

Manejo y aprovechamiento de la agrobiodiversidad en el sistema milpa del sureste de México

Managing and use of the agrobiodiversity in the milpa system from southeast of Mexico

Lourdes Mateos-Maces^{1*}, Fernando Castillo-González¹, José Luis Chávez Servia², Julio Arturo Estrada-Gómez¹, Manuel Livera-Muñoz¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco - México. ²Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, México.

*Autora para correspondencia: lourde.mateos@hotmail.com

Rec.: 06.02.2015 Acep.: 10.08.2015

Resumen

En este trabajo se describió y clasificó la agrobiodiversidad del sistema milpa en la región tropical de San Felipe Usila, Oaxaca México, a partir de la percepción de agricultores sobre la diversidad fenotípica y usos de la variabilidad intra-específica y biodiversidad recolectada a nivel de parcela. Bajo un enfoque de agroecosistemas, se obtuvo información de tres sistemas de producción, denominados: laderas pedregosas (> 18° de pendiente), lomeríos irregulares y pedregosos con pendientes entre 6 y 18°, y terrenos planos (< 6°) de zonas ribereñas. Así, con el objetivo de registrar la percepción de diversidad y usos de la agrobiodiversidad, se aplicaron entrevistas a 200 agricultores de once comunidades indígenas chinantecas de San Felipe Usila, mediante un cuestionario semiestructurado. En el análisis de ji-cuadrada, se determinaron relaciones significativas ($P < 0.05$) entre agroecosistemas y variantes fenotípicas de frijol y maíz, cultivos intercalados, regímenes de humedad para la siembra, superficie sembrada y fechas de siembra, floración y cosecha de maíz. En el análisis de correspondencia múltiple, se distinguen patrones de diversidad, uso y manejo en relación a regiones geográfico-culturales de localización de los agroecosistemas y parcelas. En las parcelas de producción se siembran, cultivan y recolectan hasta 26 especies, las principales son: maíz (cinco variantes fenotípicas), frijol (21 variedades y poblaciones nativas), calabaza (cuatro variantes) y yuca (tres variantes). También fue notorio el alto uso de pesticidas y fertilizantes químicos, hasta 22 productos diferentes.

Palabras clave: Agroecosistemas, biodiversidad, bioculturales, Chinantecas, cultivos.

Abstract

In this research, the agrobiodiversity from the milpa system, in the tropical region of San Felipe Usila, Oaxaca, Mexico, was described and classified on base to farmers' perception about phenotypic diversity and use of variability intra-specific, and gathered biodiversity at parcel level. So, under an agroecosystem approach, varied information was completed on three production systems, named as: abrupt hills (> 18° of inclination), rolling hills with irregular and stony zones but slopes from 6 to 18°, and lands of alluvial plains (< 6°) near to riverine zones. Therefore, in order to obtain the perception of diversity and uses on the agrobiodiversity, 200 semistructured questionnaires were applied to equal number of farmers from twelve Chinantec indigenous communities from San Felipe Usila. In the chi-square tests were detected significant relations ($P < 0.05$) between agroecosystems and its relationships with phenotypic variants of common bean and maize, intercropped crops, moisture regimens for planting, sown area and months of sowing, flowering and harvesting in maize cultivation. As result of the multiple correspondence analysis was detected that, managing and use patterns of the diversity are directly related with geographic-cultural regions, which are located the agroecosystems and farmers' plots. Commonly, in the production plots are planted, cultivated and/or recollected upto 26 species, and the main planted crops are: maize (five phenotypic variants), common bean (21 commercial varieties and native populations), squash (four variants) and cassava (three variants). In addition, it was evident a high use of pesticides and chemical fertilizers, until 22 different products.

Keywords: Agroecosystems, biodiversity, biocultural, Chinantec, crops.

Introducción

El conocimiento de la clasificación y usos de los recursos naturales permite a los pueblos indígenas alimentarse, curarse, intercambiar productos entre y dentro de comunidades y cambiarlos por bienes y servicios en los mercados externos para sobrevivir a presiones económicas, sociales y culturales externas (Toledo *et al.* 2003). En este contexto, el sistema milpa tradicional mesoamericano, donde se cultivan esencialmente maíz, frijol y calabaza, es un área de preservación *in situ* de la agrobiodiversidad inter e intra-específica de las especies cultivadas y de un alto número de especies silvestres recolectadas para uso alimentario, medicinal y ritual, en algunos casos se llegan a encontrar hasta 50 especies (Thrupp, 2000).

El maíz y frijol, son las principales especies cultivadas en México, con 7.4 y 1.8 millones de hectáreas sembradas en 2013, respectivamente. Del total de la superficie sembrada, 82.2% es maíz y 93.5% frijol de temporal en combinación con poblaciones nativas (Trueba, 2012). La siembra de temporal en el centro-sur de México la practican pequeños agricultores con bajo o nulo uso de insumos externos en agroecosistemas marginales o restrictivos para la agricultura en interacción con los ecosistemas naturales (Bermeo *et al.* 2014).

Jackson *et al.* (2007) y Moonen & Barberi (2008), argumentan que no es posible separar los agrosistemas de producción de los ecosistemas naturales, ya que son interdependientes y por ello es apropiado usar el término agroecosistemas como un concepto y enfoque de estudio dentro de la teoría general de sistemas propuesta por Gliessman (2002). Diferentes resultados sugieren que las zonas agrícolas de bajo número de especies cultivadas son afectadas por efectos ecosistémicos de interacciones de los organismos prevalecientes en los entornos ecológicos y de nichos o micronichos, debido a que tiende a incrementarse la biodiversidad, interacciones agroecosistémicas, las cuales dependen del aprovechamiento de los recursos naturales.

El manejo local de agroecosistemas tropicales y subtropicales difiere de los agroecosistemas de clima templado. En este último, se tiene un período definido de crecimiento de plantas, pero no en los de climas cálido o subcálido los cuales son más complejos; esto hace que se requiera documentar más estudios de caso con el objetivo de entender su funcionamiento e interacción con los sistemas de producción de alimentos (Nadal & García, 2011; Rogé *et al.* 2014; Bermeo *et al.* 2014). En particular, los agroecosistemas tropicales Mesoamericanos requieren un manejo adecuado, debido a que se practica la deforestación intensiva, uso desmedido de agroquímicos y alta demanda de productos alimenticios en los mer-

cados regionales y nacionales; ambos requieren acciones colectivas en las comunidades rurales y de organizaciones independientes (Sunderland, 2011).

En el contexto de los agroecosistemas tropicales mesoamericanos, se planteó el objetivo de documentar la agrobiodiversidad y su manejo en poblaciones de la región de la Chinantla ubicada en San Felipe Usila, Oaxaca, México, con base en una entrevista a agricultores que poseen parcelas de cultivo en agroecosistemas de ladera, lomerío y en terreno plano.

Materiales y métodos

Región de estudio

La zona de estudio comprendió once comunidades de los municipios de San Felipe Usila, San Andrés Teotilalpam y San Juan Bautista Tlacuatzintepec, Oaxaca, México, los cuales se encuentran en la región indígena de la Chinantla media (de Teresa, 1999). Las comunidades se ubican geográficamente entre 17° 38' a 18° 02' LN y 96° 29' a 96° 43' LO (INEGI, 2008), en altitudes de 26 a 496 m.s.n.m.; climas desde semicálido húmedo a cálido húmedo con temperaturas medias de 20 a 26 °C y precipitaciones todo el año con oscilaciones de 1500 a 5000 mm anuales (INEGI, 2008).

Conforme a lo reportado por Ortiz *et al.* (2004), se localizaron e identificaron las parcelas de producción: laderas pedregosas (> 18° de pendiente), lomeríos irregulares y pedregosos con pendientes entre 6 y 18°, terrenos planos (< 6°) donde se incluyen zonas de riberas y de acumulación de suelo de erosión pluvial.

Se hizo una encuesta personalizada con alto grado de confidencialidad a 200 agricultores de once comunidades Chinantecas, mediante un cuestionario semiestructurado. El formato de la encuesta con ayuda de un cuestionario guía, permitió obtener información relevante cualitativa y cuantitativamente a fin de cumplir con el objetivo de la investigación. Las comunidades objeto de estudio fueron: Arroyo Aguacate, Arroyo Tambor, Lázaro Cárdenas, Paso Escalera, Peña Blanca, cabecera municipal San Felipe Usila, San Antonio Analco, Santa Flora y Piedra de Azúcar del municipio de San Felipe Usila, cabecera municipal de San Juan Bautista Tlacuatzintepec y Flor Batavia, San Andrés Teotilalpam, de Oaxaca, México.

Análisis estadístico

Se integraron dos bases de datos, para las que se realizó un análisis de ji-cuadrada para probar hipótesis de independencia entre agroecosistemas y variables evaluadas ($p < 0.05$). Se realizó

un análisis de correspondencia múltiple para determinar las variables de mayor valor descriptivo de la utilización, conservación y manejo de la agrobiodiversidad en la región de estudio. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS versión 9.0®.

Resultados y discusión

Con base en recorridos realizados en las parcelas diversificadas de cultivo, visitas a comunidades y entrevistas a agricultores; se observa que la economía local y producción de alimentos en los municipios de San Andrés Teotilápam, San Juan Bautista Tlacuatzintepec y San Felipe Usila, Oaxaca, México, están sustentados en las actividades agropecuarias, huertos de traspatio o solares y aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables o plantas de recolección. Estas observaciones coinciden con la investigación realizada por de Teresa (1999), sobre dinámicas de las comunidades indígenas y recursos naturales en la región de la Chinantla oaxaqueña, dentro de la que se incluyen los municipios visitados.

Los agricultores de la región siembran en sistemas de asociación todas sus parcelas de cultivo, independientemente del agroecosistema (planicie, lomerío o ladera); aunque también se realizan siembras de monocultivo con maíz (Tabla 1). Consecuentemente, en este sistema tradicional denominado milpa en verano y 'tonamil' en invierno es donde se recombina o recrea la agrobiodiversidad preservada *in situ*. Cuando se preguntó qué variedades mejoradas o poblaciones nativas de maíz siembran; respondieron, en orden jerárquico, que siembran maíces de granos blancos, amarillos, negros o azules, pintos (dos o más colores) y rojos. En este sentido, los agricultores utilizan el color de grano para distinguir sus maíces como carácter principal, posteriormente los reconocen por duración del ciclo siembra-elote (precocidad), características de mazorca y grano; 96.9% del total de parcelas se siembran con semillas de maíces nativos. Un patrón semejante fue reportado por Perales *et al.*, (2003) para la meseta central de México, y por Louette & Smale, (2000) en Cuzalapa, Jalisco, México. En ambos casos, la jerarquización de importancia local fue primero los de grano blanco, después azules o negros y por último amarillos; similar a lo que se observó en esta investigación, solo que presentó mayor importancia el amarillo que el azul (Tabla 1).

La diversidad de maíz estuvo relacionada con los sistemas de producción, ya que fue mayor en los agroecosistemas de ladera que en lomeríos y planicies (Tabla 1). La diversidad del maíz es aprovechada en gran variedad de usos tradicionales. El maíz blanco en San Felipe Usila, es preferido

para la elaboración de tortillas, atole, guisado de masa, tamales y pozole. El amarillo, es la principal fuente de alimentación para animales domésticos, lo prefieren para consumo humano debido a que presenta un sabor dulce en elote y tortillas, la masa es más rendidora y resiste más el calor sin ser refrigerada, también se utiliza para la elaboración del 'popó' en las fiestas decembrinas. En la comunidad de Peña Blanca, el maíz amarillo es muy apreciado para la elaboración de pozol, mole amarillo, y el maíz negro algunas familias lo prefieren para hacer pozol, tortillas, pinole, tamales y champurrado (platillos locales).

Respecto al frijol, los agricultores distinguen hasta 21 variantes por nombre, color de grano, tipo de crecimiento y nombre de variedades mejoradas (Jamapa, Michigan, Nayarit, etc.), diversidad que supera a la documentada por Ortiz *et al.* (2014), en Jesús Carranza, Veracruz, con siete variantes nativas y mejoradas de frijol. En el presente estudio, no hubo relación significativa entre diversidad de frijol y agroecosistemas de producción, pero sí fue significativa entre acervos genéticos y agroecosistemas; las variantes nativas prefieren las laderas y planicies. Este hecho hace pensar que por efecto de la selección continua del agricultor, hace que se fije algún carácter, tal como reportó Pressoir & Berthaud (2004), en maíz para los Valles Centrales de Oaxaca, México; donde había evidencias de divergencias genéticas entre poblaciones por efecto del manejo de los agricultores. Las siembras de frijol se hacen en terrenos de laderas y lomeríos con alta pedregosidad donde evitan la acumulación de agua e incidencia de posibles enfermedades, y los agricultores utilizan semillas de variantes nativas de frijol (98.1%); aunque hubo presencia de variedades mejoradas y predominaron los de crecimiento indeterminado y determinado (Tabla 1).

La calabaza es otro cultivo eje del sistema milpa. La diversidad encontrada fue diferencial entre agricultores, tres o cuatro variantes, donde la dureza de cáscara y forma de fruto fueron determinantes, y la siembran preponderantemente en ladera y en terrenos planos de origen aluvial (Tabla 1).

La agrobiodiversidad asociada a la milpa es de gran relevancia para las familias, puesto que en pequeños espacios de sus terrenos de laderas y zonas de planicies siembran cilantro (*Eryngium foetidum* L.), jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), yuca nativa (*Manihot esculenta* Crantz), etc., hasta 15 especies diferentes (Tabla 2). Por ello, las parcelas de producción son también fuentes de granos, verduras y frutas. Adicionalmente se preguntó acerca de las plantas silvestres recolectadas dentro de las parcelas de cultivo; en este sentido, las especies conocidas localmente como hierbamora (*Solanum nigrum* L.), quelites

Tabla 1. Relación entre agrobiodiversidad y tres agroecosistemas de producción usados por los agricultores de San F. Usila, San J. Bautista Tlacuatzintepec y San A. Teotitlán, Oaxaca.

Pregunta y clasificación de respuesta	Agroecosistemas (Frec. obs.)			Frec. Obs. (% del total)
	Laderas	Lomeríos	Planicies	
Sistemas de cultivo ($X^2 = 1.79^{ns}$, n = 387 lotes de producción)				
Monocultivo (=unicultivo)	95	5	34	134 (34.6)
Asociado (dos o más)	173	18	62	253 (65.4)
Lotes de semilla de maíz con nombres asignados por los agricultores ($X^2 = 33.9^{ab}$, n = 380 lotes sembrados)				
Blanco	169	6	74	249 (65.5)
Amarillo	63	13	16	92 (24.2)
Negro	26	1	3	30 (7.9)
Pinto	3	2	1	6 (1.6)
Rojo	2	0	1	3 (0.8)
Tipo de acervo genético de maíz sembrado ($X^2 = 7.0^{ns}$, n = 380 lotes de producción)				
Nativa	261	22	92	375 (98.7)
Híbrido	1	0	3	4 (1.0)
Variedad mejorada	1	0	0	1 (0.3)
Lotes de semilla de frijol con nombres asignados por los agricultores ($X^2 = 38.8^{ns}$, n = 341 lotes sembrados)				
Negro	8	22	2	32 (9.4)
Negro de guía	3	16	0	23 (6.7)
Palito	2	14	0	21 (6.2)
Criollo (=nativo)	10	11	0	21 (6.2)
Negro con blanco	14	6	1	21 (6.2)
Noche buena	5	7	0	20 (5.9)
Frijol de bejuco	15	5	0	20 (5.9)
Nescafe (<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.)	1	2	0	19 (5.6)
Mayeso	4	5	0	19 (5.6)
Nenarii	7	3	0	18 (5.3)
Cuarenteno	6	2	2	17 (5.0)
Flor de mayo	11	2	0	16 (4.7)
Nayarit	12	2	0	14 (4.1)
Tabaquero	21	2	0	13 (3.8)
Blanco	9	1	0	13 (3.8)
Ojo de burro	13	0	0	12 (3.5)
Frijol rojo	16	1	0	10 (2.9)
Tripa de borrego	17	1	0	10 (2.9)
Michigan	18	1	0	10 (2.9)
Jamapa	19	1	0	9 (2.6)
Amarillo	20	1	0	3 (0.9)
Tipo de acervo genético de frijol ($X^2 = 6.14^a$, n = 154 lotes sembrados)				
Nativo	102	5	44	151 (98.1)
Variedad mejorada	3	0	0	3 (1.9)
Tipo de habito de crecimiento de frijol ($X^2 = 5.9^{ns}$, n = 154 lotes sembrados)				
Guía	55	2	22	79 (51.3)
Mata	44	2	18	64 (41.6)
Semiguía	6	1	4	11 (7.1)
Lotes de semilla de calabaza nativa con nombres asignados por los agricultores ($X^2 = 11.8^{ns}$, n = 97 lotes)				
Nativa	62	1	28	91 (93.8)
Cascara dura	1	0	0	1 (1.0)
Cascara blanda	2	1	0	3 (3.1)
Calabaza redonda	2	0	0	2 (2.1)

^{ns}no significativa (P > 0.05); ^{ab}significativas a P < 0.01 (prueba de X^2); Frec. obs.= frecuencia observada.

(*Amaranthus sp.* L.), y huelle de noche (*Cestrum nocturnum* L.), fueron las más frecuentes. También se observó que la mayor agrobiodiversidad se desarrolla en los agroecosistemas de laderas (Tabla 2). Todo esto crea un escenario favorable sobre facilidad de acceso a alimentos variados y en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades familiares, porque son dos ciclos de cultivo por año, situación que en el trópico y subtropico es algo común.

En la región Chinanteca, los agricultores siembran dos ciclos de maíz por año; uno de temporal (primavera-verano) y otro llamado 'tonamil' (otoño-invierno) que utiliza las últimas lluvias del temporal y algunas lluvias invernales; el ciclo temporal se establece en laderas y el de humedad residual tanto en ladera como en planicies. El tamaño de los lotes de producción van de 0.5 a 1.5 ha, donde la época de siembra del ciclo de temporal, abarca los meses de mayo a junio, y el de "tonamil" comprende los meses de noviembre a diciembre. Consecuentemente, las floraciones

Tabla 2. Plantas recolectadas por los agricultores en tres agroecosistemas de producción.

Plantas intercaladas/recolectadas	Agroecosistemas (Frec. Obs.)			Frec. Obs. (% del total)
	Ladera	Lomerío	Planicie	
Cultivos intercalados en los agroecosistemas ($X^2 = 22.0^{ns}$, $n = 169$ lotes de producción)				
Cilantro (<i>Eryngium foetidum</i> L.)	45	2	12	59 (34.9)
Chayote (<i>Sechium sp</i> Jacq)	4	0	1	5 (3.0)
Cebollín blanco (<i>Allium schoenoprasum</i> L.)	13	0	1	14 (8.3)
Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz.)	16	0	6	22 (13.0)
Pápalo (<i>Porophyllum ruderale</i> Jacq)	0	0	1	1 (0.6)
Orégano (<i>Lippia graveolens</i> Kunth)	1	0	0	1 (0.6)
Jitomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	24	0	6	30 (17.8)
Chile (<i>Capsicum annuum</i> L.)	10	0	5	15 (8.9)
Chícharo (<i>Pisum sativum</i> L.)	2	0	0	2 (1.2)
Achiote (<i>Bixa orellana</i> L.)	4	0	0	4 (2.4)
Camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	1	0	1	2 (1.2)
Mostaza (<i>Brassica campestris</i> L.)	3	0	0	3 (1.8)
Col de hoja (<i>Brassica oleracea</i> L.)	3	0	0	3 (1.8)
Tepejilote (<i>Chamaedorea oblongata</i> Mart)	6	0	2	8 (4.7)
Plantas recolectadas por el agricultor ($X^2 = 28.3^{ns}$, $n = 290$ lotes de producción)				
Hierbamora (<i>Solanum nigrum</i> L.)	117	2	34	153 (52.8)
Quelites (<i>Amaranthus sp</i> L.)	42	2	12	56 (19.3)
Huele de noche (<i>Cestrum nocturnum</i> L.)	18	1	15	34 (11.7)
Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	4	1	9	14 (4.8)
Quebra plato (<i>Ipomoea clavata</i> G.)	9	1	6	16 (5.5)
Hoja de venado (<i>Peperomia donaguiana</i> C. DC.)	5	0	0	5 (1.7)
Hoja santa (<i>Piper sanctum</i> Kunth)	1	0	1	2 (0.7)
Hierba buena (<i>Mentha spicata</i> L.)	1	0	0	1 (0.3)
Quintonil (<i>Amaranthus crassipes</i> L.)	3	0	0	3 (1.0)
Hierba de conejo (<i>Tridax coronopifolia</i> Kunth)	4	0	1	5 (1.7)
Guías de calabaza (<i>Cucurbita sp</i> L.)	1	0	0	1 (0.3)

^{ns}no significativo ($P > 0.05$); ^{ss} significativo a $P < 0.01$ (prueba de X^2); Frec. obs.= frecuencia observada

son de agosto a septiembre y de febrero a marzo con cosecha de septiembre a octubre y de abril a mayo, respectivamente. En todos los casos, hay una relación significativa entre estaciones de siembra, floración y cosecha con los agroecosistemas evaluados (Tabla 3). Es decir, son muy marcados los ciclos de cultivo (siembra-cosecha) de mayo a octubre en temporal y de diciembre a mayo el de "tonamil".

En el caso de maíz, los agricultores tienen problemas de almacenamiento por efecto de alta humedad relativa, plagas de granos y roedores, entre otros. Por lo que prefieren retrasar la cosecha u obtener la mazorca con totomoxtle y después hacer un almacén rústico en la milpa (53 casos), y en otros casos se cosecha con totomoxtle (87 casos) y se almacena o bien la deshojan, desgranar y almacenan en la casa (54 casos). Esto indica que, 70% del total entrevistados prefieren almacenar su cosecha en la milpa o en su casa pero mazorcas con totomoxtle para disminuir pérdidas. Entre las principales plagas que los agricultores mencionaron están, tejón (*Nasua narica* L.), mapache (*Procyon lotor* L.), tuza (*Cratogeomys sp.* R.), gorgojos (*Sitophilus zeamais* M.), palomillas (*Sitotroga cerealella* O.) y roedores de campo (*Apodemus sp* L.). No obstante, se ha incrementado el uso de silos metálicos (16.7% del total) o envases de plástico; aun cuando pre-

valece el almacén rústico de amontonamiento de mazorcas con totomoxtle en casa o en la milpa. Se determinó una relación significativa ($P < 0.05$) entre lugar de almacenamiento, tipos y formas de almacenamiento (Tabla 4).

Respecto al origen de la semilla empleada en la milpa, las procedencias más comunes fueron la cosecha previa y se asume de producción propia (93%). En los casos en que se consiguió por donaciones, ésta provenía de la misma comunidad o de una comunidad cercana. Al preguntar respecto al tiempo que tenían en posesión y siembra continua su semilla, los agricultores respondieron que podía variar de 1 a 80 años, esto último cuando venía preservándose por dos o más generaciones de agricultores de la misma familia.

Como parte del crecimiento acelerado de las poblaciones de malezas, sobreposición de generaciones de plagas y condiciones ecológicas que favorecen la incidencia de enfermedades fitopatológicas, en la Chinantla los agricultores recurren al uso de agroquímicos. Así, cuando se le preguntó cuáles agroquímicos utilizan, se enumeraron 22 productos y entre los más utilizados son: Gramoxone®, Fitoamina®, Herbipol®, Tordon®, Coloso® y Arribo® (Figura 1). Esto hace pensar en las dificultades del control de malezas, porque la mayoría de productos cumple ese fin,

Tabla 3 Descripción del sistema de producción de maíz con base en las respuestas de agricultores entrevistados en la Chinantla oaxaqueña.

Variables evaluadas	Agroecosistemas (Frec. obs.)			Frec. Obs. (% del total)
	Laderas	Lomeríos	Planicies	
Condiciones de humedad para cultivar ($\chi^2 = 63.5^{aa}$ n = 387 lotes de producción)				
Temporal	179	9	22	210 (54.3)
Humedad residual o 'tonamil'	89	14	74	177 (45.7)
Superficie sembrada en hectáreas ($\chi^2 = 290.6^{aa}$ n = 276 lotes de producción)				
0.25	2	0	0	2 (0.7)
0.5	71	0	2	73 (26.4)
0.7	0	0	1	1 (0.4)
1.0	89	0	5	94 (34.1)
1.5	59	0	6	65 (23.6)
2.0	26	0	1	27 (9.8)
2.5	3	0	1	4 (1.4)
3.0	10	0	0	10 (3.6)
Mes de siembra ($\chi^2 = 80.9^{aa}$ n = 389 lotes de producción)				
Mayo	54	8	2	64 (16.5)
Junio	106	2	16	124 (31.9)
Julio	20	0	1	21 (5.4)
Octubre	1	0	0	1 (0.2)
Noviembre	20	2	18	40 (10.3)
Diciembre	66	11	60	137 (35.2)
Enero	2	0	0	2 (0.5)
Mes de floración ($\chi^2 = 90.4^{aa}$ n = 389 lotes de producción)				
Enero	4	0	0	4 (1.0)
Febrero	12	1	12	25 (6.4)
Marzo	68	12	63	143 (36.8)
Abril	5	0	2	7 (1.8)
Julio	19	6	1	26 (6.7)
Agosto	108	3	17	128 (33.0)
Septiembre	44	1	2	47 (12.0)
Octubre	9	0	0	9 (2.3)
Mes de cosecha ($\chi^2 = 104.1^{aa}$ n = 389 lotes de producción)				
Febrero	2	0	0	2 (0.5)
Marzo	1	0	0	1 (0.3)
Abril	34	5	12	51 (13.1)
Mayo	48	8	62	118 (30.4)
Junio	4	0	3	7 (1.8)
Agosto	8	4	0	12 (3.0)
Septiembre	63	3	11	77 (19.8)
Octubre	74	2	7	83 (21.5)
Noviembre	21	1	2	24 (6.2)
Diciembre	14	0	0	14 (3.6)

^{aa} significativo a $P < 0.01$ (prueba de χ^2); Frec. obs. = frecuencia observada.

Tabla 4 Características de formas de almacenamiento del maíz después de la cosecha en tres municipios de la Chinantla oaxaqueña.

Descripción de tipos y formas de almacenamiento	Lugar del almacén		Frec. Obs. (% del total)
	Casa	Campo/milpa	
Tipos de almacenamiento preferido por el agricultor ($\chi^2 = 15.7^{aa}$ n = 200 lotes de semillas de maíz)			
Maíz desgranado	54	6	60 (30.0)
En mazorca con totomoxtle	87	53	140 (70.0)
Formas de almacenamiento ($\chi^2 = 20.3^{aa}$ n = 198 lotes de semillas de maíz)			
Mazorcas con hoja amontonadas o colgadas	85	52	137 (69.2)
Grano en silos metálicos	30	3	33 (16.7)
Grano almacenado en envases de plástico	10	1	11 (5.6)
Mazorcas con hoja en recipientes de plástico	2	1	3 (1.5)
Mazorcas con hoja y en costales	7	2	9 (4.5)
Mazorca sin hojas y en costales	5	0	5 (2.5)

^{aa} significativo a $P < 0.01$ (prueba de χ^2); Frec. obs. = frecuencia observada.

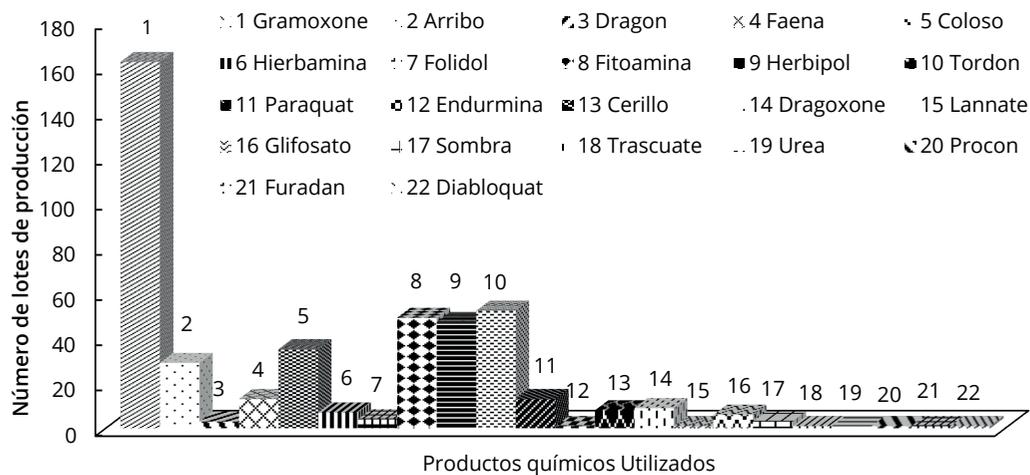


Figura 1. Productos químicos de uso común entre agricultores de la Chinantla oaxaqueña.

y no hubo evidencias de introducción de otras innovaciones tecnológicas o no han sido eficientes otras formas de control o manejo.

Aunado a lo anterior, las políticas agrícolas de manejo de germoplasma, promoción de la producción o subsidios a las familias de agricultores, inciden directa o indirectamente en el manejo de recursos genéticos del sistema milpa. A juicio de los encuestados, los problemas más comunes que impiden el mejoramiento de la producción, son: falta de programas de apoyo al campo (a pesar de que 145 de los encuestados recibieron algún tipo de apoyo federal), falta de recursos de inversión, baja fertilidad del suelo, elevados costos de insumos, cambio de uso de suelo, escasa o nula asesoría técnica e incluso la alta incidencia de teosinte entre las milpa en la comunidad de Santa Flora.

En el análisis de correspondencia múltiple, a la quinta dimensión principal, explicó 80.1% de la variación total, en relación a la descripción de los agroecosistemas de producción de la región de la Chinantla. La primera dimensión principal (DP1) conforma 34.1% de la variación y las variables de mayor valor descriptivo fueron el número de variedades, variantes o poblaciones (0.49 de valor propio), tipos de acervos (0.08) y hábitos de crecimiento (0.14) de frijol, y condiciones agroecológicas (0.05) de la parcela de cultivo. En la segunda dimensión principal (DP2), la edad del agricultor (0.11), meses de siembra (0.20), floración (0.29) y cosecha (0.22), fueron las variables de mayor valor discriminatorio. Al graficar la distribución de parcelas descritas a través del cuestionario aplicado a los agricultores, se determinó que siguen patrones definidos

en relación a sus cultivos, fechas de siembra, agrobiodiversidad presente y características de manejo del agricultor (Figura 2).

En los agroecosistemas de laderas, fueron determinantes la ubicación de las comunidades que se encuentran a mayor altitud (hasta 496 m.s.n.m.) y en zonas más accidentadas como Peña Blanca, San Juan Bautista Tlacuatzintepic, San Antonio Analco y Flor Batavia. En los agroecosistemas de lomeríos se ubicaron las comunidades de Piedra de Azúcar y Lázaro Cárdenas, principalmente y los agroecosistemas de planicies de los terrenos de las riberas del Río Usila; San Felipe Usila, Arrollo Tambor, Paso Escalera, Santa Flora y Arroyo Aguacate. En estos agroecosistemas de producción converge una alta biodiversidad en número de especies cultivadas y son los sitios de conservación local de agrobiodiversidad, imprescindible para la obtención de alimentos.

Conclusiones

En la región de estudio, se diferenciaron tres agroecosistemas de producción denominados: lomeríos, laderas y planicies de origen aluvial. Sus agroecosistemas de ladera, presentaron una relación significativa ($P < 0.05$, prueba de X^2) con los tipos de acervos genéticos, cultivos intercalados, meses de siembra, floración, cosecha del maíz, y formas de almacenamiento del grano y mazorcas. En las parcelas de producción, se siembra cultiva y recolecta hasta 58 especies y el sistema milpa, presenta como ejes de producción; maíz, frijol, calabaza y yuca. Se tienen dos ciclos de cultivo por año. En el análisis de correspon-

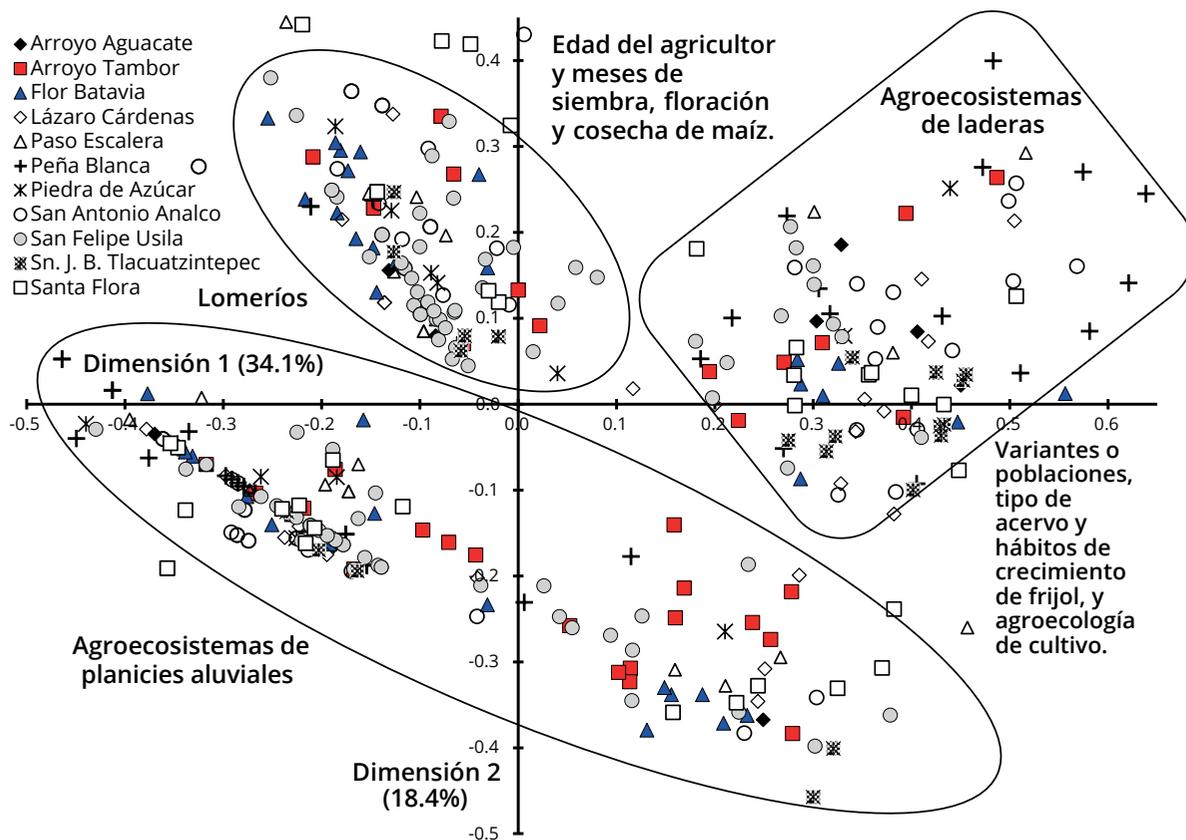


Figura 2. Dispersión de parcelas de producción en el plano formado por las dos dimensiones principales del análisis de correspondencia múltiple, de acuerdo a las características descriptivas señaladas por agricultores Chinantecos (n = 389)

dencia, se determinaron tres patrones de cultivo y corresponden a terrenos localizados en zonas de planicies, lomeríos y laderas. El almacenamiento de maíz se realiza en mazorcas con sus hojas que la envuelven (totomoxtle), ya sea en la vivienda o en el terreno de cultivo, debajo de un techo de lámina o palma.

Referencias

- Bermeo. A. Couturier. S. & Galeana. P. M. (2014). Conservation of traditional smallholder cultivation systems in indigenous territories: Mapping land availability for milpa cultivation in the Huasteca Poblana, Mexico. *Appl Geogr*, 53,299–310. doi:10.1016/j.apgeog.2014.06.003.
- de Teresa. A. P. (1999). Población y recursos en la región Chinanteca de Oaxaca. *Desacatos*, 1, 1-28p.
- Gliessman. S. R. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México 3-6.
- Jackson. L. E. Pascual. U. & Hodgkin. T. (2007). Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Agr Ecosyst Environ*, 121,196-210. doi:10.1016/j.agee.2006.12.017.
- Louette. D. & Smale. M. (2000). Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico. *Euphytica*, 113(1), 25-41. doi: 10.1023/A: 1003941615886.
- Moonen. A-C. & Bárberi. P. (2008). Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agr Ecosyst Environ*, 127(1-2), 7-21. doi:10.1016/j.agee.2008.02.013.
- Nadal. A. & García. R. H. (2011). Environmental impact of change in production strategies in tropical Mexico. *J Sustain Agr*, 35(2),180-207. doi: 10.1080/10440046.2011.539132.
- Ortiz. P. M. A. Hernández. S. J. R. & Figueroa. M. J. M. (2004). Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. En: García-Mendoza, A.J.; M. J. Ordoñez y M. A. Briones-Salas (ed.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México. pp. 43-54.

- Ortiz. T. J. Sánchez. S. O. M. & Ramos. P. J. M. (2014). Actividades productivas y manejo de la milpa en tres comunidades campesinas del municipio de Jesús Carranza, Veracruz, México. *Polibotánica*, 38, 173-191.
- Perales. R. H. Brush. S. B. & Qualset. C. O. (2003). Landraces of maize in central Mexico: An altitudinal transect. *Economy Botany*, 57(1), 7-20. doi: 10.1663/0013-0001(2003)057[0007: LOMICM] 2.0.CO; 2.
- Pressoir. G. & Berthaud. J. (2004). Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity*, 92(2), 91-101.
- Rogé. P. Friedman. A. R. Astier. M. & Altieri. M. A. (2014). Farmer strategies for dealing with climatic variability: A case study from the Mixtec Alta region of Oaxaca, Mexico. *Agroecol Sust Food*, 38(7), 786-811. doi: 10.1080/21683565.2014.900842.
- Sunderland. T. C. H. (2011). Food security: why is biodiversity important? *Int Forest Rev*, 13(3), 265-274. doi:10.1505/146554811798293908.
- Thrupp. L. A. (2000). Linking agricultural biodiversity and food security: The valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. *International Affairs*, 76(2), 265-281.
- Toledo. V. M. Ortiz. E. B. Cortés. L. Moguel. P. & Ordoñez. M. J. (2003). The multiple use of tropical forest by indigenous peoples in Mexico: A case of adaptive management. *Conserv Ecol*, 7(3)1-9.
- Trueba. A. J. (2012). Semillas mexicanas mejoradas de maíz: su potencial productivo. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 132 p.