

PÉRDIDAS DEL RENDIMIENTO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL EN TALLOS DE CAÑA DE AZÚCAR INFECTADOS POR LA BACTERIA *Xanthomonas albilineans*.

Pérez Pérez, Yosel, Pérez Milian, J. R., Pellón, Y., Rodríguez Lema, E. y Alfonso Terry, I.
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, INICA, Cuba.

E-mail: yosel.perez@epicamt.azcuba.cu

Resumen

Se realizó un muestreo en 26 campos de 16 Unidades Productoras en las 13 provincias de Cuba donde se cultiva la caña de azúcar. La presencia de *X. albilineans* se confirmó según técnica inmunoquímica DAS-UMELISA con el empleo de un equipo SUMA PR-521. Se tomó de cada planta el tercio inferior del tallo, el meristemo y el tercio medio de la tercera hoja con cuello visible (hoja+3); se utilizó el juego comercial "AGDIA" específico para *Xanthomonas albilineans* estandarizado por Zardón *et al.* (2012). Cada muestra se analizó por triplicado. Para determinar diferencias en cuanto al rendimiento agrícola e industrial se aplicó análisis estadístico en Tablas de Contingencia y el estadígrafo Chi-cuadrado (X^2) para una probabilidad $p \leq 0,05$. Se detectó un efecto perjudicial sobre el rendimiento agrícola e industrial de todos los tallos infectados por la bacteria aunque no presentaran síntomas de la enfermedad. El rendimiento agrícola se redujo en más de 40% y las pérdidas en el contenido azucarero superó el 20% en los cultivares susceptibles. La reducción del rendimiento en todos los casos estuvo en correspondencia con las características del cultivar; así, en los susceptibles las pérdidas en los tallos infectados fue mayor que en la de los cultivares resistentes. Es el primer reporte que se hace de la afectación del rendimiento agrícola e industrial por la bacteria *Xanthomonas albilineans* en tallos sin la presencia de síntomas de la escaldadura foliar.

Palabras clave: *Xanthomonas albilineans*, diagnóstico, pérdidas, cultivares, asintomáticos.

LOSSES OF AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL YIELD IN STEMS OF SUGARCANE INFECTED BY THE BACTERIUM XANTHOMONAS ALBILINEANS.

Pérez Pérez, Yosel, Pérez Milian, J. R., Pellón, Y., Rodríguez Lema, E. y Alfonso Terry, I.
Sugarcane Research Institute , INICA, Cuba.

E-mail: yosel.perez@epicamt.azcuba.cu

Abstract

It was carried out in 26 fields of 16 Production Units in the 13 provinces of Cuba where sugarcane is grown. The presence of *X. albilineans* was confirmed according to DAS-UMELISA immunochemical technique with the use of a SUMA PR-521 device. The lower third of the stem, the meristem and the middle third of the third leaf with visible neck (leaf + 3) were taken from each plant; the commercial game "AGDIA" specific for *Xanthomonas albilineans* standardized by Zardón *et al.* (2012). Each sample was analyzed in triplicate. To determine differences in agricultural and industrial performance, statistical analysis was applied in contingency tables and the Chi-square statistic (X^2) for a probability $p \leq 0.05$. A harmful effect on the agricultural and industrial yield of all stems infected by the bacteria was detected even though they did not show symptoms of the disease. Agricultural yield was reduced by more than 40% and losses in sugar content exceeded 20% in susceptible cultivars. The reduction of yield in all cases was in correspondence with the characteristics of the cultivar; thus, in the susceptible cultivars the yield losses in the infected stems was higher than in the stems of resistant cultivars. It is the first report that is made of the affection of the agricultural and industrial yield by the bacterium *Xanthomonas albilineans* in stems without the presence of symptoms of leaf scald.

Key words: *Xanthomonas albilineans*, diagnosis, losses, cultivars, asymptomatic

Introducción

La escaldadura foliar está considerada como una de las enfermedades más importantes de la caña de azúcar y de impacto en el mundo cañero (Bressiani *et al.*, 2007), ya que en presencia de cultivares susceptibles puede causar grandes pérdidas e incluso la destrucción total de las plantaciones. Cuando las condiciones ambientales son favorables, las yemas laterales brotan y forman lo que se conoce por hijos aéreos. Pueden morir los tallos o el plantón completo; los nuevos brotes exhiben los mismos síntomas que las plantas adultas (Garcés, 2003).

Los efectos económicos de la escaldadura foliar en la producción dependen mucho del nivel de susceptibilidad del cultivar, las condiciones ambientales existentes y la virulencia del agente causal. Cuando la enfermedad se presenta de forma aguda, puede ocurrir la muerte súbita de las plantas y destruir en pocos meses campos plantados con cultivares susceptibles (Chávez, 2000). Ambos autores señalados anteriormente se han referido a las pérdidas encontradas en plantas con síntomas evidentes de la enfermedad, tales como, rayado de las hojas, follaje clorótico, brotes de yemas y muerte de tallos, pero ninguno al efecto de la bacteria en tallos asintomáticos.

Materiales y Métodos

Se tomaron 15 tallos (muestras) por cada uno de tres campos seleccionados en 13 unidades de producción (UPC) distribuidas en todo el País, lo que totalizó 585 muestras; se estimó el peso promedio de un tallo y se realizó el conteo en dos surcos de 5 m, para calcular el rendimiento agrícola ($t \text{ caña/ha}^{-1}$) de los campos; los datos se agruparon en tres clases: menos de 30; de 30 a 40 y más de 40 $t \text{ caña.ha}^{-1}$.

Se realizó diagnóstico inmunoquímico UMELISA-DAS con el empleo del equipo SUMA PR-521; cada tallo las frecuencias relativas por cada clase de los criterios del rendimiento, de las muestras positivas de cultivares resistentes, intermedios y susceptibles. Como control sano se utilizaron las muestras no positivas de cultivares resistentes.

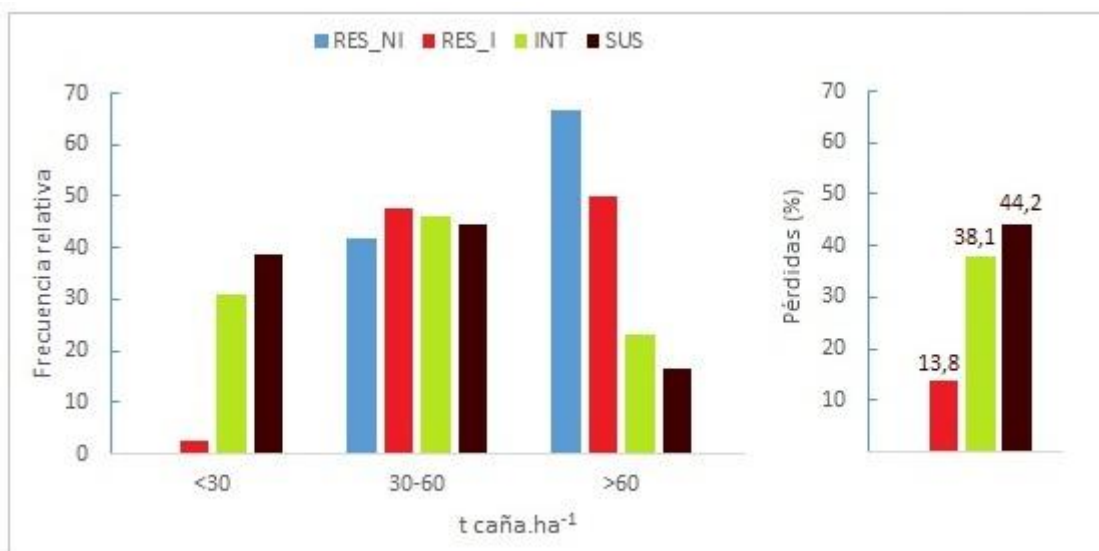
Como criterio de la calidad azucarera se usó el porcentaje de sacarosa, para lo cual se tomaron 3 mL del jugo del tercio medio del tallo homogeneizado y se conservó en etanol absoluto hasta el momento de su utilización. Los datos se agruparon según contenido (%) de sacarosa en el jugo en tres clases: menos de 31; entre 31 y 41 y más de 41

El proceso se inició con la centrifugación de las muestras a 1000 g durante 10 min y seguidamente se secaron y resuspendieron en un tercio del volumen inicial para ser analizadas por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) con una columna de Eurokat Ca 10 μm (300x8 mm) y un detector Chiral. La cuantificación se realizó por el método del estándar externo de rafinosa 1mg.mL^{-1} (Min *et al.*, 1988), por lo que las concentraciones se expresaron como porcentaje peso/peso.

Para determinar diferencias en cuanto al rendimiento agrícola e industrial se aplicó análisis estadístico en Tablas de contingencia y el estadígrafo Chi-cuadrado (X^2) para una probabilidad $p \leq 0,05$.

Resultados y Discusión

Se detectó un efecto perjudicial sobre el rendimiento agrícola, con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según prueba Chi-cuadrado (X^2). La mayor frecuencia de cultivares susceptibles (SUS) e intermedios (INT) se presentó en los campos con rendimiento inferior a 30 toneladas de caña por hectárea ($<30 \text{ t caña/ha}^{-1}$), mientras que en los mismos los resistentes infectados (RES_I) tuvieron la representación más baja y en ningún caso se encontró cultivares clasificados como resistentes no infectados (RES_NI). Las pérdidas ocasionadas superaron el 40 % en los cultivares susceptibles (Figura 1).

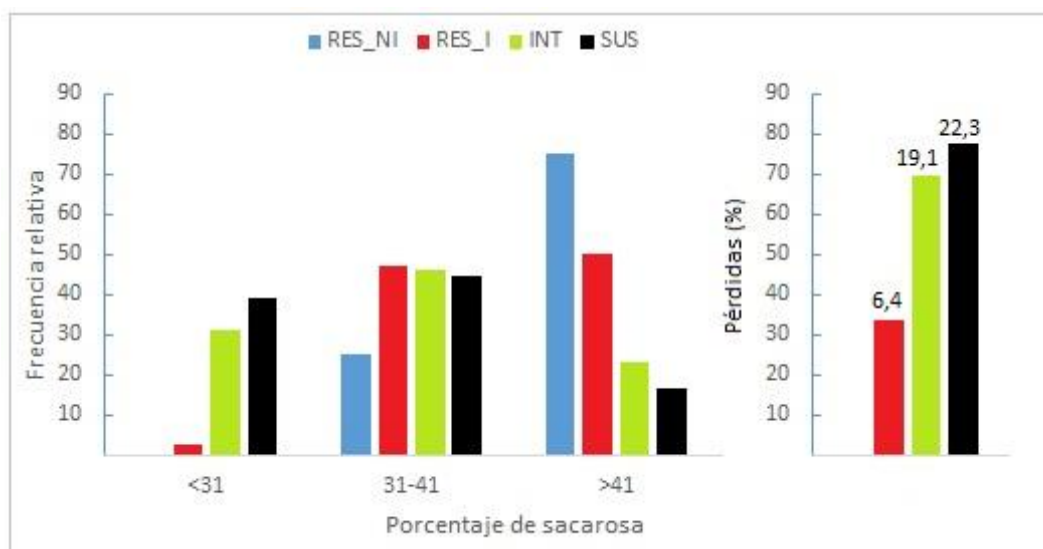


$$X^2_{\text{cal}} = 12,73 \quad X^2_{\text{Tab } 0,05} = 12,59 \quad \text{GL} = 6$$

Figura 1. Efectos de la escaldadura foliar sobre el rendimiento agrícola

Otros factores pueden estar involucrados en la afectación del rendimiento agrícola, pero es de destacar la estrecha relación de éste con la bacteria ya que a medida que aumentaron los cultivares resistentes no infectados este se incrementó y en campos con menos de 30 toneladas de caña por hectárea éstos (RES_NI) no estaban presentes.

Con un patrón similar al observado para el rendimiento agrícola se presentó el porcentaje de sacarosa. En el grupo de rendimiento azucarero ($> 41\%$ de sacarosa), correspondió la mayor frecuencia a los cultivares resistentes, pero aun dentro de esa categoría la presencia de la bacteria ocasionó pérdidas que representaron 6,4% respecto de los resistentes no infectados, los cuales pueden ascender a más de 20% en los cultivares susceptibles (Figura 2).



$$X^2_{\text{cal}} = 13,30 \quad X^2_{\text{Tab } 0,05} = 12,59 \quad \text{GL} = 6$$

Figura 2. Efectos de la escaldadura foliar sobre el contenido azucarero

En este caso no hubo muestras sin la presencia de la bacteria con valores inferiores a 31% de sacarosa y solo el 18,7% de las infectadas superaron 41 unidades porcentuales de esa variable, lo que ratifica el poder destructivo de *Xanthomonas albilineans*. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, informó una reducción del rendimiento entre 20-30% en CP80-1743, con solo 5% de incidencia de la enfermedad en campos comerciales (Sandhu *et al.*, 2013).

Investigaciones realizadas en este sentido demuestran el efecto negativo de la presencia de la bacteria en el rendimiento de los tallos con síntomas; en Cuba, Barroso (2008), encontró una diferencia de 2,96 grados brix entre tallos enfermos y el testigo asintomático, que representó una disminución de 13,1% del rendimiento industrial, coincidiendo con Chávez (2000) y Huerta *et al.* (2003), en México, que observaron disminuciones del brix de 9,1% y 12,6%, respectivamente. Sin embargo ningún autor se refiere al efecto producido por la infección de la bacteria en tallos asintomáticos, lo cual constituye una novedad de acuerdo a los resultados hasta ahora publicados en relación con la escaldadura foliar de la caña de azúcar

Mensi *et al.* (2014) en Francia, confirmaron la existencia de la bacteria en las células del floema, así como en las del parénquima vascular, llamadas también células de almacenamiento, lo que pudiera explicar por qué la presencia de la bacteria en tallos asintomáticos puede afectar su contenido azucarero. Esto sugiere una modificación en la clasificación de la respuesta de los cultivares, ya que la definición de tolerancia a la escaldadura foliar de la caña de azúcar no debe ser asumida por la ausencia de síntomas, sino por el efecto sobre el normal desarrollo de las plantas.

Conclusiones y Recomendaciones

1. Se demostró, por primera vez, que la presencia de la bacteria *Xanthomonas albilineans*, causante de la enfermedad escaldadura foliar, en tallos asintomáticos afectó el contenido azucarero de los mismos.
2. Se encontró una relación directa entre el contenido azucarero con nivel de resistencia de los cultivares y el efecto de la infección por la bacteria, la cual fue mayor en los tallos infectados de los cultivares susceptibles y menor en los resistentes, pero siempre su presencia produjo daños.
3. Se recomienda implementar el sistema de diagnóstico por técnicas inmunoquímicas o moleculares y de cuantificar el efecto negativo de la infección de los tallos de caña de azúcar por la bacteria *X. albilineans*.

Referencias bibliográficas

Barroso, G. (2008) Evaluación de híbridos de caña de azúcar ante la presencia de *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson y su influencia en el rendimiento. Tesis en opción al Título Académico de Master en Sanidad Vegetal, Universidad de Matanzas, pp. 35-40.

Bressiani, J. A., Sanguino, A., Burnquist, W. L., Vencovsky, R., da Silva, J. A. (2007) Breeding sugarcane for leaf scald resistance: a genetic study. *Journal American Society Sugar Cane Technologists* 27: pp. 15-22.

Chávez, M. R. (2000) Proyecto para determinar la resistencia varietal al mosaico, la roya, el carbón y la escaldadura de la caña de azúcar. Resistencia varietal a la enfermedad escaldadura de la caña de azúcar (*Xanthomonas albilineans*). Programa Nacional de Variedades del FOCITCAÑA. México, D. F., pp.85

Garcés, F. (2003) Manejo preventivo de los principales problemas fitopatológicos de la caña de azúcar en Ecuador. Memorias de la Reunión sobre el cultivo de la caña de azúcar en Ecuador. Guayaquil, pp. 47-74.

Huerta, M., Ortega, L. D., Landeros, C., Fucikovsky, L., Marín, M. (2003) Resistencia de variedades comerciales de caña de azúcar a la escaldadura de la hoja [*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson]. *Agrociencia, Colegio de Posgraduados. Texcoco, México*, 37 (5): pp.511-519.

Mensi, I., Vernerey, M. S., Gargani, D., Nicole M., Rott P. (2014) Breaking dogmas: the plant vascular pathogen *Xanthomonas albilineans* is able to invade non-vascular tissues despite its reduced genome. *Open Biol.* 4: 130116. <http://dx.doi.org/10.1098/rsob.130116>.

Min, T., Vanmiddlesworth, J. F., Walter, J. F (1988) Content of rafinosa oligosaccharide and sucrose in various plant seeds. *Journal of Agricultural Food Chemics.* 36: pp. 32-36.

Sandhu, H. S., Rott, P., Comstock, J. C., Gilbert, R. A. (2013) Sugarcane Leaf Scald Disease. Disponible en: <http://edis.ifos.ufl.edu> Consultado 18/07/2014).

Zardón, M.A., Gallo, A., Mesa, J. M., Arencibia, A., Zamora, L., Martínez, Y., Sautié, M., Casas, M., La O, M. (2012) Detección de infecciones mixtas en genotipos de caña de azúcar en Cuba, *Protección Vegetal*, 27(2):77-84.