

DIVERSIDAD DE ESPECIES INSECTILES EN MAÍZ Y TEOCINTLE EN MEXICO

SALVADOR DE LA PAZ GUTIÉRREZ,¹ JOSÉ DE JESÚS SÁNCHEZ GONZÁLEZ,² JOSÉ ARIEL RUIZ CORRAL,³ JOSÉ RON PARRA,² ROBERTO MIRANDA MEDRANO,⁴ LINO DE LA CRUZ LARIOS² Y ROGELIO LÉPIZ ILDEFONSO²

1. Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, km 15.5 carretera Guadalajara a Nogales, Zapopan, 45101, Jalisco, México. E. mail: salvador.delapaz@cucba.udg.mx
2. Instituto de Manejo y Aprovechamiento de los Recursos Fitogenéticos, Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, km 15.5 carretera Guadalajara a Nogales, Zapopan, 45101, Jalisco, México. E. mail: jjsanche@cucba.udg.mx; jron@cucba.udg.mx; cli34268@cucba.udg.mx; rlepiz@cucba.udg.mx
3. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro (CIRPAC), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). E. mail: ruiz.ariel@inifap.gob.mx.
4. Centro Universitario de la Costa Sur, Av. Independencia Nacional 151 Autlán de Navarro, Jalisco, México. 48900. E. mail: rmiranda@cucsur.udg.mx

DIVERSIDAD DE ESPECIES INSECTILES EN MAÍZ Y TEOCINTLE EN MEXICO

RESUMEN: Con la finalidad de identificar las especies de insectos que inciden en el maíz y teocintle en México y determinar su diversidad y abundancia, se realizaron muestreos en el periodo de 2001 a 2003 en 11 localidades que representan los tipos climáticos más importantes donde se distribuye el teocintle; además presentan variación en tipo de suelo, manejo y orografía. Con el propósito de detectar la presencia de los diferentes insectos en maíz y teocintle se efectuaron muestreos cada 21 días en el 2001 y cada 15 días en el 2002 y 2003, a partir de que las plántulas tenían de cuatro a seis hojas y fueron dirigidos a: i) tallo, hojas y fruto; ii) plagas rizófagas y iii) muestreo visual por tiempo. Para la detección de insectos del tallo, hojas y fruto y rizófagos, los muestreos se realizaron en cinco plantas por fecha en el 2001, y 10 en el 2002 y 2003. En el visual por tiempo, se revisaron 10 plantas por espacio de un minuto cada una. En el Occidente de México, el maíz y teocintle presentaron la presencia de organismos de varias clases, órdenes, familias, géneros y especies. En la parte aérea y de la raíz de las plantas predominó la clase insecta; en el suelo, además se encontraron cinco clases más de organismos. Del total de ejemplares colectados, el 70% fueron comunes al maíz y teocintle. El maíz presentó una mayor incidencia de organismos que el teocintle (65 y 35 por ciento, respectivamente). Veinte géneros de insectos y tres de ácaros considerados como plagas de importancia agrícola, presentaron el mayor número de ejemplares colectados en las plantas del maíz y teocintle. De los índices utilizados para medir la diversidad de especies, el de Shannon-Wiener presentó valores significativos con un rango de 0.55-2.82 y fue el más consistente a través de sitios, indicando que en el teocintle ocurrió una mayor diversidad de especies. Mientras que el de Berger-Parker que expresa dominancia indicó que el maíz presentó dominancia de los pulgones del cogollo *Rhopalosiphum maidis* (Fitch.), mientras que en el teocintle fueron los pulgones, los trips *Frankliniella* spp., y la g. ciega (varios géneros). La mayor diversidad de especies ponderada por la abundancia de la especie más común ocurrió en el 2001, 2002 y 2003, en ese orden, respectivamente. A pesar de que la mayoría de insectos se presentan en maíz y teocintle, se observaron casos en los que el comportamiento de la densidad de población puede indicar cierta preferencia como el pulgón del cogollo, los trips, las chicharritas *Dalbulus* spp., el g. cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), y las larvas de *Diabrotica* spp., por el maíz, mientras que los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. y *Sphenophorus* spp., y la g. ciega fueron más frecuentes en el teocintle.

PALABRAS CLAVE: Diversidad, Abundancia, Teocintle, Maíz, Occidente de México, Insectos.

SPECIES DIVERSITY OF INSECTS IN MAIZE AND TEOSINTE IN MEXICO

ABSTRACT: With the purpose of identifying the different species of insects that infest maize and teosinte in México and determining its diversity and abundance, samples were taken between the years of 2001 to 2003 in eleven different sites where teosinte is distributed. These sites represent the varieties of soil, management and orography. Samples were taken every 21 days in 2001 and every 15 days in 2002 and 2003, starting when the seedlings had four-six leaves. Samples were taken from: i) stalks, leaves and ears; ii) roots, iii) visual samples by elapsed time. Sample size consisted of five plant for the year 2001, and ten for the years 2002 and 2003. In the visual samples ten plant were checked, each one during the lapse of one minute. Maize and teosinte presented organisms of different classes, orders, families, genus and species. In both aerial and root sections of the plants the insect class was predominant. Also in the roots five different classes of organisms were found. Of the total collected specimens, 70% were commonly present in corn and teosinte. Maize showed a higher incidence of organisms than teosinte (65% and 35%, respectively). Twenty genus of insects and three of mites considered as highly significant pests in agriculture, presented the highest number of collected samples in maize and teosinte. Diversity of insects measured by the Shannon-Wiener index presented significant values with a range of 0.55-2.28 and was the most consistent among the sites, indicating that larger diversity of species occurred in teosinte. Berger-Parker index which reflects dominance, indicated that maize presents a dominance of aphids *Rhopalosiphum maidis* (Fitch.), while, teosinte presented dominance of aphids, thrips *Frankliniella* spp., and the white grubs (several genus). The highest abundance of the most common species, occurred in 2001, 2002 and 2003, in that order respectively. In spite of the fact that the majority of insects are in both, maize and teosinte, cases were observed in which the behavior of the population density might indicate certain preference. Aphids, thrips, *Dalbulus* spp., *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), and corn root larvac *Diabrotica* spp., were more abundant in maize, while the stem borers *Diatraea* spp. and *Sphenophorus* spp., and the white grub were more frequent in teosinte.

KEY WORDS: Diversity, Abundance, Teocinte, Corn, Western México, Insects.

INTRODUCCIÓN

Evolutivamente el maíz es considerado como el descendiente domesticado de una especie tropical de teocintle; datos moleculares apoyan la idea de que la especie de teocintle *Zea mays* ssp. *parviglumis* (Iltis & Doebley, 1980), es el progenitor del maíz, (Matzuoka *et al.*, 2002; Doebley, 2004). Los parientes silvestres más cercanos del maíz, conocidos colectivamente como teocintle, están representados por especies anuales y por especies perennes diploides y tetraploides. La distribución del teocintle se encuentra restringida a áreas tropicales y subtropicales de México, Guatemala, Honduras y Nicaragua, mayormente como poblaciones aisladas de tamaños variables ocupando superficies de una hectarea hasta varios kilómetros cuadrados (Sánchez *et al.*, 1998). El maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, posee una gran diversidad genética y se cultiva en una gran diversidad de ambientes, desde el Ecuador hasta cerca de 50° latitud Norte y 42° latitud Sur, y a alturas hasta de 3,800 m (INEGI, 2006). En México, es el cultivo de mayor importancia social y económica ocupando

el primer lugar en superficie cosechada y producción. En el 2005, se cosecharon 6.6 millones de hectáreas, estimándose una producción de 19.3 millones de toneladas de grano y un rendimiento de 2.93 ton/ha (INEGI, 2006). Entre los factores que limitan la producción de las plantas sobresalen los insectos, enfermedades y maleza, los cuales son responsables de la pérdida del 20% de la producción mundial (WMO, 1988). La información mundial y nacional con respecto a insectos plaga y los daños causados al maíz, es abundante. Así, Ortega (1987) reportó la presencia de 61 géneros y 26 especies de insectos y ácaros que afectan la producción a nivel mundial, señalando que estas plagas infestan al cultivo en cualquier etapa de su desarrollo, pudiendo atacar cualquier parte de la planta, a menudo con graves consecuencias. En México, Sifuentes (1985b) y Rodríguez-Del Bosque y Marín (2008) estiman que los insectos nocivos del maíz provocan pérdidas promedio del 30 al 40%, aunque en ciertas condiciones los daños son tan severos que las pérdidas pueden ser totales, y que el número de insectos plaga que atacan el cultivo es numeroso, desde 6

hasta 75 especies (Loera y Sifuentes, 1974; Medina y Sifuentes, 1977; Loya, 1978; Díaz, 1978; Rodríguez-Del Bosque, 1978; Anónimo, 1980; Pacheco, 1985; Sifuentes, 1985a, 1985b; Ortega, 1987; De la Paz, 1993; Marín, 2001; Rodríguez-Del Bosque y Marín, 2008).

En el caso del teocintle y otras especies silvestres, las publicaciones son escasas y limitadas en su circulación. En este sentido Melhus y Chamberlain (1953) al estudiar el teocintle tipo Guatemala [*Zea luxurians* (Duriev & Ascherson) Bird, 1978] encontraron cresas del cogollo *Euxesta major* (V.D. Wulp, 1899), larvas de *Diabrotica* spp., y al barrenador del tallo *Diatrea* spp. Nault y Findley (1981); Nault *et al.* (1982); Findley *et al.* (1983); Nault (1983, 1993) al estudiar la relación existente entre las chicharritas *Dalbulus* spp. y la transmisión de virus en maíz y teocintle, encontraron que los teocintles anuales fueron susceptibles a los virus presentes en el maíz, no así los teocintles perennes que mostraron resistencia a varios virus, y que este insecto usa como plantas primarias al maíz, a los teocintles (*Zea*), y a los *Tripsacum* que han servido como hospedero ancestral. Branson y Reyes (1983) y Moya-Raygoza *et al.* (1988, 1993) señalaron que *Zea diploperennis* (Iltis, Doebley & Guzmán, 1979), presentó daños a su sistema radicular por larvas de *Phyllophaga* spp., *Colaspis chapalensis* (Blake, 1976), *Diabrotica* spp., y *Anomala* spp. Estos últimos autores también determinaron que del total de insectos colectados en *Zea diploperennis*, el 80 por ciento eran de la parte aérea y que los insectos fitófagos constituyeron el 73 por ciento. Resultados similares fueron reportados por Serratos *et al.* (1996) quienes indicaron que el frailecillo *Macroductylus murinus* (Bates, 1887) se encontró en *Zea diploperennis* y en el maíz, y que aún cuando ambas especies de plantas pueden estar infestadas con Homópteros y Lepidópteros parece que el teocintle es más tolerante al daño. Por otra parte, Eubanks (1993,

1999, 2000) al estudiar la resistencia de *Tripsacum dactyloides* (L., 1759) L. y *Zea diploperennis* a plagas insectiles que atacan la raíz, encontró que la cruce entre las dos especies referidas es resistente al daño de insectos rizófagos.

El número de especies y su abundancia relativa son dos medidas clásicas ampliamente utilizadas para describir comunidades (Krebs, 1989; Magurran, 2004). Estudios anuales enfocados a la fenología o la transferencia estacional de especies constituyen investigaciones de complementariedad en la composición de especies en el tiempo, mientras que estudios geográficos a través de elevaciones o transectos ecológicos son estudios complementarios de la composición de especies en el espacio, o diversidad Beta (Sørensen *et al.*, 2002). La diversidad de especies y el número de individuos en las comunidades de artrópodos obtenidos en sistemas agrícolas, varía de acuerdo al grupo de artrópodos, sistemas de cultivos, densidades de plantas, uso de plaguicidas y manejo del cultivo, así como varios factores bióticos y abióticos (Förster, 1991; Kremen *et al.*, 1993).

La incorporación del maíz transgénico a la práctica agrícola ha generado múltiples preguntas referente al posible impacto del flujo genético hacia variedades nativas y especies silvestres relacionadas. Esto es de interés especial en México en virtud de la gran riqueza genética existente. Durante 1995 (CIMMYT), 1997 (NAPPO), 2001 (CIBIOGEM), 2002 (SMBB) y 2004 (CEC) se llevaron a cabo reuniones con el fin de analizar aspectos relacionados a la situación de las poblaciones de teocintle y variedades nativas de maíz en México y a los posibles riesgos asociados con la liberación de maíz transgénico. Uno de los tipos de maíz transgénico que ha sido comercializado en varias regiones del mundo es el resistente a insectos lepidópteros, conocido como maíz Bt; este tipo de maíz contiene material genético de *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915). La toxina

producida por dicha bacteria, se ha usado como insecticida biológico contra larvas lepidópteras durante varios años. El primer paso para considerar el efecto potencial de la incorporación de un gene de resistencia, mediante flujo genético de material transgénico, a una especie silvestre o a una variedad nativa de maíz, es el conocimiento del efecto que la plaga de interés tiene sobre la población del material nativo en forma natural. Por lo anterior es indispensable disponer de información básica con relación a las plagas de insectos que en la naturaleza interactúan con el teocintle y con el maíz.

Si bien, la presencia y abundancia de los insectos plaga en el maíz pueden estimarse en los sistemas agrícolas de México con base en los diversos estudios publicados (Loera y Sifuentes, 1974; Medina y Sifuentes, 1977; Loya, 1978; Díaz, 1978; Rodríguez-Del Bosque, 1978; Anónimo, 1980; Pacheco, 1985; Sifuentes, 1985a, 1985b; Ortega, 1987; De la Paz, 1993; Marín, 2001; Rodríguez-Del Bosque y Marín, 2008), la información referente a la abundancia y diversidad de insectos plaga en poblaciones naturales de especies silvestres es escasa y no se ha obtenido de forma sistemática. Tomando en cuenta lo anterior, los objetivos de este estudio fueron:

a) Identificar las especies insectiles que atacan al teocintle y maíz en las principales regiones de México, a través de las diferentes etapas fenológicas de las plantas durante 2001, 2002 y 2003.

b) Determinar la abundancia y diversidad de insectos plaga en ambas especies vegetales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas de estudio. Las localidades donde se llevaron a cabo los trabajos de campo fueron elegidas al considerar dos aspectos principales: (i) las relaciones genéticas entre las poblaciones mexicanas de teocintle, y (ii) la distribución geográfica de las poblaciones. Con base en los criterios an-

teriores, se identificaron 11 localidades (Cuadro 1). Durante 2001 se realizaron muestreos en 10 localidades; a partir de los resultados obtenidos en 2001 se seleccionaron 4 localidades donde se realizaron los muestreos en los años de 2002 y 2003. En cada sitio se pidió a los propietarios de los terrenos su autorización para llevar a cabo los muestreos en un área específica y se les solicitó que no aplicaran insecticidas y que no eliminaran plantas de teocintle en dicha área.

Los sitios elegidos representan los tipos climáticos más importantes en donde se distribuye el teocintle. Ejutla, San Lorenzo y Talpitita se ubican en regiones de tipo tropical subhúmedo con verano caliente (Aw_0 , Aw_0 y Aw_2 , respectivamente); La Barca y Guachinango se ubican en regiones de clima subtropical con verano semi-cálido, (A)C; Texcoco, Ciudad Serdán, Copándaro, Churintzio y Zoyatzingo se ubican en regiones de clima templado con condiciones secas y sub-húmedas (Cw_0 , Cw_0 , Cw_0 , Cw_1 y Cw_2 , respectivamente).

Al igual que con los tipos climáticos y pendiente del terreno, también se presentó variación en el manejo por los agricultores y en las características físicas y químicas de los suelos en las localidades en que se llevaron a cabo los muestreos. En los Valles Altos (San Salvador El Seco, Texcoco y Zoyatzingo), donde se cultiva principalmente maíz, predominan suelos con altos contenidos de arena, bajos contenidos de materia orgánica y sin problemas de sales. En esta región el mayor contraste respecto a las propiedades del suelo se observó en el pH; en Zoyatzingo los suelos son fuertemente ácidos, mientras que en El Seco son ligeramente alcalinos. En las localidades tropicales muestreadas predominaron los suelos con altos contenidos de arena y ligeramente ácidos; a excepción de San Lorenzo, en el resto de las localidades el contenido de materia orgánica es bajo. Dentro de las localidades subtropicales y en El Bajío (Churintzio y Copándaro) se tienen

Cuadro 1

Localización geográfica, características generales y prácticas de producción en las localidades.

Estado	Localidad	Año	Altitud (m)	Grados		Tipo de		Fertilización
				Longitud	Latitud	Teocintle	Maíz	
Jalisco	Guachinango	2001	1385	104.419	20.629	BA-Zmp ²	Tampiqueño	120-00-00
		2002	1385	104.419	20.629	BA-Zmp ²	HV-313	160-60-00
		2003	1385	104.419	20.629	BA-Zmp ²	Tampiqueño	120-00-00
	San Lorenzo	2001	950	103.995	19.945	BA-Zmp ²	Tabloncillo	100-00-00
		2002	950	103.995	19.945	BA-Zmp ²	Tabloncillo	100-00-00
		2003	950	103.995	19.945	BA-Zmp ²	Tabloncillo	100-00-00
	Ejutla	2001	1070	104.157	19.912	BA-Zmp ²	Tabloncillo	270-00-00
		2003	1334	104.172	19.899	BA-Zmp ²	Tabloncillo	270-00-00
	La Barca	2001	1485	102.632	20.322	MC-Zmm ¹	Gen.avanzada	140-60-00
Talpitita	2001	550	104.803	19.715	BA-Zmp ²	Tabloncillo	120-00-00	
Michoacán	Churintzio	2001	1880	102.059	20.157	MC-Zmm ¹	Zamorano	100-00-00
		2002	1880	102.059	20.157	MC-Zmm ¹	Zamorano	100-00-00
		2003	1880	102.059	20.157	MC-Zmm ¹	Celaya	100-00-00
	Copándaro	2001	1825	101.179	19.890	MC-Zmm ¹	HV-313	120-00-00
México	Texcoco (Sta.Lucía)	2001	2285	98.885	19.443	CH-Zmm ¹	Chalqueño	120-40-00
	Texcoco (Boyerros)	2002	2250	98.920	19.495	CH-Zmm ¹	Cónico	160-60-00
	Zoyatzingo	2001	2498	98.776	10.086	CH-Zmm ¹	Chalqueño	120-00-00

variaciones importantes para las características físicas y químicas analizadas. Suelos ligeramente ácidos y contenido de materia orgánica aceptables se tienen en Churintzio, Guachinango y La Barca, con clasificaciones texturales que van del franco arenoso en Guachinango al arcilloso en La Barca. En el área muestreada en Churintzio, el

maíz se siembra año con año generalmente asociado con frijol en terrazas. En La Barca se siembra predominantemente maíz en terrenos planos, se usa semilla mejorada, maquinaria agrícola y se utilizan dosis elevadas de agroquímicos, mientras que en Guachinango se practica la roza-tumba y quema, es decir, previo a la siembra del maíz la

vegetación se corta y se quema; posteriormente, el terreno se abandona por algunos años.

El teocintle presente en las localidades de los Valles Altos (San Salvador El Seco, Texcoco y Zoyatzingo), de El Bajío (Churintzio y Copándaro) y en La Barca, crece exclusivamente como maleza dentro de los campos de cultivo. En Ejutla, San Lorenzo y Guachinango el teocintle se encuentra como maleza dentro de los campos cultivados y en poblaciones densas alejadas del maíz, mientras que en Talpitita, la población de teocintle estudiada se encuentra alejada del maíz.

Métodos de muestreo. Con la finalidad de identificar los insectos que interactúan con las poblaciones naturales de teocintle así como el maíz cultivado más cercano, se realizaron muestreos con una frecuencia de entre 15 y 21 días en 2001 y de cada 15 días en el 2002 y 2003; los que se iniciaron una vez que se estableció el cultivo de maíz. Para evitar sesgos en las capturas de los insectos, el equipo de trabajo que se desempeñó en campo solo incluyó colectores con experiencia en plagas del maíz utilizando tres procedimientos de muestreo. Los dos métodos empleados para determinar la incidencia de especies de la parte aérea de la planta, se utilizaron para complementar la información, pues su nivel de eficiencia varía con cada procedimiento y especies insectiles que tienen diferentes tamaños, capacidad de desplazamiento, hábitos, etc. Los muestreos se realizaron entre las 9 y 12 h del día.

Los muestreos se llevaron a cabo a lo largo del ciclo de desarrollo de las plantas en campo, durante aproximadamente seis meses y fueron dirigidos a: i) tallo, hojas y fruto; ii) plagas rizófagas y iii) muestreos visuales por tiempo. En los muestreos para detección de insectos del tallo, hojas, fruto y rizófagos, se utilizaron 5 plantas por fecha tanto para maíz como para teocintle en el 2001; en el 2002 el número de plantas muestreado por fecha se incrementó a 10 y durante

2003 se analizaron 10 plantas de maíz y 12 de teocintle por fecha de muestreo. Cada planta se cortó desde la base del suelo y se guardó inmediatamente en bolsas de plástico para su transporte al laboratorio, las plantas se guardaron en hieleras cerradas herméticamente. Adicionalmente, para el muestreo de plagas rizófagas, la raíz de cada planta fue extraída como parte de un cepellón de 30x30x30 cm de largo, ancho y hondo, respectivamente. Los insectos colectados con los procedimientos anteriores fueron llevados al laboratorio para separar los especímenes presentes, contabilizándolos por especie y en el caso de algunos inmaduros también por tamaño. Posteriormente, se introducían a un recipiente con agua hirviendo por un lapso de 40 segundos aproximadamente, colocándose después sobre un papel absorbente para eliminar el exceso de agua, y finalmente fueron transferidos a frascos con alcohol etílico al 70% para su preservación. Los muestreos visuales por tiempo consistieron en revisar cuidadosamente 10 plantas seleccionadas al azar y registrando únicamente los insectos observados durante un minuto por planta. La mayor parte de los insectos fueron determinados a nivel de especie por comparación con insectos de la colección de artrópodos del CAEAJAL del INIFAP, mismos que fueron clasificados por varios especialistas nacionales (De la Paz, 1986). Otros ejemplares se determinaron a nivel de familia con el apoyo de claves de Borror *et al.* (1981), Meglitsch (1967) y Weygoldt (1969).

Análisis de los datos. Con el fin de examinar la diversidad de insectos presentes en las diferentes localidades, se obtuvieron estimaciones mediante diferentes índices de diversidad, los cuales son empleados rutinariamente en estudios de Ecología (Johnson y Whitford, 1975; Davidson, 1977; Zeidler *et al.*, 2002; Gardiner *et al.*, 2003; Shah *et al.*, 2003; Magurran, 2004). Estos índices toman en cuenta la riqueza de especies (número de

especies y su abundancia relativa). En este trabajo se emplearon:

1. Shannon-Wiener (H) = $-\sum p_i \log_e p_i$. Este índice es sensible al tamaño de muestra e involucra riqueza y la variabilidad de abundancia de especies.
2. Simpson (D) = $1/\sum p_i^2$. Es un índice ponderado por la especie más abundante y menos sensible a riqueza de especies.
3. Margalef (D) = $(S-1) \ln N$. Índice que refleja riqueza de especies y es influido por el tamaño de muestra.
4. Berger-Parker (D) = N_{\max}/N . Medida de dominancia que expresa la proporción de abundancia de la especie más común.

En donde S se refiere al número de especies, N es el número total de individuos en la muestra, N_{\max} es el número de individuos en la especie más abundante y p_i es la proporción de insectos de la especie i . Los valores de los índices se calcularon y se compararon entre sí con base a una prueba de re-muestreo usando el programa SDR III (Species Diversity and Richness; Seaby y Henderson, 2006). Adicionalmente con el fin de tener una idea global de la relación entre la abundancia de plagas insectiles en maíz y teocintle se calculó el coeficiente de correlación Kendall-tau.

RESULTADOS

Prácticas de producción en las localidades de estudio. Las prácticas relacionadas con preparación del suelo, formas de siembra, control de maleza, combate de insectos y fertilización difirieron de localidad a localidad y de ciclo agrícola a ciclo agrícola (Cuadro 1). En general, los productores que facilitaron el muestreo corresponden al sector de agricultura tradicional. De los 18 sitios de muestreo, únicamente en dos se usó semilla mejorada (HV-313), en tres casos insecticida y en siete algún tipo de herbicida para

combate de maleza. La mayoría de productores trataron de proporcionar al maíz algún tipo de fertilizante, especialmente fertilizantes nitrogenados. En San Salvador El Seco, Pue., Texcoco, Méx., Soyatzingo, Méx., Copándaro, Mich., y La Barca, Jal., la preparación de los suelos se lleva a cabo con maquinaria agrícola; en Churintzio, Mich., Ejutla y San Lorenzo, Jal., se usa tracción animal, mientras que en Talpitita y Guachinango, Jal., se practica la roza-tumba-quema y se siembra con coa.

Clasificación de los organismos colectados.

Durante los tres años de estudio en las 18 localidades muestreadas se obtuvieron 50,940 ejemplares, mismos que se agruparon en seis clases. La clase Insecta fue dominante con el 92.4% del total colectado, siguiéndole en importancia la Clitellata con 3.9%, la Arachnida con el 1.4%, la Crustácea con un 1.2%, la Chilopoda con el 0.8% y la Diplopoda con un 0.3% (Cuadro 2). De las 17 órdenes determinadas, once correspondieron a los insectos; dos a los arácnidos, y una a los chilopodos, crustáceos, diplópodos y anélidos. Cuarenta y cinco familias correspondieron a la clase Insecta, y las cinco restantes a las demás clases. Se clasificaron 66 géneros y 21 no fueron identificados, mismos que representaron el 2.22% del total de ejemplares colectados. Los dos tipos de muestreo utilizados para el conteo de organismos de la parte aérea de las plantas fueron eficientes en términos generales, ya que la determinación de géneros fue muy similar (46 géneros +8 sin identificar) para el muestreo por tiempo, y 46 géneros +10 sin identificar para el muestreo de tallo, hojas y frutos; sin embargo, fue en el número de ejemplares en donde se establecieron diferencias notables, ya que con el primer tipo de muestreo se colectaron 10,934 ejemplares, y con el segundo tipo se obtuvieron 30,934 que son el 21.4 y el 59.6% del total capturado, respectivamente.

Diversidad de especies insectiles en maíz y teocintle

Cuadro 2

Clasificación de los organismos por clase, orden, familia, género y número de ejemplares colectados en maíz y teocintle, considerando los tres tipos de muestreo.

Tipo de muestreo	Clase	Ordenes	Familias	Géneros	No. de ejemplares		
					Maíz	Teocintle	Subtotal
Tiempo	Insecta	10	32	43+7 S.I.	6666	4058	10724
	Arachnida	2	4	3+1 S.I.	82	128	210
Subtotal	2	12	36	46+8 S.I.	6748	4186	10934
Suelo	Insecta	8	16	24+3 S.I.	3481	2878	6359
	Arachnida	1	3	-	34	37	71
	Crustacea	1	1	2	34	596	630
	Chilopoda	1	1	1	141	286	427
	Diplopoda	1	1	1	26	118	144
	Clitellata	1	1	1	877	1104	1981
Subtotal	6	13	23	29+3 S.I.	4593	5019	9612
Tallo, hojas, frutos	Insecta	11	31	43+9 S.I.	21629	8358	29987
	Arachnida	12	4	3+1 S.I.	241	166	407
Subtotal	2	13	35	46+10 S.I.	21870	8524	30394
Total	6	17	50	66+21 S.I.	33211	17729	50940

S.I. = Géneros no determinados.

En el substrato suelo, se observó una mayor participación de clases de organismos que en la parte aérea, pues además de la Insecta, ocurrieron arácnidos, crustáceos, chilópodos, diplópodos y clitelados con tan solo cinco géneros y 3253 ejemplares, representando el 33.8% del total colectado en el suelo.

En el Cuadro 3, se presentan aquellos géneros y especies que sobresalieron por su frecuencia. En los muestreos por tiempo y tallo, hojas y frutos fueron especies comunes: el pulgón *Rhopalosiphum maidis* (Fitch., 1856), los trips *Frankliniella* spp., los picudos *Nicentrites testaceipes* (Champion, 1908) y *Geraeus senilis* (Gyllenhal, 1836), el gusano cogollero *Spodoptera*

frugiperda (J.E.Smith, 1797), y la chicharrita *Dalbulus* spp.

Por su parte los chapulines (*Melanoplus*, *Schistocerca* y *Sphenarium*), la doradilla *Diabrotica* spp., el barrenador *Sphenophorus* spp., el barrenador *Diatraea* spp., y la araña roja (*Tetranychus*, *Oligonychus* y *Paratetranychus*) ocurrieron en uno u otro procedimiento de muestreo.

En el muestreo por tiempo, solo diez géneros representaron el 77.85% del total de las capturas; mientras que con el muestreo de tallo, hojas y frutos, once géneros cubrieron el 90.9% de los ejemplares colectados. En ambos tipos de muestreo sobresalen por sus altas poblaciones: *Rhopalosiphum maidis* y *Frankliniella* spp. Las

Cuadro 3

Totales y porcentajes de los insectos más frecuentes, considerando los tres tipos de muestreo utilizados en maíz y teocintle.

Tipos de muestreo/Plaga	Total	%	Maíz	%	Teocintle	%
TIEMPO	10934	100	6748	62	4186	38
Pulgón <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch.)	6280	57.4	4740	43.35	1540	14.08
Trips <i>Frankliniella</i> spp.	696	6.36	129	1.18	567	5.19
Picudo <i>Nicentrites testaceipes</i> Champion	425	3.88	206	1.9	219	2
Chapulines (<i>Melanoplus</i> , <i>Schistocerca</i> , <i>Sphenarium</i>)	542	4.96	197	1.8	345	3.16
Adultos de doradilla <i>Diabrotica</i> spp.	232	2.12	117	1.07	115	1.05
G. cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	127	1.16	78	0.71	49	0.45
Picudo <i>Geraeus senilis</i> (Gyllenhal)	113	1.03	52	0.48	61	0.56
Chicharrita <i>Dalbulus</i> spp.	98	0.9	55	0.5	43	0.4
Subtotal	8513	77.85	5574	50.98	2939	26.88
SUELO	9612	100	4593	48	5019	52
G. ciega (<i>Phyllophaga</i> , <i>Cyclocephala</i> , <i>Anomala</i> , <i>Macroductilus</i>)	2120	22.05	937	9.75	1183	12.31
G. alambre (Elateridae, Cebrionidae, Tenebrionidae)	492	5.12	205	2.13	287	2.99
G. esqueletonizador <i>Colaspis</i> spp.	405	4.21	199	2.07	206	2.14
Doradillas <i>Diabrotica</i> spp.	390	4.06	269	2.8	121	1.26
Subtotal	3407	35.44	1610	16.75	1797	18.4
TALLO, HOJAS, FRUTOS	30394	100	21870	72	8524	28
Pulgón <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch.)	20110	66.16	15960	52.51	4150	13.65
Trips <i>Frankliniella</i> spp.	5575	18.34	3044	10.01	2531	8.33
Picudo <i>Nicentrites testaceipes</i> Champion	534	1.76	291	0.96	243	0.8
Picudo <i>Sphenophorus</i> spp.	433	1.42	213	0.7	220	0.72
G. cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith)	360	1.18	256	0.84	104	0.34
Chicharrita <i>Dalbulus</i> spp.	182	0.6	142	0.47	40	0.13
G. barrenador <i>Diatraea</i> spp.	163	0.54	73	0.24	90	0.3
A. roja (<i>Tetranychus</i> , <i>Oligonychus</i> , <i>Paratetranychus</i>)	146	0.48	52	0.17	94	0.31
Picudo <i>Geraeus senilis</i> (Gyllenhal)	128	0.42	65	0.21	63	0.21
Subtotal	27631	90.9	20096	66.12	7535	24.8
TOTAL	50940	100	33211	65	17729	35

localidades de La Barca y Guachinango, Jal., y Copándaro, Mich., destacaron por la alta presencia de barrenadores (Lepidopteros y Coleopteros), no así San Salvador El Seco, Puebla y Sta. Lucía, Boyeros y Zoyatzingo, México, que no mostraron actividad. En el muestreo del suelo, nueve géneros de insectos, gallina ciega (*Phyllophaga*, *Cyclocephala*, *Anomala* y *Macroductylus*), los gusanos de alambre (Elateridae, Cebriionidae y Tenebrionidae), el gusano esqueletozador *Colaspis* spp., y las doradillas *Diabrotica* spp., únicamente representaron el 35.44% del total colectado, debido a que en este substrato la presencia de otros organismos agrupados en varias clases fue abundante.

El complejo denominado gallina ciega fue la plaga rizófaga más activa con un 22.05% del total capturado, presentándose en altas poblaciones en Churintzio, Mich., y La Barca, Jal., y con nula presencia en las localidades de Puebla y México. Sus poblaciones fueron ligeramente mayores en el teocintle junto con los gusanos de alambre y el esqueletozador; no así la doradilla que mostró más actividad en el maíz.

Independientemente del tipo de muestreo utilizado, se observaron diferencias en los valores de las capturas y una tendencia general consistente de que en el maíz se registró un mayor número de insectos en los muestreos por tiempo, suelo, tallo, hojas y frutos, así como el total con un 50.98, 16.75, 66.12 y 65%, respectivamente. En el teocintle, las capturas fueron del 26.88, 18.70, 24.80 y 35%, respectivamente.

A fin de determinar la relación entre los insectos capturados en maíz y teocintle, se calculó el coeficiente de correlación considerando la información obtenida en los tres años de estudio y las tres localidades muestreadas. Se obtuvo un valor calculado de $r = 0.7$, altamente significativo, es decir, hay una relación muy cercana entre los valores observados del número de insectos y especies en maíz y en teocintle.

Diversidad de especies de insectos. En el Cuadro 4, se presentan los valores de los índices de diversidad para maíz y teocintle en las diferentes localidades muestreadas durante 2001, 2002 y 2003. Los cálculos para obtener los índices de diversidad se basaron en datos de los totales acumulados de 66 especies de insectos; la mayor parte son plagas de importancia para el maíz, sin embargo se incluyeron varios insectos benéficos. Con la excepción de San Lorenzo, Jal. (2001 y 2002), en todas las localidades se registró un mayor número de insectos en maíz, mientras que el número de especies fue similar con ligeras variaciones de localidad a localidad. De manera consistente, los índices de Shannon-Wiener, Simpson y Margalef indicaron que la mayor diversidad de insectos se presentó en teocintle. De los 18 sitios estudiados, los valores de Simpson fueron significativamente mayores en teocintle en 13 casos, 12 casos para Shannon-W y ocho para Margalef. Por su parte el índice Berger-Parker que refleja la dominancia de una especie de insecto, mostró valores significativos para el maíz en 11 casos, los cuales fueron debidos a las altas poblaciones del pulgón del cogollo, mientras que los valores significativos en teocintle fueron debidos a las poblaciones del pulgón del cogollo, trips y gallina ciega.

Con la finalidad de estimar variaciones entre años, en el Cuadro 5 se presentan los valores de los índices de diversidad y número de insectos registrados en Churintzio, Mich., y Guachinango y San Lorenzo, Jal., durante 2001, 2002 y 2003.

Los índices de Shannon-W y Simpson, los cuales reflejan riqueza de especies pero ponderados por la abundancia de la especie más común, indican mayor diversidad en 2001 que en el 2002 y el 2003. Por su parte el índice D (número de especies), Margalef que refleja riqueza de especies y Berger-Parker que indica dominancia, expresan que la mayor diversidad de insectos ocurrió en el 2002, así mismo, el último índice resalta la

Cuadro 4

Índices de diversidad de insectos en maíz y teocintle en once localidades de México durante 2001, 2002 y 2003.

Localidad/ Estado	Año	No. Muestras	No. Insectos	No. Especies (S)	Planta	Shannon -W (H)	Simpson (D)	Margalef (D)	Berger Parker (D)
Copándaro, Mich.	2001	7	1948	25	M	0.973	1.538	3.169	0.803*
			1662	21	T	1.792*	3.869*	2.697	0.361
Churintzio, Mich..	2001	7	996	19	M	1.635	2.911	2.607	0.558*
			484	21	T	2.241*	5.116*	3.235*	0.409
	2002	10	2578	33	M	0.972	1.634	4.074	0.773*
			415	32	T	2.355*	6.072*	5.142	0.345
	2003	9	1728	26	M	1.116	1.981	3.354	0.677*
			580	23	T	1.665*	3.351*	3.457*	0.481
Ejutla, Jal.	2001	5	248	15	M	2.204*	6.711*	2.539*	0.266
			226	9	T	1.314	2.414	1.476	0.620*
	2003	8	669	38	M	2.146	4.645	5.687	0.350
			332	34	T	2.614*	6.939*	5.685	0.337
Guachinango, Jal.	2001	7	982	19	M	1.278	1.988	2.613	0.699*
			593	24	T	2.322*	6.236*	3.602*	0.337
	2002	11	1188	35	M	1.533	2.519	4.802	0.609*
			850	29	T	1.880*	3.338*	4.151	0.524
	2003	9	1801	31	M	1.257	2.122	4.002	0.653*
			622	33	T	1.739*	3.227*	4.974*	0.471
La Barca, Jal.	2001	8	3059	28	M	1.126	1.723	3.364	0.756*
			694	24	T	2.369*	6.354*	3.315	0.343
San Lorenzo, Jal.	2001	6	239	19	M	2.322	7.368	3.287	0.243
			248	23	T	2.467	8.028	3.990*	0.258
	2002	9	294	33	M	2.823*	12.660*	5.630*	0.146
			507	29	T	1.941	3.418	4.495	0.519*
	2003	8	461	27	M	2.063	4.556	4.239	0.334*
			332	35	T	2.749*	9.967*	5.857*	0.226
Talpitita, Jal.	2001	7	422	24	M	2.567*	10.010*	3.805	0.180
			226	20	T	2.282	5.726	3.505	0.372*
El Seco, Pue.	2001	11	2081	17	M	0.548	1.243	2.094	0.896*
			550	15	T	1.111*	1.978*	2.219	0.691
Sta. Lucía, Mex.	2001	10	1730	11	M	0.904	2.168	1.341	0.499
			1417	15	T	1.075	2.255*	1.919*	0.569*
Zoyatzingo, Méx.	2001	9	1131	11	M	0.555	1.340	1.422	0.857*
			392	10	T	1.087*	2.314*	1.507	0.554
Boyeros, Méx	2001	12	879	8	M	0.937*	2.226*	1.033	0.476
			586	7	T	0.752	1.802	0.941	0.689*

*Valor del índice significativamente mayor (P<0.05). M = maíz, T = teocintle

Cuadro 5

Índices de diversidad de insectos en tres localidades de México durante 2001, 2002 y 2003.

Localidad/ Estado	Año	No. Muestras	No. Insectos	No. Especies (S)	Shannon-W (D)	Simpson (D)	Margalef (D)	Berger Parker (D)
Churintzio, Mich.	2001	7	1480	24	2.033*	4.497*	3.151	0.399
	2002	10	2993	41	1.299	2.051	4.997*	0.679*
	2003	9	2308	31	1.353	2.508	3.874	0.562
Guachinango, Jal.	2001	7	1575	27	1.776*	2.939*	3.532	0.563
	2002	11	2038	40	1.733*	2.838*	5.118*	0.574
	2003	9	2423	40	1.416	2.369	5.005*	0.606*
San Lorenzo, Jal.	2001	6	487	27	2.545	8.375*	4.202	0.251
	2002	9	801	39	2.462	6.285	5.684*	0.351*
	2003	8	793	39	2.478	6.358	5.692	0.277

* Valor del índice significativo mayor ($P < 0.05$).

importancia de la abundancia de los pulgones en el 2002.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación durante tres años en los diferentes sitios de muestreo, indican que más que una especie en particular, ocurren simultáneamente organismos de varias clases, órdenes, familias, géneros y especies, tanto en la parte aérea de la planta como en la raíz, coincidiendo con lo señalado por Loera y Sifuentes (1974); Medina y Sifuentes (1977); Loya (1978); Díaz (1978); Rodríguez-Del Bosque (1978); Anónimo (1980); Morón (1983); Pacheco (1985); Sifuentes (1985a, 1985b); Ortega (1987); De la Paz (1993); Marín (2001); Rodríguez -Del Bosque y Marín (2008), basados en estudios realizados en diferentes estados de la República Mexicana. Estos investigadores reportan también como organismos dañinos principales en el maíz a la clase Insecta y en menor proporción a la Arachnida, señalando que: el gusano cogolle-

ro, los barrenadores, la gallina ciega, los trips, la araña roja, la doradilla, los pulgones, los picudos del cogollo y las chicharritas, en general tienen una amplia distribución en México y que por los daños causados al cultivo son considerados como de importancia económica relevante en varias regiones agrícolas.

Si bien, las capturas de organismos de la parte aérea de la planta fueron más bajas en el teocintle al compararlas con las obtenidas en maíz, se observó una tendencia similar en teocintle y maíz, pues prácticamente todos los organismos fueron detectados en ambas especies vegetales, con ligeras variaciones numéricas. Aún cuando no hay referencias suficientes respecto a teocintle, los resultados de este estudio indican que existe cierta similitud con lo señalado por Moya -Raygoza *et al.* (1993) quienes al describir los patrones estacionales de la abundancia de insectos asociados a *Zea diploperennis*, reportaron la presencia de 13 órdenes y 125 familias. La información generada en esta investigación indica que si bien se deter-

minó un mayor número de órdenes (17) y uno menor de familias (50), se hace patente la gran diversidad de fauna presente en el maíz y los teocintles anuales y perennes. En lo que respecta a que del total de ejemplares colectados el 80% correspondió a la parte aérea de la planta y el 20% a rizófagas, se obtuvieron resultados similares a lo señalado por los mismos investigadores.

Con base en los valores observados en las medidas de diversidad utilizados en este estudio y los rangos de sus valores, los índices de Shannon-W y Berger-Parker mostraron consistencia y complementariedad en la explicación del fenómeno, pues mientras el primero indicó que en el 72% de los casos el teocintle presentó mayor diversidad de especies insectiles, el segundo índice señaló que en el 61% de las pruebas el maíz mostró altas poblaciones de pulgones, siendo la especie dominante. El desempeño obtenido con el índice Shannon-W en esta investigación concuerda con lo señalado por Zeidler *et al.*, 2002; Gardiner *et al.*, 2003, quienes al utilizarlo describieron satisfactoriamente la diversidad y abundancia de especies. Sin embargo, Taylor *et al.*, 1976, puntualizaron que la interpretación de los índices Shannon-W y Simpson, debe ser tratada con precaución debido a que son insensibles para análisis del impacto ambiental y que pueden ser afectados negativamente por sesgos de muestras pequeñas, dominio de especies y presencia de especies raras, considerando al índice log-serie α superior porque es menos influido por una o dos especies abundantes o especies raras (Taylor, 1978; Kempton, 1979). Esta aparente debilidad o inconsistencia de la medida de diversidad Shannon-W, se complementó con la información generada por el índice Berger-Parker.

Las modificaciones en los ecosistemas debido a la influencia humana, han alterado la composición de las comunidades de insectos (Stoner y Joern, 2004); estas modificaciones incluyen el grado de fragmentación de los ecosistemas, uso

de maquinaria agrícola, aplicación de insecticidas, aplicación de herbicidas, tipos de fertilizantes, variedades mejoradas y monocultivos, entre otros aspectos. Las comunidades de insectos, en especial las plagas agrícolas, se verán afectadas si sus fuentes de alimento se reducen y las poblaciones de insectos benéficos se incrementan. Tomando en cuenta lo anterior y considerando que las localidades y años en que se llevó a cabo el estudio involucraron grandes variaciones en tipo de suelo, fertilidad del suelo, variaciones genéticas en los materiales vegetales, altitud, temperaturas, humedad, uso de agroquímicos, manejo del cultivo, etc., y no se evaluaron puntualmente para separar los efectos, es obvio que en su conjunto son responsables de los patrones observados.

Las diferencias encontradas en el maíz y teocintle en la diversidad y abundancia de especies son consistentes; del total de especies de insectos observadas, 12% no fueron observados en el teocintle y cerca del 7% no fueron detectadas en el maíz, aunque la diversidad y abundancia varían de año a año y de localidad a localidad. Las mayores poblaciones insectiles ocurrieron en las áreas subtropicales, mientras que en San Lorenzo y Ejutla, Jal., se presentaron las densidades más bajas. Finalmente, las diferencias observadas en la abundancia de especies entre el maíz y el teocintle, en gran medida pudieran ser de origen genético, asociadas al proceso de domesticación del maíz en el que se favorecieron características de atracción, nutrición, protección etc., para algunas especies insectiles y darle finalmente la cualidad de presentar poblaciones más altas que su ancestro el teocintle. Por otra parte, la mayor diversidad de especies en el teocintle, pudiera deberse a la gran variabilidad fenotípica existente en el teocintle, pudiendo permitir que las poblaciones de insectos se diluyan, lo cual es coherente con lo señalado por Zeidler *et al.* (2002) y Gardiner *et al.* (2003), quienes al trabajar con termitas y artrópodos, encontraron una mayor diversidad de

especies en sitios no domesticados o con baja intensidad en su manejo, que aquellos sitios con un uso intensivo o cultivado.

CONCLUSIONES

1. El maíz y teocintle de varias regiones de México, presentaron simultáneamente la presencia de organismos de varias clases, órdenes, familias, géneros y especies.
2. En la parte aérea y de la raíz de las dos especies vegetales predominó la presencia de la clase insecta; en el substrato del suelo además se encontraron cinco clases más de organismos.
3. Del total de ejemplares colectados, cerca del 12% no fueron observados en el teocintle, mientras que alrededor del 7% no se detectaron en el maíz.
4. El maíz presentó una mayor incidencia de organismos colectados que el teocintle (un 65 y 35 por ciento, respectivamente).
5. Veinte géneros de insectos y tres de ácaros considerados como plagas de importancia agrícola, presentaron el mayor número de organismos colectados en la parte aérea y la raíz de las plantas del maíz y teocintle.
6. De los índices utilizados para medir la diversidad de especies, el de Shannon-Wiener presentó la mayor consistencia, indicando que en el teocintle ocurrió una mayor diversidad de especies. Mientras que el de Berger-Parker que expresa dominancia, indicó que el maíz presentó dominancia de los pulgones del cogollo *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), mientras que en el teocintle fueron los pulgones, los trips *Frankliniella* spp., y la gallina ciega (varios géneros).
7. La mayor diversidad de especies ponderada por la abundancia de la especie más común ocurrió en el 2001, 2002 y 2003, en ese orden, respectivamente.

8. A pesar de que la mayoría de insectos se presentan tanto en maíz como teocintle, se observaron casos en los que el comportamiento de la densidad poblacional puede indicar cierta preferencia; como la mostrada por el pulgón del cogollo, los trips, las chicharritas *Dalbulus* spp., el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), y las larvas de *Diabrotica* spp. por el maíz; mientras que los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. y *Sphenophorus* spp. y la gallina ciega fueron más frecuentes en teocintle.

AGRADECIMIENTO

A Monsanto Comercial S.A. de C.V., por el financiamiento parcial de esta investigación, y en especial a la colaboración del Dr. Juan Manuel de la Fuente.

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1980. *Principales Plagas del Maíz*. SAHR. Dirección General de Sanidad Vegetal. México. 84 p.
- BORROR, D.G., D.M. DELONG AND C.A. TRIPLEHORN. 1981. *An introduction to the study of insects*. Saunders College, Philadelphia, USA. 877pp.
- BRANSON, F.F., AND J. REYES R. 1983. The association of *Diabrotica* spp. with *Zea diploperennis*. *J. Kans. Entomol. Soc.* 56 (1) : 97-99.
- CEC. 2004. *Comision for Environmental Cooperation of North America, Maize and Biodiversity: The Effects of Transgenic Maize in México*. Public symposium, March 11. Oaxaca, México.
- CIBIOGEM. 2001. *Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados* (Consejo Consultivo de Bioseguridad). Enero 19, Celaya, Gto., 13-14 de Julio, Cuernavaca, Mor.
- CIMMYT. 1995. *Foro flujo genético maíz-teocintle, maíz-maíz: implicaciones para el maíz transgénico*. Septiembre 25-27, El Batán, Texcoco, México.
- DAVIDSON, D.W. 1977. Species diversity and community organization in desert seed-eating ants. *Ecology* 58:711-724.
- DE LA PAZ G., S. 1986. Catálogo de artrópodos de la colección del CAEAJAL. SARH, INIFAP, CIAB. Campo Agri-

- cola Experimental de los Altos de Jalisco. Tepatitlán, Jal., México. Folleto Técnico No. 2. 20pp.
- DE LA PAZ G., S. 1993. *Plagas del maíz, del frijol y de la asociación maíz-frijol en los Altos de Jalisco*. SARH. INIFAP. CIPAC. C.E. Altos de Jalisco. México. Libro Técnico No. 1. 89 p.
- DÍAZ C., G. 1978. *Plagas del maíz en el Centro y Occidente de México*. SARH. INIA. CIAB. Campo Agrícola Experimental Bajío. Folleto Misceláneo No. 39. 20 p.
- DOEBLEY, J.F. 2004. The genetics of maize evolution. *Annual Review of Genetics* 38: 37-59.
- EUBANKS, M. 1993. Corn rootworm resistance conferred to maize via *Tripsacum x Zea diploperennis*. *Maize Genetics Cooperation Newsletter* 67: 39-41.
- EUBANKS, M. 1999. Growth chambers bioassays to test a natural resource for corn rootworm resistance. *Maize Genetics Cooperation Newsletter* 73: 30.
- EUBANKS, M. 2000. Pilot study for heritability of enhanced drought tolerance in corn via *Tripsacum-Zea diploperennis* hybrids. *Maize Genetics Cooperation Newsletter* 74: 27-28.
- FINDLEY, W.R., L.R. NAULT, W.E. STYER AND D.T. GORDON. 1983. *Zea diploperennis* as a source of maize chlorotic dwarf virus resistance : A progress report. p. 255-257. In: Gordon, D.T., J.K. Knoke, L.R. Nault and R.M. Ritter (eds). *Proceedings International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop*, 2-6 August 1982. The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster. EUA.
- FÖRSTER, P. 1991. Influence of pesticides on larvae and adults of *Platynus dorsalis* and adults of *Tachyporus hypnorum* in laboratory and semi-field trials. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 9: 457-463.
- GARDINER, M.M., J.D. BARBOUR, AND J.B. JOHNSON. 2003. Arthropod Diversity and Abundance on Feral and Cultivated *Humulus lupulus* (Urticales: Cannabaceae) in Idaho. *Environ. Entomol.* 32(3): 564-574.
- INEGI. 2006. *El Sector Alimentario en México*. Serie de Estadísticas Sectoriales. pp. 267.
- JOHNSON, K.A. & W.G. WHITFORD. 1975. Foraging ecology and relative importance of subterranean termites in Chihuahuan desert ecosystems. *Environmental Entomology* 4: 66-70.
- KEMPTON, R.A. 1979. Structure of species abundance and measurement of diversity. *Biometrics* 35: 307-322.
- KREBS, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins, New York.
- KREMEN, C., R.K. COLWELL, T.L. ERWIN, D.D. MURPHY, R.F. NOSS & M.A. SANJAYAN. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7: 796-808.
- LOERA G., J. Y J.A. SIFUENTES A. 1974. *Principales plagas que atacan a los cultivos de maíz, sorgo y algodón en Tamaulipas*. SAG. INIA. CIAT. Campo Agrícola Experimental de Río Bravo, Tamps., México. Circular CIAT No. 5. 17 p.
- LOYA R., J. 1978. *Principales plagas del maíz en Morelos*. SARH. INIA. CIAMEC. Circular No. 99 . 11 p.
- MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. 256 p.
- MARÍN J., A. 2001. *Insectos plaga del maíz. Guía para su identificación*. Celaya, Gto., México. SAGARPA, INIFAP. Campo Experimental Bajío. Folleto técnico No. 1. 29 p.
- MATSUOKA, Y., Y. VIGOUROUX, M.M. GOODMAN, J. SÁNCHEZ G., E. BUCKLER AND J. DOEBLEY. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 6080-6084.
- MEDINA M., R. Y J.A. SIFUENTES. 1977. *Guía para el Combate de Plagas en la Zona Temporalera de Zacatecas*. SARH. INIA. CIANE. Campo Agrícola Experimental Calera, Zac. México. Circular No. 66. 32 p.
- MEGLITSCH, A.P. 1967. *Invertebrate zoology*. 29a ED. University Press, New York, USA. 670pp.
- MELHUS, I.E. AND M. CHAMBERLAIN. 1953. A preliminary study of teosinte in its region of origin. *Iowa State College Journal of Science* 28: 139-164.
- MORÓN, M.A. 1983. Introducción a la biosistemática y ecología de los coleópteros Melolonthidae edafícolas de México. CI- C13. En: *II Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo*. Colegio de Posgraduados y Depto. De Parasitología, UACH., Chapingo, México, y la Sociedad Mexicana de Entomología.
- MOYA-RAYGOZA, G., E. SANTANA C., P. PLAZA L. 1988. Búsqueda de resistencia en *Zea diploperennis* (Gramineae) para disminuir el daño por plagas del suelo en maíz. pp. 179-196. En: *Tercera Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo*. Sociedad Mexicana de Entomología. ICI de México. Instituto de Ecología.
- MOYA-RAYGOZA, G., V. BEDOY V. Y E. SANTANA C. 1993. Patrones estacionales de la abundancia de insectos en manchones naturales de *Zea diploperennis*. En: Benz, B. (Compilador). *Biología, ecología y conservación del género Zea*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., Méx. pp. 165-177.
- NAPPO. 1997. *Taller de NAPPO (North American Plant Protection) sobre maíz transgénico*. Octubre 13-16, México, D.F.

Diversidad de especies insectiles en maíz y teocintle

- NAULT, L.R. AND W.R. FINDLEY. 1981. *Zea diploperennis*: A primitive relative offers new traits to improve corn. *Ohio Report on Research and Development in Agriculture, Home Economics and Natural Resources* 66(6): 90-92.
- NAULT, L.R. D.T. GORDON, V.D. DAMSTEEGT AND H.H. ILTIS. 1982. Response of annual and perennial teosintes (*Zea*) to six maize viruses. *Plant disease* 66(1): 61-62.
- NAULT, L.R. 1983. Origins of leafhopper vectors of maize pathogens in Mesoamerica. In: Gordon, D.T., J.K. Knoke, L.R. Nault and R.M. Ritter (Eds). *Proceedings International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop, 2-6 August 1982*. The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster. EUA. p. 75-82.
- NAULT, L.R. 1993. Evolución de una plaga de insectos. El maíz y las chicharritas. Un estudio de caso. En: Benz, B. (Compilador). *Biología, ecología y conservación del género Zea*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., Méx. p p. 179-202.
- ORTEGA C., A. 1987. *Insectos nocivos del maíz: Una guía para su identificación en el campo*. México, D.F. CIMMYT. 106 p.
- PACHECO M., F. 1985. *Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. México*. SARH. INIA. CIANO. Campo Agrícola Experimental Valle del Yaqui. Libro Técnico No.1. pp. 139-171.
- RODRÍGUEZ-DEL BOSQUE., L. A. 1978. *Clave de campo para identificación de plagas del maíz y su combate. Norte de Tamaulipas*. SARH. INIA. CIAGON. Campo Agrícola Experimental de Río Bravo. Circular CIAGON. 6/78. 31 p.
- RODRÍGUEZ-DEL BOSQUE, L.A. Y A. MARÍN J. 2008. Insectosplaga y su control. En: *El cultivo del maíz temas selectos*. Colegio de Posgraduados. Mundi-Prensa México. pp. 29-46.
- SÁNCHEZ G., J.J., T.A. KATO Y., M. AGUILAR S., J.M. HERNÁNDEZ C., A. LÓPEZ R. Y J.A. RUÍZ C. 1998. *Distribución y caracterización del teocintle*. Libro Técnico Núm. 2. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 150p.
- SEABY, R.M. Y P.A. HENDERSON. 2006. *Species Diversity and Richness Version 4*. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.
- SERRATOS, J.A., M.C. WILLCOX, AND F. CASTILLO. 1996. *Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: Implicaciones para el maíz transgénico*. México, D.F., CIMMYT.
- SHAH, P.A., D. R. BROOKS, J.E. ASHBY, J.N. PERRY AND I.P. WOIWOD. 2003. Diversity and abundance of the coleopteran fauna from organic and conventional management systems in southern England. *Agricultural and Forest Entomology*. 5: 51-60.
- SIFUENTES A., J.A. 1985a. *Selección de cultivares de plantas con resistencia a diferentes plagas en México*. SARH. INIA. Folleto Técnico No. 83. 30 p.
- SIFUENTES A., J.A. 1985 b. *Plagas del maíz en México*. SARH. INIA. Folleto Técnico No. 85 . México, D.F. 49 p.
- SMBB. 2002. *Discussion Workshop on The Impact of Genetically Modified Maize in México*. Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, México, D.F., Marzo 18-19, 2002.
- SØRENSEN, L.L., J.A. CODDINGTON, AND N. SCHARFF. 2002. Inventorying and Estimating Subcanopy Spider Diversity Using Semiquantitative Sampling Methods in an Afromontane Forest. *Environ. Entomol.* 31(2): 319-330.
- STONER, K.J.L. Y A. JOERN. 2004. Landscape vs. local habitat scale influences to insect communities from tallgrass prairie remnants. *Ecological applications* 14: 1306-1320.
- TAYLOR, L.R., R.A. KEMPTON & I. P. WOIWOD. 1976. Diversity statistics and the log-series model. *Journal of Animal Ecology*. 45: 255-271.
- TAYLOR, L.R. 1978. Bates, Williams, Hutchinson- a variety of diversities. *Diversity of Insect Faunas: 9th Symposium of The Royal Entomological Society* (Ed. by L.A. Mound and N. Waloff). Blackwell, Oxford. pp. 1-18.
- WEYGOLDT, P. 1969. *The biology of pseudoscorpions*. Harvard University Press. Cambridge, USA. 145pp.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1988. Agrometeorological aspects of operational crop protection. *WMO. Tech. Note* No. 192.
- ZEIDLER, J., S. HANRAHAN & M. SCHOLES. 2002. Termite species richness, composition and diversity on five farms in southern Kunene region, Namibia. *African Zoology* 37(1): 7-11.