

• **Presidente de Consejo Editorial**  
Lic. Ricardo Ramírez Guerrero

• **Director General**  
Lic. Javier Montero Orozco

• **Directora Administrativa**  
Mirelle Montero V.

• **Directora Editorial**  
MC. Josefina González Luna

• **Dirección de Arte y Diseño Editorial**  
LDCG. Nohemí González Fregoso

• **Coordinador Editorial**  
Dr. José de Jesús Hernández López

• **Asesor Académico**  
Dr. Rogelio Luna Zamora

• **Gerente de Comercialización**  
Alma Angélica Banderas Cano

• **Gerente de Distribución**  
Sergio Alejandro Martínez González

• **Información**  
Alejandro Figueroa López

• **Reporteros**  
Miguel Yáñez Alvarado  
Salvador Y. Maldonado Díaz

**Foto portada:**  
Archivo Tecno Agave

## TECNO AGAVE

AÑO 7, No. 47, MAY.-JUN. 2017  
SE PUBLICA CADA 60 DÍAS, EDITADA POR ANA MIRELLE MONTERO VILLANUEVA. CALLE PLAN DE SAN LUIS No. 3807 B, FRACC. REVOLUCIÓN JARDÍN, TLAQUEPAQUE, JALISCO, C.P. 45589  
www.tecnoagave.com.mx /tecnoagave1@hotmail.com. EDITOR RESPONSABLE: LIC. JAVIER MONTERO OROZCO, RESERVA DE DERECHO AL USO EXCLUSIVO No. 04-2010-081718252600-102, OTORGADO POR EL INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR, ISSN: No.2007-7238. LICITUD DE TÍTULO Y CONTENIDO No. 15856, OTORGADO POR LA COMISIÓN CALIFICADORA DE PUBLICACIONES Y REVISTAS ILUSTRADAS DE LA SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN.  
IMPRESA POR ZAZIL COMERCIAL S.A. de C.V., RA-YÓN 132, ZAPATA, C.P.64390, MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO. ESTE NÚMERO SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EL 2 DE MAYO DE 2017, CON UN TIRAJE DE 4000 EJEMPLARES.

LAS OPINIONES EXPRESADAS POR LOS AUTORES NO NECESARIAMENTE REFLEJAN LA POSTURA DEL EDITOR DE LA PUBLICACIÓN.

QUEDA ESTRICTAMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LOS CONTENIDOS E IMÁGENES DE LA PUBLICACIÓN SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DE TECNO AGAVE.

Tel.: (33) 3646 2940  
tecnoagave1@hotmail.com  
tecnoagave.com.mx



síguenos en facebook



## AGAVE MAXIMILIANA

18

02 EDITORIAL

04 REFLEXIONES SOBRE LA CRISIS DEL AGAVE

10 ¿RUMOR O VERDAD? GUERRA DE PODER EN EL TEQUILA

12 AGAVE TEQUILANA, DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS Y CRISIS

14 HAY AGAVE... O NO HAY AGAVE

22 MALCOLM LOWRY, EL ESCRITOR INGLÉS QUE REVERENCIÓ AL MEZCAL A TRAVÉS DE SU OBRA

28 EL COMBUAGAVE

32 CALIDAD DE VIDA DE LOS JORNALEROS DEL AGAVE EN EL MUNICIPIO DE TEQUILA, JALISCO

36 DON FELICIANO VIVANCO, TEQUILERO Y LÍDER SOCIAL DE ARANDAS

38 EFICIENCIA DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN

42 INVESTIGACIÓN PARA LA CADENA AGAVE Y DERIVADOS, CIATEJ UNIDAD ZAPOPAN

48 EL TEQUILA SE ABRE PASO EN USA

51 DON AGAVITO

52 CASA SANTA MARÍA, PRESENTE EN EXPO ANTAD 2017

54 SOLILOQUIO DE UN TORO VIEJO

56 2017, AÑO DE DON MARCOS MONTERO RUIZ

58 SE DIVERSIFICA LA EXPORTACIÓN DE CARNE DE BOVINO

60 BEBIDAS MEXICANAS

62 FLASHAZOS AGAVEROS

64 TECNO-RECETA

# Reflexiones sobre la crisis del agave





**José de Jesús Hernández López, COLMICH**  
**Leobardo Padilla Miranda, UdeG**  
**Rosa María Camacho Ruiz, CIATEJ**

Casi dos décadas después de la última crisis del agave (1998) volvió a aparecer un fenómeno que aparenta ser cíclico. En aquella ocasión las heladas negras fueron el evento desencadenante de la especulación. Hoy, los factores atmosféricos resultan insuficientes para ser culpados, y cabe la posibilidad de considerar otros factores para explicar el contexto en que nos encontramos.

Desde el último trimestre de 2016 el precio del agave comenzó su ascenso desde los 3 a 5 pesos hasta de los 13 a 15 pesos actuales (marzo de 2017), desatando de nueva cuenta una euforia por plantar agave, no obstante a que el precio de la planta o hijuelos de primera calidad se cotice en 11 pesos en promedio, además del correspondiente a la renta de predios rústicos y el desmonte, a fin de prepararse para el siguiente ciclo de bonanza. Se dice que en diciembre el kilo de agave podría estar en 20 pesos.

Para responder a éstas y otras preguntas, se recolectó información en recorridos de campo aleatorios en Arandas y Tequila, Jalisco, entre diciembre de 2016 y febrero de 2017, además de consultar a diferentes actores e interesados en el cultivo del agave, lo mismo

en la zona de los valles de Tequila como en los Altos de Jalisco.

Se encontró que efectivamente algunas de las empresas tequileras más importantes estaban comprando agave en mayores cantidades a las habituales, ofreciendo entre 13 a 15 pesos por kilogramo de agave facturable, y entre 7 y 9 pesos para el kilogramo sin factura. Como se sabe, las industrias cuentan con un importante número de plantaciones propias, cuya finalidad es la de evitar que se sucedan sobresaltos en el precio del agave, como sucedió la vez anterior cuando unos cuantos intermediarios controlaron un importante porcentaje de la materia prima del tequila.

Las empresas tequileras suelen comprar a través de intermediarios, los cuales resuelven varios problemas, por ejemplo, los de facturación, o los relativos a los tipos de códigos culturales que deben ser utilizados para hacer tratados o negocios con agaveros de diferente capacidad y tamaño. En este contexto estos personajes recibieron un aliento para participar en la crisis del agave mediante la compra, y el pago por adelantado, lo mismo de predios con agave maduro que de tierno, bajo la lógica de asegurarlo antes que otro comprador se hiciera de él.

En 2016 se decía que el problema de desabasto se veía venir, porque se estaba presentando una situación inversa a la de 1998; en aquella fecha ante la escasez de





*Agave tequilana* en Jalisco los intermediarios recurrieron al *Agave inaequidens* y *angustifolia* de Oaxaca, así como a otras especies de agave, lo mismo de Yucatán, Querétaro, San Luis Potosí o Zacatecas, mientras que en 2016, ante la euforia, y por ende, escasez de *espadín* en Oaxaca, estos productores recurrieron a las plantaciones de agave tequilero en Jalisco para completar sus necesidades.

La noticia de la presencia de mezcaleros de Oaxaca en la zona de los Altos de Jalisco y Michoacán fue corroborada. Pero también se documentó que en la mitad de los pocos casos mencionados, se trató de empresas mezcalotequileras, esto es, de los mismos corporativos con inversiones tanto en el mezcal como en el tequila. Así que este fenómeno de espejo entre la crisis del tequila (1998) y la del mezcal (2016), no se respondía cabalmente a menos de considerar que se trataba de un suicidio por parte de las grandes firmas, o de un fallo en el sistema de planeación.

De acuerdo con un funcionario de SAGARPA –cuyo nombre se omite– para 2016 se tenían cerca de 90 millones de plantas de agave registradas. Este mismo año la industria tequilera consumió –en términos brutos– el 50% de esos millones de plantas, esto es, 46 millones, garantizando así la continuidad del escalonamiento. El portal OEIDRUS Jalisco documenta una plantación de 67 mil hectáreas para 2015, y una cosecha de 14,563 hectáreas, lo cual supone aprox., una cuarta parte. El

portal del CRT registra 942 mil toneladas de agave consumido, sólo para elaborar tequilas.

No obstante, es notorio el incremento de otros usos para el *Agave tequilana* distintos a la producción de tequila, como son la elaboración de jarabes, mieles y fructanos o inulinas, industrias que en su conjunto consumieron en el mismo 2016 al menos 10 millones de plantas, y con una tendencia a crecer para 2017. Dado el tipo de producción, algunas industrias prefieren agaves tiernos, entre 3 y 5 años, porque los fructanos son mejores. Es decir, cabría entonces la posibilidad de considerar una crisis en los próximos años.

A este escenario se añade la merma de las plantaciones debido al incremento de plagas, muchas de ellas debidas a los malos manejos de los últimos 20 años, así como a una política de no selección de los mejores hijuelos para ser reproducidos, lo cual indica una crisis real.

En las entrevistas y recorridos se registró que desde 2016 el agave que se estaba jimando era el que tenía entre 3 a 5 años de haber sido plantado, pero no todo iba a las mieleras. Pero si el agave apto para el proceso de destilación y elaboración de tequila es el que tiene entre 6 y 7 años de haber sido plantado –según los usos actuales–, lo que se evidenció es que al cosechar agaves tiernos se estaba construyendo un riesgo en algo más que el escalonamiento de las plantaciones.



# PURIFICANDO NUESTRA TRADICIÓN

Somos expertos en:

- Equipos de Filtración
- Resinas de Intercambio Iónico
- Membranas de Ósmosis Inversa
- Filtro Ayudas
- Módulos y Placas Filtrantes
- Carbón Activado Granular y Pulverizado



[www.grupofiltrantes.com.mx](http://www.grupofiltrantes.com.mx)

Oficinas Corporativas:  
Av. Ejército Nacional #531, Col. Granada, C.P. 11520 / CDMX  
Tel: 01(55) 1661-0684 y 01(33) 3810-1300  
[ventas@filtrantes.com.mx](mailto:ventas@filtrantes.com.mx)

 /Grupo Filtrantes

Para varios entrevistados el hecho de jimar agave de 3 a 5 años, con menos kilogramos por bola, y menos azúcares reductores debido a su estado todavía de desarrollo, se evitaría que se disparara el precio del agave maduro, sin embargo, eso es lo que ha sucedido. Si bien ese agave maduro no todo ha sido jimado, ya ha sido controlado por los intermediarios, quienes no sólo han comprado el tierno, sino que han adelantado una cantidad por el maduro.

A lo anterior se liga un fenómeno, el agave propio se puede jimar cuando convenga, mientras que lo importante es asegurar el que no se controla. Los perjudicados por esta medida son los pequeños productores de tequila, destilados, aguardientes, porque precios tan elevados vuelven incosteable la elaboración de productos diseñados para consumidores de bajos recursos económicos, que dicho sea de paso es un mercado en crecimiento, más en estos momentos de aumento de precios y disminución del poder real de compra.

Un asunto también preocupante es que este tipo de prácticas implicaría la pérdida de generaciones de agaves, algunos de los cuales pudieron sumarse a proyectos

como el de *bat friendly*, cuya finalidad es fomentar la floración de unos ejemplares por parcela, para atraer polinizadores y en un futuro próximo contar con agaves más fuertes y resistentes a plagas y enfermedades. Al momento ya es notoria la disminución de la superficie cultivada con agave en el polígono del paisaje agavero. La coyuntura de la crisis también mermará la calidad paisajística a ofrecer a los visitantes.

Así el fenómeno en apariencia es semejante al de otras crisis, pero en la realidad no lo es. No surge en el mismo tipo de actores, ya no es una reacción de agaveros y barzonistas contra la industria, tampoco ha tenido entre los factores desencadenantes la cuestión climática, ni se trata de todo el agave el que está en riesgo, es sobre todo el ajeno y que tiene entre 3 a 5 años de haber sido plantado, son las generaciones de 2012-2014 las que están siendo cortadas, las cuales no habían crecido a su ritmo, sino al ritmo de plaguicidas, herbicidas, fungicidas y fertilizantes.

Consideramos pues que ante la presencia de nuevos jugadores, hay condiciones para actualizar una planeación escalonada de los campos agaveros. 🌿



# Agave tequilana, diversificación de productos y crisis



**Rosa María Camacho Ruiz, CIATEJ**  
**José de Jesús Hernández López, COLMICH**

La industria de productos derivados del agave comenzó su diversificación hace más de una década, y en este tiempo ha crecido enormemente, en particular las que se dedican a la elaboración de jarabe de agave y la de los fructanos (inulinas) han destacado por el incremento en sus volúmenes de producción. Jarabes y fructanos de agave son comercializados principalmente en Europa y Estados Unidos, mientras que el mercado en México es incipiente; el interés de los mercados extranjeros se debe a que estos productos son valorados por su origen, considerado exótico; así como por sus efectos benéficos a la salud, particularmente en el caso de los fructanos.

El jarabe de agave es un endulzante que se obtiene de extraer los azúcares del agave (fructanos) que son posteriormente transformados en fructosa utilizando calor y algunos agentes ácidos, enseguida ésta es concentrada hasta obtener un producto que asemeja la miel. Este jarabe tiene un poder edulcorante superior al azúcar de caña y un menor índice glicémico (es menor la cantidad de azúcar en la sangre), además el sabor característico recuerda a la penca de mezcal cocida.

Por otro lado, los fructanos de agave son extraídos de la planta utilizando agua caliente y posteriormente se someten a un proceso de secado para obtenerlos en polvo. Los fructanos son fibras solubles que actúan como prebióticos favoreciendo la salud intestinal.

A pesar de que las nuevas normas para jarabe (NOM-003-SAGARPA-2015) y para fructanos de agave (NOM-002-SAGARPA-2015) –mismas que entrarán en vigor este año– no impiden el uso de cualquier especie de agave para su producción, los industriales prefieren utilizar *Agave tequilana weber* variedad azul debido a que este contiene un mayor porcentaje de azúcares, y por lo tanto genera mayor rendimiento en la producción de jarabes y fructanos. Por ello la mayoría de las industrias se encuentran instaladas en Jalisco, cerca de la materia prima.

En 2016 se reportó una producción anual de 36,000 toneladas de jarabe de agave y de 1,600 toneladas de fructanos de agave. Esto representa un consumo de casi 10 millones de plantas de *Agave tequilana* al año. Consumiendo alrededor de un 11% de los agaves registrados por SAGARPA en 2016. Lo cual pudo contribuir en la crisis del agave que durante el último trimestre de 2016 y lo que va de 2017 se ha sentido.

En ese tenor, los efectos que podrían estarse presentando debido a esta diversificación industrial a partir de una misma materia prima, constituye un aliciente para promover estudios relacionados con la obtención de estos productos a partir de otras especies de agave, así como la planeación de la producción de *Agave tequilana* incluyendo al sector de jarabes y fructanos en aras de disminuir el impacto de la crisis actual que vive el sector. Uno de los beneficios sería el de garantizar continuamente materia prima, mientras por otro se controlarían los ascensos y descensos en el precio del agave. 🌿



# Agave Maximiliana



*José de Jesús Hernández López*  
*Jesús Medina Rodríguez*  
*El Colegio de Michoacán A. C.*

Maximiliano de Habsburgo y su esposa Carlota llegaron al puerto de Veracruz a finales de mayo de 1864, para encabezar el segundo imperio mexicano. Seis meses más tarde, los hacendados pulqueros Pedro e Ignacio Blásquez oriundos de Puebla, dedicarían a los “augustos monarcas de México” la clasificación del maguey manso, en una obra publicada en 1865 y cuyo título es *Memoria sobre el maguey mexicano (Agave maximiliana)*.



La clasificación y descripción de este agave se hizo según el método de Augustín Pyrame de Candolle, botánico suizo del siglo XVIII, cofundador junto con Linneo de la taxonomía para clasificar plantas.

Ante la confusión derivada de descripciones de varios botánicos, entre los cuales estaba Linneo, quien consideraba esa especie como *Agave americana*, o Adrián Hardy Haworth (Haw) quien la clasificó como *Furcroya Cubensis*, los hermanos patrocinaron ese estudio, puesto que de esa planta obtenían el mejor pulque, un pulque fino que justificaba la dedicatoria a Maximiliano Primero.

Los muchos datos y ricas descripciones que aparecen en esa memoria, sirven para pensar cómo al haber trazado su hábitat entre México y Puebla, sin pretenderlo estaban ofreciendo elementos para la delimitación de una comarca con una denominación de origen: “Las especies

y variedades del maguey que producen pulque fino y ordinario o tlachique, ocupan en México solamente la zona templada. Aun en esta zona nace el productor del pulque fino, con muy pocas excepciones, en un paralelogramo comprendido entre los 19°20' y 19°45' de latitud Norte, y los 5' y 1°20' de longitud Este del meridiano de México, abrazando un terreno de 400 leguas cuadradas más o menos, de 25 al grado. Es digno de observarse que mientras más se aleja el maguey de la zona templada y se aproxima a la fría, el pulque que produce es de mejor calidad”. “El terreno adecuado para el cultivo del maguey fino está comprendido en la zona tórrida”. “El maguey manso se desarrolla bien, a una altura media sobre el mar de 1,700 a 1,900 metros, y a una temperatura de 14° a 16° centígrados”.



**12 Años  
a su Servicio**

**Ofreciendole  
lo mejor en:**

- Cajas de Cartón
- Divisores
- Separadores
- Pallet Box
- Separador para tarima



**Augustín Pyrame de Candolle**

Muchos años más tarde otros investigadores, como Howard Scott Gentry, documentaron esa y dos variedades más dispersas en las laderas serranas de Jalisco, Nayarit y Durango. Otros registraron ejemplares prácticamente en toda la Sierra Madre Occidental, desde Sinaloa hasta el Bajío. Y aunque no hay diferencias significativas en el tipo de suelos en el que se les encuentra, por ejemplo, los rocosos, secos calcáreos, en regiones de regímenes pluviales escasos, y con temperaturas más o menos cálidas, las alturas sí son variables. Algunos hablan de que se les ubica entre los 930 y los 2,000 msnm, mientras los que han recorrido las serranías hablan de 2,000 a 3,000 msnm. En ambos casos también se le asocia con bosques de pino o de roble.

En regiones de Jalisco se le conoce como “lechuguilla”, y se utiliza para elaborar raicilla, mientras que en Sinaloa también se le conoció como “tecolote” y se dice que fue prohibido su beneficio durante el siglo XVII, es decir, que hay una añeja tradición de aprovechamiento.

De la mencionada memoria destacamos algunas de sus características, por ejemplo, el tipo de raíz, turmosa, que de acuerdo con un diccionario de la época significa de tubérculo, gruesa, carnosa y maciza, llena de yemas, por las que echa raicillas fibrosas; cundidora (prolífera) y perenne. El tallo se describe como cilíndrico, sólido y enteramente cubierto de hojas, llegando a tener hasta cinco decímetros de diámetro.

Vicente Guerrero 1251-C  
Col. El Mante  
C.P.45235  
Zapopan, Jalisco  
Tel: (33) 3344 1796

servicioalcliente@corrugadosgovisa.com  
www.corrugadosgovisa.com

Algunos rasgos de las hojas es que son abrazadoras, apiñadas y erguidas, muy largas, agudas y crasas porque acumulan mucha agua. Son cóncavas por el frente y convexas por el revés. El contorno es ligeramente ondeado, cartilaginoso, y está armado de aguijones torcidos muy punzantes. La epidermis de las hojas es referida como gruesa, blanquizca, coriácea (aspecto semejante al cuero), pero se separa con facilidad y está cubierta de poros. El completo crecimiento de la planta se documentó entre los 10 y los 12 años y medio, indicando que si estaba bien cultivada –lo cual sugiere que no eran plantaciones silvestres– las hojas llegaban a medir más de 3 metros de largo.

El bohordo o quote, sólo consta de hacecillos fibrosos o porciones de flores unidas en cabezuelas. El desarrollo es de unos cuantos días, alcanzando una altura de hasta 5 metros.

Otro asunto interesante en el contexto actual es lo que se sostiene con respecto a la absorción. Se dice que el maguey absorbe los gases y el agua que están suspendidos en el aire, por las dos superficies de sus hojas. “Esta planta saca, pues, la mayor parte de sus jugos nutricios de la atmósfera. Los vegetales absorben el carbono y la humedad del aire en razón directa de las hojas y de las partes verdes que presentan al contacto de la atmósfera, de la luz y de los rayos solares. De esta absorción podemos inferir que las plantas que presentan al aire mayor superficie en sus partes verdes, reciben también mayor cantidad de carbono y de humedad que las que presentan menos. El maguey, por tanto, absorbe abundantemente, ya de la tierra y ya de la atmósfera, ácido carbónico y azoe o nitrógeno, y todos los fisiologistas convienen en que las plantas crasas, como ésta, exhalan una pequeña parte del gas carbónico absorbido, porque retienen y asimilan a su sustancia la mayor cantidad de este mismo gas”.

Por último, se indica que se reproduce sólo por semilla, ya que cada ejemplar crece disperso, no en colonias o grupos, característico de especies productoras de hijuelos.



Fuentes consultadas

Blásquez Pedro e Ignacio Blásquez. (1865). *Memoria del maguey mexicano (Agave maximiliana)*. Imprenta de Andrade y Escalante. Puebla.

Gentry, Howard Scott. (1982). *Agaves of continental North America*. The university of Arizona press. United States.

Vázquez-García, J. Antonio et alii. (2007). *Agaves del Occidente de México*. Universidad de Guadalajara, CIATEJ, CRT, LSU, CONAFOR. México 🌿

Imágenes

<https://aguapasada.files.wordpress.com/2011/12/veracruz-1864-llegada-maximiliano-memoriapoliticamexico-org-2-aguapasada.jpg>

<http://www.naturalista.mx/photos/1532537>

# El Combuagave

## ¡Póngale 20 litros de combuagave!

**Magdiel Láinez González**  
**Sergio Martínez Hernández**  
**Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada**  
**(INBIOTECA), Universidad Veracruzana**  
**Miembros AGARED**

Imagina llegar con tu automóvil a una estación de abastecimiento de combustible y decir: ¡Póngale 20 litros de combuagave! ¿Interesante, verdad? Bueno, con el desarrollo de los biocombustibles esto puede ser una realidad. Los biocombustibles surgieron como una alternativa para contrarrestar los problemas de desabasto de los combustibles fósiles y de contaminación que generan al ambiente y a la humanidad. Pero, ¿biocombustible a partir del agave? Sí, los agaves tienen una gran cantidad de carbohidratos, a partir de los cuales es posible la producción de biocombustibles, como el bioetanol y el biogás.

México es un país que cuenta con varias regiones áridas naturales debido a su orografía y a diversos fenómenos meteorológicos. Desde la Época Precolombina, la diversidad biológica existente fue aprovechada por los pueblos mesoamericanos. Pongamos por caso una de las especies: el agave o maguey, que pertenece al grupo de plantas que pueden resistir las sequías y crecer en terrenos donde el suelo es árido y rocoso. Además, son útiles para el control de la erosión y los deslaves del

suelo, por ello se acostumbra sembrarlos en los bordos o terrazas que limitan las parcelas.

El *Agave salmiana*, también conocido como agave pulquero, cuya domesticación debió iniciar hace unos 3,000 años, fue la fuente de materias primas para la elaboración de varios productos cotidianos, por ejemplo, la obtención de hilos para fabricar costales, tapetes, morrales, ceñidores, redes de pesca y cordeles; las espinas se usaban como agujas y el aguamiel era utilizado para curar inflamaciones. Algunos usos del agave todavía persisten, como el de aprovechar las pencas para la elaboración de guisados, o para curar la gastritis, la diabetes y la tos. Las hojas también son usadas como forraje para el ganado.

En la actualidad, existen aún pocas investigaciones con respecto al aprovechamiento de *A. salmiana* para su uso en los biocombustibles. Esto llamó la atención de investigadores y estudiantes del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA) quienes iniciaron una serie de investigaciones con esta especie, principalmente sobre el aprovechamiento de sus carbohidratos. El INBIOTECA es una entidad de la Universidad Veracruzana dedicada a la investigación científica y tecnológica con un interés en la solución integral de problemas en los sectores agrícola y forestal con una perspectiva de desarrollo sustentable. Además,

contribuye a la capacitación, actualización y formación de recursos humanos de excelencia en los campos de la biotecnología y la ecología.

Para aprovechar los carbohidratos del *A. salmiana* se están aplicando pretratamientos fisicoquímicos en donde se fragmentan los componentes lignocelulósicos. Es decir, separamos la celulosa y hemicelulosa de la lignina, ya que esta última, se sabe que conforma una barrera que dificulta el aprovechamiento de los otros componentes que están constituidos básicamente por carbohidratos. Posterior, las fracciones sólidas generadas son sometidas a procesos enzimáticos que hidrolizan la celulosa para liberar moléculas de glucosa al medio acuoso. Con los azúcares obtenidos del pretratamiento y de la hidrólisis enzimática realizamos la fermentación alcohólica para la producción de bioetanol, que puede llevarse a cabo usando microorganismos como *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia stipitis* y *Kluyveromyces marxianus*, entre otros. Los azúcares, también pueden ser sometidos a una digestión anaerobia donde consorcios microbianos, es decir, un conjunto de microorganismos de distintas especies realizan la conversión de los azúcares a metano.





Se espera que la producción de biocombustibles a partir de componentes lignocelulósicos tenga un impacto en distintas áreas. Por ejemplo, mediante el uso de *A. salmiana*, se aprovechará una especie que puede desarrollarse en lugares con poca disponibilidad de agua, se favorecerá la recuperación de terrenos abandonados y la reducción de la erosión del suelo, se explotará un recurso natural con potencial de colocarse en el mercado de las materias primas para la producción de biocombustibles, que no entran en conflicto con el abasto entre alimentos y energía, y se contribuirá en mitigar los efectos de la quema de combustibles fósiles. Entonces es factible pensar que en el corto plazo podríamos con frecuencia utilizar la expresión de: ¡Póngale 20 litros de combuagave! 🌿



# Investigación para la cadena agave y derivados, CIATEJ Unidad Zapopan



**Anne Christine Gschaedler Mathis**  
**Rosa María Camacho Ruiz**  
**Juan Carlos Mateos Díaz**

El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), es un centro de investigación que pertenece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), dedicado a realizar investigaciones y desarrollos tecnológicos para atender al sector industrial. En agosto de 2015 el CIATEJ inauguró la nueva Unidad Zapopan que fue diseñada para albergar investigaciones dedicadas a generar conocimiento que atienda a la cadena agave y derivados. En esta unidad se encuentran modernas instalaciones que incluyen tres importantes líneas de investigación: biotecnología vegetal, biotecnología industrial y tecnología alimentaria. Estas tres líneas desarrollan investigaciones que giran en torno al agave y sus derivados. La Unidad Zapopan alberga a 50 investigadores, tecnólogos e ingenieros que participan en la generación de conocimientos, desarrollo de tecnología y su transferencia al sector productivo. Se

atienden anualmente alrededor de 30 empresas del sector que demandan tanto servicios tecnológicos especializados como nuevos proyectos científico-tecnológicos. Contamos con dos plantas piloto, una para el desarrollo de alimentos que incorporan ingredientes provenientes del agave, como los fructanos y jarabes fructosados; y otra de fermentaciones para el desarrollo de procesos relacionados con la producción de bebidas fermentadas de agaves así como para el aprovechamiento integral de residuos de la cadena agave y derivados que nos permiten obtener biocarburantes de segunda generación y coproductos de alto valor agregado, bajo el concepto de biorefinería.

De manera más detallada, cada línea de investigación desarrolla proyectos específicos, por ejemplo, en biotecnología vegetal se realizan investigaciones que atienden al sector primario, es decir, todo aquello que se



# Tecnoagave.COM.MX

REVISTA DE LA CADENA AGAVE TEQUILA

Entérate al instante desde cualquier dispositivo móvil, de la mejor y más actual información del fascinante mundo del agave.

Ingresa a [www.tecnoagave.com.mx](http://www.tecnoagave.com.mx) y sigue los sencillos pasos que ahí aparecen, o comunícate al 3646-2940 /[tecnoagave1@hotmail.com](mailto:tecnoagave1@hotmail.com) y nosotros te guiaremos en el proceso.



refiere a los agaves y su cultivo. En esta línea, se llevan a cabo investigaciones para lograr el mejoramiento genético de distintas especies de agaves, el desarrollo de metodologías para su micropropagación, se elaboran y evalúan productos biológicos para combatir enfermedades de los agaves, se estudian productos para combatir distintas plagas de éstos y se trabaja además en el registro de variedades de agave.

En tecnología alimentaria se realiza la búsqueda, extracción y caracterización de moléculas bioactivas provenientes de los agaves como lo son los fructanos, *saponinas*, entre otros. En esta línea se desarrollan nuevos productos alimentarios que incorporan fructanos de agave como ingrediente, así como nuevas bebidas de agave y se han patentado tecnologías para fraccionar fructanos de agave en distintos pesos moleculares, lo que ayuda a mejorar algunas de sus propiedades tecnológicas y funcionales. Además, se llevan a cabo diseños de tecnologías llave en mano para la industria tequilera, de fructanos y de jarabes de agave. La planta piloto dispone de una serie de equipos (incluyendo un difusor piloto) que permite generar lotes de bebidas y probar cambios en los procesos de producción.

En biotecnología industrial las investigaciones se han enfocado al estudio y caracterización de procesos fermentativos para la obtención de bebidas de agave, en estos estudios se analizan las poblaciones microbianas durante las fermentaciones, se estudian las interacciones entre bacterias y levaduras y se ha recopilado una colección de levaduras de interés para la industria del agave y sus derivados. Con los productores de tequila y de mezcal se han realizado diferentes asistencias técnicas enfocadas a la mejora del proceso de fermentación así como del proceso de producción en general abarcando las etapas de cocimiento, molienda y destilación, buscando estandarizar los procesos de cada empresa reduciendo las pérdidas a lo largo del proceso. Cabe mencionar que en los últimos 15 años se han capacitado a alrededor de 200 productores de mezcal de los diferentes estados de la denominación de origen. Por otro lado, en biotecnología industrial se han patentado tecnologías para la producción y aplicación de enzimas para la hidrólisis de fructanos de agave; otro campo de estudio en el que se ha incursionado es en el aprovechamiento integral de los residuos generados en los procesos de industrialización de bebidas y derivados del agave. De hecho, los bagazos y las vinazas que se generan en

esta industria son aprovechados bajo el esquema de biorefinería para obtener por un lado biocombustibles, y por otro lado, moléculas de alto valor en la industria.

Otra importante temática abordada por el CIATEJ son los estudios técnicos para solicitar una ampliación del territorio de denominación de origen. En el caso del mezcal el CIATEJ realizó este trabajo para la ampliación de la DOM en Michoacán, Guanajuato (municipio de San Luis de la Paz) y Puebla. Otras 3 solicitudes están actualmente en trámite. Cabe mencionar en este caso que el trabajo en equipo y la multidisciplinariedad de los investigadores del CIATEJ permite abarcar todas las temáticas que tienen que cubrir este tipo de estudios.

Es importante mencionar la vinculación que la Unidad Zapopan y el CIATEJ en general han establecido con otros centros de investigación y universidades dedicados al estudio de agaves y sus derivados, ya que como resultado de esta fructífera vinculación surgió la Red Temática Mexicana, Aprovechamiento Integral Sustentable y Biotecnología de los Agaves (AGARED). Esta red alberga a alrededor de 30 instituciones y más de 150 investigadores que desde hace dos años trabajan en conjunto para realizar investigaciones en torno a los agaves y su aprovechamiento. Por otro lado, cabe destacar que en la Unidad Zapopan se trabaja arduamente en la formación de recursos humanos de alto nivel, en nuestras instalaciones se prepara a estudiantes de maestría y doctorado a través del posgrado en innovación biotecnológica.

La vocación del CIATEJ es apoyar a la industria, acompañarla en la generación de conocimiento y desarrollo e implementación de tecnología. De igual manera y para cumplir este propósito, la Unidad Zapopan ha generado una red de vinculación con la industria del agave y derivados a través del desarrollo del proyecto en conjunto con empresas del ramo, así como en la difusión del conocimiento a través de numerosos talleres con productores de la cadena agave y derivados.

La Unidad Zapopan reitera su compromiso de apoyar a los actores de la cadena agave y derivados a través de nuestro trabajo y dedicación. [www.ciatej.mx](http://www.ciatej.mx), [www.agared.org](http://www.agared.org), contacto: [agschaedler@ciatej.mx](mailto:agschaedler@ciatej.mx) 