

Incidencia y Severidad de la Marchitez del *Agave tequilana* Weber Var. azul en la zona sur del Estado de Nayarit, México

Pedro Gómez-Ortiz¹, Abiel Sánchez-Arizpe¹, Gil Virgen-Calleros², Carlos Rubén Carvajal-Cazola³, Emilio Padrón-Corral⁴

¹Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro No. 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Tel. y Fax. 4 11 02 26. E-mail: pele_27@hotmail.com (*Autor responsable). ²Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, A.P. 129, Zapopan, Jal. C.P. 45110. ³Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Nay., México. C.P. 63780. ⁴Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Camporredondo; Edificio D, 25280, Saltillo, Coah., México.

Abstract

Incidence and Severity of Wilting in Agave tequilana Weber Var. Azul in the Southern Area of the Mexican state of Nayarit. In order to assay the incidence and severity of wilting in agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul), caused by *Fusarium oxysporum* in Santa María del Oro, Nay., Mexico, two systematic samplings were carried out, the first one in August 2006 (rainy season) and the second one in March 2007 (dry season). A third sampling, focused on plants that showed a grade 2 of wilting, was carried out founding different degrees of wilting in the agave plants with values ranging from 83 to 100% in all locations. For the first sampling date (August 2006) prevalence values were found in different plots ranging from 83.5 to 94%, while on the second date (March 2007), values ranged from 98.5 to 100%. In the third sampling the pathogen was present, with grade 2, in 40 to 75% of the plants.

Keywords: Agave diseases, *Fusarium oxysporum*, incidence and severity.

Resumen

Se determinó la incidencia y severidad de la marchitez del agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul), causada por *Fusarium oxysporum* en Santa María del Oro, Nayarit. Se realizaron dos muestreos en forma sistemática, uno en agosto de 2006 (temporada de lluvias) y otro en marzo de 2007 (temporada seca). Se realizó un tercer muestreo dirigido a plantas que presentaron un grado 2 de marchitez. Se encontraron diferentes grados de marchitez del agave con valores que van desde 83 a 100 % en todas las localidades. Para la primer fecha de muestreo (agosto 2006) se encontraron valores de incidencia en las diferentes parcelas que van de un 83.5 a 94 %, mientras que en la segunda fecha (Marzo 2007), se observaron valores que van de un 98.5 a 100 %. En el tercer muestreo el patógeno estuvo presente, con grado 2, en un 40 a 75 % de las plantas.

Palabras clave: Enfermedades del Agave, *Fusarium oxysporum*, incidencia y severidad.

Introducción

El Diario Oficial de la Federación publicó en octubre de 1997 la Declaración General de Protección a la Denominación de Origen del Tequila (DOT), donde se consideran como zonas bajo protección a todos aquellos municipios que comprenden la DOT en los que se incluyen todos los municipios de Jalisco, 7 de Guanajuato, 31 de Michoacán, 11 de Tamaulipas y 8 de Nayarit. A nivel nacional, el cultivo de agave (*A. tequilana* W. var. Azul)

ocupa una superficie estimada en más de 179 mil ha. De los estados mexicanos con DOT, la mayoría de la superficie está plantada en Jalisco con más de 123 mil ha. En el estado de Nayarit se tiene una superficie de 9,777 ha del cultivo de agave en los municipios con DOT que son: Ahuacatlán, Amatlán de Cañas, Ixtlán del Río, Jala, San Pedro Lagunillas, Santa María del Oro, Tepic y Xalisco, lo mismo que en otros fuera de la denominación con una superficie menor a 350 ha.

Indudablemente, las enfermedades de las plantas son consideradas como uno de los factores que afectan severamente a la producción agrícola. El cultivo de agave no ha escapado a esta situación, ya que en años recientes se ha visto afectado por una serie de fitopatógenos que reducen el desarrollo normal, e incluso, pueden llegar a causar la muerte de la planta (Martínez *et al.*, 1998).

En 1987 el agave tequilero presentó un problema que alertó a todos los agricultores de este cultivo: las hojas de las plantas mostraron un enrollamiento anormal, posteriormente se observó una necrosis regresiva, secamiento total de las hojas y finalmente la muerte de la planta (Aceves, 2003). El nombre que se le dio fue marchitez o tristeza del agave (Aceves, 1999; Fucikovsky, 2004); el agente causal de esta enfermedad ha sido citado principalmente como *Fusarium oxysporum* (Luna, 1996).

Sin embargo, es poca la información existente con respecto a esta enfermedad y la mayoría ha sido reportada para el estado de Jalisco, por lo que se desconoce si está presente en otras regiones, así como el impacto del patógeno sobre el cultivo; ante tal situación, existe la necesidad de generar conocimiento básico, enfocado a los factores que favorecen el desarrollo y diseminación de la marchitez del agave. En el estado de Nayarit se desconoce el alcance de la afectación de este patógeno en el cultivo del agave tequilero, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia y severidad de la marchitez del agave en plantaciones del municipio de Santa María del Oro, Nayarit.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudio

El trabajo de campo se realizó en cuatro sitios del municipio Santa María del Oro, Nay., se seleccionaron parcelas del ejido San Leonel, situadas a 1,120 m de altitud y localizadas geográficamente a 21° 20' 35" LN y 104° 40' 02" LO; El Ermitaño, a una altitud de 1,450 m y a 21° 18' 00" LN y 104° 43' 35" LO; Colonia Moderna a 840 m de altitud y a 21° 27' 18" LN y 104° 36' 40" LO; y Santa María del Oro, a 1,177 m de altitud y a 21° 20' 15" LN y 104° 36' 33" LO.

El trabajo de laboratorio se realizó en el Centro Multidisciplinario de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Nayarit y en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en los estados mexicanos de Nayarit y Coahuila, respectivamente.

Sitios de muestreo

Los predios, seleccionados al azar, fueron parcelas con agaves de cuatro años de edad, representativos de la zona con base en un padrón de productores. Se obtuvo información por municipio de la superficie sembrada y se trató de cubrir la mayor parte del área de estudio.

Tipo de muestreo

Se realizaron dos muestreos: uno en agosto de 2006, en la temporada de lluvias y el otro en marzo de 2007, en la temporada seca, para contrastar las dos temporadas y detectar efectos causados por la humedad. Ambos muestreos se realizaron en forma sistemática en dos parcelas de cada ejido, utilizando el método descrito por Virgen (2004).

Se tomaron cinco hileras por parcela y 20 plantas de cada hilera seleccionada, una vez localizado el sitio a muestrear se contaron cinco hileras, las cuales se utilizaron como borde y en la sexta hilera se inició el conteo de plantas; de igual manera, se dejaron las primeras cinco plantas con respecto a la cabecera del predio para evitar el efecto orilla e iniciar la toma de datos a partir de la sexta planta y en las siguientes 20 plantas de cada hilera. Esto se repitió cinco veces para tener un total de 100 plantas muestreadas.

Se realizó un tercer muestreo dirigido a plantas que presentaron grado 2 de la enfermedad (Cuadro 2) de acuerdo a la escala visual para severidad reportada por Martínez *et al.* (1998). Este muestreo se realizó en forma directa cortando partes de las plantas para trasladarlas al Laboratorio de Fitopatología de la (UAAAN), donde se procesaron con la finalidad de corroborar la presencia del patógeno en las plantas.

Determinación de Incidencia y Severidad

Se registraron los siguientes datos: nombre del predio, nombre del productor, edad del cultivo, distancia entre plantas, distancia entre surcos, ejido, municipio, superficie plantada y los índices de sanidad con respecto a marchitez. Para determinar el grado de severidad de la marchitez del agave, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se midieron los efectos sobre el desarrollo de la planta, incidencia y severidad en las zonas de estudio. Para determinar el porcentaje de plantas enfermas, se empleó la fórmula:

$$IE(\%) = \frac{\text{No. plantas enfermas} - \text{plantas sanas}}{\text{No. total plantas}} \times 100$$

Donde: IE= Incidencia.

Para el caso de severidad se empleó una escala arbitraria propuesta por Martínez *et al.* (1998), descrita en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Escala para evaluar el daño de marchitez del agave por *Fusarium* sp.

Índice	Descripción
1	Planta sana
2	De 1 a 5 hojas externas con un rizado ligero
3	De 6 a 10 hojas externas con un rizado ligero
4	Plantas con más de 10 hojas con un rizado acentuado
5	Planta muerta, fácil de desprender del suelo

Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos tratamientos en ocho repeticiones.

Resultados y Discusión

Incidencia

En todas las localidades se encontró una presencia de 83 a 100 % de la marchitez del agave, esto coincide con lo reportado por Aceves (2003). En los muestreos realizados en época de lluvias (agosto 2006) y secas (marzo 2007) se tuvo una incidencia para las diferentes parcelas de 83.5 a 94 % y de 98.5 a 100 %, respectivamente (Figura 1). En El Ermitaño, se presentó una incidencia entre 83 y 100 % para el periodo de lluvias y secas correspondientemente; mientras que en Santa María del Oro fue de 94 y 98.5 %

para ambas fechas de muestreo, coincidiendo con lo reportado por Aceves (2003) en plantaciones de agave en los Altos de Jalisco, donde reportó una incidencia de 20 a 100 %; a su vez, este resultado contrastó con la incidencia de 13.2 % reportada por el mismo autor para 1999. En el tercer muestreo dirigido a plantas con grado 2 en San Leonel, se encontró el patógeno en el 40 % de las plantas; mientras que en Santa María del Oro y El Ermitaño en un 70 % y 75 % en parcelas de Colonia Moderna. Estos resultados son superiores a los reportados por Virgen (2004), quien menciona una incidencia del 34 % en parcelas de agave en Los Altos de Jalisco.

En el Cuadro 2, se muestra la incidencia de la marchitez del agave en las parcelas muestreadas en época de lluvias y secas, en cada uno de los ejidos. Se presentó una mayor incidencia en la época de secas en comparación con la de lluvias, esto se debió a que, en la primera, los síntomas se presentan con mayor visibilidad debido al estrés hídrico; esto contrasta con lo reportado por Aceves (2003) y Castro (2003) quienes mencionan que la mayor incidencia de la enfermedad se presentó en terrenos muy húmedos y con alta humedad relativa en el ambiente provocada por el temporal; al respecto Flores *et al.* (2002), reportan que el exceso de humedad favorece la marchitez del agave causada por *Fusarium* sp.; sin embargo al comparar los resultados de incidencia para las dos fechas (lluvias y secas) con los resultados del tercer muestreo, se observa que la presencia del patógeno disminuyó notablemente.

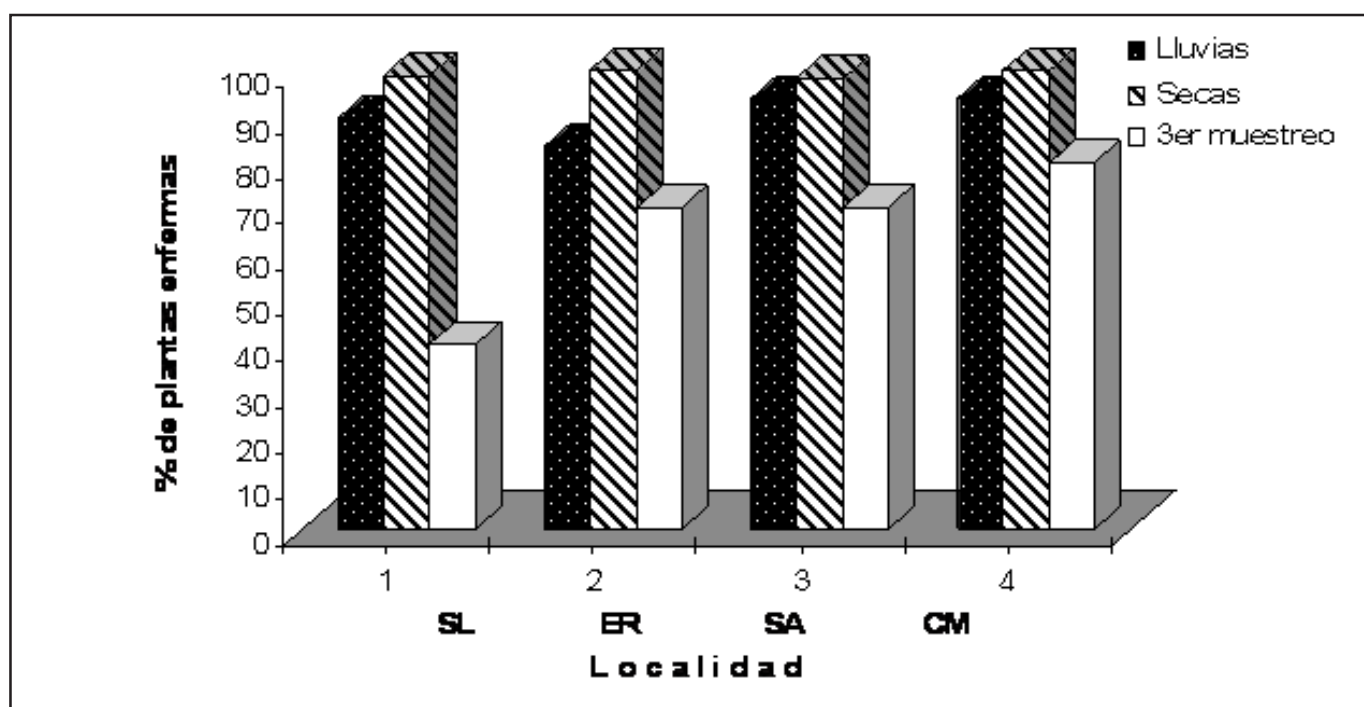


Figura 1. Incidencia de la marchitez del agave en parcelas del municipio de Santa María del Oro, Nay., México. SL= San Leonel, ER= Ermitaño, SA= Santa Maria del Oro, CM= Colonia Moderna.

Cuadro 2. Incidencia de la marchitez del agave por parcelas en cuatro ejidos del municipio Santa María del Oro, Nay., México.

Ejido	Parcela	Incidencia (%)		3er muestreo*
		Lluvias	Secas	
San Leonel	Las Tepameras	99	100	20
	La Hiedra	81	98	20
El Ermitaño	Los Pozos	99	100	50
	Valle El Chayote	68	0**	30
Santa María	Los Pozos	100	100	40
	Tepezotepelt	88	97	30
Colonia Moderna	El Colorado	93	100	30
	El Jareño	95	100	50

* Muestreo dirigido a plantas con grado 2 de la escala de severidad en todas las parcelas.

** No se registró la incidenciaEl daño causado por *Fusarium spp.* en agave azul en el municipio de Santa Maria del Oro osciló de 0 a 60 %, al respecto Luna (1996), reporta daños por *Fusarium oxysporum* en agave del estado de Jalisco con valores que van de 0 a 98 %.

Severidad

La severidad de la marchitez del agave se presentó en mayor porcentaje en los grados 2 y 3 en todas las parcelas muestreadas para época de lluvias y secas, respectivamente (Cuadro 3). En parcelas de Colonia Moderna se encontró la mayor severidad en el grado 2 (59 – 60 %) para ambas fechas de muestreo. Esto coincide con lo reportado por Castro (2003), que reporta un 54 % de severidad en el municipio de Autlán de Navarro, Jal. Para las parcelas de San Leonel, se observó que la mayor severidad se presentó en el grado 3 y 2 (50 y 55.5 %), para lluvias y secas respectivamente, coincidiendo esto con lo reportado por Castro (2003) para el municipio de Tonaya, Jalisco con 60 % para el grado 3. En los ejidos de El Ermitaño y Colonia Moderna para la temporada de secas no se presentó ningún porcentaje de severidad en grado 1, lo cual coincide con lo reportado para el municipio de Tonaya, Jal. (Castro, 2003), igualmente sin porcentaje de severidad para el grado 1. En parcelas de El Ermitaño se encontró en la temporada de lluvias para el grado 1, la mayor cantidad de plantas sanas con un 16.5 %, al respecto Castro (2003) reporta un porcentaje de plantas sanas que

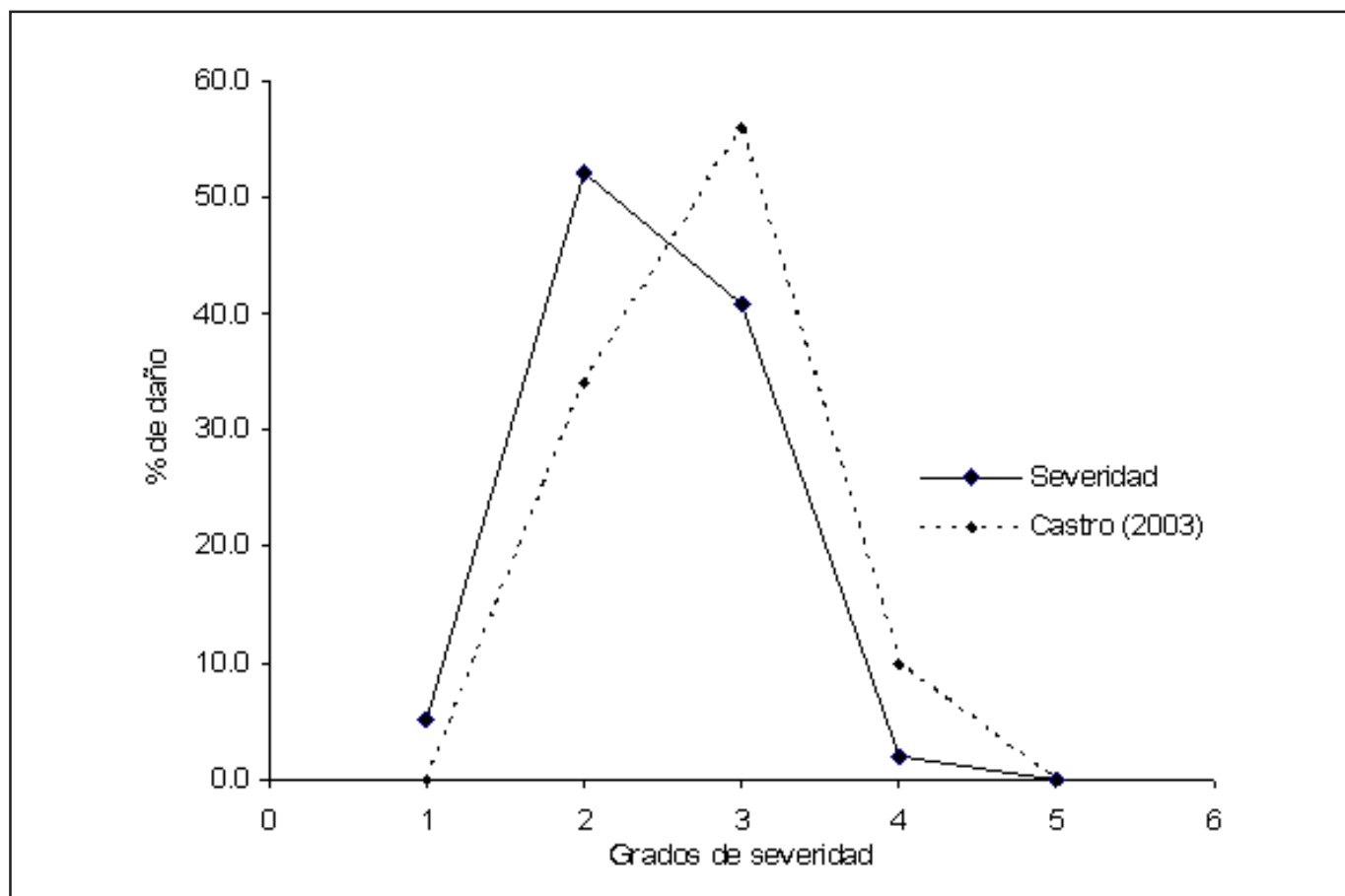


Figura 2. Calificación de los cinco grados de severidad de la marchitez del agave en la región sur del estado de Nayarit (2006-2007)

van de un 35 a 68 %, para los municipios de Autlán de Navarro, Cocula, Jocotepec, Villa Corona y San Gabriel del estado de Jalisco.

Cuadro 3. Severidad de la marchitez del agave en las localidades de Santa María del Oro, Nay., México en época de lluvias y secas.

Ejido	Época de Muestreo	Índice de Severidad (%)				
		1	2	3	4	5
San Leonel	Lluvias	10.0	40.0	50.0	0.0	0
	Secas	1.0	55.5	41.0	2.5	0
El Ermitaño	Lluvias	16.5	44.0	36.5	3.0	0
	Secas	0	47.0	47.0	6.0	0
Santa María del Oro	Lluvias	6.0	55.0	38.0	1.0	0
	Secas	1.5	55.5	40.0	3.0	0
Colonia Moderna	Lluvias	6.0	60.0	34.0	0	0
	Secas	0	59.0	40.0	1.0	0

En la Figura 2 se observa que, en la zona sur del estado de Nayarit, específicamente en el municipio de Santa María del Oro, la severidad fue mayor en grado 2 con un 52 %, seguido por el grado 3 con un 41 % en las dos fechas de muestreo. Esto coincide con lo reportado para el municipio de Tonaya, Jal. (Castro, 2003), encontrando un porcentaje mayor de plantas con grado 2 y 3, mientras que en los grados 4 y 5 el porcentaje de plantas enfermas fue menor al tres por ciento.

Conclusiones

En las plantaciones de agave del municipio de Santa María del Oro, Nay., México se encontró un 83 a 100 % de marchitez en época de secas y lluvias. En El Ermitaño la incidencia de la marchitez del agave fue menor al 83 % en la época de lluvias, mientras que en época de secas fue del 100 %, al igual que San Leonel. La mayoría de las plantas del municipio de Santa María del Oro se encontraron en grado 2 de severidad y en parcelas de San Leonel se detectó el 40 % del patógeno en plantas con grado 2.

Literatura Citada

- Aceves, R. J. J. 1999. Diagnostico del sistema de producción de agave con énfasis en problemas fitosanitarios. Informe de investigación. Campo experimental Altos de Jalisco. CIRPAC-INIFAP. p 4.
- Aceves, R. J. J. 2003. Prevención y manejo integral de la marchitez del *Agave tequilana* Weber var. Azul en Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo experimental Altos de Jalisco. Folleto Técnico No. 1. 62 p.
- Castro, V. R. A. 2003. Incidencia y distribución de la marchitez y pudrición del cogollo del agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul) en la zona sur de Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Guadalajara. 53 p.
- Flores, L. H. E., Byerly, M. K. F., Aceves, R. J., Ireta, M. J., Alemán, R. P., Soltero, Q. R; Álvarez, M. C., Castañeda, V. H y Rodríguez, M. P. 2002. Análisis Agroecológico del *Agave tequilana* Weber var. Azul con énfasis en programas fitosanitarios. Publicación especial No. 1. Tepatitlán, Jal., México. CEAJAL-CIRPAC-INIFAP. 157 p.
- Fucikovsky, Z. L. 2004. *Agave tequilana* Weber var. Azul y sus principales problemas fitosanitarios. pp 148-159. In: Avances de la investigación en el agave tequilero.
- Luna, H. G. 1996. Pudrición del tallo de *Agave tequilana* L. Weber en el Estado de Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 58 p.
- Martínez, R. J. L., Vázquez, G. M., Pimienta, B. E., Bernal, M. F., Flores, M. F., Ibarra, D. R., Torres, M. P., Cuevas, C. H., Martín del Campo, M. N., Rodríguez, R. R. y Virgen, C. G. 1998. Proyecto: Epidemiología y manejo integrado de problemas fitosanitarios en *Agave tequilana* Weber var. Azul. Rev. Mex. Fitopatol. 16 (1): 116.
- Virgen, C. G. 2004. Epidemiología y Manejo Integrado de problemas fitosanitarios en *Agave tequilana* Weber var. Azul. Enfermedades de agave tequilero. pp 95-116. In: Avances de la investigación en el agave tequilero. Consejo Regulador del Tequila. (CRT).