

EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE INFECCIÓN PARA DETERMINAR LA REACCIÓN DE NUEVOS CLONES A LA ENFERMEDAD DEL CARBÓN (*Sporisorium scitamineum*) EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.)

EVALUATION OF TWO INFECTION METHODS TO DETERMINE THE REACTION OF NEW CLONES TO SMUT DISEASE (*Sporisorium scitamineum*) IN SUGARCANE (*Saccharum* spp.)

Loyo-Joachin, R.¹; Valdez-Balero, A.^{1*}; Silva-Rojas, H.V.²

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina S/N. Cárdenas, Tabasco. México. ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km 36.5, Texcoco, Estado de México.

*Autor responsable: apoloniouvb@colpos.mx

ABSTRACT

Two infection methods of smut disease in sugarcane caused by the fungus *Sporisorium scitamineum* were evaluated, to generate future recommendations and to define their reaction in promising clones obtained in the selection process in Mexico. The methods evaluated: natural infection, through the interspersed use of highly susceptible clones as a source of inoculate and inoculation, the stems were inoculated with 2 g of spores per liter of water. Field assessment of both methods was carried out on the third and seventh month of the crop's life, in two cycles (seedling and shoot). It is concluded that both methods are reliable, however, the method from natural infection is practical and less laborious.

Keywords: *Saccharum* spp., fungi diseases, reliability.

RESUMEN

Se evaluaron dos métodos de infección de la enfermedad del carbón de la caña de azúcar causado por el hongo *Sporisorium scitamineum*, para generar futuras recomendaciones y determinar su reacción en clones prometedores obtenidos en el proceso de selección en México. Los métodos evaluados: infección natural, mediante el uso intercalado de clones altamente susceptibles como fuente de inóculo e inoculación, los tallos se inocularon con 2 g de esporas por litro de agua. La evaluación en campo de ambos métodos se realizó al tercer y séptimo mes de edad del cultivo, en dos ciclos (plantilla y soca). Se concluye que ambos métodos son confiables, sin embargo, el método por infección natural es práctico y menos laborioso.

Palabras clave: *Saccharum* spp., enfermedades fungosas, confiabilidad.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum spp.*), es uno de los cultivos de importancia industrial en las zonas tropicales y subtropicales. Se cultiva en más de 130 países, con 1,842 millones de toneladas producidas; Brasil aporta el 36%, India el 19% y China el 7%, seguidos por Tailandia, Pakistán, México, Colombia, Australia, Filipinas e Indonesia (FAO, 2015). En México, se cultivan en 826,909.67 ha, las cuales producen 55,396,061.34 t, con rendimiento promedio nacional de 73.02 t ha⁻¹ (SIAP, 2015). En el sureste del país se cultivan 113,336 ha, con rendimientos promedio de 60.78 t ha⁻¹ (CNIAA, 2017).

Esta gramínea tiene la capacidad de cultivarse en diferentes ambientes en donde se expone a diversas condiciones, sujetas a la interacción con una gran cantidad de agentes y factores, que afectan su productividad, siendo las enfermedades uno de ellos. El carbón (*Sporisorium scitamineum*), es un problema serio en el cultivo de la caña de azúcar a nivel mundial, se caracteriza por producir la formación de un apéndice alargado semejante a un látigo, compuesto por las teliosporas, que se forman a partir de la transformación del tejido del meristemo apical (Figura 1). En clones altamente susceptibles la cepa desarrolla tallos con un aspecto zacatoso (Figura 2).

Uno de los objetivos en los programas de mejoramiento en caña de azúcar es la selección de cultivares resistentes (Croft *et al.*, 2000), así como la propagación comercial de material vegetativo debidamente evaluado (Nass *et al.*, 1989).

En México se recomienda determinar la respuesta a la enfermedad del carbón mediante la inoculación y evaluación de 120 cepas (Ayala y Marín, 2000). Existen otras opciones para determinar la respuesta a la enfermedad del carbón, como es el uso del método de infección natural; sin embargo, en México no ha sido explorado.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la evaluación de los dos métodos de infección se utilizaron 44 clones de caña de azúcar; en 39 se determinó su reacción a la enfermedad y los cinco clones restantes se usaron como testigos: dos están reportados como resistentes y tres como susceptibles (Cuadro 1).

Información climatológica. Se registraron los datos de temperatura (máxima y mínima) y humedad relativa, durante el período de evaluación de la enfermedad, y se analizaron para determinar la presencia de la enfermedad en campo.



Figura 1. Meristemo transformado por el hongo.



Figura 2. Aspecto zacatoso de la cepa contaminada por las esporas del carbón de la caña de azúcar.

Colecta de esporas. Se recorrieron lotes cultivados con el clon NCo 310 (altamente susceptible), para coleccionar látigos y obtener las esporas del carbón. Los látigos fueron desprovistos de hojas, vainas, parte basal y apical, posteriormente se inició el proceso de obtención de las teliosporas, el cual consistió en el secado de los látigos por 5 d a temperatura de 35 °C, la cual permitió la separación y liberación de esporas de las estructuras parenquimatosas.

Preparación del inóculo. El inóculo presentó una viabilidad del 80%. Para la inoculación de yemas se utilizaron 2 g de esporas por un litro de agua destilada, obteniéndose una suspensión homogenizada de esporas a una concentración de 5×10^6 .

Evaluación de los métodos para determinar la reacción a la enfermedad

Método por infección natural. En el método de infección natural, el

número de cepas evaluadas en campo fueron 20 por clon. Para obtener el número de cepas se usaron 40 estacas con tres yemas por clon, por lo que, para evaluar un clon por este método se ocuparon 120 yemas, que se sembraron en un surco de 5 m de longitud, su distribución en campo fue completamente al azar, intercalando entre cada clon a evaluar, un surco del clon

Cuadro 1. Relación de clones de caña de azúcar a evaluar por dos métodos de infección.

No.	Clones	País de origen	No.	Clones	País de origen	No.	Clones	Clones
1	B 78-266	Barbados	16	EMex 00-21	México	31	Mex 02-16	México
2	B 86-492	Barbados	17	EMex 00-62	México	32	SP 71-6180	Brasil
3	ColMex 94-8	México	18	ITV 92-373	México	33	SP 72-4928	Brasil
4	ColMex 95-27	México	19	ITV 92-1424	México	34	SP 74-5203	Brasil
5	COLPOSCTMex 05-51	México	20	L 79-321	México	35	SP 80-1815	Brasil
6	COLPOSCTMex 05-204	México	21	LGM 92-65	México	36	SP 80-1816	Brasil
7	COLPOSCTMex 05-223	México	22	LTMex 94-2	México	37	SP 83-5073	Brasil
8	COLPOSCTMex 05-224	México	23	LTMex 96-10	México	38	TCP 89-3493	USA
9	COLPOSCTMEX 06-039	México	24	Mex 91-566	México	39	YZ 84-7	China
10	CP 80-1743	USA	25	Mex 94-192	México	40	T- CP 72-2086	USA
11	CP 87-1233	USA	26	Mex 95-3	México	41	T- Mex 69-290	México
12	CP 89-2143	USA	27	Mex 95-52	México	42	T+Co 213	India
13	CP 90-1424	USA	28	Mex 95-60	México	43	T+L 60-14	USA
14	CP 94-1674	USA	29	Mex 95-104	México	44	T+Nco 310	Sudafrica
15	CXZ 75-644	USA	30	Mex 96-19	México			
			Testigos negativos			Testigos positivos		

T- =Clon resistente; T+ =Clon altamente susceptible.

altamente susceptible NCo 310, que fungió como fuente de inóculo. Los clones evaluados se rodearon con clones altamente susceptibles, previamente inoculados con el objetivo de asegurar abundantes esporas en el ambiente.

Método de infección por inoculación. El número de cepas a evaluar en campo fue de 120 por clon, para obtener el número de cepas se utilizaron 240 estacas con tres yemas, por lo que, se ocuparon 720 yemas por clon. Las estacas se inocularon en una suspensión con una concentración de 5×10^6 por mililitro de agua. Inicialmente se utilizaron 40 litros de agua a los que se les adicionaron 80 g de esporas (Figura 3A). Las 240 estacas de cada clon se sumergieron en la suspensión homogeneizada de esporas por 20 min (Figura 3B). Posteriormente,

se incubaron durante 24 h a temperatura ambiente, transcurrido este tiempo, las estacas fueron sembradas, a cordón doble a una distancia 70 cm (Figura 3C).

Variables evaluadas. En ambos métodos las evaluaciones fueron cuantitativas, a los 4 y 7 meses de edad de los tallos, en los ciclos planta y soca. Se consideró el total de tallos (sanos y enfermos), en los 20 m lineales en el método de infección natural y en los 84 m de longitud del surco en el método de infección por inoculación. Se determinó la severidad para ambos métodos, mediante el porcentaje de infección, el cual se obtuvo, al dividir el número de tallos enfermos entre número de tallos sanos y multiplicar por 100, se utilizó la escala de severidad propuesta por Young-Kong (1976), la cual se muestra en el Cuadro 2.



Figura 3. Proceso de inoculación. Inóculo (A), Inoculación (B) e Incubación (C).

Diseño experimental y análisis estadístico.

En el método por infección natural se conformó por un surco de 5 m de largo, se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En el método de inoculación, se sembró un surco de 84 metros lineales por cada clon a evaluar, incluyendo los testigos negativos y positivos. Al experimento se le adicionó una franja de 4 m, que sirvió de protección y como fuente de inóculo. Para comparar los dos métodos se analizaron los datos bajo un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial con dos factores (método de infección y variedades). Para el procesamiento estadístico de la información se empleó el paquete de R para Windows versión R-2.10.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 4, se observa que durante el proceso de desarrollo del experimento existieron las condiciones óptimas para la infección y la producción de esporas de entre los meses de julio a agosto, concordando con la época de lluvias. Barrante y Chavarría (2008), observaron que ciclos alternos de lluvia con días secos y la presencia de rocío durante las noches y parte de las mañanas, son favorables para diseminación de la enfermedad. Según Osada y Reyes (1981) la temperatura máxima juega un papel primordial en la severidad de la enfermedad.

En este estudio la severidad incrementó conforme pasó el tiempo, a partir del mes de agosto. Torres *et al.* (1989), señalaron que el medio fundamental de dispersión del hongo del carbón de la caña de azúcar lo constituye el viento, el cual facilita el arrastre de las esporas a largas distancias.

Evaluación de métodos para determinar la reacción a la enfermedad del carbón de la caña de azúcar

Método por infección natural. La respuesta de los clones a la enfermedad del carbón bajo las condiciones de infección natural, durante el ciclo soca

Cuadro 2. Escala de evaluación para determinar la reacción de los clones a la enfermedad del carbón (Young-Kong, 1976).

Severidad (%)	Reacción
0 - 5.0	Resistente
5.1 -15.0	Moderadamente resistente
15.1 - 30.0	Susceptible
30.1 - 100.0	Altamente susceptible

del cultivo para un grupo de 39 clones prometedores en fases avanzadas de selección en México y cinco testigos se muestra en el Cuadro 3. Briceño *et al.* (2005), mencionan que la prueba conducida en ciclo planta serviría

para señalar los clones altamente susceptibles, pero si se requiere de seguridad en la respuesta del clon a la enfermedad, se debe conducir la prueba al menos por dos ciclos.

Con base en los resultados y su reacción a la enfermedad del carbón determinada por el porcentaje de severidad en el ciclo soca, los clones se dividieron en dos grupos. El grupo I estuvo conformado por 41 clones resistentes, al grupo II lo conformaron los clones Co 213, L 60-14 y NCo 310 clasificados como altamente susceptibles a la enfermedad del carbón. Briceño *et al.* (2005), mencionan que la infección por el hongo *S. scitamineum* ocurre únicamente a través de las yemas y los brotes jóvenes, siendo mayor, a medida que aumentan los ciclos de cultivo e incrementan las fuentes de inóculo o tallos infectados, tal y como ocurrió con los clones NCo 310, L 60-14 y Co 213.

Método por inoculación. En el método de inoculación los 44 clones evaluados se dividieron en dos grupos, de acuerdo con el porcentaje de severidad. El primero

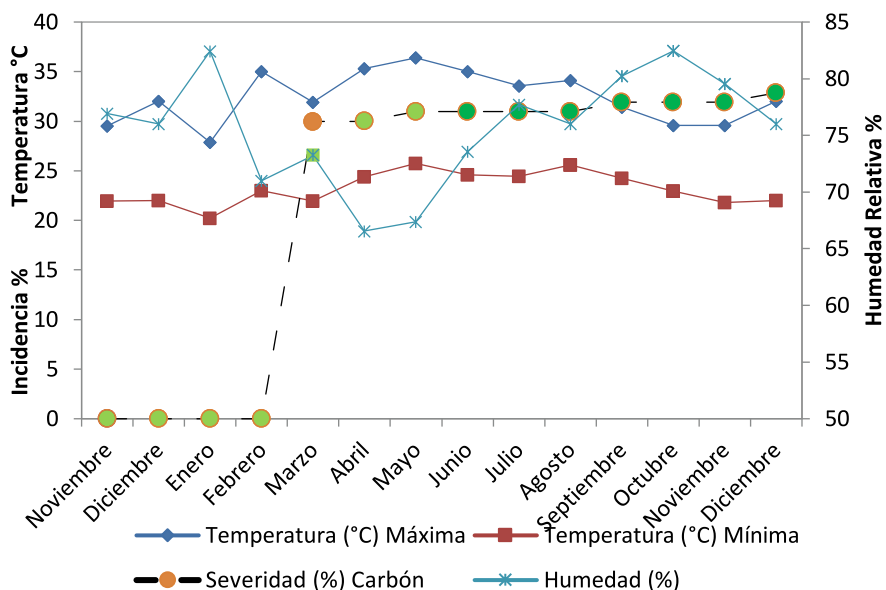


Figura 4. Temperatura y humedad relativa prevalecientes durante la evaluación de la enfermedad.

Cuadro 3. Respuesta en ciclo soca de 39 clones prometedores y cinco clones testigos de acuerdo con el porcentaje de severidad.

Método de infección natural						
No.	Clones	Total de tallos	Tallos sanos	Tallos enfermos en ciclo soca	Severidad (%)	Reacción
1	B 78-266	254	254	0	0	R
2	B 86-492	222	222	0	0	R
3	ColMex 94-8	392	392	0	0	R
4	ColMex 95-27	227	227	0	0	R
5	COLPOSCTMex 05-51	255	255	0	0	R
6	COLPOSCTMex 05-204	232	232	0	0	R
7	COLPOSCTMex 05-223	221	221	0	0	R
8	COLPOSCTMex 05-224	267	267	0	0	R
9	COLPOSCTMEX 06-039	244	244	0	0	R
10	CP 80-1743	219	219	0	0	R
11	CP 87-1233	314	314	0	0	R
12	CP 89-2143	261	261	0	0	R
13	CP 90-1424	197	197	0	0	R
14	CP 94-1674	257	257	0	0	R
15	CXZ 75-644	290	290	0	0	R
16	EMex 00-21	163	163	0	0	R
17	EMex 00-62	201	201	0	0	R
18	ITV 92-373	241	241	0	0	R
19	ITV 92-1424	258	258	0	0	R
20	L 79-321	177	177	0	0	R
21	LGM 92-65	356	356	0	0	R
22	LTMex 94-2	292	292	0	0	R
23	LTMex 96-10	237	237	0	0	R
24	Mex 91-566	280	280	0	0	R
25	Mex 94-192	157	157	0	0	R
26	Mex 95-3	222	222	0	0	R
27	Mex 95-52	276	276	0	0	R
28	Mex 95-60	193	193	0	0	R
29	Mex 95-104	173	193	0	0	R
30	Mex 96-19	275	275	0	0	R
31	Mex 02-16	276	276	0	0	R
32	SP 71-6180	192	192	0	0	R
33	SP 72-4928	307	307	0	0	R
34	SP 74-5203	259	259	0	0	R
35	SP 80-1815	171	171	0	0	R
36	SP 80-1816	288	288	0	0	R
37	SP 83-5073	176	176	0	0	R
38	TCP 89-3493	253	253	0	0	R
39	YZ 84-7	296	296	0	0	R
40	CP 72-2086	252	252	0	0	R
41	Mex 69-290	271	271	0	0	R
42	Co 213	199	143	71	35.68	AS
43	L 60-14	210	146	72	34.29	AS
44	Nco 310	248	174	78	31.45	AS

R: resistente; AS: altamente susceptible.

estuvo conformado por 41 clones resistentes y el segundo por tres clones altamente susceptibles Co 213, L 60-14 y NCo 310, con un porcentaje de severidad mayor al 30% (Cuadro 4).

Fiallos y Quilambaqui (2002) indicaron que el proceso de infección se inicia, cuando las condiciones de humedad son las adecuadas, las esporas producen un micelio que penetra al tejido a través de las yemas caulinares e invaden la región meristemática. En clones susceptibles, se producen tallos herbáceos tal y como ocurrió con los clones positivos, donde se apreció un amacollo anormal de la cepa.

Comparación de los métodos de infección. Como resultado del análisis comparativo entre los métodos de infección evaluados se observó que no existió interacción entre ellos, ya que el valor de $p=0.9999$ expresó significancia para clones. En el método por infección natural, los clones evaluados para determinar su reacción no presentaron infección por la enfermedad. En el método por inoculación, los clones CXZ 75-644, LGM 92-65, Mex 91-566 y Mex 95-60 presentaron presencia de tallos enfermos, sin embargo, éstos no fueron suficientes para cambiar su reacción (Cuadro 5). El método de infección natural tiene la ventaja de ser muy preciso, ya que el síntoma evidente de la formación del látigo es la característica de esta enfermedad, sin embargo, ambos métodos presentan el inconveniente de que las estructuras carbonosas demoran de 3 a 6 meses en emerger tomando en consideración el grado de susceptibilidad de los clones y de las condiciones ambientales. Sin embargo, el método por infección natural tiene la ventaja de requerir una menor superficie para su establecimiento en campo, además de que el material vegetativo de cada clon es mucho menor (120 yemas) que el requerido por el método por inoculación (720 yemas). De igual manera esta ventaja se ve reflejada en la cantidad de inóculo que se necesita para realizar la prueba. Una ventaja del método por infección natural sobre el método de infección inducida es el tiempo para el establecimiento del experimento. Mientras que, en el método de infección inducida se emplearon 76 h para establecer el experimento, en el de infección natural solo se requieren de 8 h, reflejándose en la cantidad de mano de obra y por consecuencia en menores costos.

Destacando la ventaja que puede tener el método de infección natural, ya que para el establecimiento en

campo del experimento es mucho más eficiente respecto a tiempo, superficie y cantidad de inóculo, siempre y cuando se presenten las condiciones climáticas para que la enfermedad se desarrolle.

Es importante señalar que, en la evaluación de clones bajo condiciones de infección natural, son imprescindibles los bordes de protección y el intercalado de surcos con clones altamente susceptibles, debido a que un látigo de carbón puede liberar de 10^8 a 10^9 esporas por día y es capaz de producir 10^{11} esporas durante su periodo de desarrollo. Muñiz *et al.* (2004), señalaron que no es posible realizar un diagnóstico de la enfermedad del carbón de la caña de azúcar en etapas tempranas del desarrollo y crecimiento de los tallos. Garcés (2010), mencionó que la edad de la planta con mayor emergencia de látigos se encuentra entre los 4 y 7 meses dependiendo de la susceptibilidad de los clones. La enfermedad del carbón de la caña de azúcar es uno de los problemas más serios en el cultivo a nivel mundial, por lo que, una de las metas en el Programa de Mejoramiento Genético es la selección y recomendaciones de clones resistentes. Fiallos y Quimabaqui (2002), mencionan que la información fitosanitaria de los clones obtenida ayudará a prevenir la siembra y propagación de clones susceptibles en los campos comerciales.

CONCLUSIONES

En ambos métodos de infección evaluados, natural y por inoculación, de los 44 clones evaluados, 41 resultaron resistentes y tres altamente susceptibles.

Ambos métodos son confiables para determinar la reacción a la enfermedad del carbón de la caña de azúcar. El método de infección natural es de fácil manejo y además, es práctico.

En futuras evaluaciones se recomienda utilizar el método de infección natural en clones prometedores de caña de azúcar, que se encuentren en fases avanzadas de selección en México, por su confiabilidad y fácil manejo. De acuerdo con los resultados obtenidos y la respuesta de resistencia de los 41 clones, se recomienda su inclusión en el banco de germoplasma para su uso como fuente de resistencia a la enfermedad del carbón de la caña de azúcar.

Cuadro 4. Reacción de 44 clones de caña de azúcar evaluados en ciclo soca de acuerdo con el porcentaje de severidad.

Método de infección por inoculación						
No.	Clones	Total de tallos	Tallos sanos	Tallos enfermos en ciclo soca	Severidad (%)	Reacción
1	B 78-266	1551	1551	0	0	R
2	B 86-492	1417	1417	0	0	R
3	ColMex 94-8	1364	1364	0	0	R
4	ColMex 95-27	1161	1161	0	0	R
5	COLPOSCTMex 05-51	1158	1158	0	0	R
6	COLPOSCTMex 05-204	1308	1308	0	0	R
7	COLPOSCTMex 05-223	1098	1098	0	0	R
8	COLPOSCTMex 05-224	1234	1234	0	0	R
9	COLPOSCTMex 06-039	1238	1238	0	0	R
10	CP 80-1743	1156	1156	0	0	R
11	CP 87-1233	1440	1440	0	0	R
12	CP 89-2143	1529	1529	0	0	R
13	CP 90-1424	1518	1518	0	0	R
14	CP 94-1674	1716	1716	0	0	R
15	CXZ 75-644	1071	1067	4	0.37	R
16	EMex 00-21	1294	1284	0	0	R
17	EMex 00-62	1206	1206	0	0	R
18	ITV 92-373	1044	1044	0	0	R
19	ITV 92-1424	1452	1452	0	0	R
20	L 79-321	1232	1232	0	0	R
21	LGM 92-65	1364	1361	3	0.22	R
22	LTMex 94-2	1708	1708	0	0	R
23	LTMex 96-10	1478	1478	0	0	R
24	Mex 91-566	1024	1017	7	0.68	R
25	Mex 94-192	1794	1794	0	0	R
26	Mex 95-3	1237	1237	0	0	R
27	Mex 95-52	1311	1311	0	0	R
28	Mex 95-60	1668	1650	18	1.08	R
29	Mex 95-104	2192	2192	0	0	R
30	Mex 96-19	1867	1867	0	0	R
31	Mex 02-16	1589	1589	0	0	R
32	SP 71-6180	1536	1536	0	0	R
33	SP 72-4928	1400	1400	0	0	R
34	SP 74-5203	1462	1462	0	0	R
35	SP 80-1815	1440	1440	0	0	R
36	SP 80-1816	1368	1368	0	0	R
37	SP 83-5073	1529	1529	0	0	R
38	TCP 89-3493	1320	1320	0	0	R
39	YZ 84-7	1240	1240	0	0	R
40	CP 72-2086	1890	1890	0	0	R
41	Mex 69-290	1730	1730	0	0	R
42	Co 213	1950	1327	623	31.95	AS
43	L 60-14	1200	815	385	32.08	AS
44	Nco 310	1870	1288	582	31.12	AS

R: resistente; AS: altamente susceptible.



Cuadro 5. Comparación de los métodos de infección natural e inoculación.

Métodos de evaluación											
Infección natural							Infección por inoculación				
No.	Clones	Tallos totales	Tallos sanos	Tallos enfermos en ciclo soca	Severidad (%)	Reacción	Tallos totales	Tallos sanos	Tallos enfermos en ciclo soca	Severidad (%)	Reacción
1	B 78-266	254	254	0	0	R	1551	1551	0	0	R
2	B 86-492	222	222	0	0	R	1417	1417	0	0	R
3	ColMex 94-8	392	392	0	0	R	1364	1364	0	0	R
4	ColMex 95-27	227	227	0	0	R	1161	1161	0	0	R
5	COLPOSCTMex 05-51	255	255	0	0	R	1158	1158	0	0	R
6	COLPOSCTMex 05-204	232	232	0	0	R	1308	1308	0	0	R
7	COLPOSCTMex 05-223	221	221	0	0	R	1098	1098	0	0	R
8	COLPOSCTMex 05-224	267	267	0	0	R	1234	1234	0	0	R
9	COLPOSCTMex 06-039	244	244	0	0	R	1238	1238	0	0	R
10	CP 80-1743	219	219	0	0	R	1156	1156	0	0	R
11	CP 87-1233	314	314	0	0	R	1440	1440	0	0	R
12	CP 89-2143	261	261	0	0	R	1529	1529	0	0	R
13	CP 90-1424	197	197	0	0	R	1518	1518	0	0	R
14	CP 94-1674	257	257	0	0	R	1716	1716	0	0	R
15	CXZ 75-644	290	290	0	0	R	1071	1067	4	0.37	R
16	EMex 00-21	163	163	0	0	R	1294	1294	0	0	R
17	EMex 00-62	163	163	0	0	R	1206	1206	0	0	R
18	ITV 92-373	241	241	0	0	R	1044	1044	0	0	R
19	ITV 92-1424	258	258	0	0	R	1452	1452	0	0	R
20	L 79-321	177	177	0	0	R	1232	1232	0	0	R
21	LGM 92-65	356	356	0	0	R	1364	1361	3	0.22	R
22	LTMex 94-2	292	292	0	0	R	1708	1708	0	0	R
23	LTMex 96-10	237	237	0	0	R	1478	1478	0	0	R
24	Mex 91-566	280	280	0	0	R	1024	1017	7	0.68	R
25	Mex 94-192	157	157	0	0	R	1794	1794	0	0	R
26	Mex 95-3	222	222	0	0	R	1237	1237	0	0	R
27	Mex 95-52	276	276	0	0	R	1311	1311	0	0	R
28	Mex 95-60	193	193	0	0	R	1668	1650	18	1.08	R
29	Mex 95-104	173	193	0	0	R	2192	2192	0	0	R
30	Mex 96-19	275	275	0	0	R	1867	1867	0	0	R
31	Mex 02-16	276	276	0	0	R	1589	1589	0	0	R
32	SP 71-6180	192	192	0	0	R	1536	1536	0	0	R
33	SP 72-4928	307	307	0	0	R	1400	1400	0	0	R
34	SP 74-5203	259	259	0	0	R			0	0	R
35	SP 80-1815	171	171	0	0	R	1440	1440	0	0	R
36	SP 80-1816	288	288	0	0	R	1368	1368	0	0	R
37	SP 83-5073	176	176	0	0	R	1529	1529	0	0	R
38	TCP 89-3493	253	253	0	0	R	1320	1320	0	0	R
39	YZ 84-7	296	296	0	0	R	1240	1240	0	0	R
40	CP 72-2086	252	252	0	0	R	1890	1890	0	0	R
41	Mex 69-290	271	271	0	0	R	1730	1730	0	0	R
42	Co 213	199	143	71	35.68	AS	1950	1327	623	31.95	AS
43	L 60-14	210	146	72	34.29	AS	1200	815	385	32.08	AS
44	Nco 310	248	174	78	31.45	AS	1870	1288	582	31.12	AS

R: resistente; AS: altamente susceptible.

LITERATURA CITADA

- Ayala G. F., Marín S. R. 2000. Resistencia varietal a la enfermedad del carbón de la caña de azúcar. Cámara nacional de las industrias azucareras y alcoholeras. México. 83 p.
- Barrante J., Chavarría E. 2008. Acciones estratégicas realizadas y en proceso como respuesta para enfrentar el ataque de roya en la zona sur. Informe presentado por la Liga Agrícola Industrial de Caña de Azúcar (Laica), Costa Rica, septiembre del 2008. Disponible en línea en: <http://www.cengicaña.org/Portal/>
- Briceño R., Vieira O. S., Rea R. 2005. Reacción de veinte clones de caña de azúcar a la enfermedad del carbón *Ustilago scitaminea* Sydow. Revista de la Facultad de Agronomía 22: 407-415.
- CNIAA (Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y alcoholera). 2017. Manual Azucarero Mexicano Edición 60. 491 p.
- Croft B.J., Irawan, Berding N. 2000. Screening Australian sugarcane clones for smut reaction in Indonesia: Initial results. Proceedings of the 2000 Conference of Australian Society of Sugar Cane Technologists held at Bundaberg, Queensland, Australia 22: 170-177.
- FAO. 2015. Crop Water Management for Sugarcane. Disponible en línea. <http://www.fao.org/landandwater/aglw/cropwater/sugarcane.stm>
- Fiallos F. F., Quilambaqui J. M. 2002. Reacción de 100 variedades de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) del Banco de Germoplasma del CINCAE, al Carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow), Roya (*Puccinia melanocephala* Sydow) y Mosaico (Sugarcane Mosaico Virus) en la zona del Cantón El Triunfo. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 8 p.
- Garcés F. 2010. Manejo preventivo en el Ecuador. Dpto. Fitopatología. CINCAE. El Triunfo, Ecuador. 29 p.
- Muñiz Y., Martínez B., La O. M. 2004. El carbón de la caña de azúcar (*Ustilago scitaminea* Sydow): Métodos de diagnóstico. Revista Protección Vegetal 19: 1-6.
- Nass H. A., Rodríguez H. A., Ramón M. 1989. Efecto del tratamiento de esquejes con triadimefon sobre el desarrollo del carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) de la caña de azúcar. Caña de Azúcar 7: 31-47.
- Osada K. S., Reyes E. 1981. Estudio preliminar de la influencia de algunos factores en la incidencia de la roya. IMPA México. pp. 48-53.
- SIAP. 2015. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP. SIACON. Consulta de bases de indicadores de Producción Nacional y Estatal. Disponible en línea en: www.siap.sagarpa.gob.mx
- Torres J. P., Verano B., Moya N., Rodríguez S., Acosta J., Caballero M. 1989. Fitotecnia de la caña de azúcar. ENPES. Cuba. 582 p.
- Young-Kong V. H. 1976. El impacto potencial del carbón de la caña de azúcar (*Ustilago scitaminea*) en la industria azucarera del caribe. In: El carbón de la caña de azúcar. GEPLACEA. Reproducción 8-5 A. México pp. 97-109.

