

Xanthomonas albilineans (Ashby) Dowson agente causal de la escaldadura foliar de la caña de azúcar: epidemiología en un escenario climático diferente

Yosel Pérez Pérez¹, José R. Pérez Milian¹, María La O Echevarría², Gelasio Pérez Oramas¹

¹Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA), Matanzas.

²Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Cuba

Autores de correspondencia: yosel.perez@epicamt.azcuba.cu; perez.milian@epicamt.azcuba.cu

Resumen

La fitobacteria ***Xanthomonas albilineans*** (Ashby) Dowson, causante de la escaldadura foliar de la caña de azúcar, potencialmente puede limitar el cultivo de muchas variedades susceptibles, al causarle severas afectaciones que muchas veces terminan con la destrucción de la cepa o tallos enfermos. Durante un periodo de 16 años (1998-2013) se evaluó el comportamiento epifítico de la bacteria en la colección de germoplasma de la caña de azúcar en Cuba con una población de genotipos que creció desde 2861 en el año 1998 hasta 3420 en 2013, lo cual garantiza suficiente variabilidad para realizar el estudio. Se estudiaron 35 variables del clima, las cuales fueran obtenidas de una Estación Agro meteorológica ubicada dentro del área experimental, y su influencia sobre la manifestación de los síntomas agudos de la enfermedad según la escala de Rott y col. (1997); se realizó análisis discriminantes para decidir cuales variables influyen de manera positiva en la incidencia de la enfermedad en condiciones naturales; los resultados indican que la Humedad relativa, Lluvias de Enero, Lluvias de Mayo-Agosto, Lluvias de Noviembre, Lluvias de Septiembre-Diciembre, Temperatura de Enero-Abril, Temperatura de Mayo-Agosto, Temperatura de Octubre-Diciembre tienen la mayor influencia sobre la expresión de los síntomas, pero las precipitaciones parecen ser el factor epifítico más influyente, pues en los 16 años de evaluación el número de genotipos que mostraron los síntomas agudos de la enfermedad fue mayor o menor cada año, en la misma proporción que aumentaron o disminuyeron las lluvias, y puede ser importante para predecir una epifita de la bacteria.

Palabras claves: *Xanthomonas albilineans*, clima, epifita, precipitaciones, síntomas

Abstract

The fitobacteria ***Xanthomonas albilineans*** (Ashby) Dowson, cause of the sugar cane leaf scald, potentially he can limit the cultivation of many susceptible varieties, when ancestry or sick stems cause severe affectations that many times her destruction about her to him. During a period of 16 years (1998-2013) the epiphytic of the bacteria in germ plasma collection of sugar cane with a population of genotypes that grew from 2861 in the year evaluated in behavior 1998 to 3420 in 2013 itself, which as he guarantees enough variability to accomplish the study. They studied 35 variable of the climate, which be obtained of a station Agro meteorological located within the experimental area, and his influence on the

manifestation of acute symptoms of the disease according to the scale of Rott et al., (1997); analysis accomplished specials of data (discriminate analysis) to make a decision itself as variables influence of positive manner the incidence of the disease in natural conditions; the results suggest that the Relative Humidity, Januarys rainfall, May - August rainfalls, November rainfall, September- December rainfall, January - April temperature, Mayo -August Temperature, October - December Temperature have the bigger influence on the expression of symptoms, but rainfall seem to be the factor more influential epifítico, because in the 16 years of evaluation the number of genotypes that the intense symptoms of the disease evidenced was bigger or younger every year, in the same proportion as they increased or they decreased the rains, and he might important in order to predict an epiphyte of the bacteria.

Key words: *Xanthomonas albilineans*, climate, epiphyte, rainfall, symptoms

Introducción

La escaldadura foliar producida por la bacteria *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson, es una enfermedad que potencialmente puede limitar el cultivo de muchas variedades susceptibles. Es una bacteria *fastidiosa* y su presencia puede tener un período asintomático o de latencia que a veces se prolonga por varios años. En muchos otros países cañeros, al igual que en Cuba, la consideran entre las enfermedades principales y por lo tanto es objeto de diferentes investigaciones; su presencia en los campos comerciales puede constituir un problema no solo por su afectación directa a la producción de caña, sino por su influencia negativa en la calidad de los jugos durante el proceso industrial. Según Díaz (2000) en Cuba están presentes dos serovares y 11 grupos genómicos de la bacteria.

Según la FAO (2013), es evidente que el cambio climático está modificando la distribución de las plagas y las enfermedades de los animales y las plantas, por lo que es difícil prever todos los efectos de este cambio. La modificación de las temperaturas, la humedad y los gases de la atmósfera pueden propiciar el crecimiento y la capacidad con que se generan las plantas, los hongos y los insectos, alterando la interacción entre las plagas, sus enemigos naturales y sus huéspedes. Las transformaciones que experimenta la cubierta vegetal de la Tierra, como la deforestación y la desertificación, pueden incrementar la vulnerabilidad de las plantas y los animales que quedan ante las plagas y las enfermedades. Si bien a lo largo de la historia con regularidad surgen nuevas plagas y enfermedades, el cambio climático ahora introduce una serie de incógnitas en la ecuación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el período 1998-2013 se evaluó el desarrollo epifíticos de la bacteria *X. albilineans* (Ashby) Dowson, sobre una población que creció de 2861 en el año 1998 hasta 3420 en 2013, cultivares que conforman la Colección de Germoplasma, ubicada en áreas de la Estación Provincial de Investigaciones de

la Caña de Azúcar (EPICA) de Matanzas, sobre suelo ferralítico rojo típico, según Marín y col. (1994).

Para la evaluación sólo se tuvo en cuenta la presencia de tallos con follaje clorótico o necrosado, así como la presencia de brotes laterales o tallos muertos (Grados 4 y 5), respectivamente, según la escala de severidad establecida por Rott y col. (1997).

Los datos meteorológicos (Tabla 1) fueron tomados en la Estación Agro meteorológica del CITMA, ubicada en las inmediaciones del área experimental.

Tabla 1. Variables empleadas en la evaluación epifitilológica.

No.	Nombre Variable	No.	Nombre Variable
VARIABLES DE CLIMA*		VARIABLES DE CLIMA*	
1	Lluvia Anual	19	Temperatura Diciembre(T _Dic)
2	Humedad Relativa	20	Temperatura Octubre- Diciembre(T_OD)
3	Temperatura máxima	21	Lluvia Enero (LL_Ene)
4	Temperatura media	22	Lluvia Febrero (LL_Feb)
5	Temperatura mínima	23	Lluvia Marzo (LL_Mar)
6	Temperatura Enero (T_Ene)	24	Lluvia Abril (LL_Abr)
7	Temperatura febrero (T_Feb)	25	Lluvia Enero-Abril (LL_EA)
8	Temperatura Marzo (T_Mar)	26	Lluvia Mayo (LL_May)
9	Temperatura Abril (T_Abr)	27	Lluvia Junio (LL_Jun)
10	Temperatura Enero-Abril (T_EA)	28	Lluvia Julio (LL_Jul)
11	Temperatura Mayo (T_May)	29	Lluvia Agosto (LL_Ago)
12	Temperatura Junio (T_Jun)	30	Lluvia Mayo -Agosto (LL_MA)
13	Temperatura Julio (T_Jul)	31	Lluvia Septiembre (LL_Sep)
14	Temperatura Agosto (T_Ago)	32	Lluvia Octubre (LL_Oct)
15	Temperatura Mayo -Agosto (T_MA)	33	Lluvia Noviembre (LL_Nov)
16	Temperatura Septiembre(T_Sep)	34	Lluvia Diciembre (LL_Dic)
17	Temperatura Octubre (T_Oct)	35	Lluvia Septiembre- Diciembre (LL_SD)
18	Temperatura Noviembre (T_Nov)	Total de Variables analizadas	
		36	Incidencia de la enfermedad

* - Las 36 variables reflejadas en la tabla representan 16 años de evaluación.

Con la información compilada se conformó una base de datos que incluyó 35 variables del clima, correspondientes a una serie de 16 años (1998-2013). Para ello se utilizó análisis especiales de datos (análisis discriminantes) que permiten decidir cuales variables influyen de manera positiva en la incidencia de la enfermedad en condiciones naturales; con el objetivo del análisis estadístico, los datos se dividieron en 3 grupos de incidencia (Tabla 2).

Tabla 2. Grupos de incidencias

Grupos	Porcentaje de incidencia
1	< 5
2	6-10
3	>10

Resultados

Entre 1997-1998 las afectaciones más severas ocasionadas por *X. albilineans* en la caña de azúcar en Cuba, se registraron en la Colección de Germoplasma de la EPICA Matanzas. En esta etapa más de 500 genotipos mostraron los síntomas agudos de la enfermedad, produciéndose por esta causa una considerable erosión de muchos de ellos. Analizando las causas que contribuyeron a esta situación, Pérez Milian y col. (2000) consideran que los factores relacionados con las condiciones ambientales y el estado fisiológico de la plantación ejercieron la mayor influencia. Teniendo como antecedente que el área en el año 1996 fue afectada por la tormenta tropical Lili, por lo que se produjo el acamado del total de los cultivares plantados. Los síntomas típicos de la enfermedad, que pueden estar entre la aparición de una o varias líneas blancas en las hojas, hasta la muerte de la cepa (Ricaud y Ryan, 1989; Rott y col., 1995) fueron observados en diferentes cultivares y clones (Figura 1).





Brotos laterales



Muerte de la cepa.

Área necrótica y rayas blancas en la hoja

Figura 1. Síntomas típicos de la enfermedad, observados en condiciones naturales.

El número de cultivares con síntomas de la enfermedad desde el primer brote en 1998, varía cada año, lo cual puede observarse en la **figura 2**; es característico que muchos cultivares no se repitan en años consecutivos, de lo cual existen diferentes hipótesis; Carvajal, (2015) considera que ello puede deberse a que la enfermedad, en su fase aguda, mueren muchos tallos y cepas que no estará presentes en la próxima cosecha, sin embargo nosotros somos de la opinión de que también puede deberse a las relaciones patógeno-ambiente-hospedante, muy decisivas para el comportamiento epifítico de *X. albilineans*.

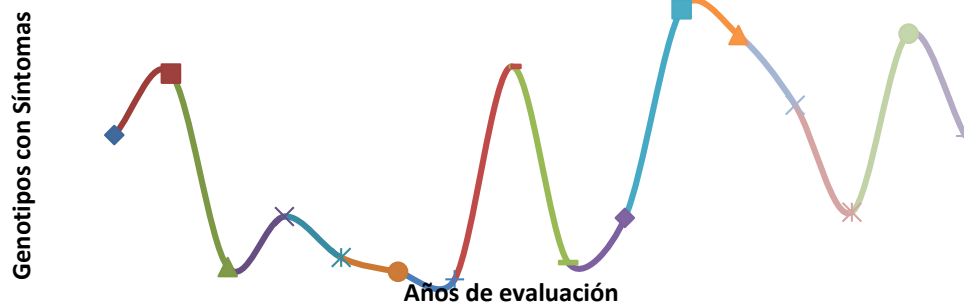


Figura 2. Fluctuaciones en la expresión de los síntomas agudos de la enfermedad "*escaldadura foliar*" de la caña de azúcar en diferentes cultivares durante 17 años.

Después de la aparición de la enfermedad en la colección de germoplasma de la caña de azúcar en Matanzas, esta área, debido a la variabilidad genética que presenta, fue tomada como polígono para estudiar el comportamiento epifítico de la bacteria en condiciones naturales; con este objetivo se estudió, desde el año 1998 hasta el 2014, la importancia de diferentes variables

climáticas como factores epifíticos, cuyos resultados se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados del Análisis Discriminante para las variables del Clima.

Función	Valor Eje	R. Canonic.	Wilke Lamda	X ²	GL	Sig.	
0	84.1881	0.99411	0.00338065	36.9830	24	0.0439	
1	2.47233	0.84381	0.287991	8.0914	11	0.7051	
Coef. Estandarizados			MATRIZ DE CLASIFICACIÓN				
Variable	Raíz 1	Raíz 2					
Hum-R	0.358768	-0.947119	Filas: Clasificación observada Columnas: Clasificación pronosticada				
LL_Ene	-1.02697	-1.17615		Porcent. Correcto	G_1	G_2	G_3
LL_MA	3.13055	0.0304926	G_1	100	6	0	0
LL_Nov	4.03491	-0.659673	G_2	100	0	3	0
LL_SD	-2.32361	-0.283312	G_3	100	0	0	6
T_EA	-3.48891	1.25079	Total	100	6	3	6
T_MA	-1.62964	-0.674304					
T_OD	-1.26815	0.304678					
%	97.5	100					

Los resultados del análisis discriminante realizado con las evaluaciones de la serie de datos 1998-2013, indicaron que, de las 35 variables climáticas estudiadas en la posible predicción de la expresión de los síntomas de la escaldadura foliar, la Humedad relativa, Lluvias de Enero, Lluvias de Mayo-Agosto, Lluvias de Noviembre, Lluvias de Septiembre-Diciembre, Temperatura de Enero-Abril, Temperatura de Mayo-Agosto, Temperatura de Octubre-Diciembre, entraron en el modelo que explica su asociación y por tanto pueden constituir un indicador importante en la manifestación de los síntomas agudos de la enfermedad, avaladas por la significación de las primeras funciones discriminantes y por la varianza explicada por las mismas (Tabla 3).

El porcentaje de buena clasificación alcanzado (100%) confirmó la importancia de las variables que entraron en el modelo, resultados que concuerdan con los alcanzados por (Pérez y col. 2000) quienes encontraron el mayor número de brotes en los meses de Mayo-Agosto en un solo periodo y dos cultivares, meses en los cuales hubo las mayores precipitaciones de ese año.

El estudio individual de cada variable demostró que entre estas, el mayor efecto es producido por las precipitaciones, pues en los 16 años de evaluación el número de genotipos que mostraron los síntomas agudos de la enfermedad fue mayor o menor cada año, en la misma proporción que aumentaron o disminuyeron las lluvias (Figura 3).

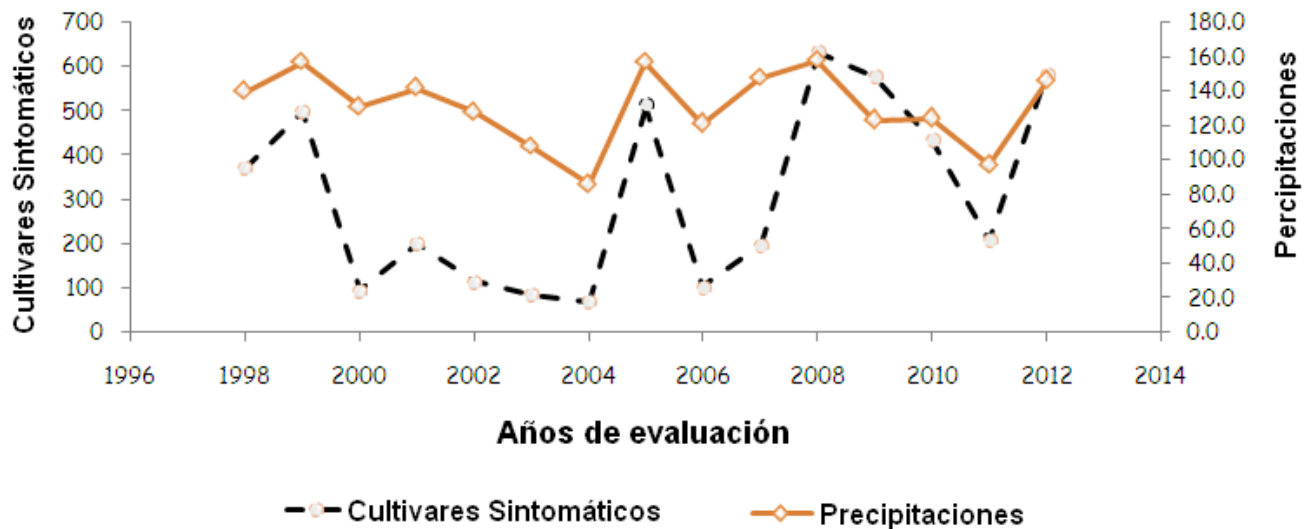


Figura 3. Análisis combinado entre las precipitaciones y los genotipos infectados.

En la Figura 4 se representa la distribución de los grupos del análisis discriminante con sus respectivos centroides los cuáles se utilizaron para calcular las distancias entre los grupos.

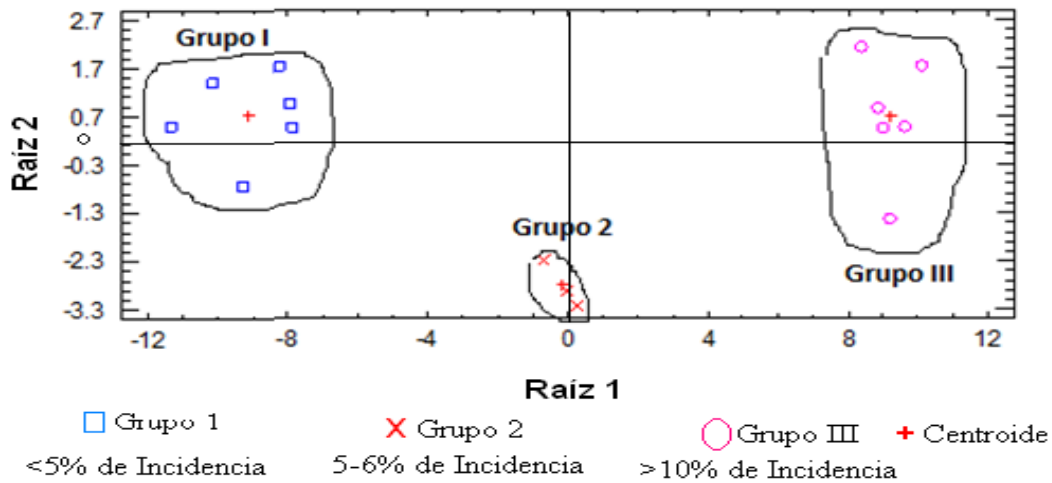


Figura. 4 Representación de los grupos del análisis discriminante

Daugrois y col. (2014) encontraron en diferentes zonas de Guadalupe, diferencias significativamente superiores, en poblaciones del patógeno, en aquellas zonas donde existió una mayor pluviometría y refieren una interacción del cultivar con las condiciones climáticas del área donde estaban plantadas, sin tener en cuenta su nivel de resistencia.

Discusión

Debido a los cambios experimentados por el ambiente, frecuentemente se generan eventos extremos del clima tales como las intensas precipitaciones o prolongados periodos de sequía; en correspondencia con este deterioro del medio

ambiente, algunos factores bióticos sufrirán significativas alteraciones, por lo que debe esperarse una mayor severidad en el ataque de determinadas enfermedades. Algunos autores consideran que entre los impactos negativos más profundos y directos del cambio climático en las próximas dos o tres décadas serán en la agricultura y sobre los sistemas de producción de alimentos (Rago y Hamada, 2012).

En estudios realizados en Guadalupe, con el cv. B69566, los autores encontraron correlación positiva entre la población epifítica de *X. albilineans* y la severidad de la necrosis en las hojas, sin embargo la ocurrencia de síntomas en el follaje no siempre correlacionó con la infección de los tallos (Champoiseau et al., 2008); los datos de tres cosechas mostraron alta correlación entre la lluvia y la máxima población epifítica, así como entre las precipitaciones y la infección de los tallos. Los autores agregan que si este resultado pudiera ser confirmado con otros cultivares, el aumento de las lluvias pudiera ser usado para predecir la infección de los tallos por la bacteria causante de la escaldadura foliar de la caña de azúcar (Daugrois et al., 2006).

Conclusiones

El seguimiento, durante 16 ciclos anuales en el banco de germoplasma, al desarrollo natural, a partir de la expresión más severa (valores 4 y 5) de los síntomas agudos de la enfermedad escaldadura foliar de la caña de azúcar, reflejó una estrecha relación de las manifestaciones de la patología con diferentes factores del ambiente; aunque las temperaturas influyen positivamente a favor de la expresión de los síntomas, las lluvias resultaron ser el factor crítico más importante, toda vez que la cantidad total de genotipos afectados durante un ciclo fue mayor o menor en correspondencia con el comportamiento de las precipitaciones. El total de genotipos con síntomas severos de la enfermedad alcanzó su mayor expresión en el periodo mayo-agosto durante todos los años. El análisis discriminante a 35 variables del clima estudiadas sobre una población que osciló entre 2861 y 3420 genotipos, donde se obtuvo 100% de buena clasificación, demostró que la coincidencia de altas temperaturas y lluvias pueden resultar valiosas para la predicción de una epifita de la enfermedad.

REFERENCIAS

1. Carvajal, O. (2015): Comunicación personal.
2. Díaz, R., Marisela (2000). Escaldadura foliar de la caña de azúcar en Cuba: Caracterización, diversidad y diagnóstico molecular de su agente causal. Tesis doctoral, Ciudad de La Habana, p. 112.
3. Champoiseau, P., Rott, P. y Daugrois, J. H. (2008): Epiphytic populations and subsequent sugarcane stalk are linked to rainfall in Guadeloupe. *Plant Disease*, vol. 93, N. 4, pp. 339-346.

4. Daugrois, J.-H., Champoiseau, P., and Rott, P.(2006): Impact of rainfall on epiphytic colonization of sugarcane by the leaf scald pathogen and associated plant infection. In: Abstracts of the VIIIth Pathology Workshop of the International Society of Sugar Cane Technologists, p.44. Held January 23-27 2006, Petit-Bourg Guadeloupe, CIRAD, France.
5. FAO (2013): El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas. Disponible en www.fao.org/foodclimate. 2pp.
6. Rago, A. M. y Hamada, E. (2012): Efecto del cambio climático sobre problemas fitosanitarios en caña de azúcar, maní y algodón. Climapest, Workshop sobre cambio climático y problemas fitosanitarios. Embrapa meio ambiente, Jaguariúna/SP
7. Pérez Milian, J. R.; Matos, M.; Montalván, J.; Peralta, E. L.; Pérez, G; Carvajal, O. y China, A. (2003): Desarrollo de la escaldadura foliar *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson en cuba: patógeno, variedades y clima. Protección Vegetal. Vol 18. No 3, p. 162-167.