

Sistemas de producción agrícola de maíz en tres municipios de Tlaxcala: los componentes tecnológicos de la Revolución Verde con relación a la tecnología tradicional

Andrés María Ramírez

Víctor Volke Haller

María Lourdes Guevara Romero

Correspondencia:
mariaramirez.andres@coltlax.edu.mx
Profesor-Investigador.
Centro de Estudios en Medio Ambiente y Sustentabilidad.
El Colegio de Tlaxcala, A.C.

Correspondencia: vvolke@colpos.mx
Profesor titular.
Centro de Edafología.
Colegio de Posgraduados, campus Montecillo.

Correspondencia: lourdes.guevara@correo.buap.mx
Profesora-investigadora
Facultad de Arquitectura.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Fecha de recepción:
20-agosto-2018

Fecha de aceptación:
25-febrero-2019

Resumen

En la presente investigación, se maneja la hipótesis de que la tecnología de los sistemas de producción de maíz, varía de acuerdo con el grado de penetración de los componentes tecnológicos de la llamada Revolución Verde (RV). Ello puede explicarse en parte por algunas características de la entidad: su cercanía con los campos experimentales; su tamaño reducido; la diversidad de topoformas del terreno, así como la racionalidad de los campesinos e indígenas de la entidad. Junto a las tecnologías de tipo productivistas, como las que recomiendan las dependencias del sector público, coexisten al mismo tiempo tecnologías tradicionales con bajos insumos externos que tienen impactos reducidos sobre los agroecosistemas, como sucede en algunos municipios en el Volcán de la Matlalcuéyetl. El objetivo de esta investigación es conocer el estado del arte en el uso de algunos componentes tecnológicos de la RV en el estado de Tlaxcala con respecto al promedio Nacional, así como a nivel de tres municipios del mismo estado (Contla, San José Teacalco y Tetlanohcan). Las principales variables consideradas son: superficie mecanizada; fertilización química, semilla mejorada, uso de plaguicidas (herbicidas o insecticidas) y asistencia técnica. La investigación es descriptiva. Los componentes se analizan en términos generales (es decir, incluyendo a todos los cultivos agrícolas) y en términos específicos, para el cultivo de maíz, el más importante en cuanto a superficie y cultura de la población tlaxcalteca.

Palabras clave: Tecnología tradicional, productividad, sustentabilidad, agroecología.

Abstract

In the present investigation, the hypothesis is that the technology of corn production systems varies according to the degree of penetration of the technological components of the so-called Green Revolution (RV). This can be explained in part by some characteristics of the entity: its closeness to the experimental fields; its small size; the diversity of topofoms of the land, as well as the rationality of the peasants and indigenous of the entity. Along with productivist type technologies, such as those recommended by public sector dependencies, traditional technologies with low external inputs coexist with reduced impacts on agroecosystems, as in some municipalities in the Volcán de la Matlalcuéyetl. The objective of this research is to know the state of the art in the use of some technological components of the RV in the state of Tlaxcala with respect to the national average, as well as at the level of three municipalities of the same state (Contla, San José Teacalco and Tetlanohcan). The main variables considered are: mechanized surface; chemical fertilization, improved seed, use of pesticides (herbicides or insecticides) and technical assistance. The investigation is descriptive. The components are analyzed in general terms (ie, including all agricultural crops) and in specific terms, for the cultivation of corn, the most important in terms of area and culture of the Tlaxcalan population.

Key words: Traditional technology, productivity, sustainability, agroecology.

Introducción

Arslan y Taylor (2008), citando a varios autores, afirman que México es el centro de origen y domesticación del maíz, donde los campesinos e indígenas han mejorado y seleccionado de manera tradicional las razas de maíz desde hace 9,000 años. De acuerdo con Bellon y Berthaud (2006), la biodiversidad del maíz en México se encuentra en los sistemas agrícolas tradicionales, pero no como un fenómeno natural, sino como resultado de interacciones complejas entre factores biológicos y socioculturales; es decir, el maíz ha sido mejorado genéticamente de acuerdo con las preferencias de los indígenas y campesinos que lo resguardan desde hace miles de años. En un inicio, mayormente bajo el sistema de siembra conocido como milpa, la cual ha sido sustituida gradualmente por el método de siembra conocido como monocultivo.

Sánchez y Romero (2017) señalan que la denominación milpa deriva del náhuatl *milli* (parcela sembrada, y pan encima), y sus principales componentes productivos son el maíz, frijol, calabaza y, en algunas regiones, el chile y tomate; pero también se aprovechan plantas no cultivadas, principalmente especies herbáceas como los quelites, tequelites, verdolagas y malacates, e incluso algunos insectos como el gusano del elote o el chapulín, que son ricos en proteína, calcio, magnesio y vitamina B (The World Bank, 1987). Además, en temporadas húmedas, se puede recolectar el hongo huitlacoche, que prolifera en el grano del maíz, el cual genera una riqueza y diversidad gastronómica de la dieta mesoamericana y aporta a la seguridad alimentaria de los campesinos e indígenas.

En investigaciones recientes, Sánchez y Romero (2017) reportan que 95% de los campesinos de Tlaxcala practican el sistema de maíz en monocultivo (SMO), y solo el 5% el sistema de maíz en milpa (SMT); a su vez, en comunidades más tradicionales estos porcentajes son de 84.5% y 15.5%, respectivamente. Esto indica que aproximadamente solo el 5% del maíz se cultiva en el sistema de milpa tradicional y el resto es el resultado de más de 60 años del fomento de la agricultura productivista que trajo la llamada Revolución Verde. Ejemplo de ello es el proyecto PROCATI, que se implementó en 1987 en Huamantla, Tlaxcala, por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH, hoy Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA), con financiamiento del Banco Mundial (The World Bank, 1987), con el cual se esperaba incrementar los rendimientos de maíz en un periodo de 5 años de 3.0 a 4 t ha⁻¹ en áreas

de buena productividad de 2.5 a 3.0 y de 1.25 a 1.15 t ha⁻¹ en áreas de mediana y baja productividad, respectivamente, con base al mejoramiento en el servicio de Asistencia Técnica, uso de variedades mejoradas y mayores dosis de fertilizante químico y mejor control de hierbas con herbicidas. Por ello, el presente artículo trata sobre comparar los componentes tecnológicos de las tecnologías de producción de maíz tradicional y de la Revolución Verde en los sistemas de producción de maíz, en tres municipios de Tlaxcala ubicados en la Matlalcuéytl.

Cervantes *et al.* (2015) mencionan que los sistemas de producción tradicionales son aquellos que responden a las condiciones ambientales en que se produce: las necesidades de la unidad familiar, los instrumentos requeridos, los cultivos y variedades de que dispone, los insumos con que se cuenta, etcétera. Estos sistemas de producción incorporan un complejo conocimiento sobre las características de sus suelos, el clima, semillas, etcétera, en función no solo de las necesidades de producción que la unidad familiar tenga, sino también de su potencial productivo e incluso de sus recursos, incorporando prácticas de conservación de los suelos y para enfrentar las adversidades climáticas.

María (2007), en su tesis de doctorado, reporta los siguientes sistemas de producción de maíz en Tlaxcala: 1) siembras de humedad residual en las faldas La Malinche, que se realizan desde la última semana de febrero hasta fines de marzo; esto es, dos meses antes del inicio del periodo de lluvias, con variedades de ciclo largo por la mayor altitud y temperaturas más bajas; 2) siembras de humedad residual en suelos profundos del Valle de Huamantla, que se realizan desde la segunda quincena de marzo hasta la tercera semana de abril, con variedades de ciclo intermedio; 3) siembras de temporal estricto, en suelos delgados de lomeríos que no conservan humedad del ciclo anterior o en suelos profundos que no han conservado humedad del ciclo anterior por preparación a destiempo, que se realizan durante el mes de mayo y la primera quincena de junio, cuando se inician las lluvias, con variedades de ciclo corto. En las siembras de humedad residual se corre el riesgo de que no se presenten lluvias durante el tiempo que transcurre desde la siembra, germinación y emergencia de las plántulas, lo que puede provocar la muerte de ellas en etapas tempranas de desarrollo; o que posteriormente las plantas sean dañadas por heladas tempranas, cuando el grano aún está en estado lechoso.

En estos sistemas de siembras predominan las variedades nativas o criollas, con grano de color blanco o cremoso, aunque también las hay amarillo, negro, rojo y azul; se fertiliza con nitrógeno y fósforo en la primera escarda, y nitrógeno en la segunda escarda cuando

se da, aplicando el fertilizante de forma mateada; comúnmente las fuentes de fertilizantes son urea (46-0-0), superfosfato de calcio triple (0-46-0) y fosfato diamónico (18-46-00). Es frecuente observar que el fertilizante se aplique cuando hay presencia de maleza y con escasa o ninguna humedad en el suelo.

1. Componentes tecnológicos de la Revolución Verde

Varios autores, mencionados por Chilón (2017), reportan que hacia la mitad del pasado siglo, en la mayor parte del mundo se inició la transición de un sistema agrícola basado en los recursos, hacia otro sistema apoyado en la “ciencia positivista”, con base en una tecnología moderna de uso de fertilizantes químicos artificiales, plaguicidas, herbicidas, maquinaria agrícola pesada y semillas híbridas, que se denominó Revolución Verde, atendiendo al consenso de que el crecimiento agrícola es decisivo y una condición necesaria para la industrialización y el crecimiento económico. Este sistema agrícola sigue vigente, y en este contexto se analiza la tecnología tradicional del maíz en Tlaxcala, ignorando de momento los demás elementos de los sistemas de producción tradicionales, mencionados por Cervantes *et al.* (2015).

2. Características físicas de Tlaxcala y los municipios de Contla de Juan Cuamatzi, San José Teacalco y San Francisco Tetlanohcan

De acuerdo con Sánchez y Romero (2017), el clima en el estado de Tlaxcala es templado con variantes de subhúmedo C (w) en 99.2% de su superficie, seco semicálido de tipo BS1k'w en 0.6% en la región oriente, y frío de montaña E (T) H en 0.2% en la cumbre de La Malinche. Para el clima templado subhúmedo, el rango de temperaturas máximas y mínimas varía de 25 °C a 1.5 °C, respectivamente (INEGI, 2018); en contraste, la precipitación varía entre 560 a 900 mm (INEGI, 1986), la precipitación media anual es de 720 mm, con lluvias en verano principalmente entre los meses de junio y septiembre. María *et al.* (2017, p. 10) mencionan que los suelos presentes en el estado de Tlaxcala, según el sistema FAO, corresponden a Andosoles (5.20%), Arenosoles (1.75%), Cambisoles (9.99%), Durisoles (11.87%), Fluvisoles (2.51%), Gleysoles (0.06%), Leptosoles (11.50%), Luvisoles (5.68%), Phaeozem (33.97%), Regosoles (13.30%), Solonchak (0.06%), Vertisoles (0.80%) y Umbrisoles (2.00%), con una

superficie de asentamientos humanos de 1.35%. El INIFAP (2012) indica que un 45.7% de la superficie estatal corresponde a suelos profundos con más de un metro de profundidad y el 54.3% a suelos someros de profundidad variable de menos de un metro. El estado de Tlaxcala ocupa el tercer lugar a nivel nacional por superficie erosionada en grado severo, con más de 40 mil ha. erosionadas con afloramiento de roca madre (tepetates) y están clasificados como suelos Litosoles. Además, la topografía es accidentada en 55.7% del territorio estatal, lo cual favorece el proceso de erosión de los suelos que se destinan a la producción agrícola.

Según Morales y Bernal, en Tlaxcala “se ha notado un incremento en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos, tales como granizadas, heladas atípicas, sequías y tormentas, causando daños económicos, sociales y ambientales” (2014, p. 5); de esta manera, a veces llueve como “a cántaros” en periodos relativamente cortos, que hacen que el agua de lluvia escurra y difícilmente se pueda aprovechar en la agricultura. Los autores mencionados afirman que el comportamiento de la lluvia es muy irregular en el espacio y el tiempo, y la tendencia indica que la disponibilidad de agua se ha reducido y, por lo tanto, la posibilidad de que aumenten las sequías puede ser mayor, condición en que el manejo del suelo es fundamental.

En este artículo, la unidad de estudio es el municipio, por lo que el estudio se ubica en los municipios de Contla de Juan Cuamatzi, San José Teacalco y San Francisco Tetlanohcan.

Contla de Juan Cuamatzi

El municipio de Contla de Juan Cuamatzi se localiza a 2,320 metros sobre el nivel del mar (msnm) en el centro del estado, y colinda al norte con los municipios de Amaxac de Guerrero y Santa Cruz Tlaxcala, al sur con el municipio de Chiautempan, al oriente con el municipio de San José Teacalco y al poniente con el municipio de Apetatitlán de Antonio Carvajal. Comprende una superficie de 26.27 km², lo que representa el 0.7% de la superficie del estado, con una densidad de población de 1,465.8 habitantes/ km². El relieve comprende áreas: accidentadas, en 60% de la superficie; planas, en 30%; y semiplanas, en 10%. Los recursos hidrográficos son escasos y solo cuenta con arroyos de caudal durante la época de lluvias, que se localizan al norte y al sur del municipio.

En el municipio predominan dos tipos de suelos: Cambisoles y Fluvisoles, donde los Cambisoles son suelos de sedimentos piroclásticos transportados, a menudo con horizontes

duripan o tepetate, y los Fluvisoles son suelos de sedimentos aluviales poco desarrollados y profundos. La superficie que ocupan las unidades de producción rural en el municipio de Contla de Juan Cuamatzi es de 1,235 ha, que representan el 0.5% de la superficie total del estado. De tal extensión, 833 ha (67.4%) están dedicadas a la ganadería y 19 ha (1.5%) están sin vegetación. En lo que respecta a la población, con datos de la Encuesta Intercensal, 2015 (INEGI) y publicados en la edición 2016 de Panorama Sociodemográfico de Tlaxcala, la población de Contla de Juan Cuamatzi es de 38,330 habitantes, de los cuales el 48.9% son hombres y 51.1% mujeres (Plan Municipal de Desarrollo 2017-2021).

San José Teacalco

El municipio de San José Teacalco se ubica a una altitud de 2,600 msnm, y colinda al norte con los municipios de Cuaxomulco y Tzompantepec, al sur y al oriente con el municipio de Huamantla, y al poniente con los municipios de Contla de Juan Cuamatzi, Santa Ana Chiautempan y San Francisco Tetlanohcan. Comprende una superficie de 37.2 km², lo que representa el 0.92% del total del territorio estatal y una densidad de población de 156.8 habitantes/km². El relieve comprende áreas accidentadas en 30.0% de la superficie total, y se localizan en el centro y poniente del municipio; semiplanas, en 10.0%, y se localizan en el sur del municipio; planas, en 60.0% (Programa de Desarrollo de Capacidades Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural, 2012).

En el municipio predominan cuatro tipos de suelos: los cambisoles, litosoles, regosoles y fluvisoles, de los cuales, los Cambisoles y Fluvisoles ya se ha hecho referencia previa, y los Litosoles:

Son suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche, se localizan principalmente en lomeríos y laderas. Por su capacidad muy reducida de almacenamiento de agua, su posición en la pendiente de la ladera y su alto grado de peligro de erosión, este tipo de suelo no son considerados aptos para la agricultura (Diagnóstico Territorial del Distrito de Desarrollo Rural 165 Huamantla, 2012, p. 52).

Los Regosoles son suelos desarrollados de depósitos bien drenados o casi arenas puras (que contienen muy poca arcilla); suelen tener un uso agrícola dependiendo de la profundidad. En

2011, la superficie sembrada con cultivos fue: de temporal con 900 ha de maíz, 62 de maíz forraje, 510 de avena forraje, 423 ha de trigo y 47 ha de cebada grano, y ninguna superficie con riego; de cultivos perennes, donde se reportaron 2 ha de durazno en ese año (POTDUET, 2013). En 2010, la población mayor de 5 años en el municipio era de 4,851 habitantes (Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013, San José Teacalco, Tlaxcala, 2011) y en 2015, INEGI reportó una población total de 5,923 habitantes (Plan de Desarrollo Municipal, 2011-2013).

San Francisco Tetlanohcan

El municipio de San Francisco Tetlanohcan se ubica a una altitud de 2,420 msnm, y colinda al norte con los municipios de Chiautempan y San José Teacalco, al este con los municipios de San José Teacalco y Huamantla, al sur con el municipio de Teolochocho, al oeste con los municipios de Teolochocho, La Magdalena Tlaltelulco y Chiautempan. Comprende una superficie de 50.3 km², lo que representa el 1.24% del territorio estatal. En el año 2000, su densidad de población era de 180.54 habitantes/km² (CDI, 2000). El relieve comprende áreas: accidentadas en 10.0% de la superficie que se localizan en la parte oriente del municipio y en las cañadas que surcan el territorio; semiplanas, en 25.0% que se localizan en la parte central del municipio; y planas en 65.0% que se ubican en la parte occidental del municipio. Los recursos hidrográficos son escasos, sin embargo, existen arroyos de caudal durante la época de lluvias, así como manantiales y pozos para extracción de agua potable.

En el municipio predominan cuatro tipos de suelos: Cambisoles, Fluvisoles, Regosoles y Andosoles:

Estos suelos andosoles tienen su origen a partir de actividad volcánica, cuentan con vegetación de pino-encino-abeto, entre otras. Tienen uso en la agricultura presentando rendimientos bajos. Se usan con pastos naturales o inducidos, principalmente con pastos amacollados y con ganado ovino; el uso en el que menos se destruye es el forestal (POTDUET, 2013, p. 51).

El uso del suelo se distribuye en: agrícola (20%), zona urbana (17%), bosque (55%), pastizal (5%) y pradera de alta montaña (3%). El uso potencial para: agricultura con tracción animal continua (20%), agricultura con tracción animal estacional (58%), agricultura manual

continua (13%) y no apta para la agricultura (9%). De acuerdo con el INEGI,⁶ en 2015 en el municipio había 10,910 habitantes (Plan Municipal de Desarrollo, 2014-2016).

Cabe mencionar que no se registró la información sobre clima reportada en los Planes Municipales de Desarrollo citados, debido a que se observan inconsistencias difíciles de explicar; ejemplo de ello es la siguiente: “La precipitación mínima promedio es de 7.3 milímetros y la máxima de 165.8 milímetros” (Plan Municipal de Desarrollo, 2017-2021, p. 14) sin dar referencia de tiempo.

3. Metodología

Se le llama en esta investigación “componente tecnológico de la Revolución Verde”, a aquello que reporta SAGARPA como: “Uso de tecnología y de servicios en el campo, que es información, según esta fuente, “resultado del trabajo de acopio, integración y validación de los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural Sustentable (CADER) adscritos a las Delegaciones estatales de la SAGARPA” (2015, p. 5), y cuya información se usa para determinar el grado de prevalencia de las prácticas derivadas de la Revolución Verde (RV), las cuales coinciden con los que menciona Chilón (2017), es decir: superficie mecanizada, fertilización química, semilla mejorada y Asistencia Técnica (además de herbicidas o insecticidas). Preliminarmente, no se consideran los aspectos sanitarios de las plantas, ya que el cultivo de maíz tiene pocas o ninguna enfermedad de significancia biológica y económica, debido en parte al clima frío templado que caracteriza al estado. La tecnología tradicional varía en grado de uso de los componentes tecnológicos modernos mencionados antes; aunque se usa el fertilizante químico de manera generalizada, con frecuencia se usa abono orgánico para complementarlo, aunque sea en bajas dosis.

Los plaguicidas y herbicidas también se usan en menor proporción que los sistemas tecnificados, aunque ello conlleva algunos problemas, por ejemplo, de maleza en los cultivos. El uso de maquinaria agrícola llega a mostrar más contraste que otros componentes; así, mientras su uso es generalizado en San José Teacalco, en Contla se usa mayormente para preparar la tierra. En los tres municipios se prefiere usar semilla de maíz criolla o nativa, aunque algunos municipios también siembran maíces mejorados. Así, los componentes

⁶ http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=29

tecnológicos tradicionales que se comparan con los de la llamada Revolución Verde, son los mismos variando en su escala de uso (Estado-Municipio).

Para la identificación de las prácticas de la RV, la fuente base de la investigación fue el texto “Uso de tecnología y de servicios en el campo: Cuadros tabulares 2014”, de SAGARPA (2015) y el “Padrón de Productores Agropecuarios del Estado de Tlaxcala. Cédula de información básica”, de INEGI (2004). Las variables analizadas de dichas fuentes son: a) condición de utilización de maquinaria, y equipo en la siembra y cosecha de la superficie cultivada y superficie sembrada por municipio según uso de mecanización; b) condición de uso de fertilizantes químicos en la superficie sembrada; c) condición de uso de semilla mejorada en la superficie sembrada de cultivos cíclicos; d) uso de herbicidas o insecticidas (solo en la superficie referida a maíz de acuerdo con INEGI, 2004); y e) condición de obtención de servicios de extensión agrícola relativos a la superficie sembrada. Como referencia, se registraron los valores promedio nacionales y los respectivos a la superficie del estado de Tlaxcala, los municipios de interés y al cultivo de maíz, en su caso. Como en la segunda fuente de información no hay coincidencia exacta en términos y conceptos de algunos componentes, éstos se homologan a discreción, como es el caso de la “Superficie mecanizada” que se reporta en la primera fuente, y cuyo término se homologa con “Uso de tractor”, en la segunda fuente. La comparación que se realizó es, para las características mencionadas en este párrafo, entre el nivel nacional y el estatal, entre municipios, y entre los niveles nacional, estatal y municipal.

Con respecto al comparativo de las variables mencionadas, entre lo reportado por SAGARPA (2015) y lo reportado por INEGI (2004), para determinar las diferencias con la información del “Padrón de Productores Agropecuarios del Estado de Tlaxcala. Cédula de información básica”, elaborado en 2004 por el INEGI, a solicitud del Gobierno del Estado de Tlaxcala; en este caso, se usaron las variables tipo de semilla, uso de herbicida/insecticida, uso de fertilizante/abono, uso de tractor, uso de yunta y Asistencia Técnica.

4. Resultados

En el cuadro 1 se muestra el componente “semilla mejorada”, en los niveles nacional, estatal y de los tres municipios de estudio.

Cuadro 1. Uso de semilla mejorada en cultivos cíclicos y en maíz en Tlaxcala

Variable	% Nacional	% Tlaxcala	% Contla	% Teacalco	% Tetlanohcan
Sup*. Sembrada con semilla mejorada	68.50	80.50	92.64	84.69	96.04
Sup. Sembrada con semilla criolla	31.50	19.50	7.36	15.31	3.96
Sup. Sembr. Sem. Mej. bajo temporal	63.80	88.99	97.48	100.00	100.00
Sup. Sembr. Sem. Mej. bajo riego	36.20	11.01	2.52	0.00	0.00
Sup. Sembr. Sem. Mej. en PV	69.20	98.89	-	-	-
Sup. Sembr. Sem. Mej. en OI	30.80	1.11	-	-	-
Sup. Sembr. Sem. Mejorada con maíz	53.06	72.25	-	-	-
Sup. Sembr. Sem. Criolla con maíz	46.94	27.75	-	-	-
Sup. Sembr. Sem. Mej. Temporal-maíz	71.71	84.14	-	-	-
Sup. Sembr. Sem. Mej. Riego con maíz	28.39	15.86	-	-	-

Notas:

Sup=superficie

sembr=sembrada

Sem=semilla

Mej=mejorada

PV=Primavera/verano

OI= Otoño/invierno

Fuente: elaboración propia, con base en SAGARPA, 2015.

Se observa en el cuadro 1 que el promedio estatal en uso de semillas mejoradas supera significativamente a la media nacional (80.5% versus 68.5%, respectivamente). El promedio en los tres municipios de interés es de 91.1%; con referencia al maíz, la superficie sembrada con semilla mejorada es de 72.25%; es decir, solo 27.75% es semilla de maíces nativos o criollos, según esta fuente de información. Puede verse que también el uso de las semillas mejoradas es en primavera/verano y bajo condiciones de temporal, principalmente. En el cuadro 2 se observa el uso de fertilizantes químicos.

Cuadro 2. Uso de fertilizantes químicos en cultivos cíclicos y en maíz en Tlaxcala

Variable	%	%	%	%	%
	Nacional	Tlaxcala	Contla	Teacalco	Tetlanohcan
Sup. Sembr. Con FQ* en general	66.83	98.15	96.67	100.00	90.63
Sup. Sembr. Sin FQ en general	33.17	1.90	4.33	0.0	9.37
Sup. Sembr. Con FQ bajo temporal	63.77	88.57	97.76	100.00	98.25
Sup. Sembr. Con FQ bajo riego	36.23	11.43	2.24	0.00	1.75
Sup. Sembr. Con FQ en PV	57.36	97.03	-	-	-
Sup. Sembr. Con FQ en OI	19.70	0.88	-	-	-
Sup. Sembr. Con FQ con maíz	71.91	97.49	-	-	-
Sup. Sembr. Sin FQ con maíz	28.09	2.51	-	-	-
Sup. Sembr. Con FQ en temporal-maíz	77.40	88.52	-	-	-
Sup. Sembr. Con FQ en riego con maíz	22.60	14.18	-	-	-

*FQ = Fertilización química o inorgánica

Fuente: elaboración propia, con base en SAGARPA, 2015.

Se observa en el cuadro 2 que la media estatal en uso de semillas mejoradas supera significativamente a la media nacional (98.15% versus 66.83%, respectivamente). El promedio en los tres municipios de interés es de 95.18%; con referencia al maíz, la superficie fertilizada es de 97.49% mayormente en el periodo primavera/verano y bajo condiciones de temporal, principalmente; en los municipios de estudio, la fertilización química va de 97.8% hasta 100% en siembras de temporal. En el cuadro 3 se reporta la superficie mecanizada.

Cuadro 3. Superficie sembrada mecanizada en cultivos cíclicos y en maíz en Tlaxcala

Variable	%	%	%	%	%
	Nacional	Tlaxcala	Contla	Teacalco	Tetlanohcan
Superficie mecanizada en general	74.77	94.82	99.80	89.68	100.00
Superficie no mecanizada en general	25.56	5.18	0.20	10.32	0.00
Superficie mecanizada bajo Riego	34.08	11.66	2.49	0.00	1.93
Superficie mecanizada bajo Temporal	65.92	88.34	97.51	100.00	98.07
Superficie mecanizada en PV	58.57	96.92	-	-	-
Superficie mecanizada en OI	21.10	0.94	-	-	-
Superficie mecanizada con maíz	71.80	92.38	-	-	-
Superficie no mecanizada con maíz	28.20	7.62	-	-	-

Fuente: elaboración propia, con base en SAGARPA, 2015.

En el cuadro 3 se puede observar que el promedio estatal de superficie mecanizada supera en 20.05% a la media nacional (94.82% versus 74.77%, respectivamente). El promedio en los tres municipios de interés es ligeramente mayor al estatal, con 96.50%; sobre el maíz, la superficie mecanizada es de 92.4%. De acuerdo con SAGARPA (2015), solo 5.2% de la

superficie es la que no está mecanizada en el estado de Tlaxcala, en términos generales. En el cuadro 4 se muestra el uso del servicio de Asistencia Técnica.

Cuadro 4. Superficie sembrada en cultivos cíclicos y en maíz en Tlaxcala con el servicio de Asistencia Técnica

Variable	% Nacional	% Tlaxcala	% Contla	% Teacalco	% Tetlanohcātl
Sup. Sembrada con A.T*	35.55	44.81	0.00	100.00	0.00
Sup. Sembrada sin A.T	64.45	55.19	100.00	0.00	100.00
Sup. Sembr. con A.T bajo temporal	54.11	89.16	0.00	100.00	0.00
Sup. Sembr. con A.T bajo riego	45.89	10.84	0.00	0.00	0.00
Sup. Sembr. con A.T en maíz	25.10	50.72	-	-	-
Sup. Sembr. sin A.T en maíz	74.90	49.28	-	-	-
Sup. Sembr. con A.T en temporal-maíz	65.47	88.60	-	-	-
Sup. Sembr. con A.T en riego con maíz	34.53	11.40	-	-	-

*A.T = Asistencia Técnica

Fuente: elaboración propia, con base en SAGARPA, 2015.

Se observa en el cuadro 4 que el promedio estatal en uso de Asistencia Técnica agrícola es 9.26%, superior al promedio nacional; con respecto a los tres municipios de interés, solo Teacalco cuenta con este servicio, en un 100% de su superficie. Sobre el cultivo de maíz, SAGARPA (2015) reportó 50.72% de la superficie estatal atendida (a nivel nacional es de 25.10%), y ello mayormente (88.60%) bajo condiciones de temporal.

A partir de la información derivada del “Padrón de Productores Agropecuarios del Estado de Tlaxcala. Cédula de información básica”, en el cuadro 5 se muestran los porcentajes de los componentes “semilla mejorada”, “fertilizante/abono”, “herbicida/insecticida”, “uso de tractor”, “uso de yunta” y “asistencia técnica”, referidos ellos a todos los cultivos que se reportan en dicha fuente de información, a nivel estatal y a nivel municipal en Tlaxcala.

Cuadro 5. Uso de componentes tecnológicos en los cultivos agrícolas del estado de Tlaxcala

Variable	Todos los Cultivos							
	E. Tlaxcala		Contla		Teacalco		Tetlanohcan	
	n*	%	n	%	n	%	n	%
Sem. Mej.	53967	8.9	1130	0.4	533	4.1	533	4.5
Fertilizante		73.9		72.0		92.8		76.4
Herbic./insect.		34.9		7.8		79.7		7.9
Uso tractor		63.9		45.8		75.0		11.3
Uso yunta		59.3		85.0		66.6		88.7
Asist. Téc.		1.9		0.4		0.75		0.2

* n = número de observaciones

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2004.

A excepción del uso de fertilizantes inorgánicos o abonos, y en la mecanización de la tierra (inferida por el uso de tractor) en que los porcentajes de uso son razonablemente altos (73.90% y 63.90%, respectivamente), los promedios son menores en el caso de semillas mejoradas y lo referente a la asistencia técnica con 8.9% y 1.9%, respectivamente. Finalmente, en el cuadro 6 se reporta la información correspondiente a las variables mencionadas en el cuadro 5, pero en este caso referidas solo al cultivo de maíz, en Tlaxcala.

Cuadro 6. Uso de componentes tecnológicos en el cultivo de maíz en el estado de Tlaxcala

Variable	Solo maíz							
	E. Tlaxcala		Contla		Teacalco		Tetlanohcan	
	n*	%	n	%	n	%	n	%
Sem. Mej.	35616	5.5	865	0.5	422	0.0	450	5.3
Fertilizante		90.0		93.8		97.6		90.2
Herbic./insect.		35.7		10.1		81.8		9.3
Uso tractor		64.3		48.9		77.2		10.2
Uso yunta		62.0		85.8		67.9		90.2
Asist. Téc.		1.8		0.5		0.4		0.2

*n = número de observaciones

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2004.

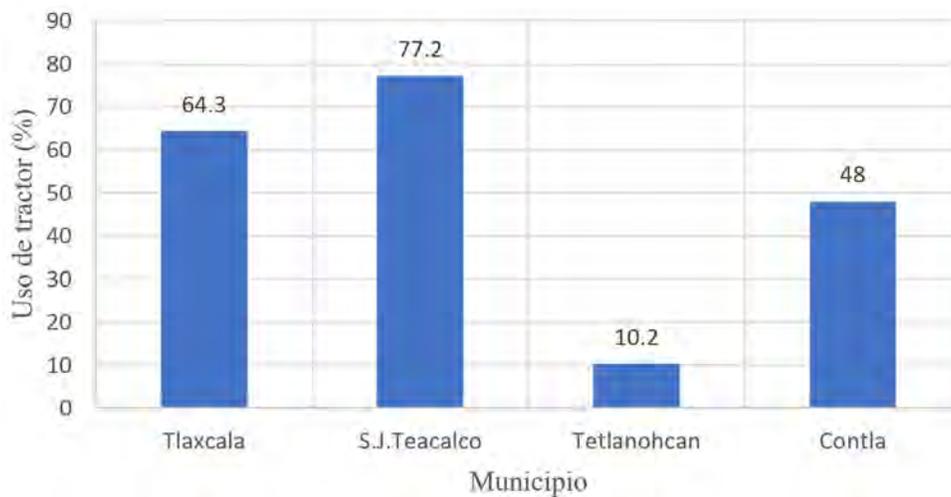
En todos los cultivos, el uso de fertilizantes inorgánicos o abonos y la mecanización de la tierra (inferida por el uso de tractor), los porcentajes de uso razonable son altos (90.0% y 64.3%, respectivamente); en cambio, los promedios son menores en el caso de semillas mejoradas y lo referente a la Asistencia Técnica, con 5.5% y 1.8%, respectivamente. Contrasta significativamente el reporte sobre el uso de semillas mejoradas, tanto a nivel de cultivos

cíclicos, como en el caso de maíz, de modo tal que parece que no se refieren a los mismos lugares en Tlaxcala.

5. Resultados a nivel de municipio considerando al cultivo de maíz

En la figura 1 se muestra el “Uso de tractor” (mecanización) en el cultivo de maíz a nivel de estado y los municipios de Teacalco, Tetlanohcan y Contla.

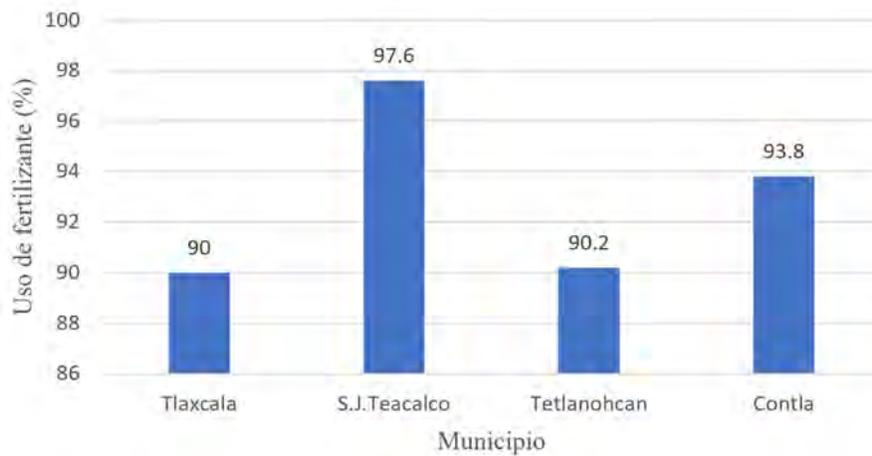
Figura 1. Uso de tractor en el cultivo de maíz en el estado de Tlaxcala



Fuente: elaboración propia, con base en el INEGI, 2004.

En la figura 2 se puede observar el uso de fertilizantes o abonos en maíz en el estado de Tlaxcala y los municipios de estudio.

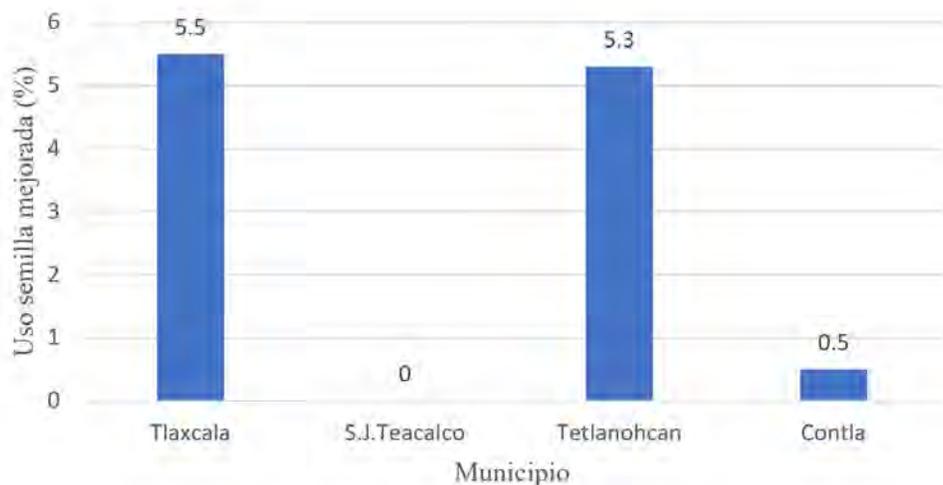
Figura 2. Uso de fertilizante o abono en Tlaxcala (%)



Fuente: elaboración propia, con base en el INEGI, 2004.

En la figura 3 se muestra el uso de semilla mejorada de maíz en el estado de Tlaxcala y los municipios de Teacalco, Tetlanohcan y Contla; se observa que a nivel estatal y de municipios, el porcentaje de uso de este componente no rebasa el 6.0% de los casos, valor significativamente diferente que el encontrado en SAGARPA (2015). Aun con nivel bajo (5%), sobresale el municipio de Tetlanohcan con respecto a Teacalco y Contla.

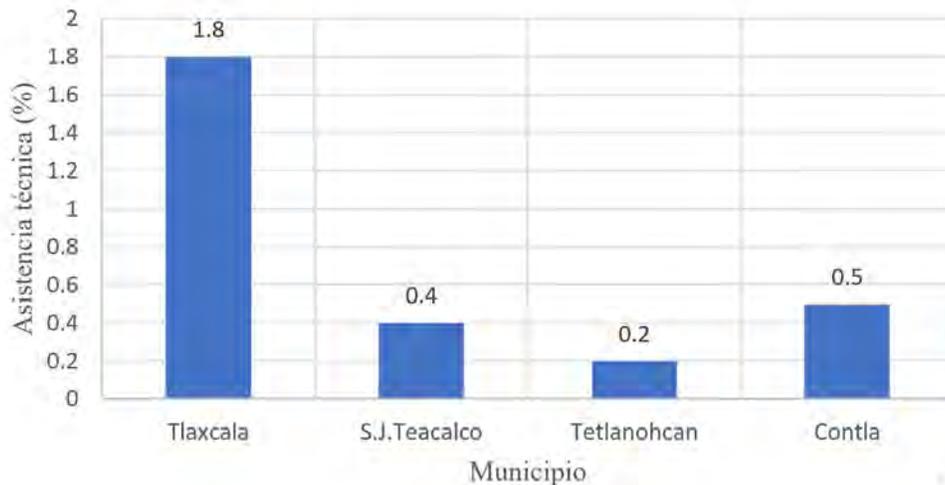
Figura 3. Semilla mejorada de maíz en Tlaxcala y tres municipios de la Matlalcuéyatl



Fuente: elaboración propia, con base en el INEGI, 2004.

En la figura 4 se muestra el uso del servicio de asistencia técnica en el cultivo de maíz en el estado de Tlaxcala y los municipios de interés. A nivel estatal, como por municipio, los porcentajes de unidades de producción que reciben AT es casi despreciable.

Figura 4. Asistencia técnica para el cultivo de maíz en Tlaxcala

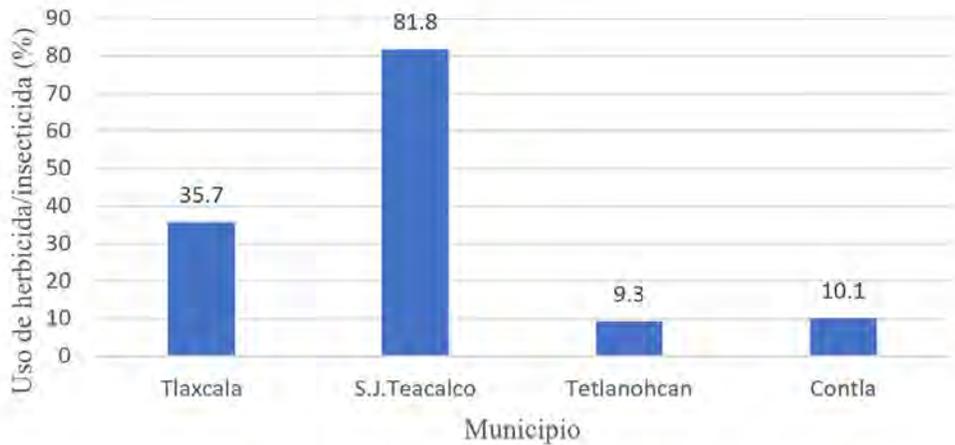


Fuente: elaboración propia, con base en el INEGI, 2004.

Aun cuando en SAGARPA (2015) solo se consideraba la información referida a los grupos temáticos agrícolas: mecanización, fertilización, uso de semilla, servicios de sanidad y asistencia técnica, en esta investigación se consideró que el uso de herbicidas o insecticidas son también un componente tecnológico asociado al concepto productivista de la RV, ya que se trata de reducir en lo posible la competencia del cultivo de interés con las hierbas o malezas e insectos que crecen en las parcelas.

Para el caso de uso de herbicida, aunque no es considerado por SAGARPA (2015) y Chilon (Ceccon, 2008; Chilón, 2017), este componente también es importante dentro de la filosofía de la RV, por ello se muestra en la figura 5 su uso en el cultivo de maíz en el estado de Tlaxcala y los municipios de interés.

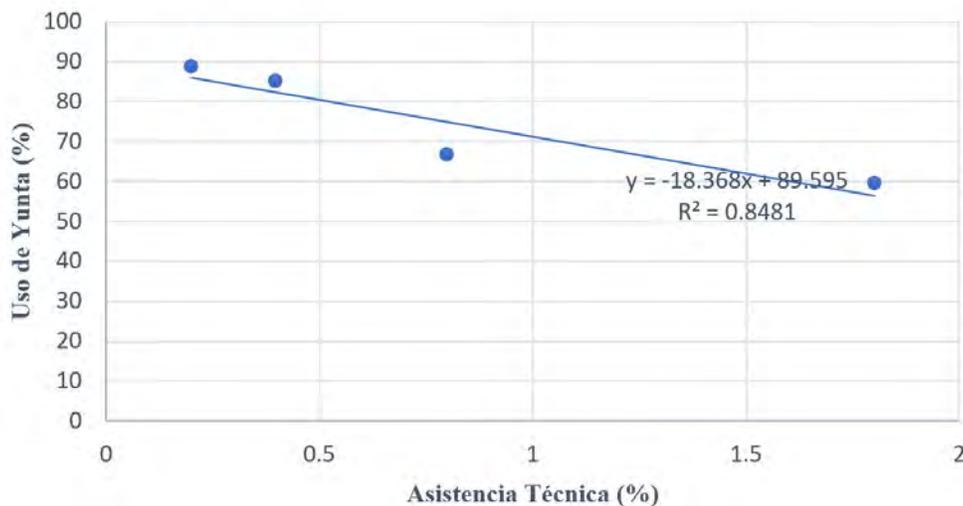
Figura 5. Asistencia técnica y uso de tractor en los cultivos cíclicos en el estado de Tlaxcala



Fuente: elaboración propia, con base en el INEGI, 2004.

Aunque se observa un bajo porcentaje de uso en el estado de Tlaxcala, a nivel de municipio sobresale significativamente Teacalco, con 81.8%, superando ampliamente la media estatal y la media municipal. Adicionalmente, se buscó estudiar algunas relaciones entre las variables estudiadas, por ejemplo, la siguiente relación entre el uso de la yunta (eje Y) y el servicio de asistencia técnica (eje X) en todos los cultivos en el estado de Tlaxcala.

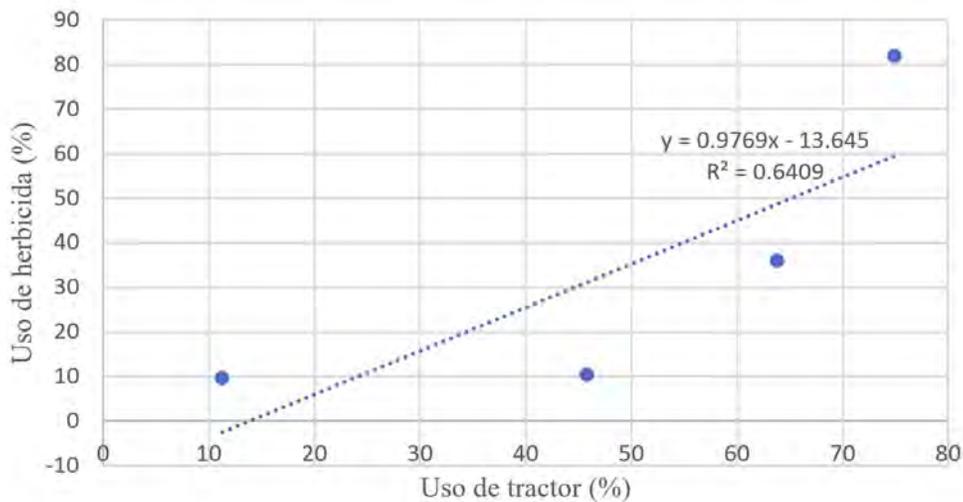
Figura 6. Asistencia técnica (x) – Uso de Yunta (y) en Tlaxcala



Fuente: elaboración propia, con base en SAGARPA, 2015.

La figura 6 indica que a más tecnología tradicional (mayor uso de la yunta), menor es el servicio de asistencia técnica; ello se entiende desde la lógica productivista de la RV. En cambio, cuando se usa un componente productivista como el tractor combinado con el uso de herbicida, también productivista, la relación resultante es positiva, como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Uso de Tractor_Uso de herbicida en Tlaxcala



Fuente: elaboración propia, con base en el INEGI, 2004.

Como se puede observar, a más tecnología productivista (mayor uso del tractor), mayor es el uso del otro componente productivista de los herbicidas químicos; los resultados están referidos a todos los cultivos agrícolas en el estado de Tlaxcala y los municipios de Contla, Teacalco y Tetlanohcan.

6. Discusión

Con respecto al grado alto de mecanización de las tierras agrícolas en Tlaxcala (94.8% según SAGARPA, 2015; 63.9% según INEGI, 2004) ello se asocia con la degradación del suelo en el estado. De acuerdo con Alvarado *et al.* (2007), la degradación física, química y biológica de los suelos de Tlaxcala, que se manifiestan en forma de erosión del suelo, además de atribuirse a condiciones naturales como son áreas con pendiente pronunciada, sitios sin cobertura

vegetal, tipos de suelos susceptibles a la erosión y a la precipitación pluvial elevada, se lleva a cabo un manejo inadecuado del suelo y se carece de técnicas para el control de la erosión. SEMARNAT (2004) menciona que, con respecto a la erosión eólica, el estado con mayor proporción de tierra afectada es Tlaxcala con 26.1% de su territorio; también menciona una erosión hídrica de severa muy severa en 16.2% de la superficie estatal, y quizá el dato más significativo es que también reporta a Tlaxcala como la entidad con los suelos de más baja fertilidad en el país. Aunque los porcentajes de mecanización reportados en SAGARPA (2015) son muy altos a nivel estatal y municipal (94.82, 99.80, 89.68 y 100% para Tlaxcala, Contla, Teacalco y Tetlanohcan, respectivamente), en INEGI (2004) esos porcentajes disminuyen significativamente (63.9, 45.8, 75.0 y 11.3%, respectivamente para el estado de Tlaxcala, Contla, Teacalco y Tetlanohcan), registrándose las mayores desviaciones para los municipios de Contla y Tetlanohcan, entidades con las menores cantidades de tierra mecanizada. La información referida solo al cultivo de maíz es bastante similar para los cultivos en general (64.3, 48.9, 77.2 y 10.2%, respectivamente para Tlaxcala, Contla, Teacalco y Tetlanohcan); es de notarse una mayor mecanización del suelo en el municipio de Teacalco.

El uso de fertilizantes químicos o inorgánicos en Tlaxcala es un componente tecnológico muy arraigado entre los productores, de modo tal que, según SAGARPA (2015): 98.2% de la superficie agrícola estatal recibe este insumo, mayormente en el ciclo Primavera/Verano (97.0%) y bajo condiciones de temporal (88.6%); en los municipios de interés se observa el mismo fenómeno, fertilizándose de esta manera 96.67, 100.0 y 90.63% de la superficie sembrada en Contla, Teacalco y Tetlanohcan, respectivamente, de acuerdo con esta misma fuente. Según INEGI (2004), esos porcentajes corresponden a 73.9, 72.0, 92.8 y 76.4%, respectivamente, para el estado de Tlaxcala, Contla, Teacalco y Tetlanohcan. Si los resultados hacen referencia solo a maíz, los porcentajes son similares: 90.0, 93.8, 97.6 y 90.2%, respectivamente, en Tlaxcala, Contla, Teacalco y Tetlanohcan, de acuerdo con INEGI (2004). Esta situación coincide con lo mencionado por Damián *et al.*, 2007, que indican que uno de los componentes tecnológicos más utilizados por los productores de maíz en Tlaxcala, son los fertilizantes.

En cuanto al uso de semilla mejorada o criolla usada por los productores de Tlaxcala, los resultados obtenidos indican que es el componente tecnológico con mayor discrepancia entre las fuentes de información consultadas: según SAGARPA (2015), 80.5% de los cultivos en Tlaxcala usan semillas mejoradas, en contraste con el 68.5% a nivel nacional; mientras

que en el INEGI (2004) se encontró que solo 8.9% de los cultivos cíclicos corresponden a dichas semillas. Si la información se orienta solo al cultivo de maíz, según SAGARPA (2015): 72.25% de la superficie con maíz se siembra con semillas mejoradas en el estado; en cambio, según el INEGI (2004) solo 5.5% usa este tipo de semilla. A nivel municipal, según SAGARPA (2015): el porcentaje de uso de las semillas mejoradas es de 92.64, 84.69 y 96.04% para Contla, Teacalco y Tetlanohcan, respectivamente. Según el INEGI (2004), el porcentaje de dichas semillas en los cultivos cíclicos de los municipios de Contla, Teacalco y Tetlanohcan es de 0.4, 4.1 y 4.5%, respectivamente (cifras similares se obtienen haciendo referencia solo a maíz en estos municipios); de acuerdo con esta fuente, y referido solo a maíz, 5.5% de la superficie se siembra con semilla mejorada. Este último resultado es congruente con lo reportado por varios investigadores: de acuerdo con González-Estrada *et al.* (2007), en Valles Altos de México, donde se ubica el estado de Tlaxcala, solo en 6% de la superficie sembrada se usa semilla certificada de maíz (mejorada), debido a la falta de variedades con características agronómicas y económicas adecuadas.

En 1993, López y Calderón (1993) reportaban que: “El uso de semilla certificada de maíz es bajo en México (la mayor parte de las estimaciones no pasan del 25%), debido en parte a que por muchos años hubo problemas en la calidad y cantidad de semilla que se distribuía por la empresa estatal de semilla (PRONASE)” (p. 6). Más recientemente, Barillas (2010) reportó que: “En el estado de Tlaxcala, el 90% de la superficie sembrada de maíz es con semillas criollas” (p. 14). Finalmente, Damián *et al.* (2010) reportan que, en una muestra de 1,492 productores de maíz en Tlaxcala, 9.9% de ellos usan semillas mejoradas de maíz.

En lo que atañe al uso de asistencia técnica en la superficie sembrada con cultivos en Tlaxcala, se observó que, de los componentes tecnológicos analizados, éste es el de menor porcentaje de uso, tanto a nivel nacional como a nivel estatal. De acuerdo con lo revisado, según SAGARPA (2015) a nivel nacional recibe asistencia técnica 35.5% de la superficie sembrada, por 44.8% en Tlaxcala, mientras que de los municipios solo Teacalco recibe asistencia técnica en 100% de su superficie, por 0.00% en Contla y Tetlanohcan; sin embargo, según el INEGI (2004), en Tlaxcala solo el 1.9% de todos los cultivos recibe asistencia técnica; y si se hace referencia solo al cultivo de maíz, los resultados son muy similares (1.8%, en el estado y 0.5, 0.4 y 0.2% en Contla, Teacalco y Tetlanohcan, respectivamente).

Los resultados obtenidos a partir del INEGI (2004) coinciden con lo que afirman Cuevas *et al.* (2012): “De acuerdo al VIII Censo Agropecuario y Forestal, en México, la

cobertura de la asistencia técnica es baja, 3% del total nacional de unidades de producción con actividad agropecuaria disponen de este servicio, y sólo 11.7 % perciben como problema la falta de asistencia técnica y capacitación” (p. 1); lo anterior es corroborado por la OECD (2011), que indica:

Un estudio reciente muestra que para el país en su conjunto sólo 3% de las explotaciones agrícolas reciben asistencia técnica; algunos estados como Baja California, Sonora y Sinaloa tienen una cobertura de 22%, 15% y 11%, respectivamente. Esos estados norteros tienen una proporción alta de tierras de riego. Eso indicaría, dicen, una atención especial al extensionismo para aumentar la productividad y la competitividad, y además afirma que] en México no existe un servicio de extensión agrícola específico como tal (p. 41).

Con respecto al uso de herbicidas/insecticidas, según el INEGI (2004), en los cultivos cíclicos 34.9% en promedio usa este insumo en el estado de Tlaxcala, mientras que en los municipios de Contla, Teacalco y Tetlanohcan, los porcentajes de uso son 7.8, 79.7 y 7.9%, respectivamente; referido solo al cultivo de maíz en el estado, se observa, según la misma fuente, que este componente es particularmente importante en el municipio de San José Teacalco donde se usa en 81.8% de la superficie con este cultivo contrastando fuertemente con los municipios de Tetlanohcan y Contla, donde su uso es de apenas en 9.3 y 10.1% mientras que a nivel estatal, para este cultivo su uso es de 35.7%.

Gracias a ciertos datos municipales se puede afirmar que en San José Teacalco, más que en Contla y Tetlanohcan, es donde han perdurado más las prácticas productivistas de fertilización de cultivos, uso de tractor y de herbicidas/insecticidas en la producción de cultivos cíclicos y del maíz en lo particular, todos ellos componentes emblemáticos de la llamada RV.

Conclusiones

Si se considera a la mecanización como el uso de máquinas en la producción agrícola, con objeto de emplear menos tiempo y esfuerzo (SAGARPA, 2011), los resultados indican un alto índice de mecanización en Tlaxcala, tanto a nivel estatal como municipal, aunque las cifras derivadas del INGI (2004) son sensiblemente menores de modo tal que en el municipio de

Teacalco se da una mecanización de 75.0%, mientras que en Tetlanohcan es de solo 11.3%. Solo como referencia, una yunta de caballos prepara el suelo de una hectárea, en áreas altas y bajo secano, en 34 horas (Cruz, 1997), y desde luego, no todas seguidas; ello indica la necesidad de fomentar el uso de prácticas agroecológicas que permitan conservar el suelo, por ejemplo, realizar la preparación y surcado con maquinaria agrícola y el resto de las labores con tracción animal y humana.

Con relación al fertilizante químico, su uso está muy extendido en Tlaxcala para la producción de maíz (y demás cultivos), especialmente bajo condiciones de temporal, aunque falta determinar en cuanta de esa superficie se aplica, además, abonos orgánicos; según el INEGI (2015), en 2014 había en Tlaxcala 76,744 cabezas de ganado vacuno. Según Trinidad Santos (1998), una vaca produce 6 kg de estiércol con base seca al día, entonces al año produce o puede producir dos toneladas, suficiente para mantener la fertilidad del suelo y el total de cabezas podría producir 165,700 toneladas de estiércol. Esta información puede ser de utilidad al rediseñar los sistemas de producción agrícola. En cuanto al uso de semilla mejorada reportado en la información revisada, es difícil de aceptar, dado los altos niveles que señala de adopción de este insumo (89%) (INEGI, 2015), coincidiendo en todo caso en quienes afirman que entre 80 y 90% de la semilla de maíz sembrada, al menos en el estado de Tlaxcala, es de las llamadas variedades criollas.

Finalmente, en cuanto al componente de Asistencia Técnica, el promedio reportado de 51% de la superficie sembrada con maíz señala que este servicio es insuficiente, debido a varias razones, siendo la de “en México no existe un servicio de extensión agrícola específico como tal” la más contundente. Según el DOF 04/03/2015, en el *Programa Institucional del INCA Rural 2014-2018*, a “Principios de la década de 1990, ante los procesos de la apertura comercial el gobierno mexicano impulsó una economía de libre mercado, lo que trajo diversos cambios estructurales en el sector rural, entre ellos el desmantelamiento del extensionismo institucional” (p. 7). Por último, es pertinente sugerir que, en otra investigación, otros componentes como el manejo del cultivo (elección de la fecha de siembra, selección de la semilla, elección de la variedad, etcétera), el clima (distribución y cantidad de la lluvia, temperaturas máximas y mínimas, heladas, etcétera) debieran también ser considerados.

El uso de semillas mejoradas es el componente con mayor desviación en los resultados entre las fuentes consultadas y analizadas; así, mientras SAGARPA (2015) indica que su uso es de 80.5, 92.64, 84.69 y 96.04% en Contla, Teacalco y Tetlanohcan en el estado de Tlaxcala;

según lo derivado del INEGI (2004), solo 8.9, 0.4, 4.1 y 4.5% usan esas semillas en Contla, Teacalco y Tetlanohcan, respectivamente en el estado de Tlaxcala. Si se hace referencia solo a maíz, según esta misma fuente, el porcentaje de uso es de 5.5, 0.5, 0.0 y 5.3% en Contla, Teacalco y Tetlanohcan respectivamente, en el estado de Tlaxcala. En el caso de las semillas significa que alrededor de 95% son variedades nativas o criollas, y que ello es una fortaleza en términos de una gran biodiversidad genética que requiere ser apoyada y conservada por los actores relacionados con la producción de este cereal.

Finalmente, se observó que el servicio de Asistencia Técnica es casi inexistente tanto en el campo mexicano y tlaxcalteca, como en las universidades del país: la asistencia técnica como servicio prácticamente está ausente a nivel municipal y estatal, y es insuficiente a nivel nacional.

Referencias bibliográficas

- Alvarado Cardona, M., Colmenero Robles, J. A. y Valderrábano Almegua, Ma. de la L. (2007). La erosión hídrica del suelo en un contexto ambiental, en el Estado de Tlaxcala, México. *Ciencia Ergo Sum*, 14 (3), 317-326. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/104/10414309.pdf>
- Arslan, A y Taylor, J. E. (2008). *Farmers subjective valuation of subsistence crops: the case of traditional maize in Mexico*. Recuperado de: <https://www.ifw-members.ifw-kiel.de/publications/farmers-subjective-valuation-of-subsistence-crops-the-case-of-traditional-maize-in-mexico/kap1457.pdf>
- Barillas Santos, M. E. (2010). *Programa Elaboración de casos de éxito de Innovación en el sector agroalimentario. IICA-COFRUPO, 2010*. Recuperado de: <https://www.redinnovagro.in/casosexito/53tlaxcalamaiz.pdf>
- Bellon R., M. y Berthaud, J. (2006). *Traditional mexican agricultural systems and the potential impacts of transgenic varieties on maize diversity*. Recuperado de: <http://www.uio.no/studier/emner/annet/sum/sum1000/h09/pensumartikler2009/Bellon.pdf>
- Chilón Camacho, E. (2017). “Revolución verde” agricultura y suelos, aportes y controversias. *Apthapi*, 3 (3), 844-859. Recuperado de: <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/download/174/173>

- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) (2000). Indicadores sociodemográficos de la población total y la población indígena por municipio. Recuperado de: <http://www.cdi.gob.mx/cedulas/2000/TLAX/29050-00.pdf>
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde: tragedia en dos actos. *Ciencias*, 91, 20-29. Recuperado de: <http://www.revistaciencias.unam.mx/images/stories/Articles/91/02/La%20revolucion%20verde%20tragedia%20en%20dos%20actos.pdf>
- Cervantes Herrera, J., Pérez Fernández, Y. y Cruz León, A. (2015). *Tecnologías tradicionales en la agricultura y persistencia campesina en México. Ciencias Agrarias*. Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo, México. Desarrollo Rural Regional-Dirección de Centros Regionales-Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/2631/263141553048/>
- Cuevas Reyes, V., Baca del Moral, J., Cervantes Escoto, F. y Aguilar Ávila, J. (2012). Asistencia técnica en el sector agropecuario en México: análisis del VIII censo agropecuario y forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3 (5), 943-957. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n5/v3n5a8.pdf>
- Cruz León, A. (1997). *Y sigue la yunta andando. Tracción animal en la agricultura de México. Universidad Autónoma Chapingo*. Recuperado de: https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/45674003/L_1997_y_sigue_la_yunta.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1526256420&Signature=S1O05Rq0g9i7Xm2P7dgF%2Fs0UpDg%3D&response-content-disposition=attachment%3B%20filename%3D..._Y_sigue_la_yunta_andando._traccion_a.pdf
- Damián Huatol, M. A., Ramírez Valverde, B., Aragón García, A., Huerta Lara, M., Sangerman-Jarquín, D. M. de J. y Romero Arenas, O. (2010). Manejo del maíz en el estado de Tlaxcala, México: entre lo convencional y lo agroecológico. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 6 (2), 67-76. Recuperado de: <https://www.itson.mx/publicaciones/rln/Documentos/v6-n2-1-manejo-del-maiz-en-el-estado-de-tlaxcala.pdf>
- Damián Huato, M. A., Ramírez Valverde, B., Parra Inzunza, F., Paredes Sánchez, J. A., Gil Muñoz, A., López Olguín, J. F. y Cruz León, A. (2007). Tecnología agrícola y territorio: el caso de los productores de maíz de Tlaxcala, México. *Investigaciones*

- Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 63, 36-55. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n63/n63a4.pdf>
- Diagnóstico Territorial del Distrito de Desarrollo Rural 165 Huamantla (2012). Recuperado de: http://www.coltlax.edu.mx/PNPC%202013/COOPERACI%C3%93N%20CON%20OTROS%20ACTORES/Crit.%2018.%20Vinculaci%C3%B3n/DX_HUAMANTLA.pdf
- Diagnóstico Territorial del Distrito de Desarrollo Rural 164 Tlaxcala Zona Norte (2018). Recuperado de: http://www.coltlax.edu.mx/PNPC%202013/COOPERACI%C3%93N%20CON%20OTROS%20ACTORES/Crit.%2018.%20Vinculaci%C3%B3n/DX_TLAXCALA_NORTE.pdf
- González Estrada, A., Islas Gutiérrez, J., Espinosa Calderón, A., Vázquez Carrillo, A. y Stanley, W. (2007). *Impacto Económico del Mejoramiento Genético del Maíz en México: Híbrido H-50*. Recuperado de: <http://www.inifap.gob.mx/circe/Documents/publivalle/IMPACTOS%2024.pdf>
- INEGI (1986). *Síntesis geográfica de Tlaxcala*. Recuperado de: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825220716/702825220716_2.pdf
- _____. (2015). *División municipal. Sección Cuéntame-territorio*. Recuperado de: http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TLAX_ANUARIO_PDF.pdf
- _____. (2018). *Climas. Sección Cuéntame-territorio*. Recuperado de: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/territorio/clima.aspx?tema=me&e=29>
- INEGI-SPF (2017). *Anuario estadístico y geográfico*. Recuperado de: http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=29
- López Pereira, M. A. y Espinosa Calderón, A. (1993). *Análisis económico de la producción y uso de semilla mejorada: El caso de México*. Trabajo presentado en la XXXIX Reunión Anual del PCCMCA, Marzo 28 - Abril 3 1993, Guatemala.
- María Ramírez, A. (2007). “El proceso de análisis jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal”. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Morales Acoltzi, T. y Bernal Morales, R. (2014). *Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático Estado de Tlaxcala, México*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/170321/2014_tlx_peacc.pdf

Plan Municipal de Desarrollo 2017-2021- Contla de Juan Cuamatzi (2017). *Periódico Oficial No. 43 Primera Sección*, octubre 25 del 2017. Recuperado de: <http://periodico.tlaxcala.gob.mx/indices/Peri43-1a2017.pdf>

Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013, San José Teacalco, Tlaxcala (2011). *Periódico Oficial No. 40 Segunda Sección*, octubre 05 del 2011. Recuperado de: <http://201.159.134.38/obtenerdoc.php?path=/Documentos/ESTADO/TLAXCALA/TODOS%20LOS%20MUNICIPIOS/o2738266.doc&nombreclave=o2738266.doc>

Plan Municipal de Desarrollo 2014-2016, San Francisco Tetlanohcan, Tlaxcala. Recuperado de: <http://docplayer.es/storage/29/13662680/1526098706/5rCHyyQC5f6ZB0gHMKoNig/13662680.pdf>

Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Tlaxcala (POTDUET) (2013). Recuperado de: <http://contraloria.tlaxcala.gob.mx/pdf/normateca/Programa%20de%20Ordenamiento%20Territorial%20y%20Desarrollo%20Urbano%20para%20el%20Estado%20de%20Tlaxcala.pdf>

Programa de Desarrollo de Capacidades Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural (Componente de Capacidades y Extensionismo Rural) (2012). *Estrategia de Desarrollo Territorial Diagnóstico Territorial del Distrito de Desarrollo Rural 165 Huamantla*. Recuperado de: http://www.coltlax.edu.mx/PNPC%202013/COOPERACI%C3%93N%20CON%20OTROS%20ACTORES/Crit.%2018.%20Vinculaci%C3%B3n/DX_HUAMANTLA.pdf

Programa Institucional del INCA Rural 2014-2018 (2015). *DOF: 04/03/2015*. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5384243&fecha=04/03/2015

Rendón, M. R., Roldán S, E., Hernández H., B. y Cadena I., P. (2015). Los procesos de extensión rural en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (1). Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n1/v6n1a13.pdf>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2011). *Estudio OCDE Extensionismo en México*. Recuperado de: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EXTENSIONISMO/ESTUDIO%20OCDE%20EXTENSIONISMO.pdf>

_____ (2013). Recuperado de: http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/estadistica//Agt_cierre_2013.csv

- _____ (2015). *Uso de tecnología y de servicios en el campo: Cuadros tabulares 2014*. Recuperado de: http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/2013/PDF/TECNIFICACION/tecnifica_2015.pdf
- _____ (2018). ¿A qué se refiere la mecanización y tecnificación en campos y mares? Recuperado de: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/a-que-se-refiere-la-mecanizacion-y-tecnificacion-en-campos-y-mares?idiom=es>
- Sánchez Morales, P. y Romero Arenas, O. (Coords.) (2017). La metodología y el contexto de la investigación en la revaloración del sistema milpa y la crisis del monocultivo de maíz en Tlaxcala. En *El sistema milpa y la producción de maíz en la agricultura campesina e indígena de Tlaxcala*. Puebla, México: Ediciones E y C. BUAP.
- The World Bank (1987). *Agricultural Extension Project (PROCATI)*. Recuperado de: <http://documents.shihang.org/curated/zh/100321468050692815/pdf/multi-page.pdf>
- Trinidad Santos, A. (1998). *Utilización de estiércoles*. Recuperado de: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Utilizaci%F3n%20de%20esti%E9rcoles.pdf>