

Necrosis del ápice y del borde de las hojas y retraso en el crecimiento de la caña de azúcar (*Saccharum* sp. híbrido) en el Bajo Yaracuy, Venezuela

Leaves border necrosis and growth delay in sugarcane (*Saccharum* sp. hybrid) planted the lower Yaracuy area, Venezuela

J. Hernández, L. Zérega y A. Ordosgoitti

Resumen

En las cercanías de Agua Negra, municipio Veroes, existen unas 1.300 ha sembradas con el cultivo de la caña de azúcar, que presentan necrosis del ápice y los bordes de las hojas y un retraso en el crecimiento, en grado variable según el cultivar. Se realizó un diagnóstico fitosanitario, análisis foliar, de suelo, agua freática y de un pozo artesiano. Igualmente, en un ensayo de adaptación de 50 variedades de este cultivo, se evaluó el origen de este daño y se diseñó una escala a fin de determinar el comportamiento de diferentes cultivares. La escala constó de 5 grados: 1 (Altamente Resistente=AR); 2 (Resistente=R); 3 (Moderadamente Resistente=MR); 4 (Susceptible=S) y grado 5 (Altamente Susceptible=AS). De acuerdo a los análisis realizados, se determinó que la causa de esta anomalía tiene su origen en las altas concentraciones de sales de sulfato de sodio y cloruro de sodio, sobre todo de esta última, y en la conductividad eléctrica (CE) del extracto saturado de suelo provenientes del agua freática, cuyos efectos cambian con la variedad y los niveles de CE presentes. Los cultivares de caña de azúcar que mostraron niveles de resistencia a estas condiciones fueron: B49119; B64129; B82157; C37167; Co421; CP5659; CP742005; M3145; MY5514; N55805; PR 61632; PR692176; RAGNAR; SP711486; V68-78; V74-7; V77-17 y V77-24. La escala de evaluación de síntomas diseñada constituirá una ayuda importante en ensayos con condiciones de suelos similares.

Palabras clave: Necrosis, retraso del crecimiento, caña de azúcar, *Saccharum* sp., sales, niveles de resistencia.

Abstract

Near "Agua Negra", Veroes country, there are around 1,300 ha of sugarcane affected with necrosis of the tip and border of the leaves together with a variable degree of growth delaying of the crop depending on the sugarcane variety planted. A diagnostic of the crop sanitary conditions as well as the analyses of foliage, soil, table

Recibido el 18-1-1999 • Aceptado el 20-6-2000

1. FONAIAP, CIAE-Yaracuy. Km 3, Vía Aeropuerto, Sector La Ermita, San Felipe, estado Yaracuy. Venezuela. Apdo 110. Telf. (054) 311136, Fax (055) 312265. E-mail: ciaey@reacciun.ve

water and of an artesian well were done. Likewise, a 50 sugarcane varieties adaptation assay was carried out to evaluate the origin of the necrosis and a scale was designed in order to determine the behavior of different sugarcane varieties. The scale had 5 degrees: 1 (Highly Resistant =HR); 2 (Resistant=R); 3 (Moderately Resistant =MR); 4 (Susceptible=S) and 5 (Highly Susceptible =AS). In accordance with the analyses done, it was determined that the cause of the abnormality had its origin on the high concentration of sodium sulfate (Na_2SO_4) and sodium chlorine (NaCl) salts, specially the last one, and on the electric conductivity (EC) measured in the saturated extract of soil samples taken from the water table. The effects varied according to the variety planted and the levels of EC present at the time. The sugarcane varieties that showed acceptable levels of resistance to the mentioned conditions were: B49119; B64129; B82157; C37167; Co421; CP5659; CP742005; M3145; MY5514; N55805; PR 61632; PR692176; RAGNAR; SP711486; V68-78; V74-7; V77-17 and V77-24. The designed evaluation scale will be an important aid in assays planted under similar soil conditions.

Key words: Necrosis, growth delay, sugarcane, *Saccharum* sp., salts, resistance levels.

Introducción

La zona de Agua Negra, municipio Veroes del estado Yaracuy está caracterizada por abundante precipitación que comienza en el mes de mayo y termina en octubre, con un promedio anual de 1.350 mm y un período de sequía que va desde inicio de noviembre hasta finales de abril; sin embargo en el año 1996 las lluvias se prolongaron hasta el mes de diciembre. La temperatura máxima promedio anual fue de 31,5°C y la mínima promedio anual de 23°C; la humedad relativa promedio anual fue de 87% (10). Los suelos de esa área se clasifican como Aquic Eutropepts y forman parte de la planicie deltáica del río Yaracuy, con drenaje externo e interno de lento a muy lento, existiendo algunas áreas con anegamiento casi permanente por lo que se califican como pobremente drenados. Los suelos son de textura fina, con ocurrencias de texturas

gruesa y media (1, 6). Esta zona pertenece al bosque seco tropical, con 6 a 9 meses húmedos, con inundabilidad en algunas áreas adyacentes al río Yaracuy durante el período lluvioso (1).

En el sector río Salado o Agua Caliente, ubicado en las cercanías de la localidad Agua Negra, se encuentran sembradas unas 1.800 hectáreas con diferentes variedades de caña de azúcar, de las cuales 1.300 ha aproximadamente presentan en grado variable una necrosis del ápice y de los bordes de las hojas de las plantas, bastante pronunciado por el área foliar que afecta (superior al 45% en los casos más severos), dependiendo del cultivar (figuras 1 y 2). Hasta el presente esta anomalía ha causado preocupación a los productores y se viene confundiendo con síntomas producidos por agentes bióticos y/o abióticos, pero sin definirse con



Figura 1. Síntomas de la necrosis del ápice y del borde de las hojas de la caña de azúcar (Cortesía: Julitt Hernández).



Figura 2. Plantación de caña de azúcar afectada por la necrosis del ápice y del borde de la hoja y retraso en el crecimiento de la caña de azúcar en el Bajo Yaracuy. (Cortesía: Julitt Hernández).

precisión cual de ellos es el responsable.

Considerando que la superficie afectada representa alrededor del 17% del área total cultivada con caña en el Bajo Yaracuy, correspondiente al área de influencia de los Centrales Azucareros Santa Clara y Veroes, se decidió efectuar diagnósticos fitosanitarios, análisis de suelo, agua de riego y foliar emprendidos por especialistas del

Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Yaracuy (FONAIAP-CIAE Yaracuy), para determinar las causas de la necrosis del ápice y del borde de las hojas y retraso en el crecimiento de caña de azúcar y diseñar una escala para evaluar el comportamiento de diferentes cultivares ante esta anomalía en condiciones de campo.

Materiales y métodos

Este trabajo se inició en el año 1996 con recorridos por varias fincas de la zona de Agua Negra; igualmente se instaló un ensayo de adaptación de 50 cultivares de caña de azúcar provenientes del Banco de Germoplasma del FONAIAP-CIAE Yaracuy en la finca Churrerú propiedad del Sr. Francisco J. Rivera Viso ubicada en el sector Río Salado o Agua Caliente, la cual posee una superficie total de 160 ha, con un nivel freático alto, y humedad en el suelo a los 40 cm de profundidad; las parcelas fueron distribuidas completamente al azar, a una densidad de 3 yemas/m lineal, en hileras de 15 m de largo y 1,5 m entre ellas; se le realizaron evaluaciones fitosanitarias que consistieron en hacer diagnóstico por sintomatología y efectuar exámenes preliminares al microscopio de luz en el laboratorio, utilizando técnicas conocidas para el aislamiento de microorganismos fitopatógenos (3). Así mismo se determinaron los niveles de resistencia de estos cultivares a la necrosis del ápice y del borde de las hojas y retraso en el crecimiento de la caña de azúcar; para ello se diseñó una escala la cual fue adaptada de otras usadas para

evaluar resistencia a enfermedades foliares (7); fueron incluidos en el ensayo 2 cultivares previamente seleccionados que representaron los testigos referenciales: uno altamente resistente que no mostró daños visibles y otro altamente susceptible con un quemado generalizado del follaje y crecimiento atrofiado, los cuales fueron V68-78 y V78-1, respectivamente. La escala constó de 5 grados (del 1 al 5) aumentando la susceptibilidad a medida que aumenta el grado de daño, (cuadro 1): grado 1: Altamente Resistente (AR); grado 2: Resistente (R); grado 3: Moderadamente Resistente (MR); grado 4: Susceptible (S) y grado 5: Altamente Susceptible (AS). Durante el crecimiento de los cultivares se realizaron siete observaciones, una a los treinta días después de la siembra y las siguientes, una cada dos meses en las hojas y el tallo en forma individual utilizando la escala previamente establecida y haciendo comparaciones con los testigos referenciales.

En el ensayo citado se delimitaron 2 áreas, una donde los cultivares mostraron un crecimiento

Cuadro 1. Escala de evaluación para la necrosis del ápice y del borde de las hojas y retraso en el crecimiento de la caña de azúcar.

Daño	Grado	Reacción
Daños no visibles en la lámina foliar.	1	Altamente Resistente (AR)
Daño visible, necrosis en el ápice y/o bordes de la lámina foliar hacia la nervadura central. Area foliar afectada de 1-5%.	2	Resistente (R)
Necrosis pronunciada en el ápice y borde de la lámina foliar hacia la nervadura central; con apariencia erecta de las hojas número 3 a 5. Area foliar afectada de 6-20%.	3	Moderadamente Resistente (MR)
Necrosis severa en el ápice y borde de la lámina foliar con marcada tendencia hacia la nervadura central. Disminución del tamaño de las hojas número 3 a 5, con apariencia erecta; disminución del crecimiento de las plantas. Area foliar afectada de 21 a 45%.	4	Susceptible (S)
Quemado generalizado del follaje; disminución marcada del tamaño de las hojas, con apariencia erecta; atrofia de los tallos y/o muerte de las plantas. Area foliar afectada superior al 45%.	5	Altamente Susceptible (AS)

aparentemente normal de la caña con más de 2 m de altura, pero con necrosis del borde de las hojas en diferentes grados según la variedad, y otra paralela e inmediatamente vecina a la anterior, donde los cultivares de caña mostraron síntomas de atrofia de los tallos, menos de 1 m de altura y quemado generalizado del follaje, con presencia casi absoluta, de la maleza indicadora de suelos afectados por sales, el verdolagón (*Trianthema portulacastrum*. L). En cada una de las áreas indicadas se realizaron muestreos de suelo de 0 a 20 cm de profundidad, tomando 15 submuestras para finalmente conformar una muestra compuesta en cada área. Se

describió el perfil del suelo con un barreno, hasta 1,2 m de profundidad donde se estimó textura manualmente, color del suelo, reacción al HCl 10%; estructura, su tamaño y estabilidad, presencia de moteados, humedad y raíces. Esta operación se realizó durante el período lluvioso (15/08/96) cuando las plantas tenían 5 meses de edad y en el período seco (marzo 1997), próximo a cosecha. A cada una de esas muestras se le realizó análisis de salinidad siguiendo la metodología indicada por Pla (8), el cual consistió en la determinación del pH en la relación suelo: agua (1:2,5); conductividad eléctrica (CE) en dS/m, concentraciones de magnesio (Mg), calcio

(Ca), sodio (Na), potasio (K), carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros, medidos en miliequivalentes/L (meq/L) en el extracto saturado del suelo. A fin de establecer diferencias comparativas en cuanto a calidad de agua, se le hizo también este análisis al agua freática de la hacienda Churrerú colectada en una calicata con dimensiones de 1 m de lado y 1,2 m de profundidad construida dentro del área del ensayo y a un pozo artesiano ubicado a 1,5 km de esta finca con temperaturas alrededor de 80°C. Se

realizó además un muestreo foliar en 7 cultivares de caña de azúcar que presentaron la necrosis de la hoja en grado variable a los 5 meses de edad, data considerada dentro del lapso más adecuado para realizar diagnóstico nutricional foliar a este cultivo: 4 a 6 meses de edad (4). Para ello se tomaron 20 hojas TVD de cada cultivar, a las cuales se les eliminó la nervadura central y los tercios superior e inferior. A estas muestras se les analizó concentraciones de Ca, Cl, Mg, Na y S por los métodos señalados por Pla (8).

Resultados y discusión

Diagnóstico fitosanitario y diseño de la escala de evaluación.

Se descartó por los métodos de diagnóstico convencionales de laboratorio que el agente causal de la necrosis del ápice y del borde de las hojas y retraso en el crecimiento de la caña de azúcar fuera de origen biótico. Por otro lado, con la escala de evaluación diseñada para tal fin bajo las condiciones agroclimáticas de la finca Churrerú, se determinó que los cultivares en estudio mostraron un comportamiento diferencial a esta anomalía, resultando, como altamente resistentes: V68-78; V77-17; V77-24; resistentes: B82157; C371-67; CP5659; CP74-2005; M3145; MY5514; N55805; PR61-632; PR692176; SP711486; V74-7; moderadamente resistentes: B52107; B75-403; C323-68; V64-10; V71-39; V75-6 y V77-12, susceptibles B6749 y PR980 y altamente susceptibles B7549, B76-226, CP72-2086 y V78-1 (cuadro 2). Los cultivares subrayados ocupan una superficie importante en la región centro-occidental y en Venezuela.

Zérega y colaboradores (11)

evaluaron el comportamiento de 9 cultivares de caña de azúcar en un suelo salino-sódico con CE en el extracto saturado entre 7 y 22 dS/m, con RAS de 4, 3 a 12, 5, con predominio de sales de sulfato de sodio y sulfato de magnesio y de textura franco arcilloso, habiendo obtenido los mayores niveles de productividad de caña y azúcar con las variedades MY5514, B7549, V74-7, PR980, V75-6 y PR692176 con valores intermedios de CE y RAS en el suelo a los antes señalados.

Villafañe (9) en condiciones de campo provocó 4 niveles de salinidad y 2 de sodicidad aplicando cantidades diferentes de NaCl y CaCl₂, adquiriendo niveles de CE entre 2 y 8,7 y RAS de 5 a 10 en un suelo franco arenoso, para evaluar el comportamiento, durante 7 meses, de 6 cultivares de caña de azúcar, resultando más tolerante a la salinidad la SP711406, B64129 y CP721210. Fueron más tolerantes a sodio PR692176, B75-403 y B721210. La B75-403 fue la más sensible a la salinidad, seguida de la MY5514 y la PR692176.

Cuadro 2. Comportamiento de cultivares de caña de azúcar en condiciones naturales.

Reacción	Grado	Cultivares
Altamente Resistente (AR)	1	B49119;V68-78;V77-17 y V77-24
Resistente (R)	2	B64129; B82157; C37167; Co421; CP5659; CP742005; M3145; My5514; N55805; PR61632; PR692176;Ragnar; SP711486 y V74-7
Moderadamente Resistente (MR)	3	B52107; B75403; C32368; CL41223; Co740; CP721210; PR62258; V64-10; V71-39; V75-6 y V77-12
Susceptible (S)	4	B7649; F134; H736110 y PR980
Altamente Susceptible (AS)	5	B7549; B76226; CP722086; Méx 641487 y V78-1

Estos resultados coinciden en gran medida con los logrados en este trabajo, excepto con las tres últimas variedades mencionadas.

González *et al* (5) evaluaron tres concentraciones de cloruro de sodio sobre cuatro cultivares de caña de azúcar, resultando más tolerantes la MY5514 y B49119. La PR 61632 ocupó una posición intermedia y la PR980 se comportó como la más susceptible, lo cual se corresponde con los resultados obtenidos en este trabajo.

Descripción morfológica del suelo. Entre las características morfológicas del perfil representativo del área del ensayo se destaca que es un suelo de textura fina en casi todo el perfil; estructura blocosa subangular, media y débil y sin reacción al HCl 10% en todo el pedón; enraizamiento los primeros 70 cm, con mayor cantidad de 0-20 cm; abundante humedad principalmente durante el periodo lluvioso, proveniente del

agua freática, lo cual se confirmó cuando se hizo una calicata de 1,2 m de profundidad y ésta se llenó de agua en unas 2 horas; así como por el color oliva y los moteados grises del suelo que se iban intensificando con la profundidad. La cercanía del agua freática a la superficie del suelo ha permitido el cultivo de la caña de azúcar bajo condiciones de secano en esa zona.

Análisis de salinidad. De acuerdo a los análisis de salinidad realizados a los muestreos efectuados durante los periodos lluvioso y seco en el extracto saturado del suelo de las áreas con necrosado del borde de la hoja y con caña atrofiada de la finca Churrerú, estos registraron niveles de CE 2 a 3 veces superior que el suelo con cultivares de caña no afectada. Las sales predominantes fueron sulfato de sodio y sulfato de calcio durante el período lluvioso, y cloruro de sodio,

sulfato de calcio y sulfato de sodio durante la época seca. Con caña normal las sales predominantes fueron sulfato de sodio, cloruro de sodio y sulfato de calcio pero en concentraciones mucho menores, por supuesto, por la menor CE que las obtenidas con las cañas atrofiadas (cuadro 3).

La composición salina del suelo durante el período lluvioso evaluado es la única que se corresponde con el comportamiento de los cultivares de caña de azúcar en el experimento considerado en este estudio, porque fue en ese lapso cuando se realizó el primer muestreo de suelo (agosto 1996) y el ensayo tenía 5 meses de iniciado. En marzo del año 1997 cuando se efectuó el segundo muestreo de suelos, el ensayo estaba próximo a cosecha.

En consecuencia, se estima que esas diferencias en CE explican las causas del considerable retraso que presentaron las cañas en el área de mayor problema, influido también por el tipo de sales predominantes (sulfato de sodio y cloruro de sodio) que son muy tóxicas para los cultivos y por los niveles de cloruros registrados, particularmente en el área de caña atrofiada, donde alcanzaron niveles inusuales (23,7 meq/l). En otras áreas cañeras con problemas graves de salinidad en Venezuela, por ejemplo: en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio, hay fincas con niveles de CE entre 8 y 12 dS/m que han alcanzado tonelajes de caña por hectárea entre 40 y 108 pero con niveles de cloruros en el suelo entre 4 y 10 meq/l y sal predominante sulfato de sodio, variando este comportamiento según la variedad de caña cultivada (11).

El quemado del borde de las hojas

de caña en el área de suelo que se denominó normal, se debe a las sales de cloruro de sodio y sulfato de sodio presentes, particularmente la primera, lo cual tal como ya se señaló, no es común en las áreas cañameleras del país. Esto se corrobora con los resultados del análisis foliar que se discute más adelante.

La CE y concentración iónica se incrementa en el período seco porque se concentran las sales. Aunque el RAS resultó alto (>2) en todos los casos, no se observó ninguna evidencia de deterioro estructural en ese suelo.

Se detectó desbalance entre las sumatorias de aniones y cationes (diferencia máxima admisible = 10%) en los análisis realizados, excepto en el área de caña normal determinada durante la época seca, por encima del máximo aceptable, siendo mayor en el área con cañas atrofiadas (cuadro 4).

El desbalance iónico presentado es inusual, porque generalmente esto ocurre cuando no se determinan nitratos y fosfatos, lo cual no se realiza como rutina en los laboratorios del país, pero a pesar de que se analizaron en este estudio, aún persiste el desbalance, siendo más grave cuando faltan cationes, que es el caso del suelo con la caña atrofiada muestreada en la época seca. Esto sucede con casi todos los análisis de este tipo que se realizan en esa zona y puede ocurrir porque en el momento de la determinación de sulfatos pudieran haber pérdidas de este anión por volatilización en forma de sulfuros y cuantificarse como sulfatos inmediatamente antes de que eso suceda, dando como resultado una mayor cantidad de cationes. En caso contrario, si en el

Cuadro 3. Composición salina del suelo de las áreas evaluadas de 0-20 cm.

Condición	PH 1:2,5	CE DS/m	Ca	Mg	Na	K	Fe	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ⁻	RAS
Epoca de lluvia												
Caña normal	8,10	2,72	8,90	2,30	17,60	0,10	--	0,00	3,17	6,47	13,10	7,40
Caña atrofiada	8,04	7,29	18,3	7,50	24,70	0,15	--	0,00	1,98	23,70	33,90	6,90
Epoca seca												
Caña normal	--	5,29	12,80	7,72	26,00	0,38	3,31	11,36	2,71	10,48	25,05	8,10
Caña atrofiada	--	12,28	24,36	9,14	104,00	0,24	0,00	6,80	2,71	33,87	40,90	25,20

Nota: pH a la pasta del suelo con caña atrofiada durante el período lluvioso= 7,3. RAS: Relación de adsorción de sodio

Cuadro 4. Diferencias entre las sumatorias de aniones y cationes y porcentaje de error en el análisis de suelo.

Descripción	Error Mayor* (%)
Epoca de lluvia	
Caña normal	15 (> Cationes)
Caña atrofiada	21 (> Aniones)
Epoca seca	
Caña normal	1 (> Cationes)
Caña atrofiada	39 (> Cationes)

momento de analizar el contenido de bicarbonatos en una muestra de suelo o agua hay penetración de CO_2 en las mismas, este pudiera contabilizarse como bicarbonato, resultando en una mayor cantidad de aniones.

Análisis de agua freática y de un pozo artesiano. El agua freática de la finca Churrerú se asemeja solamente al análisis de suelo del área del ensayo con caña de crecimiento atrofiado, particularmente durante el período lluvioso, época en que fueron muestreados ambos; esta similitud es en cuanto a su composición y concentración iónica (principalmente en cloruros, calcio, sulfatos y sodio), sal predominante (sulfato de sodio), C.E, pH (7,3 en el suelo y 7,6 en el agua), RAS alto y desbalance iónico, lo que explica el origen de la salinidad en este último (cuadros 3 y 5).

El agua termal (cuadro 5) ubicada a unos 1,5 km de esta finca, presentó un

alto peligro de sodificación y por ende de destrucción de esos suelos, debido a su alto RAS (7,02) y en su composición y concentración salina es muy diferente a la del agua freática y suelos de la finca Churrerú (cuadros 3 y 5). También presentó el mismo problema de desbalance iónico que el resto, siendo similar proporcionalmente al del agua freática: los aniones representan el doble de la concentración de los cationes.

Análisis foliar. En el cuadro 6 se presentan las concentraciones de Cl, S, Ca, Mg y Na registradas en el tejido foliar en 7 variedades de caña de azúcar que en el ensayo tuvieron un comportamiento diferencial a la necrosis del ápice y del borde de las hojas. Se observa que V68-78 y V77-17 presentaron grado 1 (AR); PR692176 grado 2 (R); V64-10, V75-6 y B75-403 grado 3 (MR), y F134 grado 4 (S).

Sólo se apreciaron diferencias

Cuadro 5. Calidad del agua freática de la finca Churrerú y de las aguas termales.

Composición agua	Agua Freática	Agua Termal
PH	7,60	7,80
Conductividad eléctrica (dS/m)	6,72	1,09
Carbonatos (meq/L)	0,00	0,00
Bicarbonatos (meq/L)	5,26	1,40
Cloruros (meq/L)	24,24	4,51
Sulfatos (meq/L)	37,50	3,40
Fosfatos (meq/L)	0,04	1,15
à aniones (meq/L)	67,04	10,46
Calcio (meq/L)	9,40	0,72
Magnesio (meq/L)	6,50	0,05
Sodio (meq/L)	20,43	4,35
Potasio (meq/L)	0,03	0,12
à Cationes (meq/L)	36,36	5,24
Relación ads. Sodio	4,72	7,02
Calidad para el riego	MMPC	MMPC
Peligro acumulación de sodio	MA	MA
Fracción de lixiviación	0,61	-

MMPC: Muy mala para el cultivo. MA: Muy alto.

Cuadro 6. Resultados del análisis foliar.

Cultivares	Cl	S	Ca	Mg	Na
V77-17 (AR)	0,062	0,11	0,74	0,31	0,016
V68-78 (AR)	0,063	0,11	0,69	0,29	0,016
PR692176 (R)	0,060	0,27	0,64	0,32	0,015
V64-10 (MR)	0,067	0,25	0,68	0,40	0,014
V75-6 (MR)	0,070	0,26	0,60	0,32	0,015
B75-403 (MR)	0,061	0,19	0,66	0,52	0,014
F134 (S)	0,078	0,58	0,72	0,32	0,015
Niveles adecuados*	0,20	0,20	0,15		
		0,45	0,32		

importantes en el contenido de azufre y cloruros entre los cultivares que presentaron algún grado de resistencia a la necrosis del ápice y del borde de las hojas y el único genotipo susceptible registrado en el cuadro 6, donde el cultivar F134 presentó concentración del primer elemento hasta cinco veces superior al de los otros cultivares y casi el triple del nivel normal (20%) del mismo. En cuanto a cloruros, este cultivar registró en el tejido foliar hasta un 25% más que los otros seis genotipos. Los cultivares AR, V68-78 y V77-17 obtuvieron valores de azufre muy por debajo del nivel normal (20%), mientras que los R y MR presentaron cifras cercanas a ese nivel normal.

Las concentraciones de Ca y Mg foliar estuvieron por encima y dentro del rango normal respectivamente en todos los cultivares mencionados, salvo dos genotipos que se excedieron en la absorción del magnesio. El contenido de sodio prácticamente no varió entre variedades.

En este sentido, Villafañe (9) cuando evaluó el comportamiento de seis

cultivares de caña de azúcar en un suelo con altos niveles de CE y RAS, el contenido de calcio en la hoja se redujo cuando la salinidad del suelo se elevó a niveles no tolerables, mientras que el Na y el Cl mantuvieron su ascenso en el tejido foliar en la medida en que aumentaba su concentración en el suelo. Las variedades que registraron mayores contenidos de calcio en las hojas fueron las que mostraron mayor susceptibilidad al sodio, sugiriendo la posibilidad de una relación entre la sensibilidad al Na y los requerimientos de calcio de los cultivares de caña de azúcar.

También Dang *et al* (2) encontraron relación entre el contenido de calcio y de sodio en el tejido foliar de cultivares de caña de azúcar con la productividad.

En este trabajo no se registró esa relación iónica a pesar de los altos niveles de sodio encontrados en el suelo (cuadro 3) y las variaciones más importantes, tal como ya se mencionó, ocurrieron con los contenidos de cloruros y azufre en el tejido (cuadro 6).

Conclusiones

Las causas de la quemazón o necrosis del ápice y del borde de las hojas y retraso en el crecimiento de las plantas de caña de azúcar en el Bajo Yaracuy, tienen su origen en las relativamente altas concentraciones de sales de sulfato de sodio y cloruro de sodio, sobre todo esta última, y a la CE del suelo provenientes del agua freática. Sus efectos sobre el cultivo de la caña de azúcar cambian con la variedad y el nivel de CE presente en el suelo.

Los cultivares de caña de azúcar que presentaron niveles de resistencia a estas condiciones fueron: B49119; B64129; B82157; C371-67; Co421; CP5659; CP742005; M3145; MY5514;

N55805; PR 61-632; PR692176; RAGNAR; SP711486; V68-78; V74-7; V77-17 y V77-24. También se incluyen en esta categoría los cultivares que resultaron con niveles moderados de resistencia tales como: B52107; B75-403; C323-68; CP721210; V64-10; V71-39; V75-6 y V77-12. Es de destacar que los cultivares subrayados ocupan una superficie sembrada importante en la región centro-occidental y en Venezuela.

La escala de evaluación del daño diseñada, constituirá una ayuda importante en los estudios del comportamiento y selección de cultivares de caña de azúcar en condiciones de suelos similares.

Recomendaciones

La necrosis del ápice y del borde de las hojas y retraso en el crecimiento de caña de azúcar hay que manejarla en primera instancia, empleando en condiciones de suelos similares cultivares altamente resistentes tales como: V68-78; V77-17; V77-24; resistentes: B82157; C371-67; CP5659; CP74-2005; M3145; My5514; N55805; PR61-632; PR692176; SP711486; V74-7; o moderadamente resistentes: B52107; B75-403; C323-68; V64-10; V71-39; V75-6 y V77-12.

No se recomienda el cultivo de las variedades B49119, B64129, Co421, CL41223, Co740, CP721210 y PR62258 debido a que además de presentar susceptibilidad, manifiestan un comportamiento desfavorable ante las principales enfermedades de este

rubro, tales como: mosaico, escaldadura (*Xanthomonas albilineans*), roya (*Puccinia melanocephala*), carbón (*Ustilago scitaminea*), según estudios realizados por el FONAIAP; sin embargo, pueden ser utilizadas dentro de un programa de mejoramiento genético a fin de incluir el gen o genes de resistencia a la necrosis del ápice y del borde de la hoja y retraso en el crecimiento de la caña de azúcar.

Construir "zanjas abiertas" profundas en las partes más bajas del terreno y alrededor de los tablones además de encamellonar las cañas para abatir el nivel freático en el área cultivada.

Se sugiere evaluar las prácticas de manejo recomendadas.

Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento al TAI Juan Morillo por su participación en la instalación del

ensayo y evaluaciones de campo que contribuyeron al cumplimiento de los objetivos de esta investigación.

Literatura citada

1. Beg, D. M., C. Aguilar, D. Martínez, G. Piñero, A. Sánchez, L. F. Arias y F. Blanco. 1988. Diagnóstico agroecológico de la región Centro-Occidental. Maracay, Ven. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias; Estación Experimental Yaracuy. 48p.
2. Dang, Y. P., A. S. Mehla, R. Chabra and S. Kumar. 1999. Sodicity induced yield losses and changes in minerals concentration of sugarcane genotypes. Preprints XXIII International Society of Sugar Cane Technologists Congress, New Delhi, India: 89-99.
3. Echandi, E. 1967. Manual de laboratorio para Fitopatología general. Editorial IICA. Lima, Perú. Serie: Textos y materiales de enseñanza Nro. 17. Primera edición. 51p.
4. Elwali, A.M.O., G. J. Gascho. 1983. Niveles críticos de nutrientes en la hoja y normas DRIS como guías de fertilización de Caña de Azúcar. In: Memorias del Seminario Inter-Americano de la Caña, Miami-Florida. p. 312- 327.
5. González, V., S. Castroni y M. Fuchs. 1996. Evaluación de la reacción de genotipos de caña de azúcar diferentes concentraciones de NaCl. Rev. Agronomía Tropical 46 (2):219-232.
6. Mendoza, S., G. Valera y C. Ohep. 1983. Estudio preliminar de suelos del eje Morón-Barquisimeto-La Lucía, estados Falcón, Carabobo, Yaracuy y Lara. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR) Zona III. Barquisimeto-Venezuela:177 p.
7. Ordosgoitti, A., A. Aponte y V. González. 1986. Reacción de variedades cubanas de caña de azúcar a las enfermedades: Carbón, roya, escaldadura, mancha de ojo y mosaico en Venezuela. Primera Reunión Latinoamericana sobre enfermedades de la caña de azúcar. La Habana, Cuba. 26 p.(mimeog.).
8. Pla, I. 1969. Metodología de laboratorio recomendada para el diagnóstico de salinidad y alcalinidad de suelos, agua y plantas. Instituto de Edafología. Rev. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Ven: 117p.
9. Villafañe, R. 1996. Tolerancia a la salinidad y al sodio de seis variedades, de caña de azúcar en Venezuela. Agronomía Tropical 46 (1): 85-99.
10. Zerega M., L., N. Ulriche, T. Hernández, M. Jimenez y W. Gimenez. 1994. Características agroecológicas y estado nutricional del cultivo de la caña de azúcar en el área de influencia de Azucarera Santa Clara. Rev. FUNDAZUCAR. 12:8-16.
11. Zerega M., L., T. Hernández y J. Valladares. 1995. Efectos de tres enmiendas sobre un suelo salino-sódico con 9 variedades de caña de azúcar. Rev. Caña de azúcar. 13 (2):51-64.