

Reacción de veinte clones de caña de azúcar a la enfermedad del carbón *Ustilago scitaminea* Sydow

R. Briceño¹, O. de Sousa Vieira¹ y R. Rea¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Yaracuy. Apartado 110, San Felipe, Estado Yaracuy 3201, Venezuela.

Resumen

Con el fin de determinar el comportamiento de veinte clones (17 experimentales y 3 testigos comerciales) de caña de azúcar (*Saccharum* spp., híbrido) a la enfermedad del carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) se llevó a cabo un experimento utilizando el método de inoculación artificial por inmersión de esquejes de una yema en una suspensión de esporas, durante 20 min. Se inocularon 60 yemas por cultivar, luego se sembraron en macetas; al mes fueron transplantadas a campo bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La evaluación de esta prueba se hizo quincenalmente y por dos ciclos del cultivo (planta y soca). La determinación de la reacción a la enfermedad sustentada en el porcentaje de infección de cepas se hizo de acuerdo a una escala establecida, utilizada en el programa de obtención y selección de variedades de caña de azúcar del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Durante los dos ciclos se encontraron 10 variedades con reacción de moderadamente resistentes a resistentes y diez de susceptibles a altamente susceptibles. Los materiales V91-4, V91-7, V91-11 y V91-14, fueron eliminados del programa debido a su alta susceptibilidad a esta enfermedad. Los clones V91-8, V91-9, V91-13 y V98-76, resultaron susceptibles y se recomienda observarlos en otro ciclo para dar las recomendaciones pertinentes. Por su parte los materiales: V91-1, V91-2, V91-3, V91-5, V91-6, V91-10, V91-12, V91-13, V91-15 y V91-16 mostraron ser resistentes a moderadamente resistentes.

Palabras clave: Inoculación, resistencia, clones, caña de azúcar, carbón.

Introducción

El carbón de la caña de azúcar, causado por el hongo *Ustilago scitaminea* Sydow, está catalogada como una de las principales enfermedades de este cultivo, esto es debido a que ocasiona pérdidas totales en cultivares altamente susceptibles, detectándose, incluso, severas epidemias en grandes áreas cañeras alrededor del mundo (9).

El primer reporte de la enfermedad fue dado en África del Sur, en 1877, luego aparece en Argentina en 1940, afectando las variedades POJ 36 y POJ 213 y posteriormente se extiende a más de 20 países del continente americano, donde causa estragos al encontrar variedades susceptibles y condiciones ambientales propicias para su reproducción (1).

En Venezuela, se detectaron los primeros focos de infección en el año 1978, en la variedad B49-119, en las zonas de influencia del Central Tacarigua en el estado Carabobo, y en los estados Aragua, Monagas, Yaracuy y Lara en las variedades B49-119, CP57-603, H38-2915, HJ57-41 y CL41-223, y además en 1979, en los estados Portuguesa y Sucre (7).

En caña de azúcar la infección ocurre cuando las esporas liberadas por el hongo entran en contacto con las yemas que están germinando. El hongo penetra y el micelio alcanza la región meristemática, estimula la variación de tejido, provocando que la planta forme una estructura floral modificada conocida como «Latigo», donde se producen masas de teliosporas negras, encerradas en una membrana platea-

da que, al romperse, son liberadas y diseminadas por el viento hasta otros tallos y yemas para iniciar de nuevo el ciclo de la enfermedad (2). Vale destacar que un látigo de carbón puede liberar entre 10^8 y 10^9 esporas por día y producir 10^{11} esporas durante un periodo infeccioso que puede durar mas de tres meses (5).

Las pérdidas causadas por la enfermedad pueden variar de niveles tolerantes a verdaderamente significativos, y puede afectar la economía agrícola de un área dada. Aunque estas pérdidas varían de acuerdo con el nivel de susceptibilidad de las variedades, por lo general, éstas son mayores a medida que aumenta el número de cortes del cultivo, y están sujetas a la efectividad del manejo de las plantaciones y a las prácticas de control (10). La severidad de la enfermedad, depende principalmente de tres factores: tipo de infección, ya sea primaria o secundaria; tipo de cosecha, planta o soca y época de la infección temprana o tardía (6).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), desde 1979, realiza estudios tendentes a obtener variedades resistentes al carbón, y actualmente está trabajando con pruebas de inoculación artificial en las primeras etapas de selección, en el Programa de mejoramiento genético de caña de azúcar. El objetivo de este trabajo fue evaluar la reacción de 20 variedades de caña de azúcar a la enfermedad del carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow), utilizando la metodología de inmersión de esquejes en una suspensión de esporas de carbón.

Materiales y métodos

Este ensayo estuvo enmarcado dentro de la cuarta etapa de selección para la producción de variedades venezolanas de caña de azúcar, llamada «Primer ensayo replicado», localizado en el campo experimental de la Estación Local Yaritagua del CIAE Yaracuy, municipio Peña del estado Yaracuy, a 10° 04' LN y 69° 07' LO, y una altitud de 325 msnm, con precipitación media anual de 953 mm y temperaturas promedios anuales de 30,6°C (máxima) y 20,3°C (mínima) (4).

Material Vegetal

Se utilizaron 17 clones experimentales, 16 de ellos pertenecientes a la serie Venezuela 1991 (V91) y uno a la serie Venezuela 1998 (V98), y tres clones comerciales (PR61-632, PR980 y V64-10).

La siembra se realizó el 20 de febrero de 2001, bajo un diseño de bloques completamente aleatorizado con tres repeticiones, utilizando parcelas experimentales de tres hileras de 10 m cada una y separadas a 1,5 m.

Se incluyó una cuarta hilera por cada parcela de variedad sembrada perteneciente al material inoculado. Se conformaron veinte tratamientos, ubicados en un área efectiva de 2700 m². El ensayo fue evaluado en dos ciclos: planta y primera soca.

Inoculación

El inoculo se recolectó del Banco de Germoplasma de caña de azúcar, ubicado en la Estación Local Yaritagua; en las variedades V66-31, B81-7 y B49-119, altamente susceptibles a la enfermedad. Se recolectaron látigos jóvenes con abundantes

masas de esporas, que fueron desprovistos de hojas y vainas, así como de la parte basal, donde las esporas no estaban maduras. Las esporas fueron extraídas cuidadosamente de los látigos eliminando las membranas plateadas que cubrían las bolsas carbonosas. Posteriormente, se preparó el inoculo utilizando 2 g.L⁻¹ de masa carbonosa seca con una concentración aproximada de 6×10^6 esporas.mL⁻¹.

La metodología utilizada para la inoculación, fue la de inmersión de esquejes en la suspensión de esporas arriba mencionada; para esto se seleccionaron 20 esquejes sanos de una yema, de cada una de las variedades utilizadas. Las yemas debidamente identificadas fueron sumergidas durante 20 minutos para la inoculación; posteriormente, una vez secas a temperatura ambiente, se sembraron individualmente en macetas plásticas, contenido de un sustrato con mezcla 2:1 de tierra y arena; así se mantuvieron en condiciones de vivero durante 30 días. Cuando las plantas tenían una altura aproximada de 30 cm, se transplantaron a campo; sembrando 12 de ellas por hilera de 10 m, con una separación de 0,80 m entre ellas.

Determinación de la reacción

El periodo de observación fue de cuatro meses y medio, tanto para el ciclo planta como para soca. Las evaluaciones se realizaron cada 15 días, determinándose el porcentaje de cepas infectadas, la presencia de látigos de carbón y la población total de cepas evaluadas en las distintas par-

celas. La determinación de la reacción sustentada en el porcentaje de infec-

ción de las cepas se hizo conforme a la siguiente escala (8):

Porcentaje de cepas enfermas (%)	Reacción
0 a 10	Resistentes (R)
10,1 a 20	Moderadamente resistentes (MR)
20,1 a 30	Susceptibles (S)
30,1 a 100	Altamente susceptibles (AS)

Análisis estadístico

Los análisis de los datos se realizaron sobre el porcentaje de cepas enfermas de la última observación,

para los dos ciclos (planta y soca); estos fueron procesados por medio de análisis no paramétrico para bloques al azar de Friedman.

Resultados y discusión

La incidencia de la enfermedad se determinó para los dos ciclos del cultivo (planta y soca), durante cuatro meses y medio de observaciones. Este progreso de la enfermedad mostró un incremento en el tiempo, tanto para el ciclo planta como para el ciclo soca (figura 1). En el ciclo soca se observó un ligero incremento de 2,09% de cepas infectadas con respecto al ciclo planta, especialmente en los meses de agosto a septiembre. Estudios previos señalaron la obtención de incrementos lineales de la enfermedad en el tiempo, para ambos ciclos de planta y soca (2). Esto se debió a que la infección de tallos de caña de azúcar por el hongo *U. scitaminea* ocurre únicamente a través de las yemas y en brotes jóvenes, siendo mayor a medida que se inician los cortes del cultivo y aumentan las fuentes de inculo o tallos infectados. La infección

también estuvo afectada por las condiciones ambientales imperantes durante los dos años de evaluaciones. Chao *et al.* (3), afirman que las condiciones ambientales afectan la infección y severidad del carbón, entre y dentro de diferentes épocas o momentos de evaluaciones.

La reacción de las variedades de caña de azúcar a esta enfermedad para el ciclo planta, basado en el porcentaje de cepas enfermas de la última observación; presentó diferencias estadísticamente significativas entre materiales ($P \leq 0,05$) (figura 2). La variedad V91-14, presentó la mayor infección de la enfermedad con un 54,36%, seguido por las variedades V91-4, V91-11y V64-10, indicando una alta susceptibilidad. Por el contrario se observaron materiales como V91-1, V91-5 y V91-12, con un alto nivel de resistencia al no presentar infección.

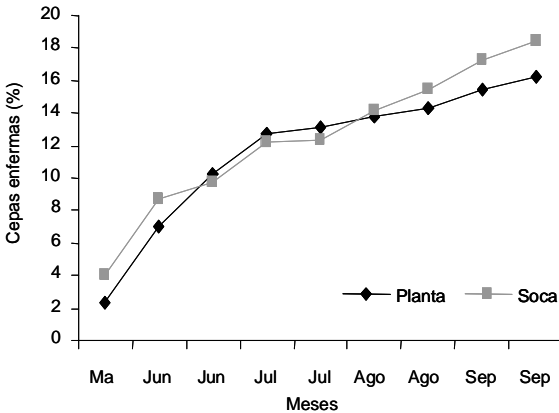


Figura 1. Progreso de la enfermedad para el porcentaje de cepas enfermas, durante nueve observaciones. Ciclos: Planta y soca.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en soca (figura 3), la mayoría de los materiales altamente susceptibles mantuvieron esta condición, aumentando el número de cepas enfermas. En este ciclo (soca) se detectaron también diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) entre materiales para el porcentaje de cepas enfermas. El hecho

de que en variedades como V91-4, el porcentaje de infección de la enfermedad bajo con respecto al ciclo planta, pudo deberse a la pérdida de cepas causadas por la misma enfermedad, influyendo esto sobre la infección del cultivar. Estos resultados coincidieron con los obtenidos por Hoy y Grisham (5), quienes sugirieron que los cambios

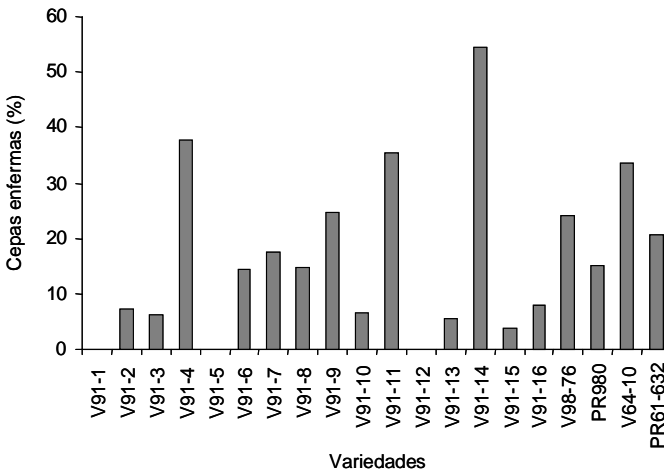


Figura 2. Porcentaje de cepas enfermas con carbón en 20 clones de caña de azúcar. Ciclo planta.

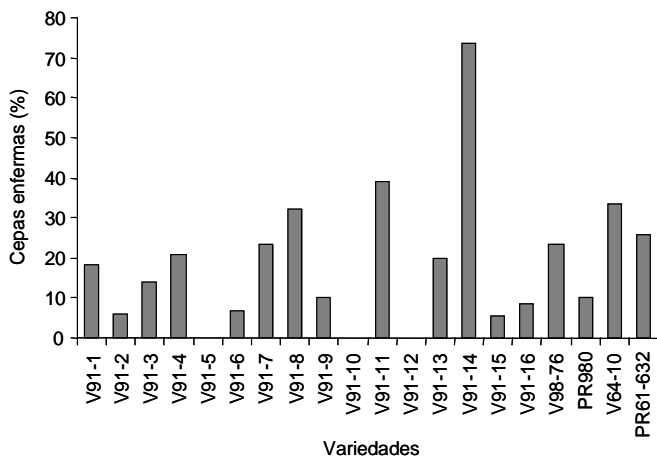


Figura 3. Porcentaje de cepas enfermas con carbón en 20 clones de caña de azúcar. Ciclo soca.

de la incidencia de carbón de un ciclo a otro fueron afectados por la interacción entre las características de infección del cultivar y los factores ambientales; sin embargo para el ciclo soca las plantas sin inocular manifestaron la enfermedad siendo determinante al momento de eliminar los materiales enfermos. Por otra parte, las variedades V91-1, V91-3, V91-8 y V91-13 que mostraron una aparente resistencia en planta, desarrollaron mayores niveles de carbón en soca.

Es importante resaltar que las variedades altamente susceptibles en el ciclo planta alcanzaron niveles de infección superiores al 50%, mientras que las variedades resistentes en el mismo ciclo y susceptibles en el ciclo soca, no mostraron niveles de infección mayores al 40%. Esto indica que una prueba conducida solo en planta, serviría para señalar las variedades altamente susceptibles, pero si se requiere seguridad en la identificación

de todos los materiales susceptibles, se debe conducir la prueba al menos por dos ciclos. Estos resultados coincidieron con los obtenidos por Ordosgoitti *et al.* (8).

En el cuadro 1, se presenta la reacción final de las variedades evaluadas a la enfermedad del carbón de la caña de azúcar. Las cepas testigos enfermas correspondientes a las hileras sin inocular presentaron la enfermedad solo en ciclo soca para algunos de los materiales, debido a una infección secundaria. De acuerdo a esto y al porcentaje de cepas enfermas del material inoculado, se determinó la reacción a la enfermedad donde siete materiales resultaron resistentes: V91-2, V91-3, V91-5, V91-10, V91-12, V91-15, V91-16, tres medianamente resistentes: V91-1, V91-6, PR980, cinco susceptibles: V91-8, V91-9, V91-13, V98-76 y PR61-632 y cinco altamente susceptibles: V91-4, V91-7, V91-11, V91-14 y V64-10.

El 50% de los clones evaluados

Cuadro 1. Cepas evaluadas, cepas enfermas (inoculadas y no inoculadas), látigos y reacción de veinte clones de caña de azúcar a la enfermedad del carbón.

Variedad	Cepas evaluadas		Cepas enfermas (inoculadas)		Cepas enfermas (no inoculadas)		Látigos		Reacción
	Planta	Soca	Planta	Soca	Planta	Soca	Planta	Soca	
V91-1	28	22	0	4	0	0	0	8	MR ¹
V91-2	34	34	2	2	0	0	4	5	R
V91-3	31	29	2	4	0	0	3	14	R
V91-4	27	17	10	3	0	14	18	3	AS
V91-5	21	21	0	0	0	0	0	0	R
V91-6	28	23	4	2	0	0	4	2	MR
V91-7	33	25	6	6	0	77	14	9	AS
V91-8	29	18	4	5	0	1	7	8	S
V91-9	30	21	8	2	0	3	25	3	S
V91-10	29	20	2	0	0	0	2	0	R
V91-11	26	20	9	2	0	3	30	5	S
V91-12	20	18	0	0	0	2	0	0	R
V91-13	30	30	9	6	0	36	4	11	S
V91-14	31	24	16	15	0	49	33	24	AS
V91-15	26	23	1	1	0	0	1	2	R
V91-16	24	19	2	1	0	0	8	1	R
V98-76	25	17	6	4	0	2	13	7	S
PR980	33	27	5	3	0	3	18	8	MR
V64-10	30	13	9	4	0	6	20	15	AS
PR61-632	34	30	7	8	0	6	16	2	S

¹MR: Medianamente resistente, R: Resistente, S: Susceptible, AS: Altamente susceptible.

resultaron resistentes o medianamente resistentes, siendo los recomendados para la selección de materiales en esta etapa. Aquellos materiales catalogados como susceptibles, pero presentando buenas características agronómicas, deben ser probados en

diferentes ambientes en la etapa de los ensayos regionales.

Por otro lado materiales como V91-4, V91-7, V91-11, y V91-14, fueron eliminados por su alta susceptibilidad a esta enfermedad.

Conclusiones

El método de inoculación artificial por inmersión de esquejes en una

suspensión de esporas del carbón de la caña de azúcar, resultó efectivo

para evaluar la resistencia a esta enfermedad, en materiales experimentales de caña de azúcar. Cuatro variedades experimentales venezolanas (V91-4, V91-7, V91-11, y V91-14), fueron eliminadas por su alta susceptibilidad a esta enfermedad. Los materiales V91-2, V91-3, V91-5, V91-10, V91-12, V91-15, V91-16, V91-1 y V91-6, resultaron resistentes y medianamente resistentes, recomendándose para su selección. Por otra parte los materiales V91-8, V91-9, V91-13 y

V98-76 resultaron susceptibles, recomendándose con la salvedad de ser probados en diferentes ambientes. Las variedades comerciales utilizadas como testigos en esta etapa de selección, presentaron diferentes reacciones a esta enfermedad (PR980: MR, PR61-632: S y V64-10: AS).

Para lograr una determinación efectiva de la reacción de los materiales a la acción de este patógeno, fue necesario llevar este ensayo por dos ciclos del cultivo (planta y soca).

Agradecimientos

A los técnicos Milagros Niño, José Rafael George y Anfer Ortiz, por

su valiosa colaboración en el trabajo de campo.

Literatura citada

1. Ayala, F. y R. Marín. 2000. Resistencia varietal a la enfermedad del carbón de la caña de azúcar (*Ustilago scitaminea*). p.33-48. En: C. Núñez (Ed.). Proyecto para determinar la resistencia varietal al mosaico, la roya, el carbón y la escaldadura de la caña de azúcar. Programa Nacional de variedades del Focytcaña.
2. Croft B., Irawan y N. Berding. 2000. Screening Australian sugarcane clones for smut reaction in Indonesia. Initial results. Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol. 22:170-177.
3. Chao, C.P., J.W. Hoy, A.M. Saxton y F.A. Martín. 1990. Heritability of resistance and repeatability of clone reactions to sugarcane smut in Louisiana. Phytopathology 80(2):622-626.
4. García, R. y I. Mogollón. 1990. Boletín Meteorológico Anual de la Estación Experimental Yaracuy. Yaritagua, Venezuela. 88 p.
5. Hoy W. y M.P. Grisham. 1988. Spread and increase of sugarcane smut in Louisiana. Phytopathology 78(10):1371-1376.
6. Martin J., E. Abbott y C. Aughes. 1961. Sugarcane diseases of the world. Ed. Elsevier. New York. 542 p.
7. Ordosgoitti A., V. González y A. Aponte. 1981. El carbón de la caña de azúcar en Venezuela. Agronomía Tropical. 31(1-6):283-299.
8. Ordosgoitti A., V. González y A. Aponte. 1984. Reacción de variedades de caña de azúcar al carbón en la Región Central de Venezuela. Caña de azúcar. 2(1).
9. Schenck S. 2003. New race of sugarcane Smut on Maui. Pathology Report. 69:1-3.
10. Victoria J., A. Amaya y C. Cassalett. 1990. Importancia del carbón de la caña de azúcar y su estrategia de control en Colombia. Cenicña. Serie Técnica N° 7. 102 p.