

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE MAÍCES NATIVOS EN LA REGIÓN DE LOS LOXICHA, SIERRA MADRE DEL SUR, OAXACA

Si bien las evidencias actuales se inclinan por considerar a la cuenca media del Balsas como centro de origen del maíz, una parte importante de las etapas tempranas de domesticación y diversificación del maíz ocurrió en las montañas de los Valles Centrales del estado de Oaxaca (Piperno y Flannery, 2001; Smith, 2001; Matsuoka *et al.*, 2002). Actualmente en el estado de Oaxaca el 90% del área que se siembra con maíz está ocupada con alguna raza nativa o maíz criollo (Aragón *et al.*, 2003). La comparación con el territorio mexicano muestra que esta área representa el 10% del territorio mexicano destinado al cultivo de razas nativas de maíz (Soleri *et al.*, 2006). Este dato, aunado al hecho de que en Oaxaca se cultivan 35 razas nativas de maíz (que representan más de la mitad de las razas reportadas para todo el país), permiten ubicar a este estado como el reservorio genético más importante de esta especie.

Se considera que la diversidad ambiental natural y las prácticas tradicionales, ancestrales y empíricas que realizan los agricultores en diferentes regiones de este estado, garantizan la conservación de variedades adaptadas a diferentes microambientes (las cuales pueden ser resistentes a sequías o a plagas o simplemente presentan una fenología acorde con las condiciones climáticas) y, al mismo tiempo, permite que el agricultor continúe generando nuevas variedades, a través del intercambio y selección de materiales (Hernández y Ortega, 1973; Aguilar *et al.*, 2003; Ortega-Paczka, 2003). Este patrón ha sido consistente y prueba de ello es que a partir de los años 60, cuando la FAO toma cartas sobre el asunto de la conservación de los recursos genéticos (Dyer y Yúñez-Naude, 2003), diversos estudios e inventarios realizados en todo el país sobre maíces nativos demuestran que a nivel local los agricultores persisten en el cultivo de variedades nativas. Esto se contrapone con las políticas nacionales las cuáles han promovido, por un lado, el cultivo de híbridos mejorados (Ortega-Paczka, 2003) y, por el otro la importación de maíz (Dyer y Yúñez-Naude, 2003). Esta persistencia en el manejo generacional de estas variedades refleja el análisis que ellos realizan de los factores de riesgo y de seguridad para decidir qué variedad sembrar, dónde y cómo, siendo la milpa el espacio esencial donde ocurren estos procesos. Podemos equiparar o definir a la milpa con el “nicho socioecológico” de Hernández X. y Ortega (1973), que representa el espacio que ofrece las condiciones adecuadas para el desarrollo de las poblaciones locales nativas de maíz, evitando así su posible exclusión o reemplazo por variedades mejoradas.

Diversidad de maíces nativos en Oaxaca

A pesar de la importancia del estado de Oaxaca como centro de diversificación de maíz en México, se han realizado pocas investigaciones enfocadas a registrar y analizar la persistencia en

el uso de variedades nativas. Además, la mayoría de los estudios corresponde a las regiones de la Sierra Norte y Valles Centrales del estado (Smale, *et al.* 1999; Aragón-Cuevas, *et al.*, 2000, 2002 y 2006; Badstue, *et al.* 2002; Pressoir y Berthaud, 2004a y 2004b; Soleri *et al.*, 2006) (Figura 1). Con la detección de maíz transgénico a principios del 2000 (Quist y Chapela, 2001), Oaxaca toma mayor relevancia y se aborda la problemática desde diversas perspectivas, aunque las investigaciones continúan enfocándose a estas regiones (Alvarez-Buylla, 2004; Altieri, 2004; Ortiz-García *et al.* 2005 y 2006). Por el contrario, los aspectos básicos de registro y conocimiento de las estrategias de manejo de las poblaciones locales nativas de maíz en la región de la Sierra Sur y Costa es muy reducido, a pesar de que existe una presencia importante de grupos étnicos que conservan un amplio y sólido conocimiento tradicional, de que los sistemas productivos tienen un fuerte componente tradicional (Cardoso, 2004; Aguilera, 2005; Luna-José, 2001 y 2006; Montalvo, 2002 y 2006; Ventura-Aquino, 2004), de que esta zona ha sido también sujeta a presiones gubernamentales para incorporar maíz mejorado y que actualmente es igualmente susceptible a la introducción de maíz transgénico.

Hacia la región Sierra Sur y Costa de Oaxaca, no existía antes del presente ningún reporte sistemático sobre las poblaciones locales nativas de maíz presentes. Como antecedente, existen dos estudios sobre el sistema productivo milpa en donde se reporta la presencia de nueve variedades nativas (Cardoso, 2004, en el municipio de Candelaria Loxicha, y Aguilera, 2005, en el municipio de San Agustín Loxicha), que corresponden a dos razas agronómicas: Tepecintle y Olotillo, además de maíces mejorados como el híbrido H-507 y las variedades V-524 (“Tuxpeñito”) y V-534 (Ortega-Paczka, *com. pers.*). Estas poblaciones locales nativas se propagan bajo el sistema de cultivo denominado milpa, que se caracteriza por: 1) la persistencia del policultivo como forma de manejo de la diversidad y 2) la amplia gama de poblaciones locales nativas de maíz y de otras especies domesticadas, así como arvenses con diferente grado de manejo que son aprovechadas. Entre las primeras destacan diferentes especies de frijoles y calabazas, jamaica, tomate, verdolaga y chile. Las especies arvenses son bixiate, totomoxtle, burro, quelite, chepil, cocomel y viceto. 3) El cultivo diferencial de variedades nativas en función de la altitud (Luna-José y Rendón, *obs. pers.*). Las poblaciones nativas locales de maíz denominadas “tepezentle”, “olotillo”, “tablita” e “híbridos” se cultivan en altitudes bajas y medias (200-820 m) en lugares cuya vegetación natural es selva alta y mediana perennifolia, así como de selva baja caducifolia (Cardoso, 2004); mientras que las poblaciones nativas locales denominadas “chiquito” y “olotón” se cultivan a una altitud de alrededor de 1460 m, en bosque de pino-encino (Luna-José, *com. pers.*; Rendón, *obs. pers.*). 4) El intercambio de semillas, el cual está asociado con los requerimientos agroecológicos de cada población nativa local de maíz, por lo que los agricultores no intercambian materiales entre comunidades donde existen microambientes distintos (Luna *com. pers.*).

Cardoso (2004) reportó también que los agricultores cultivan semillas de diferentes poblaciones nativas locales en la misma parcela dentro del mismo ciclo de cultivo. Recientemente, recorridos realizados en la zona han incrementado el número de poblaciones nativas locales registradas (Aragón, *com. pers.*).

La ausencia de información en una de las regiones del estado de Oaxaca que tiene una gran importancia biológica y antropológica incrementa el riesgo de erosión y pérdida de material genético nativo (Alvarez-Buylla, 2004; Altieri, 2004), así como la pérdida del conocimiento tradicional, las costumbres y, en general, toda la concepción que las comunidades indígenas han conformado a partir de su ancestral interacción con el maíz (Piperno y Flannery, 2001; Esteva, 2003; Altieri, 2004). Asimismo, el reporte de la presencia de poblaciones silvestres de teocintle (Wilkes, 1986) cerca de la comunidad de San Agustín Loxicha, refuerza la necesidad de realizar un estudio de las poblaciones nativas locales de maíz, así como de las poblaciones de teocintle en la Región Terrestre Prioritaria 129 en cuanto a biodiversidad.

El papel del conocimiento tradicional en el manejo y la conservación del maíz

El manejo del maíz en las comunidades campesinas e indígenas es resultado de la integración del conocimiento empírico que tienen del ambiente físico y de la especie misma (requerimientos y respuesta ecológica, variación genética), así como de aspectos culturales los cuales, en última instancia, reflejan la cosmovisión de cada comunidad (Altieri, 2004).

Como resultado de dicha integración, se ha reportado que la selección de características de maíz nativo (rendimiento, resistencia a plagas y a la sequía, calidad de almacenamiento, sabor o propiedades culinarias) está estrechamente relacionada con las condiciones agroecológicas y las especificidades de uso de las distintas comunidades humanas (Aguilar *et al.*, 2003; Altieri, 2004).

Cada población nativa local de maíz tiene ciertos requerimientos ecológicos específicos, los cuales se satisfacen a lo largo del gradiente altitudinal, de ahí que podamos encontrar maíces que prosperan en condiciones extremadamente contrastantes (Ortega-Paczka, 2003; Perales *et al.*, 2003). El predominio de una variedad nativa en un ambiente particular, se debe a que ésta presenta las características genéticas que le permiten desarrollarse óptimamente bajo dichas condiciones (Perales *et al.*, 2003). Como se mencionó anteriormente, en Candelaria Loxicha se utilizan y conservan poblaciones tropicales, como tepecentle, así como mejoradas propias de altitudes intermedias o bajas (Cardoso, 2004); mientras que a altitudes elevadas de esta área se cultivan exclusivamente poblaciones de altura, principalmente de las razas Olotón y Chiquito (Ortega-Paczka *com. pers.*; Luna-José y Rendón *obs. pers.*).

La riqueza de poblaciones nativas locales de maíz encontradas en esta zona (Cardoso, 2004; Aguilera, 2005; Luna-José y Rendón *obs. pers.*) coinciden con los datos reportados por Sánchez *et al.*, (2000) quienes señalan que la Sierra Sur de México y Guatemala albergan una alta diversidad

de tipos ecológicos de maíz. La creación, mantenimiento y conservación *in situ* de esta diversidad se ha atribuido, en gran parte, al manejo tradicional de dichas poblaciones, que favorece el flujo génico entre las poblaciones nativas. Además, la presencia del teocintle que crece al alrededor o en áreas cercanas a las milpas, también contribuye al acervo genético al ocurrir ocasionalmente flujo génico entre el teocintle y algunas poblaciones de maíz (Wilkes, 1977; Doebley y Goodman, 1984; Wilkes, 1986; Sánchez *et al.*, 1996; Ruíz *et al.*, 2001; Herrera-Cabrera *et al.*, 2004).

Con base en lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivos: 1) registrar la diversidad de poblaciones nativas locales de maíz que se cultivan en la región; 2) registrar la distribución de dichas poblaciones en un gradiente altitudinal; 3) identificar, mediante morfología, a que razas pertenecen las poblaciones nativas locales de maíz, y a que especies las poblaciones de teocintle, en caso de encontrar éstas últimas; 4) realizar un diagnóstico etnobotánico para conocer la dinámica del manejo y uso tradicional de las poblaciones de maíz y del teocintle practicados por los zapotecos de la región de Los Loxicha.

ÁREA GEOGRÁFICA

El estudio se realizó en la región de Los Loxicha, específicamente en los municipios de San Agustín Loxicha, Candelaria Loxicha, San Bartolomé Loxicha, Santa Catarina Loxicha y San Baltazar Loxicha. Las coordenadas extremas en donde se ubica esta región son 16°00'30" a 15°58'20" Latitud N y 96°48'59" a 96°28'42" Longitud W, en un rango altitudinal que va de los 200 a los 2050 *m s.n.m* (INEGI, 2000) (Figura 2).

TÉCNICAS Y MÉTODOS

Elección de las comunidades

La elección de la región de los Loxicha se basó en que la misma representa una de las áreas más importantes desde el punto de vista cultural, político y económico dentro de la región Sierra Sur y Costa. Las comunidades seleccionadas se distribuyen en un gradiente altitudinal (Luna-José, 2006) en el cual se observa variación no solo en las características ambientales, sino también en los sistemas de producción y en el acceso a vías de comunicación. Estudios realizados previamente (proyecto CONACYT R-28234-B) indican que esta zona presenta un alto nivel de etnicidad y un amplio conocimiento tradicional. Biológicamente, se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria 129 en cuanto a biodiversidad (Arriaga *et al.*, 2000) (Figura 2).

Zonificación del gradiente altitudinal

Se realizó una zonificación de los municipios en tres intervalos, tomando como base la altitud, : a) 0 a 600 *m.s.n.m.*, b) 601 a 1200 *m.s.n.m.* y c) más de 1200 *m.s.n.m.* De cada municipio y de cada intervalo se eligieron dos agencias municipales, tomando como criterio que tuvieran al menos 300 habitantes (INEGI, 2000). Este criterio se basó en la experiencia previa de que las localidades que reporta este Instituto con un número de habitantes menor a 300, generalmente corresponde a rancherías o barrios (proyecto CONACYT R-28234-B). Para el caso de los municipios de San Agustín Loxicha y Candelaria Loxicha algunas de las comunidades seleccionadas se eligieron con base en estudios previos realizados en esta zona (Cardoso, 2004; Ventura-Aquino, 2004; Aguilera, 2005; CONACyT R-28234-B). Se exploraron en este proyecto un total de 13 agencias municipales. Durante la aplicación de las encuestas, la gente mencionó nombres de barrios, predios, colonias que se encontraban muy alejadas de la cabecera municipal o de la agencia. Por esta razón, y teniendo información sobre las características ecológicas y el tipo de poblaciones nativas locales de maíz presentes, decidimos incluir a las localidades llamadas agencias municipales, a las rancherías y a los barrios como “comunidades”. El número de comunidades por agencia y por municipio se indica en la Tabla 1.

Comunicación del proyecto a las autoridades municipales y de las comunidades

En el mes de julio presentamos el proyecto a las autoridades de los cinco municipios. En dos municipios donde no habíamos trabajado previamente (proyecto CONACyT período 2002-2004), dimos una plática formal con las personas de la comunidad y en el resto de las comunidades explicamos brevemente los objetivos del estudio, proporcionándoles un tríptico con una breve información del proyecto, así como de algunos datos solicitados por ellos (disco FZ003, carpeta: ANEXOS). Con excepción de la agencia de Santa Martha Loxicha, en el resto de las comunidades tuvimos muy buena aceptación y disposición de los agricultores para trabajar con nosotros, quedando como compromiso posterior, la entrega de los resultados del proyecto.

Diagnóstico sobre manejo, usos y diversidad de las poblaciones nativas locales de maíz

Se realizó mediante la aplicación del formato establecido en el Anexo 1 de esta convocatoria. Se eligieron de manera aleatoria 930 agricultores de los cinco municipios y, durante los meses de julio y septiembre, se aplicaron las encuestas. Esto ocurrió en las casas, en los campos de cultivo o incluso en la agencia municipal, dependiendo de las circunstancias. En varias ocasiones se aprovecharon las asambleas comunitarias, que aprovechamos para explicar los objetivos del estudio.

El formato del anexo 1 se modificó en el orden y distribución de las preguntas para hacer un formato de encuesta accesible en el campo, además de añadir algunas preguntas que no están

incluidas en el anexo. Este formato está dividido en dos partes: Información socioeconómica y agrícola del agricultor e información de la colecta.

En el mes de octubre se aplicó otra de serie de encuestas, en la medida de lo posible para poder cubrir el total de encuestas establecido para cada comunidad. En algunos casos se tuvo que sustituir personas ya registradas en julio por otras que no estaban debido a varias razones: que habían sembrado maíz para consumir como elote y no la habían guardado para semilla del próximo año o si habían guardado pero muy poco y no podían deshacerse de las mazorcas; a que las personas no habían podido sembrar o sembraron pero por el viento y las plagas perdieron casi toda su cosecha y la tercera, que tuvo un peso importante, a que las personas tuvieron desconfianza y no quisieron proporcionarnos las mazorcas, ni entrar a su terreno. Esta última razón tuvo un efecto importante en la agencia de Santa Martha Loxicha, municipio de San Baltazar Loxicha. En esta comunidad fue imposible trabajar en las milpas porque el sacristán de la iglesia les dijo que les íbamos a quitar sus mazorcas y a venderlas en otro lugar. Debido a que la misma autoridad estaba temerosa de nosotros, decidimos retirarnos definitivamente de dicha comunidad, lo que afectó en el registro de 86 milpas y solo pudimos trabajar en cuatro.

Caracterización de las poblaciones nativas locales y preparación de las muestras de cada población para los bancos de germoplasma

En el mes de octubre, de acuerdo a lo indicado por los agricultores en las encuestas aplicadas en julio y septiembre, se inició la visita a las milpas y la colecta de las mazorcas. Se tomaron las mediciones de las plantas así como los datos del terreno. Se muestrearon y georreferenciaron 375 milpas. El procedimiento de colecta de las mazorcas fue el siguiente:

- ~ En cada milpa se siguió una línea diagonal en la parte central de la milpa y se muestreó un individuo de cada mata (generalmente hay entre tres y cinco plantas de maíz por mata). Se midió la altura total de la planta y la altura a la mazorca. Cabe mencionar que en gran parte de las plantas, la primer “mazorca” es vana, es decir, no logra madurar a mazorca y generalmente es el olote envuelto por las hojas o “totomoxtle”. Por tal motivo, la altura que se tomó es a donde aparece la mazorca madura. Casi todas las plantas producen una mazorca por planta, y solo unas pocas llegan a producir dos. En este caso, se consideró la altura a la primera mazorca (disco FZ003, carpeta: ANEXO X).
- ~ Se cortó y etiquetó cada mazorca con una clave de acuerdo a las siglas del agricultor y el municipio. Estas mazorcas se procesaron para obtener las medidas comprometidas para el proyecto (disco FZ003, carpeta: ANEXO X).
- ~ Se fotografió la mayor cantidad de muestras de mazorcas posibles. Aquellas que no se fotografiaron fue porque al principio de la colecta regresamos las mazorcas a los propietarios. Se obtuvieron 5520 fotografías disco FZ003a-d).

~ Se obtuvieron dos tipos de material de trabajo: mazorcas para la caracterización preliminar y mazorcas cuya semilla formaría parte de las donaciones para el banco de germoplasma. En el primer caso, se obtuvieron generalmente 20 mazorcas y después de tomar las medidas necesarias se regresaban a los agricultores. En este caso se les pagó \$20.⁰⁰ a cada agricultor ya que las mazorcas se regresaban un poco maltratadas por el tipo de mediciones que se tenían que hacer. En el segundo caso, se pidieron entre 20 y 25 mazorcas las cuales se pagaron a \$50.⁰⁰. Estas se guardaron en costales de manta debidamente etiquetadas para ser procesadas para los bancos de germoplasma.

Durante el muestreo hubo diferentes situaciones que afectaron el número total de milpas y mazorcas y fotografías que se habían comprometido. En primer término, muchas milpas se encontraban definitivamente muy lejos y teníamos que caminar hasta cuatro horas. Decidimos sacrificar esos sitios y trabajar en aquellas milpas relativamente más cercanas.

En cuanto a las mazorcas que solicitamos para medir, las regresamos el mismo día en el que se obtuvieron las mediciones, por lo que no pudieron ser fotografiadas.

Identificación de las razas agronómicas

El nivel taxonómico registrado corresponde a raza. Las poblaciones nativas locales fueron identificadas a nivel de razas agronómicas a partir del 25 de enero por el doctor Rafael Ortega Pazcka, de la Universidad Autónoma Chapingo, con base en los caracteres morfológicos establecidos en estudios previos.

Presentación de los resultados a las comunidades

Los resultados obtenidos en el presente estudio se sistematizaron de manera accesible para presentarlos a las personas que colaboraron con el proyecto en las diferentes comunidades. Se preparó una presentación en power point para una hora y se solicitó autorización a las autoridades para exponerla en diferentes momentos. En ocasiones se aprovechó de que había asambleas comunales y al final se hacía la presentación, pero en ocasiones tuvimos que convocar a las personas a una reunión, generalmente por tarde.

RESULTADOS

Diagnóstico sobre manejo, usos y diversidad de las variedades nativas de maíz

Las prácticas agrícolas que se realizan en los cinco municipios para el cultivo del maíz, de acuerdo con la información obtenida de 930 productores y 475 milpas son (Figura 3):

Preparación del terreno.- Esta práctica la realizan en la época de secas, entre enero e incluso agosto, aunque los meses más frecuentes son febrero, marzo y abril, variando un poco entre

municipios. Cuando es terreno sembrado del año anterior, únicamente realizan el rastreo, generalmente con el machete. Cuando es acahual, primero tiran el monte grande, es decir, los árboles, y luego deshieren. Si bien la quema es una actividad común en la región, en general es poco el porcentaje de personas que aún lo realizan.

Siembra.- La siembra la realizan en los meses de mayo a julio, dependiendo de cómo esté el temporal. Debido a que no utilizan yunta o tractor, la dirección y forma de las hileras se va dando a medida que colocan las semillas en el suelo. Colocan entre tres y cinco semillas de maíz a una distancia promedio de 90 cm.

Deshierbes.- El deshierbe se realiza 45 días después de la siembra. Existen dos modalidades de deshierbe: con machete y mediante el uso de herbicidas. Cabe mencionar que el uso de herbicidas es más frecuente en algunas localidades ubicadas en las partes bajas de los municipios, mientras que en las partes altas la gente utiliza únicamente el machete.

Fertilización.- Es una práctica que presenta importantes variaciones ya que en algunas comunidades se aplica y en otras no. Por ejemplo, en los municipios de Santa Catarina y San Agustín el porcentaje de personas que utiliza fertilizante sintético es alto, en comparación con San Bartolomé y Candelaria Loxicha. No hay una relación del uso de estos insumos con su cercanía a vías de comunicación. Por ejemplo, La cabecera municipal de Candelaria está ubicada muy cerca de la carretera federal Oaxaca-Pochutla-Huatulco-Puerto Escondido, mientras que Santa Catarina o San Agustín tienen acceso únicamente por terracerías.

Cosecha. Esta práctica ocurre de dos formas:

Corte del elote.- El corte de los elotes tiernos ocurre entre agosto y septiembre, dependiendo de la variedad. Las variedades de ciclos cortos se siembran principalmente para elote, aunque algunas personas dejan madurar mazorcas para el siguiente ciclo de cultivo.

Pizca de la mazorca.- A partir de noviembre inicia la pizca de la mazorca madura, con excepción de los maíces de ciclo corto, los cuales se pizcan a partir de octubre.

Almacenamiento.- Los 930 productores encuestados reportan dos formas de almacenamiento: de mazorca o de grano. Cuando es la mazorca la que se conserva, generalmente se deshoja y se guarda en costales. Cuando es grano de maíz, igualmente se guarda en costales. Un porcentaje alto de personas utiliza insumos químicos para almacenar las semillas debido a la alta incidencia

de gorgojos. Sin embargo, en algunas localidades el maíz se almacena sin ninguna aplicación de sustancias químicas. Los productores mencionan que la mayor incidencia de plagas ocurre por gorgojos (33%); otras plagas también han sido mencionadas, todas ellas en una proporción menor al 10% , tal es el caso de las palomillas, mariposas e incluso, ratones. Un porcentaje bajo menciona la pudrición por humedad, más que por insectos o roedores. El 60% de los productores restantes no usan ningún tratamiento para almacenar el maíz.

Usos del maíz.- El maíz en la región tiene los siguientes usos:

Para la elaboración de tortillas. En este caso se prefieren los granos amarillos o blancos. Ocasionalmente se elaboran tortillas con maíz pinto. En las zonas bajas donde crece la milpa con individuos de *Chryosophilla nana* (palma de soyamiche), la gente elabora tortillas de maíz con coquito.

Platillos:

Caracterización de las variedades nativas y muestreo de mazorcas para los bancos de germoplasma

Se registraron 46 nombres locales que les dan a las poblaciones nativas de maíz en la región de estudio (Tabla 2). Las más utilizadas, con base en el número de comunidades en donde se mencionaron, fueron: “tablita”, “hueso”, “blanco” y “chaparrón”. Por el contrario, entre aquellas menos utilizadas estuvieron: “marteño”, “negro”, “pinto”, “ndixh” y maguellano (Figura 4), las cuales se caracterizaron y colectaron en uno o unos cuantos municipios, lo cual es interesante porque sugiere que en ciertas comunidades los agricultores han desarrollado sus propias variedades, como se mencionará más adelante.

Cabe destacar que de las 46 variedades registradas, el 41% (19 variedades) fueron mencionadas en un sola comunidad y por uno o pocos productores. De éstas, el 36% está en el municipio, que también está representado por una sola comunidad, de Santa Catarina Loxicha y el 21% en San Vicente Yogondoy (perteneciente al municipio de San Agustín Loxicha). Esto sugiere un mayor endemismo en estas comunidades. Con base en la experiencia de campo, encontramos que Santa Catarina presenta un intervalo altitudinal amplio y no está dividida en agencias, como en los otros municipios. Por el contrario, San Vicente Yogondoy es una agencia del municipio de San Agustín Loxicha. Al igual que Santa Catarina, el intervalo altitudinal que comprende es muy amplio, por tal motivo podemos encontrar variedades seleccionadas para zonas templadas y zonas cálidas. El resto de las agencias comprenden intervalos más pequeños.

La distribución de las variedades a nivel municipal muestra diferencias interesantes. Los municipios con mayor número de variedades, conforme a sus nombres son San Agustín Loxicha y Santa Catarina Loxicha. Sin embargo, la relación de variedades únicas por municipio muestra que

San Baltazar Loxicha, San Agustín Loxicha y Santa Catarina Loxicha son los que tienen proporcionalmente más variedades únicas o endémicas (Figura 5).

La distribución altitudinal de las variedades se indica en la Figura 6. Algunas variedades se distribuyen a lo largo del gradiente altitudinal analizado. Tal es el caso de las variedades “blanco”, “pinto” y “tablita blanco”. Por el contrario, variedades como “blanco grande”, “negro”, “piñero” y “zarcita amarillo” se distribuyen en un intervalo altitudinal reducido, Esto indica que son variedades adaptadas a ciertas condiciones. Es importante señalar que el intervalo en el que se distribuye una variedad (por nombre o “folk”) no depende del número de productores que la cultiven. Por ejemplo, “pinto” es una de las variedades menos mencionadas, pero se distribuye en un amplio intervalo altitudinal. Por el contrario “chaparro” es más utilizado pero se distribuye únicamente en altitudes menores a los 600 *m. s.n.m.*

Ubicación de las poblaciones nativas locales en razas agronómicas

Se observa que si bien predomina el uso y conservación de poblaciones locales de maíz en la región, en algunas de sus partes bajas es frecuente el uso, conservación y selección de generaciones avanzadas de maíces mejorados que corresponden a las denominadas en la región “chaparro” y “chaparrón”.

Las poblaciones nativas locales de las 46 variedades conforme al nombre fueron identificadas y agrupadas en diez razas agronómicas (Tabla 3). La revisión hecha a los registros publicados por Flavio Aragón y colaboradores en el 2002 y 2003, nos permite afirmar que las diez razas registradas en el presente estudio representan alrededor del 20% de aquellas registradas para Oaxaca y el 20% de las razas registradas para la República Mexicana. Con las nuevas razas mencionadas por Aragón *et al.* (2006) el número de razas para México se eleva a alrededor de 60. Asimismo, se registró la presencia de las razas Comiteco y Nal-tel.

La mayoría de las razas están conformadas por al menos dos variedades nativas. Llama la atención que algunas variedades nativas se ubican en dos o más razas. Así, la llamada variedad “blanco” (llamada así por el color del grano), corresponde a las razas Vandeño, Mushito, Tuxpeño, Tepecintle y Olotillo, conforme a la clasificación hecha por Rafael Ortega-Paczka. Otro ejemplo se muestra con la variedad “hueso amarillo”, en donde las poblaciones que tienen ese nombre se clasificaron dentro de las razas Zapalote Grande, Mushito, Tepecintle y Olotillo. Las únicas dos variedades nativas que corresponden, cada una, a una raza diferente son “blanco grande” y “maizón” las cuales corresponden, respectivamente, a las razas Comiteco y Tabloncillo.

La distribución de las razas entre las comunidades, los municipios y a lo largo del gradiente altitudinal también mostró diferencias interesantes. Entre las comunidades (Figura 7) se observa que once de ellas tiene entre tres y cinco razas. Solo una comunidad tiene una sola raza y corresponde a la raza Comiteco, presente en unos de los municipios más elevados de la zona de

estudio. Existen algunas razas que solo se encuentran en dos comunidades, tal es el caso de la raza Nal tel colectada únicamente en Magdalena Loxicha y San Francisco Loxicha, las cuales se encuentran en las altitudes más bajas de la zona de estudio (Figura 7; Tabla 1). Otros casos corresponden a las razas Conejo y Vandeño.

La distribución de las razas entre municipios muestra que el municipio con mayor cantidad de razas es San Agustín Loxicha, lo cual corresponde con el hecho de que es el municipio que comprende el mayor intervalo altitudinal y tiene mayor número de comunidades. Sin embargo, la extensión del municipio o el número de comunidades muestreadas no siempre determinó el número de razas. Esto se observa al comparar al municipio de Candelaria Loxicha, cuya extensión es intermedia, pero es el que tiene el menor número de razas.

Dos de los cinco municipios tienen una raza única, Comiteco, en San Agustín Loxicha y Tabloncillo en San Baltazar Loxicha (Figura 8). Además, hay tres razas que solo se distribuyen en dos municipios. Tal es el caso de la raza Conejo, que solo se encuentra en los municipios de Candelaria y Santa Catarina; Nal tel, presente en San Agustín y San Bartolome, y Vandeño, presente solo en San Agustín y San Baltazar (Figura 8).

La distribución altitudinal de las razas muestra que existen razas que se desarrollan en un amplio intervalo bajo condiciones ambientales variadas. Tal es el caso de las razas Olotillo, Tepecintle o Tuxpeño y que incluyen precisamente, a las variedades más cultivadas en la zona de estudio. También se encuentran razas de distribución restringida que crecen en altitudes elevadas (Comiteco), medias (Vandeño y Nal tel) o bajas (Conejo y Tabloncillo) y que coincidentemente son cultivadas por pocos productores, quienes de alguna manera se han avocado a conservarlas (Figura 9). Dentro de estas razas, encontramos variedades como “blanco delgado” y “blanco grande” (de la raza Mushito y Comiteco, respectivamente), que solamente se encuentran a más de 1800 m s.n.m., en áreas correspondientes a bosque de pino. Existen también variedades como el “regular blanco” o el “chaparrón” (razas Tuxpeño y Zapalote grande, respectivamente) que se encuentran únicamente en altitudes bajas en ambientes de selva baja caducifolia.

La clasificación ilustra dos patrones de la dinámica de las razas: el primero, es que aparentemente no hay mezclas de razas. En este caso las únicas razas puras corresponden a Comiteco y Tabloncillo. El segundo, muestra que las poblaciones nativas locales son intermedias entre dos o más razas, lo que es común en la mayoría de las regiones montañosas del país (Dr. Rafael Ortega Paczka, *com. pers.*) (Tabla 3). Puede ser que una raza sea predominante y muestra introgresión con otra u otras razas. En otros casos una raza es receptora y muestra infiltración de otras razas. La raza Zapalote Grande en la región de estudio es la que tiene presenta mayor porcentaje de introgresión al encontrarse poblaciones intermedias de esa raza con un mayor número de razas (Olotillo, Conejo, Tuxpeño, Tepecintle y Nal tel), en cambio solo se registraron muestras de esa raza con influencia de Vandeño y Tepecintle.

Algunas razas muestran aparentemente menor frecuencia de infiltración genética de otras razas. Por ejemplo, las poblaciones nativas locales ubicadas dentro de la raza Nal tel solo muestran introgresión de Zapalote Grande y solo se identificó introgresión de Nal-Tel en muestras de Olotillo. La detección de que la mayoría de las poblaciones nativas locales son intermedias entre dos o más razas es fundamental para entender la dinámica espacio-temporal que ocurre en el mantenimiento y surgimiento de dichas poblaciones en esta región.

Características agroecológicas de las razas agronómicas.

Ciertas características morfológicas y fenotípicas de las plantas parecen estar relacionadas con la altitud. De hecho, las poblaciones nativas que reciben el nombre de tempranero, chaparrón, chaparro, conejo y conejo amarillo se distribuyen principalmente entre los 240 a 1100 m s.n.m. Estas variedades corresponden a plantas de ciclos cortos, entre 3 y 4 meses, que se siembran en sitios con estacionalidad marcada y vegetación de selva baja caducifolia. Generalmente se desarrollan en zonas de lomeríos suaves con pendientes poco pronunciadas. Algunas poblaciones nativas, particularmente aquellas pertenecientes a las razas Tuxpeño, Tepecintle y Olotillo, presentan este tipo de poblaciones nativas pero se distribuyen un poco más alto, aproximadamente entre los 240 y los 1400 m. s.n.m.

En las partes medias y altas generalmente prosperan poblaciones de 4 y medio a seis meses.

La otra necesidad es de índole agroecológica. El hecho de generar variedades conformadas por plantas chaparras está relacionado con la resistencia que pueda tener a los vientos. Las variedades de ciclos cortos () se siembran en las partes bajas (menos de 600 m s.n.m.) en donde la estacionalidad es muy marcada. En las partes altas tienden a favorecerse los maíces de ciclos medianos y algunos de ciclo largo. Esto también representa una estrategia para asegurar el abasto de maíz para todo el año. Aún así, los problemas provocados por el viento, el exceso de agua o los problemas con las plagas (gusano cogollero, gallina ciega, comején durante el cultivo y los gorgojos durante el almacenamiento), no han sido totalmente resueltos. Es decir, el potencial genético existe pero consideramos necesario apoyar a los productores en incorporar algunas prácticas culturales e incluso de fitomejoramiento para lograr contrarrestar el efecto de estos daños.

Ahí se incorporaron algunas propuestas de cómo elaborar compostas, insecticidas orgánicos y se les invitó a continuar sembrando sus variedades. Sin embargo, estamos conscientes de que esto no es suficiente.

REGISTRO DE ZEA SPP. Y TRIPSACUM SPP.

A lo largo del recorrido realizado en las 12 comunidades de los 5 municipios, no encontramos ningún registro de Teocintle (*Zea spp.*). Incluso realizamos una búsqueda más exhaustiva en el

municipio de San Agustín Loxicha, donde Wilkes reportó la presencia de poblaciones de teocintle (1986). Por comunicación personal sabemos que en una localidad existe una población de teocintle, pero hasta el momento no hemos podido recorrerla por falta de tiempo, pero esperamos hacer al menos una colecta.

En relación a *Tripsacum*, se encontraron poblaciones en tres localidades, generalmente conformadas por individuos adultos y juveniles. La densidad de las poblaciones era de al menos 200 individuos, es decir, son poblaciones densas. Se encontraron en vegetación de Selva Mediana y Bosque Mesófilo de Montaña, asociadas a zonas de ladera.

CONCLUSIONES

El presente estudio mostró que la diversidad de poblaciones nativas locales de maíz en la región de Los Loxicha es elevada, a juzgar por los nombres que les han asignado los agricultores, las características de grano y mazorca y las razas en que se ubican. El hecho de encontrar 52 nombres de poblaciones sugiere que el proceso de selección empírica que realizan los agricultores es muy dinámico y responde a necesidades específicas de dos tipos: de índole cultural, ya que a la gente le gusta conservar ciertos colores o tamaños de mazorca, o por el sabor y textura del elote o la tortilla. Varias personas nos mencionaban que el maíz pinto les gustaba más por el color que por el sabor que pudiera tener la tortilla. En otros casos, el sabor o la textura de la tortilla motivan a la gente a sembrar cierta variedad, sobre todo la variedad tablita o blanco. Las variedades “tempranero” y “chaparro” son apreciados por el sabor del elote, además de que son de ciclo corto y pueden consumir elotes a partir de agosto. Esta posibilidad se restringe a las zonas bajas. La otra necesidad es de índole agroecológica. El hecho de generar variedades conformadas por plantas chaparras está relacionado con la resistencia que pueda tener a los vientos. Las variedades de ciclos cortos (tempranero, chaparrón, chaparro) se siembran en las partes bajas (menos de 600 m s.n.m.) en donde la estacionalidad es muy marcada. En las partes altas tienden a favorecerse los maíces de ciclos medianos y algunos de ciclo largo. Esto también representa una estrategia para asegurar el abasto de maíz para todo el año. Aún así, los problemas provocados por el viento, el exceso de agua o los problemas con las plagas (gusano cogollero, gallina ciega, comején durante el cultivo y los gorgojos durante el almacenamiento), no han sido totalmente resueltos. Es decir, el potencial genético existe pero consideramos necesario apoyar a los productores en incorporar algunas prácticas culturales e incluso de fitomejoramiento para lograr contrarrestar el efecto de estos daños. Otro aspecto a resaltar es el hecho de haber registrado 10 razas agronómicas con alto porcentaje de poblaciones nativas locales de maíz que son intermedias entre dos razas, lo que sugiere que la introgresión entre razas juega un papel importante para mantener la diversidad genética dentro de cada raza.

No se registró ninguna población de teocintle (*Zea spp.*). Por comunicación personal sabemos que en una localidad existe una población de esta planta.

RECOMENDACIONES

Es necesaria una asesoría sistemática, constante, bien planeada que asegure que los agricultores van a llevar a cabo todas las actividades que se les planteen. En todas las comunidades que trabajamos observamos alta disposición de la gente a aprender, a obtener información y a organizarse para lograr una mejora en sus rendimientos, así como para probar nuevas tecnologías.

Consideramos que si la información obtenida de este y otros proyectos no aterriza en políticas federales y estatales concretas, tal vez en unos años se pierda toda esta diversidad registrada al momento y entonces sí, estas comunidades solo representarán piezas únicas para ser estudiadas por antropólogos o biólogos como una simple curiosidad cultural.

Una serie de incentivos locales pueden ayudar a que la gente regrese al trabajo de sus milpas y retome sus cultivos. Estos deben incluir asesoría en el manejo de tecnologías alternativas para incrementar el rendimiento por área, para controlar plagas y enfermedades y para establecer redes de comercialización local, regional y en un momento dado a nivel nacional.

Un programa en donde se reconozca a la gente que tenga más variedades en su o sus milpas, que las cuide bien, que no aplique insumos químicos y que obtenga una buena cosecha puede ser gratificante para los mismos productores, ya que no solo se valora el producto, sino al agricultor mismo, que se siente reconocido y respetado. Estas personas pueden ser recompensadas con un pago justo y equivalente al trabajo que haya invertido. Respetar las largas jornadas de trabajo e, incluso, si hubo problemas y se dañó el cultivo por el viento o el agua, darles una compensación para que no se desanimen.

Finalmente, no se trata de una actitud paternalista. Debe ser una actitud justa y debe estar enmarcada en una política nacional, más que en la voluntad de un gobernador y un presidente municipal.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, J., Illsley, C. y C. Marielle. 2003. Los sistemas agrícolas de maíz y sus procesos técnicos. En C. Esteva y C. Marielle (eds.), Sin maíz no hay país. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, pp. 123-154.

- Aguilera, C. 2005. Análisis del sistema productivo milpa en la localidad de San Agustín Loxicha, Oaxaca. Reporte de servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana. 39 pp.
- Altieri, M. A. 2004. Aspectos Socio-Culturales de la diversidad del maíz nativo. En Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México. Conclusiones y recomendaciones. Informe del Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. 9 pp.
- Álvarez-Buylla, E. 2004. Aspectos ecológicos, biológicos y de agrobiodiversidad de los impactos del maíz transgénico. En Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México. Conclusiones y recomendaciones. Informe del Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. 24 pp .
- Aragón Cuevas, F., Taba S., Hernández J.M., Figueroa J.D., Serrano V. 2006. Actualización de la información sobre los maíces criollos de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS002 México D. F.
- Aragón-Cuevas, F., E. Paredes, H. Castro, S. Taba y J. Díaz. 2000. Conservation *in situ* and improvement of milpas in the Sierra Norte of Oaxaca, México. Abstract. Scientific basis of participatory plant breeding and conservation of genetic resources. Oaxtepec, Morelos.
- Aragón-Cuevas, F., F. H. Castro, E. Paredes, N. Dillanes, J.M. Hernández, S. Taba y J. Díaz. 2002. In situ conservation and participatory breeding of milpa in Oaxaca. Memorias del Simposio Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales. IPGRI-Future Harvest-SDC.
- Aragón-Cuevas, F., S. Taba, H. Castro G., J.M. Hernández C., J.M. Cabrera T., L. Osorio A., N. Dillanes R. 2003. In situ Conservation and Use of Local Maize Races in Oaxaca, México: A participatory and decentralized Approach. Suketoshi Taba (eds.) In: Latin American Maize Germoplasm Conservation: Regeneration, In situ Conservation, Core subsets, and Prebreeding. Proceedings of a Workshop held at CIMMYT.
- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C. Martínez, E. Gómez, L. y E. Loa. 2000. En Regiones Terrestres Prioritarias de México. CONABIO.
- Badstue L. B., Bellon R. M., Juárez X., Manuel R. I., y A. M. Solano. 2002. Social relations and seed transactions among small-scale maize farmers' access to maize landraces in

- the Central Valleys of Oaxaca, México, CIMMYT, Economics Working Paper 02-02. México, D. F. 28 pp.
- Cardoso, D. J. 2004. Estudio etnobotánico del agroecosistema milpa en la comunidad de Candelaria Loxicha, Oaxaca. Informe Final de servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco. 50 pp.
- Doebley, J. F. y M. M., Goodman 1984. Isoenzymatic Variation in *Zea* (Gramineae). *Systematic Botany*, 9: 203-218.
- Dyer, G.A. y A. Yúnez-Naude. 2003. NAFTA and conservation of maize diversity in México. *Memories of The Second North American Symposium on Assessing the Environmental Effects of Trade*. Comisión for Environmental Cooperation.
- Esteva, G., R. 2003. Los árboles de las culturas mexicanas. En Esteva, C. y C. Marielle (eds.), *Sin maíz no hay país*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México pp. 17-28.
- Hernández Xolocotzi, E. y R. Ortega. 1973. Variación en maíz y cambios socioeconómicos en Chiapas, México. 1946-1971. *Avances en la Enseñanza y la Investigación en el Colegio de Posgraduados*. P. 11-12.
- Herrera-Cabrera, E. B., Castillo-González, F., Sánchez-González, J. J., Hernández-Casillas, J. M., Ortega-Paczka, R. A. y M., Major-Goodman. 2004. Diversidad del Maíz Chalqueño. *Agrociencia*, 38: 191-206.
- INEGI, 2000. Censo de población y vivienda 2000.
- Luna-José, A. L. 2001. Análisis del conocimiento etnobotánico entre los zapotecos de la comunidad Trinidad Buenavista Loxicha, Oaxaca. Trabajo de servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana. 70 pp.
- Luna-José, A. L. 2006. Cuantificación de los recursos vegetales recolectados en tres municipios zapotecos de la Sierra Madre del Sur, Oaxaca". Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México.
- Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M.M. Goodman, G.J. Sánchez, E. Buckler y J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99: 6080-6084.
- Montalvo, L. 2002. Composición florística y manejo de los huertos de la localidad Trinidad Buenavista, municipio San Agustín Loxicha, Oaxaca. Reporte de servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana. 36 pp.

- Montalvo, L. 2006. Manejo y estructura de la vegetación leñosa de los cafetales en la Sierra Madre del Sur, Oaxaca". Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México.
- Ortega-Paczka, R. 2003. La diversidad del maíz en México. En Esteva, C. y C. Marielle (eds.), *Sin maíz no hay país*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, pp. 123-154.
- Ortiz-García, S., E. Ezcurra, B. Schoel, F. Acevedo, J. Soberón y A. A. Snow. 2005. Absence of detectable transgenes in local landraces of maize in Oaxaca, Mexico (2003-2004). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102: 12338-12343.
- Ortiz-García, S., E. Ezcurra, B. Schoel, F. Acevedo, J. Soberón y A. A. Snow. 2006. Transgenic maize in Mexico. *BioScience*, 56: 709.
- Perales R. H., Brush S. B. y C. O., Qualset. 2003. Landraces of maize in Central Mexico: an altitudinal Transect. *Economic Botany*, 57(1): 7-20.
- Piperno, D. R. y K. V., Flannery. 2001. The earliest archeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: new accelerator mass spectrometry dates and their implications. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 98:2101-2103.
- Pressoir, G. y J., Berthaud. 2004a. Patterns of population structure in maize Central Valleys of Oaxaca in Mexico. *Heredity*, 92:88-94.
- Pressoir, G. y J., Berthaud. 2004b. Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity*, 92:95-104.
- Quist, D. y I. H., Chapela. 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, México. *Nature*, 414:541-543.
- Ruiz, J. A., Sánchez, J. J. y S. M., Aguilar. 2001. Potential geographical distribution of teosinte in México; a GIS approach. *Maydica*, 46:105-110.
- Sánchez, G. J. J. y A., Ruíz. 1996. Distribución del teosinte en México. En Serratos, J. A., Wilcox, C. A. y F., Castillo (eds.). *Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teosinte: implicaciones para el maíz transgénico*. CIMMYT Economics Working Paper México, pp. 20-38.
- Sánchez, G. J. J., Goodman M. M., y C. M. Stuber. 2000. Isozymatic and Morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany*, 54:1 43-59.
- Smale M., Aguirre A., Bellon, M., Mendoza, J. y I. R., Manuel. 1999. Farmer management of maize diversity in the Central Valleys of Oaxaca, México. CIMMYT Economics Working Paper México, D. F: CIMMYT. 99-09. 27 pp.

- Smith, B.D. 2001. Documenting plant domestication: The consilience of biological and archaeological approaches. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences* 98: 1324-1326.
- Soleri, D., D.A. Cleveland y F. Aragón-Cuevas. Transgenic crops and crop varietal diversity: The case of maize in Mexico. *BioScience* 56: 503-513.
- Ventura-Aquino, Y. 2004. Estado actual del manejo del recurso maderero en el municipio de San Agustín Loxicha, Oaxaca. Informe Final de servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco. 45 pp.
- Wilkes, G.H. 1977. Hybridization of maize and teosinte, in Mexico and Guatemala and the improvement of maize. *Economic Botany*, 31: 254-293.
- Wilkes, G.H. 1986. Teosinte in Oaxaca, Mexico. *Maize genet. Coop. News*, 60: 29-30.