Desde el Herbario CICY 10: 268–274 (22/Noviembre/2018)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Producción de vástagos como adaptación de Agaves mezcaleros y henequeneros del Banco de Germoplasma del CICY en el Parque Científico Tecnológico

MARIA TERESA PULIDO-SALAS[1] Y LUIS ALBERTO ESPITIA MEDINA[2]

[1]Banco de Germoplasma, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
Parque Científico Tecnológico de Yucatán
Km. 5.5 carr. Sierra Papacal – Chuburná Puerto,
Mérida, Yucatán, México.
pulidosalas@gmail.com

[2]Instituto Tecnológico Superior de Champotón
Isla Aguada Km. 2, El Puente Champotón, Arenal, 24400
Champotón, Campeche, México.

Se hizo una comparación preliminar de la producción de vástagos, en el año 2013 en Mérida y en el año 2018 en Sierra Papacal en la colección de agaves mezcaleros y henequeneros del CICY, resumiendo cinco años de adaptación de 250 plantas establecidas en el Banco de Germoplasma. El número de vástagos producidos no presenta diferencias a nivel de grupo, ni a nivel de variedad, tampoco a nivel de plantas; pero sí hubo diferencias entre cultivados y silvestres, por lo que se infiere que es la diversidad genética inherente a las plantas silvestres lo que les permite responder a las particulares condiciones ambientales.

Palabras clave: Colección, cultivado, reproducción vegetativa, silvestre, tasa reproductiva.

ANTECEDENTES

Entre septiembre de 2009 y octubre de 2013 se realizó en el CICY un proyecto bajo el título "Desarrollo de un banco de germoplasma para la conservación y manejo de la diversidad biológica de interés agro-ecológico, medicinal y forestal del área Maya", con un sub-proyecto de agaves relevantes para Yucatán. Uno de los objetivos fue establecer colecciones *ex situ* en Mérida con plantas de variedades tradicionales procedentes de productores de mezcal del occidente de México. Estas colecciones complementaron las existentes de agaves henequeneros y silvestres afines de Yucatán.

Con base en un estudio que identificó fitopatógenos (Guardia-Chalé 2014) en las colecciones de CICY-Mérida, se seleccionaron plantas saludables para representar la mayor diversidad genética posible de agaves mezcaleros, además de los agaves henequeneros (Figura 1) tanto cultivados como silvestres. Con 250 plantas se estableció la colección *elite* de agaves, en el Banco de Germoplasma del CICY ubicado en el Parque Científico Tecnológico de Yucatán (PCTY), 25 kms al noroeste de Mérida (Pulido-Salas y Colunga 2013). Se han registrado algunas bajas pero también se enriqueció la colección con donaciones y ejemplares *in situ* dando un total de 300 plantas,

50 de las cuales son hoy juveniles generados por semilla colectada en el PCTY, mismos que no fueron contabilizados en este estudio como vástagos producidos vegetativamente.

Al elegir vástagos para evaluar el establecimiento exitoso de estas plantas, se tomó el estudio de Pérez-Ramos *et al.* (2017), quienes compararon la productividad en dos sistemas de siembra para *Agave salmiana* en el estado de Jalisco, señalando que aún faltan estudios sobre el género *Agave*, para un mejor aprovechamiento múltiple de este cultivo por sus usos alimenticio, forrajero, medicinal, biocombustible, licores, construcción y retención de suelo. También recomiendan que tanto el conocimiento de estas plantas, como las propuestas para su manejo sustentable, debieran ser generados en nuestro país dado que la especie y el cultivo son originarios de México. Evaluaron diferencias de dos sistemas de cultivo usando variables como porcentaje de enraizamiento, altura de la planta, número de pencas al inicio y a dos años, así como número de vástagos en el primer y en el segundo año.

En la colección elite establecida en el PCTY, en 2013 se evaluó la producción de vástagos (sinónimo de hijuelos), como Tasa Reproductiva (TR=Número de Vástagos / Número de plantas), bajo la premisa de que es un reflejo del éxito adaptativo de cada planta ante el cambio de condiciones de clima y suelo, particularmente importante para las plantas madre procedentes de los estados del occidente de México: Jalisco, Oaxaca y Colima. Se obtuvo que en Mérida, en agaves procedentes del occidente de México, la TR fue mayor para ejemplares cultivados (2.5) que para silvestres (1.4).

La propagación vegetativa es altamente importante para conservar las características en las variedades de acuerdo con lo que el productor promete a su mercado, por lo que se atendió el síndrome de domesticación (Colunga 1996). Se consideró crucial evaluar el éxito adaptativo mediante el número de vástagos producidos por cada planta y por cada grupo de plantas de cada variedad o variante, bajo las condiciones ambientales y micro-ambientales que han formado parte de la muy particular historia de las plantas que conforman la colección elite de agaves del Banco de Germoplasma del CICY.

El objetivo fue evaluar las respuestas adaptativas mediante la producción de vástagos (hijuelos) por reproducción vegetativa *in situ* de los agaves silvestres y cultivados, mezcaleros y henequeneros, que conforman la colección del Banco de Germoplasma ubicada en el PCTY.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diversidad en la colección. La colección evaluada la conforman plantas de 41 variantes por selección empírica de agaves mezcaleros con historia de cultivo, 15 variantes sin historia de cultivo (silvestres) representando a un igual número de municipios de Jalisco, Oaxaca y Colima; 4 variedades empíricas de henequenes seleccionados por cultura maya por su fibra, 8 ecotipos y silvestres semicultivados y 2 micropropagados. Este material vegetal fue producto de varios proyectos etnobotánicos de Daniel Zizumbo y Patricia Colunga. Se han sumado plantas silvestres residentes del PCTY que solo fueron reubicados y dos plantas de sisal (*Agave sisalana*) donadas recientemente por Jorge Carlos Trejo. Las únicas dos categorías de domesticación que se tomaron en cuenta son cultivado y silvestre, de modo que la categoría tolerado, se

consideró silvestre, mientras que la categoría abandonado se consideró cultivado.

La Tasa Reproductiva (TR). Definida como el número esperado de descendientes por individuo (Polo 2009) y con base en la evaluación realizada en septiembre del 2013 en Mérida, calculamos la TR con el cociente entre el número de Vástagos / número de Plantas Madre. En 2013 se obtuvo que agaves silvestres de Jalisco y Oaxaca produjeron 185 vástagos /133 Plantas Madre: TR=1.4, mientras que de los Agaves de Variedades (o Variantes) cultivadas para elaborar mezcal y fibra en Jalisco y Oaxaca, produjeron 567 vástagos de 220 Plantas Madre: TR = 2.5.

Variantes y Variedades. Para esta evaluación, se tomó el total de las variedades (registradas) y variantes (no registradas pero de uso empírico), es decir, tanto mezcaleros como henequeneros y se registraron los mismos datos que en 2013 en cuanto a la producción de vástagos (hijuelos). En 2013 no hubo un comportamiento homogéneo a nivel de individuos, ya que 50 plantas madre no produjeron ningún vástago, a nivel de variedad o variante. Cabe señalar que, en el caso de las colectas procedentes de Jalisco, el 100 % ha producido al menos un vástago durante su estancia en las condiciones de Yucatán y bajo cuidados de mantenimiento no exhaustivos.

El factor clima. Dos parámetros climáticos, temperatura y precipitación, podrían relacionarse con la producción de hijuelos, debido a que las plantas madre (F1) llegaron a Mérida procedentes del sur de Jalisco. Los hijuelos sembrados en el PCTY nacieron en terrenos de CICY-Mérida (F2). Por lo tanto, los hijuelos evaluados y cuyos datos se reportan aquí, son producto de las plantas establecidas en los terrenos del Banco de germoplasma en el PCTY en Sierra Papacal. Es de hacer notar que no existe un clima contrastante entre Jalisco y Yucatán, sino entre Mérida y Sierra Papacal. El tipo de clima definido para Zapotitlán de Vadillo en el sur de Jalisco, de donde proviene gran parte de las colectas de plantas madre es del tipo Aw y coincide con el clima definido para Mérida, mientras que para el Parque Científico (PCTY) es del tipo BS. Lo que implica diferencias de entre 200 y 400 mm de precipitación anual (Orellana *et al.* 2010, García 2004, Climate data.org. 2018).

RESULTADOS

En 2018, habiendo trabajado con cuatro grupos mayores: (henequeneros cultivados, henequeneros silvestres, mezcaleros cultivados y mezcaleros silvestres (250 plantas en total), se registró que al igual que en 2013, la producción de vástagos no muestra un comportamiento homogéneo ni por variedad ni por grupo mayor.

En los datos por planta y por grupos: Como se aprecia en el Cuadro 1, de las 250 plantas evaluadas, 93 de ellas (33%) no produjeron ningún vástago, destacan los mezcaleros cultivados aunque con una diferencia menor a 3%. El grupo que produjo mayor cantidad de vástagos fue el de los henequeneros silvestres, con casi un 20% más que los otros tres grupos, lo que muy probablemente refleja su avanzada adaptación al sitio.

Si calculamos la tasa reproductiva entre silvestres y cultivados resulta sin diferencias importantes, lo que indica que no hay respuestas diferentes por su historia de manejo: TR para cultivados (henequeneros y mezcaleros)= 2.06 y TR para silvestres (heneque-

neros y mezcaleros) = 2.89. Si comparamos la TR de henequeneros (3.0) y mezcaleros (1.9), se presenta una marcada ventaja de los agaves locales, aunque en el porcentaje de plantas productoras de hijuelos no hubo diferencia significativa entre ambos grupos.

Cuadro 1. Datos de la evaluación de la TR en la colección elite en 2018.

GRUPO	Núm total de plantas adultas	Núm. (y %) de plantas sin vástagos	Núm. (y %) de plantas con vástagos	Núm. total de vástagos	Tasa reproductiva (TR=Vást/Ptas)
Henequeneros cultivados	48	17 (35.5%)	31 (64.5%)	127	2.6
Henequeneros silvestres	41	15 (36.5%)	26 (83.5%)	145	3.5
Henequeneros	**89**	**32 (35.9%)**	**57 (64.1%)**	**272**	**3.0**
Mezcaleros cultivados	119	48 (40%)	71 (60%)	218	1.8
Mezcaleros silvestres	42	13 (31%)	29 (69%)	95	2.2
Mezcaleros	**161**	**61 (37.8%)**	**100 (62%)**	**313**	**1.9**

Esta ausencia de diferencias entre grupos, manejo bajo cultivo, procedencia, o variantes y variedades, indica muy probablemente que estamos viendo una respuesta fisiológica similar como grupo taxonómico, es decir, a nivel de género. Con este dato, se podría esperar una mortandad cercana al 30% en una plantación productiva, en condiciones similares a las descritas particularmente en esta colección, independientemente de la variante/variedad que se siembre. En contraste con los datos de 2013, es interesante notar que la TR que se calculó en 2018 para los provenientes del occidente de México (mezcaleros), es mayor para ejemplares de mezcaleros silvestres (2.2) en la colección ubicada en el PCTY, mientras que la mayor diferencia se presenta entre los henequeneros silvestres y los mezcaleros cultivados. Todo ello, podría ser reflejo de la gran variabilidad genética del género *Agave* que ya ha sido estudiada, donde cabe destacar el importante papel de la poliploidía (Palomino *et al*. 2007). Esto se refuerza cuando vemos que en las plantas sin hijuelos, se presentan diferencias menores a 2% en los cuatro grupos.

Las plantas locales, es decir henequeneros y afines de Yucatán, son las que todas sus variantes han producido vástagos, mientras de los cultivados mezcaleros hay cuatro variantes que no produjeron ningún vástago y dos de los silvestres tampoco.

Este resultado también es congruente con

Desde el Herbario CICY 10: 268–274 (22/Noviembre/2018)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 1. Vista general de la colección de Agaves henequeneros en el Banco de Germoplasma-CICY en el Parque Científico Tecnológico de Yucatán. (Fotografía: Maria Teresa Pulido Salas).

la diferencia de clima entre Mérida y el PCTY que es mayor entre PCTY y el sur de Jalisco, por lo que los cultivados tuvieron mejor respuesta en Mérida y mayor estrés en el PCTY, resintiendo la falta de atenciones agrícolas, mientras que los silvestres pudieron responder al estrés.

Sorpresivamente se ha observado *in situ* que las plantas que muestran un mejor desarrollo son las de origen silvestre, lo que permite suponer, con base en el concepto ya mencionado del síndrome de domesticación (Colunga 1996), que son las plantas que mantienen una mayor diversidad a nivel genético, por lo que tienen mayor capacidad para responder a condiciones "adversas" o simplemente condiciones diferentes a las de su ecosistema de origen. Esto significaría una mayor capacidad de adaptación, a diferencia de las cultivadas que requieren la intervención de la mano humana, lo que refuerza la propuesta de Palomino *et al.* ya mencionada (2007).

CONCLUSIÓN

Debido a que no se trata de una plantación en producción, y que no tiene los cuidados constantes de cultivo, el resultado de esta evaluación puede considerarse como indicativo preliminar de las capacidades de cada grupo de plantas (variante/variedad) pa-

ra adaptarse a las condiciones de clima, de suelo y mínimas labores de cultivo. Los porcentajes de las plantas con y sin hijuelos en 2018, representan un aspecto importante de la adaptación que han logrado las plantas durante cinco años, desde que se realizó la plantación de la colección elite en el PCTY.

Es importante observar la diferencia sustancial entre los suelos del sur de Jalisco y los del norte de la Península de Yucatán, ya que los primeros se nutren a partir de material volcánico otorgándoles una particular riqueza de minerales; mientras que los segundos, además de ser suelos jóvenes, se nutren de material calizo de origen marino, otorgándoles un muy alto contenido de carbonato de calcio.

Esta colección elite permite también, dar una primera aproximación a la selección de variantes y variedades que pudieran responder mejor a las condiciones climáticas y edáficas tan particulares que han sido descritas, bajo la visión de aportar información para selección y manejo sustentable de Agaves para Yucatán. Resulta particularmente importante para retomar un cultivo que ha pasado por períodos de explotación, pero recientemente abandonado, aun cuando Yucatán es el área natural, biológica y culturalmente de *Agave fourcroydes* Lem. "el henequén".

AGRADECIMIENTOS

A Juan Manuel Medina López, Dania Vanessa Contreras Pérez y a Yenifer Saguilán Rodríguez. Al editor por sus comentarios y recomendaciones que sin duda mejoraron el escrito.

Referencias

Climate data.org. 2018. Datos y diagramas de climas. En línea: https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/

Colunga P. 1996. Origen, variación y tendencias evolutivas de henequén (*Agave fourcroydes* (Lem.). Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. Cap. 7 pág. 3.

García E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 5ª. Edición. Serie Libros Núm. 6. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 90 pp.

Guardia-Chalé S.G. 2014. Diagnóstico de fitopatógenos en la colección de agaves del CICY. Tesis profesional, Licenciada en Biología, Instituto Tecnológico de Conkal. Conkal, Yuc. 72 pp.

Orellana R., Espadas C. y Nava F. 2010. Climas. En: Durán R. y M. Méndez (Eds.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*, pp. 10-11. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yuc.

Palomino G., Martínez J. y Méndez I. 2007. Variación inter e intraespecífica en especies de *Agave* por citometría de flujo y análisis de sus cromosomas. En: Colunga P., A. Larqué y L.E. Eguiarte (Eds.). *En lo ancestral hay futuro*, pp: 41-65.

Pérez-Ramos A., Rodríguez-Ortega A., Nieto-Aquino J.C., Callejas-Hernández J. y Portillo-Márquez L. 2017. *Comparación de dos sistemas de siembra de Maguey (Agave salmiana).* Universidad Politécnica de F.I. Madero, Edo. Hidalgo. México. 71 pp.

Polo C. 2009. Resumen de fórmulas para la construcción de tablas de vida. *Rev. Facultad de Ciencias Básicas* 5(1): 194-197.

Pulido-Salas M.T. y Colunga P. 2013. La colección de germoplasma de *Agave* en el Parque Científico. *Gaceta SIIDETEY* 43:17-18.

Desde **el Herbario CICY, 10: 268–274 (22-Noviembre-2018)**, es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano y Lilia Lorena Can Itzá. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 23 de noviembre de 2017. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.