, *natsí maà go'* (está trabajando la Luna). Uno de los factores que influyen en la conservación de la mazorca de seis a 12 meses es justamente la Luna, la cual produce una “piel dura” en el grano que no pueden comerse los gorgojos. En palabras de Marisol Bruno: “Mi papá dice que el maíz se debe sembrar en cuarto creciente para que los gusanos no se coman la semilla”. De este modo, la siembra idónea debe realizarse desde la cuarta fase de la Luna y hasta la séptima, con lo que el agricultor confía en que la cosecha será abundante. El efecto de la Luna creciente se manifiesta de la siguiente manera: la planta es 10 o 15 cm más alta que una persona y “carga mucho la milpa”, es decir, se producirá mucho, o al menos lo esperado, que es más de 80% del total de la cosecha. Esa totalidad se estima conforme a la cantidad de litros que se siembran en cada ciclo; por ejemplo, si el agricultor siembra seis litros de maíz, la cantidad esperada es de 18 a 20 costales de 50 kilogramos. Los terrenos laborales varían en su extensión, así que cada familia tiene una estimación aproximada de lo que cosechará, si la sequía, el viento fuerte o las intensas lluvias no disponen lo contrario.

Después del cenit, la Luna está llena (*ndii go'*); si se siembra en ese momento, la planta sobrepasará su altura normal, lo cual tiene como consecuencia que los vientos fuertes “la tumben”, además de que va a “cargar poco” o, lo que es lo mismo, no producirá lo esperado.

Cuando la Luna mengua (*naxtrigaà go'*), la planta no crece adecuadamente y “carga algo”, es decir, sólo se esperarán nueve costales con una siembra de seis litros. Sin embargo, en lugares como la región de la Montaña, el hecho de obtener menos de lo que se espera no impide el agradecimiento que sienten los *mè'phàà* por tener su alimento primario, el cual tarda nueve meses en llegar a ser mazorca.

Aunque la relación Luna-maíz no está generalizada, no podemos dejar de señalar su importancia en regiones donde ignorar el calendario lunar ha resultado en malas cosechas. Las fases lunares tienen influencia probada sobre la planta y su fruto; por ello, su observación se incluye en las estrategias de adaptación humana al medio ambiente, lo cual tiene como resultado una modificación del hábitat en el continuo proceso de coevolución entre cultura y naturaleza, donde la milpa ocupa un lugar primordial para el autoabasto (véase t. III, IX, 104).

Por último, se debe enfatizar que el uso y manejo de los recursos naturales de los pueblos indígenas y campesinos son posibles gracias a los conocimientos que aquéllos han acumulado a lo largo del tiempo y han transmitido de manera eficiente y práctica a las nuevas generaciones (véase II, 28 y 29). Dichos conocimientos se proyectan de lo individual a la colectividad y construyen un bagaje cultural que se enriquece con nuevas experiencias cuyo fin último es el de “saber hacer” milpa.



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Bruno, M. (2012). Comunicación oral de niña de 11 años de La Unión de las Peras, Guerrero, abril de 2012.
- González, A. (enero-febrero de 2009). “El maíz como producto cultural desde los tiempos antiguos.” En C. Morales y C. Rodríguez (coords.), *Suplemento de Diario de Campo: Desgranando una mazorca. Orígenes y etnografía de maíces nativos*, 52, 40-65. México: Conaculta-INAH.
- Toledo, V., y N. Barrera (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria (Perspectivas Agroecológicas).



39. ¿Qué importancia tienen los colores del maíz entre los nahuas de la Huasteca?

ARTURO GÓMEZ MARTÍNEZ

Los colores (*tlapalli*) del maíz tienen gran relación con la cosmovisión y las tradiciones culturales indígenas (véase I, 15, y II, 40 y 41). En su acervo de conocimientos agrícolas, los nahuas de la Huasteca tienen cuatro tipos de mazorcas: blanco (*chিপabuac*), amarillo (*costic*), rojo (*chichiltic*) y negro (*yabuitl*). La siembra de cada uno se hace por separado, para evitar que en la polinización se contaminen y se distorsionen (*mototopotza*). Un buen agricultor (*milchibketl*) es aquel que preserva los maíces nativos (*nelsintli*), particularmente su color.

En el pensamiento religioso, Chicomexóchitl (Siete Flor), deidad del maíz, fue quien pigmentó las mazorcas en el interior del cerro sagrado Postectli, donde dispuso los primeros granos para su preservación. Sin embargo, los granos fueron roídos por hormigas y gorgojos; sólo cuatro se salvaron. Para reproducirlos y distinguirlos, el dios los pigmentó con colorantes naturales. El primero se tiñó con hollín del fogón; el segundo, con la flor de cempoalxóchitl; el tercero, con la savia del árbol *escuabuitl* (croton), y el cuarto quedó de color natural. Desde la cima de la montaña, Chicomexóchitl tiró los granos hacia las cuatro regiones cósmicas; cada uno cayó y germinó en un cerro (*cintepetl*), lo que dio origen a las primeras mazorcas de colores. Posteriormente, el guajolote resguardó las simientes bajo sus alas y se encargó de dispersar las semillas por los pueblos, enseñando a los hombres pioneros las técnicas agrícolas para producir maíz.

Según otros relatos míticos, los primeros humanos descuidaron las milpas ya maduras. La única que quedó en pie se incendió; intentaron salvarla, pero nada pudieron hacer. El ave tordo (*acatzanatl*) se introdujo en el fuego para salvar alguna mazorca. Con el plumaje ennegrecido por el incendio, regresó con sólo cuatro granos en el pico, los cuales soltó frente a los perezosos agricultores: uno era de color negro carbonizado, otro rojo quemado, otro más amarillo, apenas soasado, y finalmente uno blanco que se salvó por completo de la quemazón. Como recompensa, el ave recibió un plumaje brillantado con oro y plata, y en la iridiscencia de sus plumas aparecieron los



colores de las semillas. También se determinó que se alimentaría con maíz que los hombres estarían obligados a entregarle, razón por la cual los tordos comen las mazorcas de las milpas y no se les debe matar, sino únicamente espantarlos.



Figura 22. Tamal nabua de la Huasteca. Fotografía: Arturo Gómez.



En la cocina indígena, los colores del maíz se relacionan con la clasificación de los alimentos y sus cualidades nutritivas: el blanco se emplea cotidianamente para la fabricación de tortillas y tamales; el amarillo se destina para cocinar atoles, pinoles y galletas; con el maíz negro se hacen bebidas fermentadas, atoles, gorditas de frijol y tortillas para fiestas familiares; con el rojo se cocinan tamales, guisos espesos, atoles con chile y galletas de masa seca (véase t. III, VIII, 87-90).

La preferencia de los maíces pigmentados está asociada con el tiempo y la calidad de la producción: el maíz blanco tarda más en crecer, mientras que los otros tres se cosechan en menos tiempo y no necesitan tantos cuidados, aunque en su almacenaje son atacados por los gorgojos (véase t. III, IX, 108).

En cuanto al consumo, el maíz blanco se prefiere para la comida cotidiana, el amarillo para los animales domésticos, y el rojo, junto con el negro, se destina para elaborar alimentos dedicados a las deidades de la lluvia y para los rituales terapéuticos relacionados con los “aires”.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Gómez, A. (2004). “El ciclo agrícola y el culto a los muertos entre los nahuas de la Huasteca veracruzana.” En J. Broda y C. Good Eshelman (coords.). *Historia y vida ceremonial en las comunidades mesoamericanas: los ritos agrícolas*. México: INAH (Etnografía de los Pueblos Indígenas de México).
- Hernández, R. (1982). *La religión nahua en Texoloc, municipio de Xochiatipan, Hidalgo*. México: SEP/INI.
- Ixmattlahua, I., M. Martínez, M. Orea, B. Martínez, y J. A. Martínez. (1982). “El cultivo del maíz y tres rituales asociados a su producción. Cacahuatengo, Ixhuatlán de Madero, Veracruz.” En María Elena Hope y Luz Pereyra (eds.), *Nuestro maíz. Treinta monografías populares*, vol. 2. México: Museo Nacional de Culturas Populares.



40. ¿Cómo se usan los maíces de colores entre los p'urhépecha?

CATALINA RODRÍGUEZ LAZCANO

Cuatro son los colores de maíz que se reconocen principalmente en el área p'urhépecha (véase I, 15); con ellos se confecciona una amplia variedad de alimentos que son la expresión más acabada de la identidad étnica. En efecto, al contrario de lo que sucede con la arquitectura vernácula, la indumentaria, la tecnología material, la música e incluso la lengua, las cuales pierden terreno cada día, los alimentos son el campo donde los p'urhépecha se identifican aun en la diáspora. Y para ello cuentan con numerosos ingredientes, entre los que destacan los maíces nativos de colores (véase I, 7).

Aunque también existen tonalidades intermedias, en la práctica éstas se asimilan a los colores principales: amarillo (*tsipámбити*), blanco (*urápiti*), azul (*warhóti*) y rojo (*charhápiti*) o chocho. El uso culinario es el que determina, en primera instancia, las variedades que se sembrarán en las parcelas cada año; el amarillo y el blanco son los preferidos, ya que con ellos se prepara el alimento más consumido en el área: la tortilla.

El maíz amarillo ofrece mayor resistencia al frío en tierras altas; puede sembrarse a partir del 16 de febrero, y así tiene más tiempo para estar listo cuando aparecen las lluvias. Otra de sus cualidades es que tiene más aceite y es más pesado, por lo que hace menos bulto por kilogramo que los maíces de otros colores, razón por la cual se considera de buena calidad, aunque es el que más tarda en cocerse por la dureza de la cubierta del grano. Por su parte, el maíz blanco es más propio de la temperatura cálida de las partes bajas y puede ser sembrado en marzo, abril o mayo, por lo cual se le conoce como marceño. Tiene menos calidad y peso que el amarillo y sus granos son casi tan “cuerudos” como los de éste. Además de tortillas, estos dos colores, en sus tres estadios de maduración —elote (*tiriápu*), intermedio (*tukéri*) y mazorca (*xaníni*)— y en sus dos formas básicas de preparación —sin nixtamalizar y nixtamalizado (véase cuadro 2, y t. II, III, 47)—, se usan para preparar múltiples platillos y bebidas. Ambos tienen un largo periodo de cosecha, que comienza en agosto y termina en diciembre o parte de enero.



Con la aparición de elotes amarillos y blancos retorna el gusto de los p'urhépecha por acudir en familia a la milpa a comer elotes asados y cocidos, a chupar cañas dulces de maíz y a cortar hojas, quelites y hongos para llevar a casa junto con más elotes. Con estos últimos se preparan, como se puede apreciar en el cuadro 2, atole de maíz nuevo; *buchepos*, especie de tamales dulces; *tsirkus*, tamales salados con carne, y *atápakwas (atapakwecha)*, guisos compuestos de una salsa, masa de maíz *seneri* espesante y un ingrediente que les da su especificidad (carne, queso, verduras). Seis o siete semanas más tarde, la cosecha será de maíz *tukéri*, el cual ya no es elote pero tampoco es mazorca todavía; éste es muy útil para elaborar las preciadas “espesas”, tipo de aliño con el que se logra la consistencia ideal de las *atapakwas*. Éste es el tiempo también de degustar las auténticas *tokeras*, especie de panecillos de sal y dulce. Finalmente llega diciembre, con la gran cosecha de mazorcas blancas y amarillas. Una vez apartadas las semillas para el próximo ciclo, las primeras tendrán que utilizarse pronto, para las comidas de las fiestas de Navidad, levantamientos de niños dioses, bodas, bautizos, o deberán venderse antes que la polilla y otras plagas las ataquen (véase t. III, IX, 107). El maíz amarillo puede guardarse unos meses más en los tapancos de los trojes, con lo que se asegura la posibilidad de tener tortillas, espesura, pinole, corundas, tamalitos, nacatamales y contamales (gordas de maíz ahuecadas y cocidas en horno de pan que duran varios días sin descomponerse).

El pueblo p'urhépecha mantiene una relación ambivalente con el maíz azul ya que, por un lado, lo siembra en los solares o en el campo en mucho menor proporción que el amarillo y el blanco, y, por otro, prepara con él buena cantidad de alimentos de temporada muy apreciados como antojitos. Su sabor dulce y su delgada “cáscara” o “cuero” lo coloca en el gusto incluso por encima del blanco; tal es el caso de los elotes —tanto asados como cocidos—, los *buchepos* de azúcar, los *buchepos* de carne o *tsirkus* y atoles como el de aguamiel. A mediados de agosto, para ser exactos el día 15, se recogen los primeros elotes de maíz azul para preparar el primer atole de grano de la temporada, el que se hace especial para la Virgen de la Asunción. Lo mismo puede decirse de las *tokeras* de maíz azul, que son las favoritas, y del atole de cáscara, también conocido como *prieto* o *de chaqueta*, indispensable para las fiestas decembrinas dedicadas al Niño Dios; para este último se seleccionan las mazorcas con los tonos más oscuros, incluyendo el morado y el negro.

Por su parte, el maíz rojo tiene menor precio y consumo más limitado. Sólo se utiliza en mazorca y, al decir de Ralph Beals, cuando ya se han acabado los otros colores. La razón es la creencia de que el rojo cuida la cosecha en los trojes, de igual manera que las semillas sembradas de este color protegen la milpa de mal tiempo, plagas o enfermedades. Por ello siempre se procura reservar una porción de las mejores mazorcas para semilla, las cuales se guardan colgadas de las vigas de las casas en *ocholes* o sartales. Esta imagen, la del maíz nativo propio pendiendo en racimos, es la promesa de que el año siguiente habrá comidas y bebidas p'urhépecha.



PRODUCTOS DEL MAÍZ: AMARILLO, BLANCO, PRIETO Y ROJO

Productos de maíz amarillo (<i>tsípámpiti</i>)			
	Elote/ <i>Tiriápu</i>	Intermedio/ <i>Tukéri</i>	Mazorca/ <i>Xanini</i>
Sin nixtamalizar	<ul style="list-style-type: none"> • Elotes asados • Elotes cocidos • Huchepos • <i>Tsirkus</i> (tamales con carne) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Púskua</i> (espesura) • Tokeras de sal • Tokeras de dulce 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Púskua</i> (espesura) • Pinole
Nixtamalizado con ceniza o cal			<ul style="list-style-type: none"> • Tortillas (cal) • Corundas (cal o ceniza) • Tamalitos • Nacatamales • Contamales • Pozole

Productos de maíz azul o prieto (<i>warhóti</i>)			
	Elote/ <i>Tiriápu</i>	Intermedio/ <i>Tukéri</i>	Mazorca/ <i>Xanini</i>
Sin nixtamalizar	<ul style="list-style-type: none"> • Elotes asados • Elotes cocidos • Esquites • Huchepos • <i>Tsirkus</i> • Atole de grano • Atole de aguamiel 	<ul style="list-style-type: none"> • Tokeras de dulce • Gorditas • <i>Púskua</i> (espesura) • <i>Atápakuas</i> • Atole nuevo de nurite 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Púskua</i> (espesura) • Gorditas • Ponteduro (maíz tostado cubierto de piloncillo) • Pinole • Galletas
Nixtamalizado con ceniza o cal			<ul style="list-style-type: none"> • Tortillas (cal) • Corundas (cal o ceniza) • Chapatas (tamal endulzado con piloncillo) • Atole prieto • Atole de tamarindo

Productos de maíz blanco (<i>urápiti</i>)			
	Elote/ <i>Tiriápu</i>	Intermedio/ <i>Tukéri</i>	Mazorca/ <i>Xanini</i>
Sin nixtamalizar	<ul style="list-style-type: none"> • Elotes asados • Elotes cocidos • <i>Tsirkus</i> • <i>Atápakwa</i> • Atole de maíz nuevo 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Púskua</i> (espesura) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Púskua</i> (espesura)
Nixtamalizado con ceniza o cal			<ul style="list-style-type: none"> • Tortillas (cal) • Corundas (cal o ceniza) • Tamalitos • Nacatamales • Contamales

Productos y usos de maíz rojo (<i>charhápití</i>) o chocho			
	Elote/ <i>Tiriápu</i>	Intermedio/ <i>Tukéri</i>	Mazorca/ <i>Xanini</i>
Sin nixtamalizar			<ul style="list-style-type: none"> • Atole de <i>xarikata</i> (levadura) • Para proteger de eclipses • Para bañar al niño Ilorón y quitarle lo chipilí • Para ornato
Nixtamalizado con ceniza o cal			<ul style="list-style-type: none"> • Pozole

Cuadro 2. Productos de maíz según el color.
 Información: Catalina Rodríguez. Ilustración: Laura Mancilla.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Astier, M., y N. Barrera (eds.) (2007). *Catálogo de maíces criollos de las cuencas de Pátzcuaro y Zirabuén*. México: GIRA/INECC/INIFAP/Sedagro/Instituto de Geografía-UNAM.

Beals, R. L. (1992). *Cberán: un pueblo al pie de la sierra tarasca*. A. Jacinto (trad.). Zamora: El Colegio de Michoacán.

Mapes, C. (abril-junio de 1987). "El maíz entre los purépecha de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán." *América Indígena*, 47 (2), 345-379.

Martínez, J. S., M. R. Méndez y E. Tomás (2004). *Recetario de las atápakuas purépechas*. México: Conaculta (Cocina Indígena y Popular, 37).

Ortega, R. (2003). "La diversidad del maíz en México." En G. Esteva y C. Marielle (coords.), *Sin maíz no hay país*, 123-154. México: Museo Nacional de Culturas Populares-Dirección General de Culturas Populares-Conaculta.



41. ¿Qué importancia tienen los colores del maíz en la cultura maya?

CATALINA RODRÍGUEZ LAZCANO
CARMEN MORALES VALDERRAMA

El significado simbólico de los colores del maíz que en la literatura se atribuye a la tradición maya, al parecer es un conocimiento que sólo posee un contado número de personas. Para la gran mayoría de los campesinos, el color es una cualidad que les permite tomar decisiones a la hora de sembrar, basándose en su gusto y necesidades, por lo que eligen cada variedad según sus propios planes (*véase I, 15*).

Como se pudo constatar en una investigación realizada en diversas localidades de Yucatán y Campeche, la semilla de maíz preferida para sembrar es la del país, del tipo *xmejenal* blanco, o bien el *xnuknal* blanco, también llamado *sak ixim*, de ciclos corto y largo, respectivamente (*véase II, 33*). La primera tiene la ventaja de que se da en dos meses y medio, o a más tardar en tres meses, aunque no resiste la sequía y no se logra si por alguna razón no llueve pronto después de sembrarse. La semilla de tres meses aguanta más y la de cuatro meses es mejor porque soporta la tardanza de las lluvias.

Otra ventaja del *xmejenal*, según se dice, se observa al desgranar un canasto de mazorcas blancas y un canasto de mazorcas amarillas: las primeras rinden hasta 30 kilogramos y las segundas sólo 20, debido a que su grano es más chico. Con maíz blanco se preparan bebidas como el atolillo, lo mismo que tamales, pozol y pinole, para el que se seleccionan granos *ts'uts'ik*, es decir, pequeños o que no granaron bien. Las tortillas blancas son las preferidas de un buen número de familias y son obligadas en días de fiesta. Por lo mismo, el maíz blanco tiene mejor salida comercial aunque, cuando escasea, “la gente no le ve el color y compra lo que sea”.

Un entrevistado opina que “Dios da el maíz blanco y si lo da es bueno, siempre ha sido así”. Como él, los adeptos de toda la vida al maíz blanco del país aseguran que no lo cambiarían, no obstante que los promotores del maíz híbrido amarillo les han dicho que es bueno para los enfermos, es más alimenticio y tiene más peso (*véase I, 18*). Varios, sin embargo, aceptaron haber sembrado este último por influencia de alguien más y para comprobar personalmente sus ventajas. Un inconveniente que le reconocen al





Figura 23. Maíces de diferentes colores colectados en el oriente de Yucatán.
En exhibición en la Sala Pueblos Mayas de la Planicie y las Selvas, MNA, 2000.

Fotografía: Carmen Morales.

maíz blanco es que se lo acaban las plagas y tiene que venderse rápido después de cosecharse entre noviembre y diciembre.

Por su parte, los que prefieren el maíz amarillo (*k'an ixim*) argumentan que aguanta más la sequía, “le pegan” menos el gorgojo, la polilla y el comején, y puede sembrarse dos o tres años después de haberse cosechado. En su opinión, el amarillo pesa más, aunque las semillas sean del mismo tamaño. Otra ventaja que se menciona del amarillo es que su *joloch* o cáscara es más abundante, de manera que lo protege de la lluvia; en cambio, la envoltura del blanco es más sencilla y se deshoja cuando llueve, con lo que deja al descubierto la mazorca. Gracias a lo anterior, el amarillo puede cosecharse desde noviembre hasta marzo. Esta variedad es adecuada para preparar tamales, pozol y pinole; además, a muchos les gustan las tortillas de masa amarilla, cuyo sabor, según se dice, cambia de un día para otro cuando está listo el nixtamal (véase t. II, III, 47).

En el área maya también se consume el maíz *cho'*, *xmejenal* de color negro o morado que se siembra en poca cantidad; su ventaja es que se da en dos meses y medio. Las mazorcas con granos negros o morados parejos o pintos sirven para preparar relleño negro, tamales, pozol y pinole. Es muy raro que se hagan tortillas con este maíz, pues salen oscuras y parecen “lodosas”, en la percepción de los mayas.



Por último, encontramos el *xnuknal* rojo y el rojo rayado (*véase* I, 16), conocido también como *pñixi* Cristo o rodilla de Cristo. Al igual que el amarillo, estos dos maíces pesan más que el blanco, aunque las semillas sean del mismo tamaño. Del rojo, según se dice, se tienen comprobados sus efectos medicinales para el riñón, especialmente para disolver los cálculos. A pesar de este conocimiento, su producción es muy escasa, lo mismo que su uso, el cual se limita a la preparación de algunos alimentos, como el pinole, y a la eventual siembra de semillas en el centro de la milpa como protección de los cultivos. El hecho de atribuir propiedades especiales al maíz rojo quizá sea evidencia de un uso ceremonial cuyos antiguos significados están ahora olvidados.

Tarea pendiente para completar el panorama de la identidad de las razas de maíz que se usan entre los mayas es comparar la clasificación local que aquí se ha dado con la utilizada en la literatura agronómica, con el fin de unificar lenguajes y saberes que redunden en un mejoramiento de las milpas y sus productos (*véase* figura 23).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Morales, C., y C. Rodríguez (2007). “La colecta de maíces mayas: estrategia para la preservación de una cultura milpera.” En *El Instituto Nacional de Antropología e Historia frente al siglo XXI. Memoria del IV Congreso de Investigadores del INAH*, t. II, 1095-1111. México: Delegación de Profesores Investigadores del INAH D-II-IA-1.
- Terán, S., y C. Rasmussen (2009). *La milpa de los mayas. La agricultura de los mayas prehispánicos y actuales en el noroeste de Yucatán*. Mérida: UNAM/Universidad de Oriente.
- Villa, R. A. (1978). *Los elegidos de Dios. Etnografía de los mayas de Quintana Roo*. México: INI.
- Welhausen, E. J., L. M. Roberts, E. Hernández X. en colaboración con P. C. Mangelsdorf (1987). “Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución”. En *Xolocotzia. Obras de Efraim Hernández Xolocotzi*, t. II, 610-750. México: *Revista de Geografía Agrícola*. Universidad Autónoma Chapingo.



Glosario

ACCESIÓN:	Es un término que se utiliza para integrar las colectas de las semillas provenientes de poblaciones de maíz a los bancos de germoplasma y que son indispensables para su identificación, conservación y posterior distribución. Contiene información como fecha de colecta, colector, datos fisiológicos, genéticos, etc., para ser usados por investigadores o productores de maíz.
ADN:	Ácido desoxirribonucleico. Es el material genético de los organismos y el mayor constituyente de los cromosomas; desempeña un papel central en la determinación de las características hereditarias.
AGROECOSISTEMA:	Ecosistema modificado en menor o mayor grado por el humano para la utilización de recursos naturales en los procesos de producción agrícola.
AMINOÁCIDOS:	Unidades químicas o “bloques de construcción” que forman las proteínas. Los aminoácidos que se obtienen de los alimentos se llaman <i>esenciales</i> . El crecimiento, la reparación y el mantenimiento de todas las células dependen de ellos.
BIOCONFINADO:	Se refiere a la utilización de barreras físicas (por ejemplo, cercas, mallas o invernaderos simples), o una combinación de éstas con barreras químicas (pesticidas) o biológicas (cercos vivos), con el fin de limitar de manera efectiva el contacto de organismos modificados con la población y con el medio ambiente. En la Ley de Bioseguridad, el área de las instalaciones o el ámbito de la utilización confinada no forma parte del medio ambiente.
BIOLÍSTICA:	Método de transferencia directa de genes en una célula, con el objetivo de crear organismos transgénicos. Es el método de transferencia directa más utilizado para transformar células vegetales; propulsa los genes de interés dentro de las células con ayuda de un cañón o pistola



- de ADN, con lo cual se modifica el ADN de las células. El término *biolística* deriva de un juego de palabras con la palabra *balística*.
- BRÁCTEA: Una hoja modificada, con una flor o inflorescencia en su axila. Las brácteas son, con frecuencia, de colores brillantes y se pueden confundir con los pétalos de una flor, por ejemplo, las brácteas de la flor de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*). En el caso de las florecillas de las inflorescencias del maíz, las brácteas son la gluma, la lemma y la palea, no son conspicuas y algunas desaparecen durante el desarrollo de la inflorescencia.
- CAMV: Siglas del virus del mosaico de la coliflor, el cual se encuentra en muchos vegetales que se consumen habitualmente, como coliflor, brócoli y repollo. Al comer hortalizas frescas se consumen miles de millones de partículas del virus del mosaico de la coliflor. Sin embargo, eso no representa ningún problema porque los virus de las plantas no infectan a las personas. El elemento 35S de este virus es bien conocido por su uso como un muy potente “activador” de genes en ingeniería genética de plantas.
- CARIÓPSIDE: Fruto indehisciente formado por una semilla seca; se caracteriza por el hecho de que la pared del fruto está fusionada a la testa de la semilla. Es el grano de cereales y pastos.
- CONSERVACIÓN *EX SITU*: En el caso de las plantas, es la técnica de conservación para todos los niveles de biodiversidad fuera de su hábitat natural, por medio de jardines botánicos o bancos de germoplasma. Consiste en el mantenimiento de muestras de organismos vivos en forma de plantas completas o partes de ellas, semillas, polen, tejidos y cultivos de tejidos o células. Sus propósitos principales son: 1) rescatar germoplasma amenazado; 2) producir material para la investigación en biología de la conservación; 3) cultivar especies difíciles de reproducir mediante semillas y que no pueden preservarse en un depósito de semillas; 4) generar materiales para reintroducción, restauración y manejo de hábitat.
- CONSERVACIÓN *IN SITU*: Preservación de ecosistemas y hábitat natural junto con la recuperación y el mantenimiento de poblaciones viables de especies en sus territorios naturales. En el caso de las especies domesticadas o cultivadas, consiste en mantenerlas en los agroecosistemas donde se han desarrollado sus propiedades distintivas. En cuanto al maíz, se refiere a la conservación en los campos de los campesinos que cultivan sus semillas nativas.
- CP4EPSPS: Siglas de un gen cuyo nombre técnico es enolpiruvil-shiquimato-3-fosfatotetasa tipo CP4, el cual produce una enzima que inhibe la actividad del glifosato en plantas.
- CROMOSOMA: Estructura localizada en el núcleo de las células de los organismos eucariontes, esto es, los que poseen núcleo celular, como el maíz (en los



organismos procariontes, que carecen de dicho núcleo, como las bacterias, hay un solo cromosoma y no tiene sitio preciso de ubicación). El tamaño y el número de los cromosomas varían dependiendo de la especie: los humanos tenemos 46 (23 pares) y el maíz 20 (10 pares). El cromosoma está conformado por ADN y algunos tipos especiales de proteína; en él se encuentran los genes.

CRY9C:	Acrónimo de una de las proteínas Cry (del inglés <i>crystal-like</i>), tipo especial de proteína cristalina. Se considera protoxina por ser tóxica para algunas larvas de insectos.
DICAMBA:	Herbicida (3,6-dicloro-2-metoxibenzoico) que se utiliza para controlar malezas en cultivos de cereales.
DIPLOIDE:	Núcleo celular, célula u organismo que contiene el doble del número haploide de cromosomas característicos de cada especie. Hay dos juegos cromosómicos, uno de origen materno y otro paterno. El maíz contiene un conjunto diploide de 20 cromosomas; 10 están en el polen de la inflorescencia masculina (espiga) y 10 en los óvulos contenidos en la inflorescencia femenina (jilote).
DOMESTICACIÓN:	Proceso por el que una especie animal o vegetal pierde, adquiere o desarrolla caracteres heredables, morfológicos, fisiológicos o de comportamiento, resultado de una interacción prolongada y una selección artificial efectuada por los humanos o una selección natural adaptativa a la convivencia con el ser humano.
ENDOGAMIA:	Fusión de células reproductivas (gametos) de individuos progenitores estrechamente relacionados; su objetivo es preservar y fijar características de grupos de animales o plantas domesticados muy similares, que se relacionan por ancestros comunes de una misma población.
ENDOSPERMO:	Tejido nutritivo que rodea al embrión en desarrollo en la semilla y es característico de las plantas con flores. El maíz, como los demás cereales, se cultiva por las ricas reservas alimenticias de su endospermo.
ENZIMA:	Proteína soluble producida por las células del organismo. Favorece y regula las reacciones químicas en los seres vivos; al unirse a uno de los componentes de la reacción (sustrato), lo modifican para facilitar su respuesta.
ETNOBOTÁNICA:	Disciplina que aborda el conocimiento que los grupos humanos desarrollan en su relación con el entorno vegetal a lo largo del tiempo.
ETNOTAXONOMÍA:	Ciencia que estudia los sistemas tradicionales de clasificación de los pueblos indígenas.
FENOLOGÍA:	Estudio de fenómenos naturales cíclicos y estacionales relacionados con el clima y la vida vegetal y animal.
FENOLÓGICO:	Relativo a la fenología.
FITODOMESTICACIÓN:	Domesticación de las plantas.



FITOMEJORADOR:	Quien aplica el fitomejoramiento.
FITOMEJORAMIENTO:	Proceso mediante el cual se modifica o altera la herencia genética de las plantas para mejorar cualquiera de sus características, como rendimiento, calidad de grano, resistencia a plagas y enfermedades o adaptación a factores ambientales.
FITOPATÓGENO:	Microorganismo que genera enfermedades en las plantas a través de afectaciones en el metabolismo celular, al secretar enzimas, toxinas, fitorreguladores y otras sustancias. Absorbe nutrientes de la célula vegetal para su propio crecimiento.
GAMETO:	Célula reproductiva que se fusiona con otra para formar un cigoto. Los gametos son haploides, por lo que al unirse se restablece el número diploide de las células. En el maíz, los gametos se encuentran en las inflorescencias femeninas y masculinas.
GEN:	Unidad de herencia constituida por ADN. Como unidad funcional, se define como una secuencia de elementos químicos relacionados con la síntesis de unidades de proteínas.
GENOTIPO:	Composición genética de un organismo; se refiere a la combinación de las formas alternativas de todos sus genes.
GERMOPLASMA:	Tejido vivo del cual pueden generarse nuevas plantas. Una semilla, un trozo de tallo, polen o unas cuantas células pueden convertirse en una planta completa. El germoplasma de las plantas posee información del contenido genético de la especie y es un valioso recurso natural de la diversidad.
GLIFOSATO:	Herbicida no selectivo de amplio espectro que es absorbido por las hojas; sirve para eliminar malezas (plantas que compiten con los cultivos y los afectan). Fue desarrollado como herbicida por el químico John E. Franz, de la compañía Monsanto, en 1970.
GLUFOSINATO:	Herbicida sistémico de amplio espectro (esto es, que destruye gran diversidad de malezas); también se conoce como <i>fosfinotricina</i> . Inhibe irreversiblemente la glutamina sintetasa, enzima necesaria para la producción de glutamina y la detoxificación del amonio. La aplicación de glufosinato en plantas reduce los niveles del aminoácido glutamina y eleva el amonio en los tejidos; ello detiene la fotosíntesis, lo que resulta en la muerte de la planta.
GLUMA:	En la familia de las <i>Poaceae</i> (plantas gramíneas) se refiere a un par de brácteas que delimitan cada espiguilla (florequilla de la espiga que contiene el polen).
HAPLOIDE:	Célula cuyo núcleo contiene un solo juego de cromosomas.
HETEROCIGOSIS:	Organismo que tiene dos formas alternativas de un gen que controla alguna característica particular o rasgo. El aspecto del rasgo particular es el que determina la forma alternativa dominante del gen.
HETEROSIS:	Vigor híbrido o ventaja del heterocigoto. Se emplea en la genética para la crianza y el mejoramiento selectivo. En la heterosis, se mezclan los



	genes y es por eso que el híbrido presenta características superiores a las de sus progenitores.
HETERÓTICO:	Que manifiesta heterosis.
HOLISMO:	Doctrina que sostiene la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.
HOLÍSTICO:	Referente al holismo.
HOMOCIGOSIS:	Resultado del proceso de endogamia en el que un individuo posee en sus células dos alelos idénticos (uno femenino y otro masculino) que controlan una característica particular.
HOMOCIGÓTICO:	Relativo a las células u organismos que tienen homocigosis.
INDEHISCENTE:	Fruto que no se abre para liberar sus semillas al madurar; la liberación de semillas ocurre cuando el fruto se descompone. En el maíz, las semillas tienen que ser liberadas por el ser humano.
ÍNDICE GLUCÉMICO:	Medida de la rapidez con la que un alimento puede elevar el nivel de azúcar (glucosa) en la sangre. Los alimentos con alto índice glucémico incrementan rápidamente la glucosa.
INFLORESCENCIA:	Arreglo particular de flores en el tallo principal de las plantas. Existe gran variedad de inflorescencias; el maíz tiene una con flores masculinas (estaminadas), o espiga, en la parte superior terminal del tallo, y, en general, una con flores femeninas (pistiladas), o mazorca, localizada en una pequeña ramificación lateral de la parte media del tallo.
LEMMA:	Una de las dos brácteas que protege las florecillas de los pastos. La bráctea lemma está situada debajo de la segunda bráctea (más pequeña), llamada <i>palea</i> , la cual la rodea.
LISINA:	Aminoácido esencial para el ser humano porque no puede sintetizarlo en cantidad suficiente y debe estar presente en su dieta. Junto con otros aminoácidos esenciales, como arginina, histidina, treonina, metionina, isoleucina, valina, fenilalanina y triptófano, es indispensable para la síntesis de proteínas y el metabolismo humano.
MICRONICHO:	Nicho de pequeña escala, usualmente microscópica. Los micronichos se generan a partir de gradientes físicos y químicos en ambientes o hábitats en microescalas, por ejemplo, a escala milimétrica en comunidades de bacterias.
MULTICÉNTRICO:	En el estudio del origen y la diversificación del maíz, este término se refiere a la teoría según la cual el maíz surgió en múltiples centros, zonas o regiones de Mesoamérica. Por medio del análisis de los cromosomas del maíz se determinó que existen cinco centros de origen: cuatro en México y uno en Guatemala.
NICHO:	En ecología (nicho ecológico) se refiere al papel y la posición de una especie en su medio ambiente; cómo se provee de alimento y cobijo, cómo sobrevive y cómo se reproduce. El nicho de una especie incluye todas sus interacciones con los factores bióticos (biológicos, compe-



- tencia con otras especies) y abióticos (físicos, climáticos, químicos) de su ambiente. Dos especies tienen coexistencia inestable si ocupan nichos idénticos.
- NUDOS: Zonas del tallo donde nacen las hojas. La porción de tallo que separa dos nudos se denomina *entrenudo*. Internamente, la organización de los tejidos en un nudo es diferente a la de un entrenudo, debido a que en los nudos se localiza la conexión del sistema vascular entre la hoja y el tallo.
- PALEA: Es la bráctea superior de las dos que se ubican dentro de cada florecilla.
- PELAGRA: Enfermedad cuyos síntomas consisten en la aparición de manchas en la piel y trastornos digestivos y nerviosos, originados por la falta de vitaminas.
- PERICARPIO: Parte del fruto que se desarrolla en la pared ovárica de una flor. En el maíz es el tejido más externo de la semilla (cariópside).
- TRANSGÉN O TRANSGENE: Gen o material genético que ha sido transferido de un organismo a otro, de forma natural o artificial. Se usa el término transgén para describir un segmento de ADN que contiene una secuencia del gen que se ha aislado de un organismo y se introduce en un organismo diferente.
- TRANSGÉN QUIMERA: En biotecnología, el término *quimera* se utiliza en referencia al ser mitológico griego que estaba conformado con partes de diferentes animales. En este caso, el transgén contiene ADN de diferentes organismos.



Acerca de los colaboradores

Fidencio Briceño Chel, adscrito al Centro INAH Yucatán, es maestro en lingüística por la ENAH y trabaja en las especialidades de lingüística descriptiva, etnolingüística y antropología lingüística.

Fernando Castillo González pertenece al área de genética del Colegio de Posgraduados. Es doctor (PhD) por la Universidad Estatal de Carolina del Norte, Raleigh, Carolina del Norte, Estados Unidos. Su línea de investigación es la diversidad genética del maíz y el mejoramiento conservativo.

Felipe Chávez Cervantes† es abogado independiente. Licenciado en derecho por la UMSNH, tiene como línea de investigación la lengua y la cultura p'urhépecha.

María del Carmen Colín Olmos, de Greenpeace México, es licenciada en derecho por la Universidad Panamericana y maestra en estudios para el desarrollo por la Universidad Autónoma de Barcelona. Sus líneas de investigación son bioseguridad de organismos genéticamente modificados (OGM), recursos genéticos, plaguicidas, derecho ambiental y derecho ambiental internacional.

Denise E. Costich, del CIMMYT, es doctora (PhD) por la Universidad de Iowa, Estados Unidos, especializada en evolución del maíz y sus parientes silvestres, recursos genéticos y el papel de los bancos de germoplasma en conservación.

Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez, de la Universidad Autónoma Chapingo, es doctor en ciencias con especialidad en genética por el Colegio de Posgraduados, Programa de Genética. Sus líneas de investigación abarcan etnobotánica, genotecnia vegetal y evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas tradicionales.



Alejandro Espinosa Calderón, de Cevamex, INIFAP/UNAM, es doctor en genética por el Colegio de Posgraduados, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Su especialidad es el maíz: mejoramiento genético, semillas, androesterilidad, restauración de fertilidad, QPM, variedades mejoradas y nativas de grano blanco, amarillo, palomero y azul.

María Amanda Gálvez Mariscal, del Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química de la UNAM, es doctora en biotecnología por la Universidad Nacional; se especializa en biotecnología alimentaria y bioseguridad.

Arturo Gómez Martínez, de la Subdirección de Etnografía del MNA, es maestrante por la ENAH, cuyas líneas de investigación bordan sobre ritualidad y cosmovisión, y arte popular.

José Luis Gómez Olivares, está adscrito al Departamento de Ciencias de la Salud, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM Iztapalapa. Es doctor por la Universidad de Murcia, España, y tiene como líneas de investigación el análisis de la síntesis, el ensamblado y el procesamiento postraduccionales de proteínas.

Sarah J. Hearne, del CIMMYT, es doctora (PhD) por la Universidad de Sheffield, Reino Unido, y se especializa en la investigación de genética molecular y recursos genéticos.

María Cristina Hernández Bernal, de la Maestría en Ciencias Antropológicas, es maestrante en ciencias antropológicas por la UAM Iztapalapa. Sus líneas de investigación son discriminación y desigualdad, procesos socioambientales, y territorialidad y derechos culturales.

Takeo Ángel Kato Yamakake, del Colegio de Posgraduados, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, es doctor (PhD) por la Universidad de Massachusetts Amherst, Massachusetts, Estados Unidos. Su línea de investigación son los estudios cromosómicos en el género *Zea* (maíz y teocintle).

Cristina Mapes Sánchez, del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM, es doctora en ciencias (biología) por la Facultad de Ciencias de esa universidad. Sus líneas de investigación comprenden etnobotánica, plantas comestibles y agricultura tradicional.

María del Carmen Mendoza Castillo, del Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, es doctora en ciencias en fisiología vegetal por ese mismo colegio. Sus líneas de investigación abarcan fitomejoramiento y recursos genéticos vegetales.

Carmen Morales Valderrama, de la DEAS del INAH, es maestra en ciencias antropológicas por la ENAH y doctorante en antropología social por la Universidad Iberoamericana. Sus



líneas de investigación comprenden el maíz como patrimonio cultural, cultura y alimentación, y exposiciones itinerantes.

Jorge Nieto Sotelo, del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM, es doctor (PhD) por la Universidad Washington en St. Louis, Missouri, Estados Unidos. Se especializa en etnobotánica genómica de maíces nativos de México, evolución y desarrollo de los mecanismos de emergencia de las plántulas de la tribu *Maydeae* (*Poaceae*), mecanismos de resistencia al calor en agaváceas y estudios funcionales de la mayahuelina y su aplicación a estudios de filogenia molecular en agaves.

Rafael Ortega Paczka, de la Dirección de Centros Regionales de la Universidad Autónoma Chapingo, es doctor (PhD) por el Instituto Pansoviético de Plantas N. I. Vavilov. Sus líneas de investigación bordan sobre el estudio, conservación y utilización de maíces criollos mexicanos; los recursos fitogenéticos de interés para México, y la historia de la agricultura y la agronomía en México.

Maya Lorena Pérez Ruiz, de la DEAS del INAH, es licenciada y maestra en antropología social por la ENAH, y maestra y doctora en ciencias antropológicas por la UAM Iztapalapa. Sus investigaciones versan sobre las relaciones de los pueblos indígenas y el Estado, con las siguientes líneas específicas: identidades y movimientos sociales, jóvenes indígenas, patrimonio cultural, interculturalidad y diálogo de saberes.

Alma Amparo Piñeyro Nelson, del Departamento de Producción Agrícola y Animal de la UAM Xochimilco, es doctora en ciencias por el Posgrado en Ciencias Biomédicas de la UNAM y posdoctora por la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos. Investiga sobre genética del desarrollo y evolución de las plantas, y bioseguridad y biomonitorio de organismos transgénicos en México.

Kevin V. Pixley, del CIMMYT, es doctor (PhD) por la Universidad Estatal de Iowa, Ames, Iowa, Estados Unidos, con líneas de investigación en fitomejoramiento, calidad nutricional y recursos genéticos para la agricultura sustentable.

Catalina Rodríguez Lazcano, de la Subdirección de Etnografía del MNA, es maestra en etnología por la UNAM. Su línea de investigación es sobre etnografías p'urhépecha y maya.

Noé Salinas Arreortua, profesor titular B de tiempo completo del Laboratorio de Biomembranas, Área de Diferenciación y Proliferación Celular, Departamento de Ciencias de la Salud, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM Iztapalapa, es doctor en biología experimental por la UAM; investiga acerca de análisis de proteínas.

José Antonio Serratos Hernández, del ccyH, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, es doctor en biotecnología de plantas por el Cinvestav, del IPN, Unidad Ira-



puato, Guanajuato. Investiga acerca de conservación, bioseguridad y agroecología de la biodiversidad agrícola en la Ciudad de México.

Margarita Tadeo Robledo, de la FES-Cuautitlán de la UNAM, es doctora en genética por el Colegio de Posgraduados, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Sus líneas de investigación bordan sobre el maíz: mejoramiento genético, semillas, androesterilidad, restauración de fertilidad, QPM, variedades mejoradas y nativas de grano blanco, amarillo, palomero y azul.

Antonio Turrent Fernández, del Cevamex, INIFAP/UNAM, es doctor en agronomía por la Universidad Estatal de Iowa. Sus líneas de investigación comprenden: productividad de agrosistemas; suelos; maíz intercalado con árboles frutales (MIAF); potencial productivo, y alternativas para la suficiencia alimentaria de México.



Índice de figuras

Frontispicio tomo I: Éste es mi maíz.

Fotografía: Adalberto Ríos Szalay, Banco de Imágenes Conabio.

Frontispicio sección I.

Ilustración: Hernández F. (1651). *Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus seu Plantarum Animalium Mineralium Mexicanorum historia*. Roma: Ex typographeio Vitalis Mascardi. pp. 242-243. Composición fotográfica: Bruno Julio Ruiz [Recuperado de <<https://archive.org/details/rerummedicarumno00hern/page/n3/mode/2up>>].

Figura suplementaria. Descripción botánica de maíz y teocintle. Ilustración: José Antonio Serratos Hernández.

1. Teocintles.

Fotografía: Carmen Loyola Blanco.

2. Palomitas de teocintle.

Fotografía: Daniel Zizumbo Villarreal.

3. Diversidad de maíces de Santa María Tlahuitoltepec, Oaxaca.

Fotografía: Iván Díaz.

4. Diversidad de maíces en San Juan Coxtocán, Tenango del Aire, Estado de México.

Fotografía: Rafael Ortega.

5. Razas de maíz en el mundo. Ante la asombrosa diversidad del maíz, diferentes expertos proponen y defienden criterios particulares para agrupar los maíces en razas.

Fotografía: P. González-Fierro y A. Velázquez-Juárez, 2015, CIMMYT.



6. La diversidad del maíz también puede ser observada a nivel genético. En la imagen, los puntos muy cercanos son maíces genéticamente similares, mientras que los puntos distantes son genéticamente diferentes. A la izquierda se observa cómo se agrupan los maíces (accesiones) provenientes del Perú, Brasil y México, lo que refleja el hecho de que tienden a ser más semejantes dentro de cada grupo y que cada grupo es diferente de los otros. A la derecha se aprecian ejemplares de cuatro razas de maíz, los cuales son genéticamente similares entre sí, mientras que cada raza es diferente de las demás.

Información: Proyecto MasAgro Biodiversidad. Financiación: Sagarpa, México.

7. Los usos antiguos y nuevos también han definido grupos y razas de maíz.
Fotografía: Cortesía de D. E. Costich y K. V. Pixley, CIMMYT.
8. Muestras representativas de la raza Nal-Tel, cultivadas en Quintana Roo.
Fotografía: Rafael Ortega.
9. Mazorca con granos de distintos colores, "Sangre de Cristo". Feria del Maíz de San Juan Ixtenco. Tlaxcala, 2013.
Fotografía: Carmen Morales.
10. Combinación de cultivos que complementan los nutrientes del maíz.
Fotografía: Magali Martínez.
11. Mecanismos de transmisión del material de la herencia en humanos y en el maíz.
Información: Antonio Serratos y Alma Piñeyro. Ilustración: Laura Mancilla.
12. ¿Dónde está el ADN?
Información: Alma Piñeyro. Ilustración: Laura Mancilla.
13. Procedimiento para obtener maíz transgénico. 1) y 2) Cultivo de maíz híbrido en campo o invernadero; 3), 4) y 5) Transferencia y separación de embriones de jilotes inmaduros en laboratorio; 6) y 7) Preparación y tratamiento de embriones con micropartículas cubiertas con transgenes en aparato biolístico; 8) Selección, por medio de herbicida, de embriones transformados por biolística; 9) Desarrollo de plántulas transgénicas en ambiente controlado; 10) y 11) Cultivo y cuidado de plantas transgénicas en invernadero biocontenido; 12) Ejemplo de invernadero biocontenido; impide la salida de partículas, polvo, polen y suelo.
Fotografías y diseño: José Antonio Serratos.

Frontispicio sección II. Maíces vestidos para fiesta del maíz, Chicontepec, Veracruz.

Fotografía: Arturo Gómez.



14. Mazorcas de maíz ramificadas, usadas en ritos de fertilidad en comunidades tzotziles de Chiapas.
Fotografía: Rafael Ortega.
15. Partes del maíz en náhuatl de Santa Ana Tlacotenco, Milpa Alta, Ciudad de México.
Información: Dominga Martínez y Grupo Wewetlahtulle. Recopilación: Carmen Morales. Ilustración: Bruno Julio Ruiz.
16. Partes del maíz en náhuatl de la Huasteca veracruzana.
Información: Arturo Gómez. Ilustración: José Antonio Castro.
17. Partes de la semilla en náhuatl de la Huasteca veracruzana.
Información: Arturo Gómez. Ilustración: José Antonio Castro.
18. Partes de la planta de maíz: 1) *echerindu* (suelo); 2) *sirangua* (raíz); 3) *sirandukua* (raíz aérea); 4) *kutukua* (cañuto o nudo); 5) *jukamukua uirar amuti esti* (bordes lisos de la hoja); 6) *isimba teri* (caña dulce); 7) *xunupkurba atantskata esti* (color verde de la hoja); 8) el producto en diferentes estadios: *t'urbari* (jilote), *tiriapu* (elote), *xanini* (mazorca) y *ch'auakata* (mazorca cortada con hoja); 9) *jauiri* o *jauistakua* (cabello); 10) *k'ani* (hoja); 11) *Tsirini* (astilla o nervadura de la hoja); 12) *Añauantani* o *ts'ueuantani* (erigirse la espiga); 13) *pentsi* o *pintsĩ* (espiga); 14) *t'upuri tsipambiti* o *tsipamptsikua* (polen).
Información: Felipe Chávez y Catalina Rodríguez. Ilustración: Laura Mancilla.
19. Partes del elote y la mazorca.
Información: Felipe Chávez y Catalina Rodríguez. Ilustración: Laura Mancilla.
20. Partes del maíz en maya-yucateco.
Información: Fidencio Briseño. Ilustración: Laura Mancilla.
21. Etapas de crecimiento del maíz en campo.
Fotografía: Arturo Gómez.
22. Tamal nahua de la Huasteca.
Fotografía: Arturo Gómez.
23. Maíces de diferentes colores colectados en el oriente de Yucatán. En exhibición en la Sala Pueblos Mayas de la Planicie y las Selvas, MNA, 2000.
Fotografía: Carmen Morales.

Cuadro 1. Algunos usos del maíz en maya-yucateco.

Información: Fidencio Briseño. Ilustración: Laura Mancilla.



Cuadro 2. Productos de maíz según el color.

Información: Catalina Rodríguez. Ilustración: Laura Mancilla.



INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA

Diego Prieto Hernández
Dirección General

Aída Castilleja
Secretaría Técnica

Rebeca Díaz Colunga
Coordinación Nacional de Difusión

Jaime Jaramillo
Dirección de Publicaciones

Ramón Eduardo González Muñiz
Dirección de Etnología y Antropología Social

Respuestas acerca del maíz
La voz de 72 autores
Tomo I
en su edición electrónica
se terminó en julio de 2021

Producción: Dirección de Publicaciones
de la Coordinación Nacional de Difusión del
Instituto Nacional de Antropología e Historia

Los temas más acuciosos para la sociedad requieren, hoy día, de una acometida interdisciplinaria, esta obra aspira a ser un ejemplo de trabajo conjunto con ese propósito.

El maíz es más antiguo que las primeras civilizaciones de Mesoamérica y su capacidad para resistir, coexistir y adaptarse a la llegada de otras plantas y formas de producción fue creación de todos los pueblos originarios. Desde entonces continúa como fundamento de la alimentación y de las culturas que integran la nación mexicana. Pero no sólo reside ahí su importancia.

Una de las sorpresas que ofrece esta obra es mostrar de qué manera el maíz está imbricado con los avances de la biotecnología y sigue siendo clave para entender los procesos de domesticación y difusión que han llevado a una mayor disponibilidad de alimentos en el mundo, pues tiene presencia en los pueblos amerindios, asiáticos, africanos y europeos.

Además, para algunas naciones industrializadas y empresas transnacionales, es un recurso que da ganancias considerables, merced a la alta productividad lograda aplicando fertilizantes, herbicidas y semillas, a costa de la degradación del ambiente y su diversidad.

Hay aquí 110 preguntas y respuestas surgidas de un sector de la sociedad mexicana preocupado por retomar la causa del maíz, su nobleza como alimento y las virtudes culturales con las que se ha desarrollado.



CULTURA

SECRETARÍA DE CULTURA

