

Detección de la Marchitez Bacteriana del Maíz, *Pantoea stewartii* (Smith) Mergaert, Verdonck y Kersters, en el Valle Central de México

Noemí Valencia-Torres, Mónica Mezzalama, CIMMYT Int., km 45 Carr. México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Edo. de México CP 56130; Santos Gerardo Leyva-Mir, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola, km 38.5 Carr. México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México CP 56.230; y Daniel P. Jeffers, CIMMYT Int. Correspondencia: n.valencia@cgiar.org

(Recibido: Marzo 05, 2004 Aceptado: Junio 30, 2004)

Valencia-Torres, N., Mezzalama, M., Leyva-Mir, S.G. y Jeffers, D.P. 2004. Detección de la marchitez bacteriana del Maíz, *Pantoea stewartii* (Smith) Mergaert, Verdonck y Kersters, en el Valle Central de México. Revista Mexicana de Fitopatología 22:308-314.

Resumen. En los años 2001 y 2002 se muestrearon plantas de maíz en 61 y 26 localidades, respectivamente, del Valle Central de México, zona que abarca parte de los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Veracruz (1167-2811 msnm), para determinar la presencia y distribución de la marchitez bacteriana de Stewart, causada por la bacteria *Pantoea stewartii*. Las hojas de plantas con los síntomas típicos de la enfermedad se llevaron al laboratorio para ser analizadas con la prueba de ELISA utilizando antisueros comerciales. El 43.5% y 78.6% de las muestras recolectadas resultaron positivas a la bacteria con la prueba de ELISA en el 2001 y 2002, respectivamente. Estos resultados indican que la enfermedad está presente en México, como se había reportado por otros investigadores anteriormente.

Palabras claves adicionales: Marchitez bacteriana de Stewart, distribución.

Abstract. Maize plants were surveyed for the presence of *Pantoea stewartii*, the causal agent of Stewart's wilt disease, during 2001 and 2002 in 61 and 26 sites located in the Central Valley of Mexico, respectively. This valley comprises the states of Mexico, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, and Veracruz which range from 1167 to 2811 masl. Leaves showing disease symptoms were taken to the laboratory and analyzed with ELISA test using commercial kits. In 2001, 43.5% of the leaf samples reacted positively to the ELISA test, as well as 78.6% in 2002. These results confirm that the disease is present in Mexico, as reported previously by other researchers.

Additional keywords: Stewart's wilt, distribution.

La marchitez bacteriana del maíz (*Zea mays* L.), también

llamada enfermedad de Stewart, bacteriosis o marchitez bacteriana es causada por *Pantoea stewartii* Mergaert, Verdonck y Kersters, sin. *Erwinia stewartii* (Smith, 1898). Es considerada una enfermedad de importancia cuarentenaria por ser transmisible por semilla: en México está regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-018-FITO-1995 (SAGARPA, 1996). Otros 100 países del mundo requieren que la semilla de maíz sea certificada como libre de *P. stewartii* antes de permitir su importación (Block *et al.*, 1998). La enfermedad puede presentarse en diferentes etapas de desarrollo de la planta de maíz (Pepper, 1967) y generalmente ocurre en dos fases: En la primera, las plántulas se infectan de forma sistémica y se marchitan rápidamente, manifestando síntomas que pueden confundirse con los de sequía, deficiencia nutricional o daño por insectos (Claffin, 1999); en la segunda, se manifiesta como tizón de la hoja y es más común. Las lesiones en las hojas son de color verde pálido a amarillo verdoso y se desarrollan como líneas a lo largo de las venas: usualmente se originan en el sitio de alimentación de los vectores primarios de la enfermedad en el campo. Si la enfermedad es severa, las hojas completas pueden morir y secarse prematuramente, quedando expuestas al ataque de hongos en tallo y raíz: sin embargo, la fase de tizón de la hoja no es tan grave como la de tizón en plántulas, la cual causa su destrucción total (Claffin, 1999). Esta enfermedad es diseminada también por insectos. En el campo la propagación de los coleópteros de las especies *Chaetocnema pulicaria* Melscheimer, *C. denticulata* Illiger, *Diabrotica undecimpunctata* Howardi Barber, *Hylemya cilicrura* Rondani, *Agriotes mancus* Say y *Phyllophaga* sp. *C. pulicaria* es la especie más importante porque la bacteria sobrevive dentro del cuerpo del insecto en el invierno, y se ha corroborado que es el vector más significativo desde el punto de vista epidemiológico (Esker y Nutter, 2002, 2003). En la primavera, los adultos diseminan la bacteria al alimentarse de las plantas de maíz y otros pastos que pueden ser hospederos secundarios del patógeno. Dado que varias generaciones de *C. pulicaria* son producidas durante la etapa

de crecimiento del maíz, la severidad de la enfermedad está directamente relacionada con los niveles de población de estos coleópteros (Claflin, 1999). Stewart (1897) y Smith (1909), citados por CABI (2003), proporcionaron pruebas de la transmisión por semilla, al lograr desarrollar la enfermedad en plantas producidas en campo e invernadero a partir de semilla proveniente de plantas infectadas. En trabajos

sucesivos, se encontró que semillas de plantas infectadas transmitieron el patógeno a las plántulas en un 10.6% al ser sembradas en cultivo en agar, y en un 13% en condiciones de invernadero en ausencia de otras fuentes de inóculo (Frutchey, 1936). Pese a que no se ha demostrado aún la transmisión de *P. stewartii* por semilla en condiciones de campo (Block *et al.*, 1998; Claflin, 1999; Khan *et al.*, 1996), se considera que

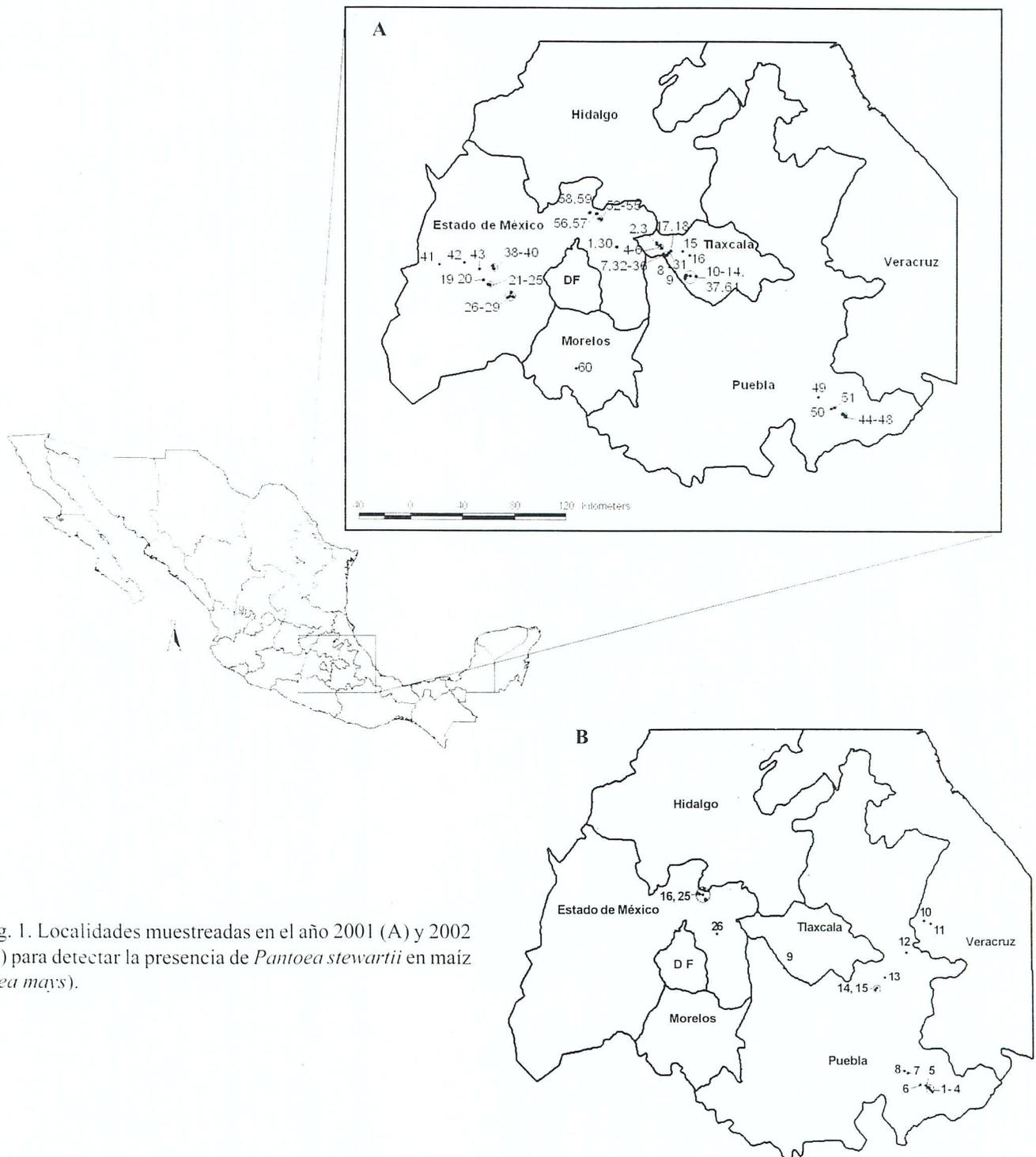


Fig. 1. Localidades muestreadas en el año 2001 (A) y 2002 (B) para detectar la presencia de *Pantoea stewartii* en maíz (*Zea mays*).

Cuadro 1. Ubicación de las localidades muestreadas para la detección de *Pantoea stewartii* en los Valles Altos de México en el año 2001.

Localidad	Altitud (msnm)	Coordenadas		Municipio	Estado	No. muestras colectadas	No. muestras positivas
		N	W				
1	2326	19.5284	98.84574	Texcoco	Edo. de México	1	8
19	2779	19.2953	99.77718	Zinacantepec	Edo. de México	2	0
20	2782	19.2943	99.77632	Zinacantepec	Edo. de México	2	0
21	2810	19.2616	99.74116	Zinacantepec	Edo. de México	3	0
22	2805	19.2626	99.73986	Zinacantepec	Edo. de México	2	0
23	2803	19.2611	99.73654	Zinacantepec	Edo. de México	1	0
24	2802	19.2612	99.73576	Zinacantepec	Edo. de México	5	0
25	2811	19.2547	99.73358	Zinacantepec	Edo. de México	3	0
26	2616	19.2007	99.58527	Chapultepec	Edo. de México	3	0
27	2641	19.1795	99.59494	Calimaya	Edo. de México	3	0
28	2679	19.1691	99.60686	Calimaya	Edo. de México	2	0
29	2588	19.1727	99.57369	Sn. Antonio la Isla	Edo. de México	2	0
30	2326	19.5284	98.84574	Texcoco	Edo. de México	2	2
38	2624	19.3921	99.71165	Almoloya de Juárez	Edo. de México	3	0
39	2647	19.3746	99.70860	Toluca	Edo. de México	1	0
40	2645	19.3722	99.70630	Toluca	Edo. de México	2	0
41	2492	19.405	100.08074	Villa Allende	Edo. de México	2	0
42	2613	19.4166	99.90651	Villa Victoria	Edo. de México	1	0
43	2613	19.37	99.80600	Almoloya de Juárez	Edo. de México	1	0
52	2262	19.7306	98.96422	Tecamac	Edo. de México	18	9
53	2268	19.7255	98.95621	Tecamac	Edo. de México	15	6
54	2297	19.7245	98.95820	Tecamac	Edo. de México	9	8
55	2270	19.7316	98.97076	Tecamac	Edo. de México	16	15
56	2271	19.7688	98.98584	Tecamac	Edo. de México	43	42
57	2269	19.7686	98.98771	Tecamac	Edo. de México	11	11
58	2243	19.7741	99.03844	Zumpango	Edo. de México	14	4
59	2274	19.7761	99.03442	Zumpango	Edo. de México	4	0
2	2656	19.5618	98.57081	Calpulalpan	Tlaxcala	1	0
3	2693	19.5493	98.57137	Calpulalpan	Tlaxcala	2	0
4	2702	19.5391	98.54868	Nanacamilpa de Mariano Arista	Tlaxcala	1	0
5	2701	19.5393	98.54843	Nanacamilpa de Mariano Arista	Tlaxcala	6	0
6	2711	19.5217	98.53179	Nanacamilpa de Mariano Arista	Tlaxcala	2	0
7	2694	19.4808	98.52219	Nanacamilpa de Mariano Arista	Tlaxcala	1	0
10	2245	19.3245	98.35814	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	Tlaxcala	1	0
11	2254	19.3285	98.35814	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	Tlaxcala	1	0
12	2238	19.3263	98.33172	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	Tlaxcala	3	0
13	2241	19.3217	98.29316	Panotla	Tlaxcala	1	0
14	2243	19.3226	98.29287	Panotla	Tlaxcala	3	0
15	2615	19.47000	98.33530	Hueyotlipan	Tlaxcala	1	0
16	2649	19.4988	98.38961	Hueyotlipan	Tlaxcala	3	0
17	2674	19.5037	98.47024	Sanctorum de Lázaro Cardenas	Tlaxcala	1	0
18	2672	19.5044	98.46990	Sanctorum de Lázaro Cardenas	Tlaxcala	7	0
31	2756	19.4894	98.48366	Sanctorum de Lázaro Cardenas	Tlaxcala	10	0
32	2767	19.4743	98.49941	Sanctorum de Lázaro Cardenas	Tlaxcala	5	0
33	2788	19.4733	98.49626	Sanctorum de Lázaro Cardenas	Tlaxcala	4	0
34	2767	19.4733	98.50097	Sanctorum de Lázaro Cardenas	Tlaxcala	17	0
35	2762	19.4711	98.50445	Sanctorum de Lázaro Cardenas	Tlaxcala	3	0
36	2762	19.471	98.50445	Sanctorum de Lázaro Cardenas	Tlaxcala	3	0
37	2231	19.3268	98.36513	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	Tlaxcala	3	0
61	2230	19.30800	98.3679	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	Tlaxcala	5	4
8	2435	19.389	98.48025	San Matias Tlalancaleca	Puebla	1	0
9	2430	19.3509	98.44421	San Matias Tlalancaleca	Puebla	1	0
44	1172	18.343	97.25468	Zinacatepec	Puebla	9	7
45	1179	18.3449	97.25663	Zinacatepec	Puebla	4	4
46	1186	18.3524	97.26099	Zinacatepec	Puebla	2	1
47	1207	18.3622	97.27237	Altepexi	Puebla	2	2
48	1226	18.3654	97.27601	Altepexi	Puebla	6	4
49	1690	18.48200	97.44415	Tehuacan	Puebla	1	0
50	1452	18.3993	97.35473	Altepexi	Puebla	7	2
51	1373	18.409	97.33121	Altepexi	Puebla	8	4
					TOTAL	306	133

la marchitez bacteriana puede causar problemas en la producción de semilla y provoca pérdidas de producción. Esta enfermedad fue reportada por primera vez en 1897 en Estados Unidos, donde se considera endémica (Claflin, 1999, CABI 2003), y su presencia ha sido confirmada en Austria, Brasil, Bolivia, Canadá, Costa Rica, Guyana, India, México (distribución restringida), Perú y Puerto Rico (CABI, 2003). La enfermedad ha sido erradicada en China, la Confederación Rusa, Grecia, Italia, Malasia, Polonia, Rumania, Tailandia, y Vietnam (CABI, 2003). En México se detectó por primera vez en 1937 por Elliot (Elliot, 1938), quien realizó aislamientos de hojas con síntomas de marchitez bacteriana recolectadas en Orizaba y Jalapa, Veracruz, y también reportó la presencia del vector *C. pulicaria*. En 1967, algunos híbridos de maíz fueron atacados por un patógeno en el Valle de Toluca, en las localidades de Almoloya de Juárez, Villa de Allende, Villa Victoria, Zinacantepec, Toluca, Lerma, Tenango del Valle, Capulhuac, y Tianguistenco. Dicho patógeno, que resultó ser una bacteria parecida a *E. stewartii*, causó necrosis en las hojas y pudrición del tallo, y destruyó hasta un 40% de las plantas en algunas zonas de cultivo (Fucikovsky *et al.*, 1972). Debido a que hubo una alta incidencia de esta infección durante los primeros años de la década de 1970, en 1975 Cabrales y Fucikovsky realizaron otros estudios e identificaron el patógeno como *Erwinia stewartii*. Actualmente se reporta la presencia de la marchitez bacteriana en México con distribución restringida. Según Jeffers y Velázquez, en 1997 la enfermedad se encontró presente en ciertas localidades del Valle Central de México, zona que abarca partes de los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, y Veracruz (Ávila *et al.*, 1999). El presente trabajo tuvo como objetivo confirmar la presencia de *P. stewartii* en el Valle Central de México.

Se realizó la búsqueda de plantas con síntomas similares a los ocasionados por *P. stewartii* en el Valle Central de México, específicamente en los estados de Hidalgo, México, Puebla, Tlaxcala, y Veracruz. Se tomó como referencia el reporte de Jeffers y Velázquez (1997) para realizar los recorridos. Los muestreos se efectuaron en diferentes localidades en julio y agosto del 2001 y 2002 (Fig. 1). Se registraron las coordenadas geográficas de cada localidad, utilizando el sistema de posicionamiento global (Garmin® GPS38 personal navigator). Se seleccionaron plantas con síntomas similares a los ocasionados por *P. stewartii*, según lo descrito por Claflin (1999). El número de hojas recolectadas por localidad varió (de 1 a 43 hojas), dependiendo de la frecuencia de plantas con síntomas que se encontraron en el campo. Las muestras se mantuvieron a baja temperatura colocándolas en una hielera durante el trayecto del área de recolección al laboratorio, donde se sometieron a la prueba de inmunoabsorción enzimática (ELISA) (Blakemore *et al.*, 1999) utilizando los antisueros para la detección de *P. stewartii* producidos por AGDIA® (www.agdia.com) y el protocolo sugerido por la misma compañía. Cada placa de ELISA incluyó las muestras, un testigo negativo, uno positivo

y un testigo con búfer de extracción, colocados en dos pozos contiguos que representaron dos repeticiones. Para la lectura de placas se utilizó un lector de microplacas marca Dynatech® MR700, con filtro de 405 nm. Se consideró positiva una muestra cuando el promedio del valor de la absorbancia de los dos pozos fueron tres veces mayor que el promedio de los pozos del testigo negativo. De las muestras positivas se realizó un aislamiento en cajas de petri con medio de cultivo 523 (Kado, 1980). Para ello, se maceró en búfer PBS (pH 7.2) por 10 min una porción de tejido con síntomas, previamente desinfectado con hipoclorito de sodio al 1% durante 1 min, y el macerado se inoculó en estrías en las cajas petri, las cuales se incubaron durante 48 h a 28°C. Las colonias bacterianas que se desarrollaron fueron aisladas, purificadas y sometidas nuevamente a la prueba de ELISA para confirmar que se trataba de *P. stewartii*. En el ciclo 2002 se repitieron los muestreos en las localidades donde el año anterior se encontraron plantas positivas a *P. stewartii* y en otras que no habían sido muestreadas en 2001. Las muestras de hojas recolectadas se sometieron al mismo procedimiento de detección.

En el ciclo 2001 se recorrieron 61 localidades en los estados de México, Tlaxcala, y Puebla (Fig. 1A), donde se recolectaron 310 muestras de hojas, de las cuales 133 resultaron positivas en la prueba de ELISA (Cuadro 1). Los síntomas observados en las muestras fueron lesiones alargadas con bordes irregulares (Fig. 2) coincidiendo con la descripción de Claflin (1999). En el estado de México se detectaron 105 muestras positivas, lo cual representa el 58.0% de las muestras colectadas, y en el estado de Puebla se detectaron 24 muestras positivas (58.5%)(Cuadro 2). Estos dos estados presentaron la mayor incidencia de marchitez bacteriana de los cuatro estados de los Valles Altos que se muestrearon en 2001. En el año 2002 se recorrieron 26 localidades en los estados de México, Hidalgo, Puebla, y

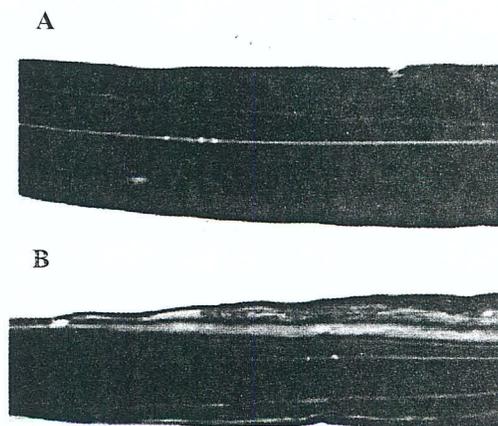


Fig. 2. A. Muestra de hoja de maíz (*Zea mays*) con lesión alargada y bordes irregulares. B. Muestra con síntomas avanzados. Las muestras se colectaron en Altepeixi y Zacatepec, Puebla, México, respectivamente, en julio 2001.

Cuadro 2. Porcentaje de incidencia de *Pantoea stewartii* por estado en México, en los años 2001 y 2002.

Estado	2001			2002		
	No. muestras colectadas	No. muestras positivas	Incidencia (%)	No. muestras colectadas	No. muestras positivas	Incidencia (%)
Estado de México	181	105	58.01	59	51	86.44
Puebla	41	24	58.53	67	46	68.65
Tlaxcala	84	4	4.76			
Hidalgo				30	28	93.33
Veracruz				3	0	0.00

Veracruz (Fig. 1B), colectándose 159 muestras, de las cuales 125 fueron positivas con la prueba de ELISA (Cuadro 3). La mayor incidencia de muestras positivas se encontró en Hidalgo (93.3%), estado que no fue incluido en el muestreo en 2001. En el estado de México hubo un 86.4% de muestras positivas y en Puebla 68.7% (Cuadro 2). Los muestreos llevados a cabo en 2001 y 2002 confirmaron la presencia de la enfermedad en Tecamac y Zumpango (Edo. de México) y en Zinacatepec y Altepexi (Puebla). En el 2001 no se detectó la enfermedad en el Valle de Toluca (Almoloya de Juárez,

Calimaya, Chapultepec, San Antonio la Isla, Toluca, Villa Victoria, y Zinacatepec) contrariamente a lo reportado por Fucikovsky *et al.* (1972) y Jeffers y Velázquez (1997). Tampoco se detectó la enfermedad en 2001 en Sanctorum de Lázaro Cárdenas y Panotla (Tlaxcala), San Salvador el Seco y Mazapiltepec de Juárez (Puebla), y Perote (Veracruz) en 2002, lo cual contrasta con lo reportado por Jeffers y Velázquez (1997), quienes encontraron muestras positivas de esos lugares. No obstante, al igual que Jeffers y Velázquez (1997), en este estudio se detectó la enfermedad en Tecamac

Cuadro 3. Ubicación de las localidades muestreadas para la detección de *Pantoea stewartii* en los Valles Altos de México en el año 2002.

Localidad	Altitud (msnm)	Coordenadas		Municipio	Estado	No. muestras colectadas	No. muestras positivas
		N	W				
1	1167	18.34527	97.25675	Zinacatepec	Puebla	13	12
2	1206	18.35834	97.26953	Ajalpan	Puebla	9	8
3	1247	18.37171	97.28321	Altepexi	Puebla	12	10
4	1266	18.37615	97.29065	Altepexi	Puebla	4	4
5	1322	18.39055	97.30730	Altepexi	Puebla	4	3
6	1429	18.39202	97.35041	Altepexi	Puebla	6	4
7	1696	18.48062	97.44202	Tehuacan	Puebla	2	0
8	1718	18.49446	97.46717	Tehuacan	Puebla	2	1
9	2240	19.24690	98.37073	San Martín Texmelucan	Puebla	5	4
12	2424	19.36193	97.44818	Guadalupe Victoria	Puebla	4	0
13	2374	19.17835	97.61180	San Salvador el Seco	Puebla	1	0
14	2385	19.09957	97.66941	Mazapiltepec de Juárez	Puebla	1	0
15	2443	19.08264	97.68183	Mazapiltepec de Juárez	Puebla	4	0
10	2391	19.58617	97.31234	Perote	Veracruz	2	0
11	2398	19.56646	97.26039	Perote	Veracruz	1	0
16	2262	19.73568	98.96006	Tecamac	Edo. de México	2	2
17	2270	19.73872	98.96736	Tecamac	Edo. de México	3	3
18	2257	19.73362	98.95959	Tecamac	Edo. de México	3	3
19	2275	19.73325	98.96599	Tecamac	Edo. de México	3	3
20	2253	19.77671	99.03291	Zumpango	Edo. de México	1	0
21	2270	19.78559	99.02509	Zumpango	Edo. de México	3	0
22	2251	19.77912	99.02469	Zumpango	Edo. de México	25	25
23	2260	19.77633	99.01097	Zumpango	Edo. de México	2	1
24	2262	19.76801	98.98672	Tecamac	Edo. de México	13	10
26	2268	19.94500	98.87790	Texcoco	Edo. de México	4	4
25	2284	19.81157	98.97739	Tizayuca	Hidalgo	30	28
					TOTAL	159	125

(Edo. de México) en 2001 y 2002. Altepexi en 2001, Tehuacán, Ajalpan (Puebla) y Tizayuca (Hidalgo) en 2002. La persistencia de la enfermedad a través de los años en algunas localidades y su ausencia en otras, tal vez se deba a la adopción por parte de los agricultores de semilla de variedades resistentes y fluctuaciones en la población del insecto vector *C. pulicaria*; cuando existen condiciones ambientales que favorecen su supervivencia durante el invierno, contribuye a que se perpetúe el patógeno. Las temperaturas promedio (entre 13 y 22°C) y las precipitaciones promedio (entre 460 y 897 mm) registradas en los últimos 30 años durante la etapa de crecimiento del maíz (de mayo a septiembre), así como las temperaturas anuales (entre 12 y 25°C) y precipitaciones anuales (entre 522 y 1028 mm) (Corbett, 1998; García, 1998) en las localidades de los Valles Altos donde se realizaron los muestreos en 2001 y 2002, no son factores que limiten el desarrollo de la enfermedad, pues ésta puede ocurrir en un amplio rango de condiciones ambientales. En Estados Unidos, los únicos lugares donde no se presenta la enfermedad son aquéllos donde la temperatura media diaria en diciembre, enero y febrero es inferior a -3°C, en la cual el insecto vector no puede sobrevivir (Stevens, 1934; Stevens and Haenseler, 1941). Desde el punto de vista epidemiológico, es imprescindible que el insecto vector esté presente en el ambiente para difundir la enfermedad a nivel de campo; no obstante, para evitar que la enfermedad se establezca en zonas todavía libres del patógeno, también son esenciales las medidas fitosanitarias que impidan la entrada de semillas infectadas.

CONCLUSIÓN

La marchitez bacteriana del maíz causada por *Pantoea stewartii* se presenta en forma esporádica en el Valle Central de México.

Agradecimientos. Se agradece a Dave Hodson y Eduardo Martínez-Romero (CIMMYT) por la preparación de los mapas y la facilitación de los datos climáticos, y a Alma McNab (CIMMYT) por la revisión del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Ávila, G., Fucikovsky, L., Jeffers, D., De la I de Bauer, D., López, M., y Molina, J. 1999. Distribución de *Pantoea (Erwinia) stewartii* en maíz en los Valles Altos de México. Memorias XLV Reunión Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA). Ciudad de Guatemala, Guatemala. Resumen, p. 58.
- Blakemore, E.J.A., Law, J.R., and Reeves, J.C. 1999. PCR identification of *Erwinia stewartii* and its comparison with two other methods. *Seed Science and Technology* 27:385-396.
- Block, C.C., Hill, J.H., and McGee, D.C. 1998. Seed transmission of *Pantoea stewartii* in field and sweet corn. *Plant Disease* 82:775-780.
- CAB International. 2003. Crop Protection Compendium, Global Module, 5th edition. CD Rom Wallingford, UK, CAB International.
- Cabrales, L., y Fucikovsky, L. 1975. Bacteriosis del maíz en el Valle de Toluca, México. *Agrociencia* 22:51-60.
- Corbett, J.D. 1998. Climate surfaces for Latin America v 2.0. Climate coefficients created using ANUSPLIN. Texas A&M University System, Blackland Research and Extension Center. College Station, Texas, USA. CDRom publication. Resolution: 1 Arc Minute (original data).
- Claflin, L.E. 1999. Stewart's bacterial wilt, pp. 3-4. In: D.G. White (ed.). Compendium of Corn Diseases. Third edition. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 78 p.
- Elliot, C. 1938. Bacterial wilt of sweet corn in Mexico. *Phytopathology* 28:443-444.
- Esler, P.D., and Nutter, F.W., Jr. 2002. Assessing the risk of Stewart's disease of corn through improved knowledge of the role of the corn flea beetle vector. *Phytopathology* 92:668-670.
- Esler, P.D., and Nutter, F.W., Jr. 2003. Temporal dynamics of corn flea beetle populations infested with *Pantoea stewartii*, the causal agent of Stewart's disease of corn. *Phytopathology* 93:210-218.
- Frutchey, C.W. 1936. A study of Stewart's disease of sweet corn, caused by *Phytomonas stewartii*. Michigan State University. Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 152:1-25.
- Fucikovsky, L., Moreno, M., y Téliz, D. 1972. Datos preliminares sobre la bacteriosis de maíz en el Valle de Toluca. *Agrociencia, Serie D*, 9:55-68.
- García, E. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). "Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)". Escala 1:1000000. México. <http://www.conabio.gob.mx/>
- Jeffers, D., and Velazquez, C. 1997. Survey of *Erwinia stewartii* on maize in the highlands of Central Mexico. CIMMYT Report. México, D.F. 44 p.
- Kado, C.I. 1980. Methods in Plant Bacteriology. Department of Plant Pathology. University of California Davis. Davis, California, USA. 82 p.
- Khan, A., Reis, S.M., and Pataky, J.K. 1996. Transmission of *Erwinia stewartii* through seed of resistant and susceptible field and sweet corn. *Plant Disease* 80:398-403.
- Pepper, E.H. 1967. Stewart's Bacterial Wilt of Corn. Monograph No. 4. The American Phytopathological Society at the Hefferman Press, INC., Worcester, Mass., USA. 36 p.
- SAGARPA. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-018-FITO-1995, por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas de maíz. Diario Oficial, 5 de diciembre de 1996. Primera sección 7-14. México, D.F.
- Stevens, N.E. 1934. Stewart's disease in relation to winter

temperatures. Plant Disease Reporter 18:141-149.
Stevens, N.E., and Haenseler, C.M. 1941. Incidence of
bacterial wilt of sweet corn, 1935-1940: Forecasts and
performance. Plant Disease Reporter 25:152-157.



633763

SIMMYI LIBRARY