

28 y 29 Sept. 2017

# 1<sup>er</sup> CONGRESO NACIONAL DE AGAVE-MEZCAL

## ÁREAS TEMÁTICAS:

- Sistemas de cultivo, nutrición y fisiología
- Plagas y enfermedades - Biodiversidad y genética
- Medio ambiente - Agroindustrias - Agaves y salud
- Sociedad, cultura y economía

## MEMORIA DE RESÚMENES

### SEDE:

Centro Interdisciplinario de Investigación  
para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca  
Contacto: Tel. (951) 5170610 Ext. 82705, 82708, 82709 y 82710



## **DIRECTORIO**

### **Instituto Politécnico Nacional**

**Dr. Enrique Fernández Fassnacht**  
Director General

### **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca**

**Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez**  
Director

**Dr. Baldomero H. Zárate Nicolás**  
Subdirector Académico y de Investigación

**Ing. Manuel Gerardo Alonso Gutiérrez**  
Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social

**C. P. Mirian Camila García Prado**  
Jefa del Departamento de Capital  
Humano y Recursos Financieros

**M. en C. María de los Ángeles Ladrón de Guevara Torres**  
Jefa del Departamento de Investigación

**Lic. Érika Santiago Santiago**  
Jefa del Departamento de Posgrado

**C.P. Gabriela Jovita Rodríguez Silva**  
Jefa del Departamento de Servicios Educativos

**M. en C. Clara F. Ramos Oropeza**  
Jefa de la Unidad Politécnica de Integración Social

**Ing. Alejandro Cruz Aguilar**  
Jefe del Departamento de Recursos Materiales y Servicios

**M. A. Laura Lourdes Gómez Hernández**  
Coordinadora de Enlace y Gestión Técnica

**L. I. Justo César Marcial Aguilera**  
Jefe de la Unidad de Informática



## MEMORIA DE RESÚMENES

Responsable Editorial

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional  
Unidad Oaxaca

Diseño de la Portada:

Joao Valdir Salinas Camargo

©Editores

Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez

Dr. Carlos Inocencio Cortés Martínez

M. C. Lucía Armin Langlé Argüello

©Para la presente edición

CIIDIR Unidad Oaxaca

Hornos 1003

Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71230

Oaxaca, México.

©D. R. Todos los derechos Reservados conforme a la ley. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

Impreso y Hecho en México.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## Comité Organizador

Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez  
M. A. Martín Hernández Tolentino  
M. C. Lucía Armin Langlé Argüello  
Dr. Isidro Morales García  
Dr. Cirenio Escamirosa Tinoco  
Dr. Alfonso Vásquez López  
Dra. Patricia Araceli Santiago García  
M. C. Clara Francisca Ramos Oropeza  
Ing. Manuel Gerardo Alonso Gutiérrez  
M. A. Dora Lilia Guzmán Cruz  
Dr. Carlos Inocencio Cortés Martínez  
C. P. Miriam Camila García Prado  
M. en A. Laura L. Gómez Hernández  
Joao Valdir Salinas Camargo  
Ing. Alejandro Cruz Aguilar  
L. I. Justo César Marcial Aguilera

## Comité Científico

Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Teodulfo Aquino Bolaños	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Cirenio Escamirosa Tinoco	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dra. Patricia Araceli Santiago García	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dra. Aleyda Pérez Herrera	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Isidro Morales García	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dra. Juana Yolanda López Cruz	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dra. Yolanda Donají Ortiz Hernández	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Alfonso Vásquez López	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. José Luis Chávez Servia	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dra. Arcelia Toledo López	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Juan Regino Maldonado	CIIDIR-IPN Oaxaca
M en C. Nelly Arellanes Juárez	CIIDIR-IPN Oaxaca
M. A. Dora Lilia Guzmán Cruz	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. José Raymundo Enríquez Del Valle	Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca
Dr. Rafael G. Reyes Morales	Instituto Tecnológico de Oaxaca

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## Instituciones participantes

Caravana Cultural, Tradición y Arte de Oaxaca S. C.  
Centro de Biotecnología Genómica del Instituto Politécnico Nacional  
Centro de Investigación Científica de Yucatán  
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional-Unidad Irapuato  
CIIDIR-Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional  
CIIDIR-Unidad Michoacán del Instituto Politécnico Nacional  
CIIDIR-Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional  
Colegio de Michoacán  
Colegio de Posgraduados  
Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero  
El Colegio de la Frontera Sur  
Institut de Recherche pour le Développement, IRD-France  
Instituto Tecnológico de Morelia  
Instituto Tecnológico de Oaxaca  
Instituto Tecnológico de Tepic  
Instituto Tecnológico de Veracruz  
Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala  
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca  
Instituto Tecnológico Superior de Huichapan  
Instituto tecnológico Superior de San Miguel el Grande  
NovaUniversitas  
Skybótica de México S.A. de C. V.  
Solidaridad Internacional Kanda A.C.  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca  
Universidad Autónoma Chapingo  
Universidad Autónoma de Campeche  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Universidad Autónoma de Zacatecas  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Universidad de Guadalajara  
Universidad de Guanajuato  
Universidad de Guerrero  
Universidad de la Sierra Juárez  
Universidad de la Sierra Sur  
Universidad del Mar  
Universidad del Papaloapan  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca  
Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Universidad Veracruzana

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## Introducción

México es el centro de origen y biodiversidad de los agaves. Su cultivo y aprovechamiento integral es de importancia económica, ambiental y cultural, no sólo para la producción de bebidas alcohólicas como el tequila, mezcal y sotol, sino también para la obtención de otros productos y subproductos como: mieles, fructanos, fibras lignocelulósicas, forrajes, biocombustible, sustratos, abonos, entre otros. En los últimos diez años, el mezcal ha mantenido un auge económico, que lo ha situado como el cuarto producto de exportación después de la cerveza, el tequila y el café, no obstante, los productores de agave y mezcal artesanal y ancestral de la región sur-sureste viven con altos grados de marginación y rezago, situación que muchos atribuyen a su falta de organización.

En Oaxaca, se produce la mayor cantidad de agaves y mezcal, por lo cual esta agroindustria es de importancia socioeconómica, generando anualmente más de 60 mil empleos y una derrama económica del orden de los 115 millones de dólares. Recientemente, la comercialización del mezcal industrial y artesanal, ha registrado un crecimiento sostenido en el mercado nacional del 110 % y de 137 % en las exportaciones. Esto ha ocasionado una sobreexplotación de las especies nativas de agave y ha conducido a la depredación y peligro de extinción a las endémicas.

Considerando el uso actual y potencial de éste recurso vegetal en México, el objetivo del “1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal” fue contribuir a su conocimiento y aprovechamiento sustentable mediante la divulgación de las investigaciones realizadas en diversas instituciones públicas y privadas, además de la difusión del conocimiento empírico de los pequeños productores de pueblos indígenas involucrados en el cultivo del agave y elaboración de mezcal.

La presente memoria de resúmenes, contiene los trabajos presentados en siete mesas temáticas: Biodiversidad y Genética, Sociedad Cultura y Economía, Sistemas de Cultivo, Nutrición y Fisiología, Agroindustrias, Plagas y Enfermedades, Agaves-Salud y Medio Ambiente. En ellas participaron 77 conferencistas de 44 instituciones públicas y privadas y más de 600 asistentes. Por el éxito alcanzado, tenemos confianza en que este evento marca el inicio de muchos otros que habrán de realizarse para contribuir a que el Sistema Agave-Mezcal sea un componente estratégico para el desarrollo socioeconómico de los ocho estados de la República Mexicana que integran la Denominación de Origen del Mezcal.

Por último, es importante destacar y agradecer a las Instituciones que participaron y colaboraron para la realización de este Congreso, entre las que se encuentran: el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Oaxaca (COCyT-Oaxaca), la Red Temática Mexicana Aprovechamiento Integral Sustentable y Biotecnología de los Agaves (AGARED), la Secretaría de Economía y la Corporación Oaxaqueña de Radio y Televisión, ambas del Gobierno del Estado de Oaxaca, a la Organización de Productores del Sistema producto Maguey-Mezcal del Estado de Oaxaca, así como a la Secretaría de Investigación y Posgrado y al Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Instituto Politécnico Nacional.

### Atentamente

Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez

Coordinador General del 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal, Oaxaca 2017.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## Índice

	Página
<b>MESA “A”: BIODIVERSIDAD Y GENÉTICA.</b>	
<b>Diversidad y ancestría de agaves relacionados a la producción de tequila y mezcal en Jalisco.</b>	2
Laura Trejo, Verónica Limones, Guadalupe Peña, Enrique Scheinvar, Yareli Joselin Cadena Rodríguez, Ofelia Vargas-Ponce, Francisco Chi May, Daniel Zizumbo-Villareal, Patricia Colunga García-Marín.	
<b>Estudios fenotípicos de maguey sacatoro para su registro.</b>	3
Guillermina Barrientos-Rivera, Edgar León Esparza-Ibarra, María Laura Sampedro-Rosas, Oscar Talavera-Mendoza, Elías Hernández-Castro.	
<b>Caracterización de capsulas y semillas de <i>Agave rhodacantha</i> y <i>Agave angustifolia</i> del norte de Guerrero.</b>	4
Emilia Fernanda Flores Bernal, Ariana Gissel Martínez Quevedo, Yocira Yanet López Sandoval, Elías Hernández Castro, Jorge Huerta Zavala, Juan Elías Sabino López.	
<b>Importancia de los dobas o magueyes en la etnia zapoteca del distrito de Ocotlán, Oaxaca.</b>	5
Patricia Vásquez Luis, Felipe de Jesús Palma Cruz, Claudia López Sánchez.	
<b>Genómica funcional de la ruta biosintética de celulosa en fibras de <i>Agaves</i> spp.</b>	6
Fulgencio Alatorre Cobos, Aída Martínez Hernández, June Simpson, Emmanuel Ávila de Dios, José Luis Villalpando Aguilar, Luis Fernando Maceda López, Luis Alberto Ramos Cirilo, Elmi Cen Cen.	
<b>Variabilidad genética de <i>Agave durangensis</i> asociada a su actividad antioxidante en diferentes poblaciones del estado de Durango.</b>	7
Karla Araceli Silva Ramírez, Rene Torres Ricario, José Roberto Median Medrano.	
<b>Mejoramiento genético de <i>Agave cupreata</i>.</b>	8
Nahum M. Sánchez-Vargas, J. Nicolás Casta-Martínez, Alejandro Martínez Palacios, Selene Ramos-Ortiz, Christian Prat.	
<b>Embriogénesis somática de <i>Agave cupreata</i> Trel. &amp; Berger.</b>	9
Erandeni Durán Mendoza, Alejandro Martínez Palacios, Luis Alberto Alcauter Orozco, Ilse Iliana Pérez Rangel, Juan Manuel Gómez Sierra, Philippe Lobit, Nahum Sánchez Vargas.	
<b>Análisis de marcadores moleculares (RAPD) en <i>Agave angustifolia</i> (maguey sacatoro).</b>	10
Emir Lenin Serafín-Higuera, Edgar León Esparza-Ibarra, Lenin Sánchez-Calderón, Miguel Ángel Gruintal-Santos, Elías Hernández-Castro.	
<b>Caracterización de capsulas y semillas de maguey sacatoro <i>Agave angustifolia</i>, colectadas en el estado de Guerrero.</b>	11
Yocira Yanet López Sandoval, Emilia Fernanda Flores Bernal, Ariana Gissel Martínez Quevedo, Juan Elías Sabino López, Jorge Huerta Zavala, Elías Hernández Castro.	
<b>Estudios fenotípicos de <i>Agave angustifolia</i> (maguey sacatoro) para su registro.</b>	12
Guillermina Barrientos-Rivera, Edgar León Esparza-Ibarra, María Laura Sampedro-Rosas, Oscar Talavera-Mendoza y Elías Hernández-Castro.	
<b>Tipificación molecular de seis morfotipos de <i>Agave durangensis</i> Gentry.</b>	13
Eli Amanda Delgado Alvarado, Norma Almaraz Abarca, Rene Torres Ricario, Vicente Hernandez Vargas, Ana Isabel Chaidez Ayala, José Antonio Ávila Reyes, Hugo Manuel Monreal García, José Natividad Uribe Soto, Néstor Naranjo Jiménez.	
<b>MESA “B”: SOCIEDAD, CULTURA Y ECONOMÍA.</b>	
<b>Denominación de origen y norma oficial mexicana del sotol: dos propósitos distintos.</b>	15
Faridy Bujaidar Ávila.	

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

<b>De denominaciones de origen genéricas a DO's regionales.</b>	16
José de Jesús Hernández López, Elizabeth Margarita Hernández López, Rosa María Camacho Ruíz.	
<b>Productor y/o empresario en el distrito de Miahuatlán, Oaxaca: la problemática en el sistema producto maguey mezcal.</b>	17
Ramón Inzunza Acosta, Víctor Santiago Sarmiento.	
<b>Desempeño de pequeños productores en la cadena de valor del mezcal en tres comunidades de Oaxaca.</b>	18
Arcelia Toledo-López, Dora Lilia Guzmán-Cruz, Rosa María Velázquez-Sánchez.	
<b>Calidad de vida de los jornaleros del agave en el municipio de Tequila, Jalisco.</b>	19
Leobardo Padilla Miranda.	
<b>Técnicas de producción de mezcal.</b>	20
Isidro Moctezuma Cantorán.	
<b>Metodología para evaluar el potencial agroecoturístico: caso del maguey y el mezcal, en Santiago Matatlán.</b>	21
H. Santiago-Romero, R. López-Pozos, J. L. Arcos García.	
<b>Ay mezcal me volviste a dar. Experiencias hedonistas en el consumo de bebida destilada del agave.</b>	22
Esperanza Cárdenas Salcido.	
<b>Cultura y tradición en el mezcal artesanal, de una comunidad indígena de la Sierra Norte de Oaxaca.</b>	23
Juana Yolanda López Cruz, Dora Lilia Guzmán Cruz, Gabino A. Martínez Gutiérrez.	
<b>Mezcal artesanal: una agroindustria familiar en la Sierra Norte de Oaxaca.</b>	24
Martin Hernández Tolentino, Faustino Vásquez Gutiérrez, Gabino A. Martínez Gutiérrez.	
<b>Análisis de la importancia económica de la producción de agave mezcal en el estado de Guerrero.</b>	25
María Hernández Pérez, Ariel Vázquez Elorza.	
<b>Análisis de las políticas públicas del sector mezcalero para potenciar los negocios y empresarialidad hacia el comercio exterior.</b>	26
Ana Karen Alvarado Aguilera, Ariel Vázquez Elorza.	
<b>Propuesta de un sistema administrativo para la innovación tecnológica en la producción mezcalera de México.</b>	27
Yessenia Alfaro Vázquez, Ariel Vázquez Elorza.	
<b>MESA "C": SISTEMAS DE CULTIVO, NUTRICIÓN Y FISIOLÓGÍA.</b>	
<b>Efecto de la fertilización inorgánica en el crecimiento de <i>Agave potatorum</i> Zucc.</b>	29
Gabriel Bautista Aparicio, Saúl Sánchez Mendoza, Martha Angélica Bautista Cruz.	
<b>Tamaño de semilla y tratamientos pregerminativos en el crecimiento de agaves silvestres.</b>	30
Saúl Sánchez Mendoza, Martha Angélica Bautista Cruz, Omar Córdova Campos, Miguel Crisanto Martínez, Francisco Alavés Jarquín.	
<b>Sustratos y tratamientos pregerminativos en el crecimiento de agaves silvestres</b>	31
Saúl Sánchez Mendoza, Angélica Bautista-Cruz, Jesús Daniel Ramos López, Sofía García Soto, Lucila Matías Ríos, Omar Córdova Campos.	
<b>Evaluación del sistema de cultivo y propagación del maguey pulquero en el estado de Tlaxcala.</b>	32
Arelí Flores Morales, Guadalupe Juárez Ruiz, Giovanni López Hernández, Víctor Manuel Chávez Ávila, Ernesto Castañeda Hidalgo, Lucía Edith Mendoza Medina.	
<b>Primeros resultados del efecto de bacterias solubilizadoras de fosfato en el crecimiento de <i>Agave potatorum</i> Zucc.</b>	33
Misael Martínez Martínez, Saúl Sánchez Mendoza, Angélica Bautista-Cruz, Verónica Martínez Gallegos.	

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

<b>Nuevos reportes de hongos micorrícicos arbusculares en <i>Agave potatorum</i>, en la mixteca oaxaqueña.</b>	34
José Luis Hernández Morales, Claudia López Sánchez y Felipe de Jesús Palma Cruz.	
<b>Consorcios bacterianos solubilizadores de fosfatos en el desarrollo de maguey espadín.</b>	35
Betsy Antonio Revuelta, Angélica Bautista-Cruz, Verónica Martínez-Gallegos.	
<b>Formación in vitro de brotes adventicios en tejidos caulinares de plantas de <i>Agave angustifolia</i> fisiológicamente contrastantes.</b>	36
Suzel del Carmen Ríos Ramírez, José Raymundo Enríquez del Valle, Gerardo Rodríguez Ortiz, Judith Ruíz Luna.	
<b>Concentración de bencilaminopurina y ácido indolacético en la proliferación in vitro de brotes adventicios de <i>Agave angustifolia</i>.</b>	37
Suzel del Carmen Ríos Ramírez, José Raymundo Enríquez del Valle, Gerardo Rodríguez Ortiz, Judith Ruíz Luna	
<b>Manejo forestal para el cultivo de <i>Agave cupreata</i>.</b>	38
Alejandro Martínez Palacios, Sugely Araceli Chávez Mendoza, Roberto Reyes González, Philippe Lobit, Nahum Sánchez Vargas, Christian Prat.	
<b>Morfometría y efecto de la luz sobre la germinación de cuatro especies del genero <i>Agave</i>.</b>	39
Betsy Antonio Revuelta, Jonás Álvarez Lopezello.	
<b>Desarrollo de plántulas de maguey mezcalero (<i>Agave sp.</i>) en cuatro sistemas de cultivo en vivero.</b>	40
Armando Cifuentes Díaz de León, Orea Lara Gildardo, Vicente Hernández Vargas, Juan Francisco Valenzuela.	
<b>Caracterización morfo-fisiológica y molecular de la respuesta a la deficiencia de fósforo en <i>Agave angustifolia</i>.</b>	41
Luis Alberto Ramos, Luis Fernando Maceda López y Fulgencio Alatorre Cobos.	
<b>Determinación del mejor sustrato para la germinación y crecimiento de <i>Agave potatorum</i> Zucc.</b>	42
Maribel Edith Paz Guzmán, Julio Cesar Acuña López.	
<b>MESA “D”: AGROINDUSTRIAS.</b>	
<b>Huella ambiental de la producción artesanal de mezcal en Etúcuaro, Michoacán</b>	44
Jazmín Maciel Martínez, L. Márquez-Benavides.	
<b>Caracterización físico-química del residuo de maguey pulquero.</b>	45
Arelí Flores Morales, Manuel Jiménez Estrada, Lizbeth Rodríguez García, Judith Coyotl Huerta.	
<b>ANOVA para estudio calorimétrico en aguamiel.</b>	46
Rebeca Guadalupe Ortiz Mena, Daniel Napoleón Gómez Balbuena, Irma Escamilla Guerrero.	
<b>Análisis CAE aplicado a la producción de miel de maguey.</b>	47
Daniel Napoleón Gómez Balbuena, Rebeca Guadalupe Ortiz Mena, Tonatiuh Mauricio Meneses Márquez, Andy Olvera Jiménez.	
<b>Condiciones de infraestructura para la producción de mezcal en Villa Sola de Vega, Oaxaca.</b>	48
Alejandrina Ramírez Santos, Analine Cabrera Aragón, Carlos Armando Flores Aparicio.	
<b>Las levaduras nativas del proceso de fermentación del mezcal, de Tlacolula, Oaxaca, México.</b>	49
Víctor Adrián Espinoza Martínez, Claudia López Sánchez, Felipe de Jesús Palma Cruz	
<b>Caracterización fermentativa en diseños mixtos de levaduras para su aplicación en la producción de mezcal.</b>	50
Contreras-Méndez Andrea, Sánchez-Heredia Pedro, Pérez-Hernández Elia, Chávez-Parga Ma. del Carmen, Rafael Amaya-Yescas, González-Hernández Juan Carlos.	

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

<b>Optimización de la hidrólisis ácida para la producción de xilitol empleando bagazo de agave.</b>	51
María Elizabeth Delfín Ruíz, Montserrat Calderón Santoyo, Juan Arturo Ragazzo Sánchez, Sandra Trinidad del Moral Ventura, Javier Gómez Rodríguez, María Guadalupe Aguilar Uscanga.	
<b>Efecto del pretratamiento two-step sobre biomasa del agave mezcalero para la producción de biocombustibles.</b>	52
Magdiel Láinez González, Sergio Martínez Hernández.	
<b>Determinación de la calidad de sotol que se produce en el estado de Durango.</b>	53
Armando Cifuentes Díaz de León, Gildardo Orea Lara, Vicente Hernández Vargas.	
<b>Diversidad de levaduras presentes en el proceso de producción artesanal de mezcal.</b>	54
Martínez-Estrada, S.C., Chairez-Hernández, I., Gurrola-Reyes, J.N., Larralde-Corona, C.P., Narváez-Zapata, J.A., Rodríguez-Herrera, R., Grijalva-Ávila, J.C.	
<b>Estudio de la respuesta dinámica mecánica de materiales compuestos de polietileno con fibras de agave.</b>	55
Fernando Pérez Ortega, Axel Ruiz Jiménez, Magdaleno Caballero Caballero, Miguel Chávez Gutiérrez.	
<b>Determinación de la variación del contenido de metanol en mezcal durante el proceso de rectificado.</b>	56
Gildardo Orea Lara, Armando Cifuentes Díaz de León, Vicente Hernández Vargas.	
<b>MESA “E”: PLAGAS Y ENFERMEDADES.</b>	
<b>Plagas y enfermedades de los magueyes mezcaleros.</b>	58
Efraín Paredes Hernández, Itzel García Olazo.	
<b>Sistemas de retención para el picudo del agave en trampas con feromona, en maguey espadín.</b>	62
Daniel Cuevas-López, Pedro Figueroa-Castro, Víctor López-Martínez, Martín Pérez-Figueroa, Gerardo E. Díaz-Villanueva, Francisca Silva-García, Gloria Luna-Alejandro.	
<b>¿Funciona el trampeo masivo para la reducción de poblaciones de <i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyllenhal en maguey espadín?</b>	63
Pedro Figueroa-Castro, Julio C. Rojas, Víctor López-Martínez, Héctor González-Hernández, Martín Pérez-Figueroa.	
<b>Manejo integrado del agroecosistema maguey para el control de <i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyll.</b>	64
Jaime Ruiz Vega, Teodulfo Aquino Bolaños, Juan Reyes Delgado Gamboa, Carlos I. Cortés-Martínez.	
<b>Colecta e índices de patogenicidad de nematodos y hongos entomopatógenos nativos en el picudo de agave <i>Scyphophorus acupunctatus</i> (Gyllenhal) en Oaxaca, México.</b>	65
Aquino Bolaños T., Reyes Cortés G., Valdez Ham M., Martínez Sánchez D.	
<b>Contribución al conocimiento de insectos en <i>Agave Duragensis</i> Gentry en el estado de Durango.</b>	66
María P. González-Castillo, David Ramírez-Noya, Sandra C. Chávez-Ramírez.	
<b>Susceptibilidad de larvas de mosquito <i>Culex quinquefasciatus</i> (Say) a extractos de <i>Agave angustifolia</i> Haw.</b>	67
José Abimael Campos Ruiz, Fernando Ruiz Ortiz, Rafael Pérez Pacheco, Carlos A. Granados Echegoyen, Benjamín Otto Ortega Morales, Manuel Jesús Chan Bacab, Manuela Reyes Estebanez.	

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## MESA “F”: AGAVES Y SALUD.

- Jarabes de agave: Caracterización de carbohidratos, autenticidad y potencial biotecnológico.** 69  
Erika Mellado Mojica, Mercedes G. López.
- Caracterización del proceso de elaboración del dulce tradicional de *Agave ssp.* de la mixteca.** 70  
Elizabeth García López, Felipe de Jesús Palma Cruz, Claudia López Sánchez.
- Determinación de compuestos bioactivos en hojas de *Agave potatorum* Zucc.** 71  
Bautista-Santiago G, Santiago-García P, Martínez-Gutiérrez GA, Pérez-Herrera A.
- Evaluación de los fructanos de agave como agente encapsulante.** 72  
Miriam Rodríguez-Aparicio, Irving Hernández- Sosa, Delia Soto-Castro, Miguel Chávez-Gutiérrez, Patricia Santiago-García, Mercedes G. López
- Biosíntesis de fructanos en un sistema mediado por fructosiltransferasas de agave (FAZY).** 73  
Guevara P., López M.G.
- Fructanos de *Agave angustifolia* y *A. potatorum* afectan las hormonas relacionadas con la saciedad (GLP-1 y Grelina) en ratones.** 74  
Patricia A. Santiago-García, Mercedes G. López.
- Variación del contenido de azúcares reductores totales en agave cenizo después del castrado.** 75  
Armando Cifuentes Díaz de León, Gildardo Orea Lara, Juan Manuel Penzaben Esquivel.
- Un método rápido y confiable para la extracción de proteínas totales de *Agave spp.* (y de otras plantas suculentas) para su análisis proteómico.** 76  
Viridiana Rivas, Fernando Lledías, Felipe Hernández, Abisai García-Mendoza, Gladys Cassab y Jorge Nieto Sotelo.
- ART en agave mezcalero de tres ejidos del municipio de Suchil, Durango.** 77  
Armando Cifuentes Díaz de León, Gildardo Orea Lara, Juan Manuel Penzaben Esquivel.
- Efecto de los fructanos de agave sobre parámetros hematológicos y metabólicos en ratones diabéticos.** 78  
María José Hernández Granados, Alicia del Rosario Martínez Yáñez, José Mario Mendoza Carrillo, Joel Ramírez Emiliano, Elena Franco Robles.
- Evaluación in vitro de los fructanos de *Agave potatorum* Zucc. de diferentes edades.** 79  
Vyniza Analhy Pascual Pacheco, Aleyda Pérez Herrera, Teodulfo Aquino Bolaños, Santiago García Patricia
- Evaluación de las agavinas como sustituto de grasa en la producción de galletas.** 80  
Patricia A. Santiago-García, Erika Mellado-Mojica, Frank M. León-Martínez, Mercedes G. López.

## MESA “G”: MEDIO AMBIENTE.

- Geografía física del espacio natural de *A. Potatorum* Zucc., en una microregion marginada de Oaxaca, México.** 82  
Cirenio Escamirosa Tinoco, Gabino Alberto Martínez Gutiérrez, Raúl Rivera García, Dora Lilia Guzmán Cruz
- Inspección del cultivo del agave a través de vehículos autónomos no tripulados (VANTs-drones) y análisis de la información con medios tecnológicos.** 83  
Marcos Chávez Eguiza, Rodrigo Ortega García.
- Agaves mezcaleros de la zona norte de Guerrero.** 84  
Jorge Huerta-Zavala, Abisai Josué García Mendoza, Juan Elías Sabino López, Elías Hernández Castro.

**MESA “A”:  
BIODIVERSIDAD Y  
GENÉTICA.**

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DIVERSIDAD Y ANCESTRÍA DE AGAVES RELACIONADOS A LA PRODUCCIÓN DE TEQUILA Y MEZCAL EN JALISCO

### [DIVERSITY AND ANCESTRY OF AGAVES RELATED TO THE PRODUCTION OF TEQUILA AND MEZCAL IN JALISCO]

Laura Trejo<sup>§1,2</sup>, Verónica Limones<sup>1</sup>, Guadalupe Peña<sup>1</sup>, Enrique Scheinvar<sup>3</sup>, Yareli Joselin Cadena Rodríguez<sup>4</sup>, Ofelia Vargas-Ponce<sup>5</sup>, Francisco Chi May<sup>1</sup>, Daniel Zizumbo-Villareal<sup>1</sup>, Patricia Colunga García-Marín<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, 97070 Mérida Yucatán, México. <sup>2</sup>Laboratorio Regional de Biodiversidad y Cultivo de Tejidos Vegetales, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, sede Tlaxcala. <sup>3</sup>Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, <sup>4</sup>Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. <sup>5</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [laura.trejo@st.ib.unam.mx](mailto:laura.trejo@st.ib.unam.mx)

El estudio de las historias evolutivas permite reconocer procesos de selección y domesticación. México pertenece a Mesoamérica que es uno de los centros de origen más importantes del mundo. Una de las plantas que han sustentado a los pueblos mesoamericanos es el *Agave*. México es el centro de diversidad de *Agave* con el 75% de las especies. El género *Agave* es de apenas 10 millones de años y presenta alto flujo génico entre sus taxa lo que dificulta el análisis de su diversidad genética y de relaciones de parentesco. El presente estudio es el primero en utilizar microsatélites SSR's (ocho loci) para estudiar la diversidad genética y las relaciones de parentesco entre variedades utilizadas para la producción de tequila y mezcal en Jalisco de las especies *Agave angustifolia* ('Ixtlero Verde'); *Agave rhodacantha* ('Ixtlero Amarillo'); *Agave tequilana* ('Azul, Sigüin' y 'Chato') y ocho poblaciones silvestres de *A. angustifolia* como posible pariente silvestre. Los resultados indican a 'Ixtlero Amarillo' ( $H_S = 0.490 \pm 0.005$ ) con la mayor diversidad genética, seguido por el 'Ixtlero Verde' ( $H_S = 0.459 \pm 0.013$ ) y a agave 'Azul' como el menos diverso. El análisis de coancestría  $p$  presenta al agave 'Azul' como una unidad cohesiva poco variable ligeramente relacionada con la variedad 'Sigüin' e 'Ixtlero Verde' y las poblaciones silvestres de *A. angustifolia* principalmente del sur de Jalisco. Lo anterior concuerda con trabajos previos de Colunga-GarcíaMarín y colaboradores. Sin embargo, es necesario contar con marcadores moleculares de mayor resolución tipo SNP's para reconocer con claridad las relaciones de parentesco entre los taxa estudiados.

**Palabras clave:** *microsatélite*, *Agave angustifolia*, *Agave rhodacantha*, *Agave tequilana*, *parientes silvestres*.

**Key words:** *microsatellite*, *Agave angustifolia*, *Agave rhodacantha*, *Agave tequilana*, *wild ancestor*.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ESTUDIOS FENOTÍPICOS DE MAGUEY SACATORO PARA SU REGISTRO

### [PHENOTYPICAL STUDY OF MAGUEY SACATORO FOR REGISTRATION]

Guillermina Barrientos-Rivera<sup>1</sup>, Edgar León Esparza-Ibarra<sup>2</sup>, María Laura Sampredo-Rosas<sup>1</sup>,  
Oscar Talavera-Mendoza<sup>1</sup> y Elías Hernández-Castro<sup>§1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero. Doctorado en Ciencias Ambientales. <sup>2</sup>Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [ehernandez@uagro.mx](mailto:ehernandez@uagro.mx)

México y el suroeste de los Estados Unidos se consideran el centro de origen de las agaváceas. En México se encuentran 251 especies, de las cuales 177 son endémicas (García-Mendoza, 2004). En tales ecosistemas los agaves son especies clave, debido a la gran cantidad de recursos que proporcionan a otros organismos a través de sus hojas, flores, polen, néctar y frutos (Eguiarte *et al.*, 2000). El objetivo fue caracterizar fenotípicamente el maguey Sacatoro, mediante descriptores varietales descritos en la Guía Técnica para Agave –SNICS. Para ello, se analizó la variación morfológica de ocho poblaciones de *Agave* spp. (Maguey Sacatoro) de diferentes localidades y diferentes regiones del estado: región norte y centro del estado de Guerrero; una población en condiciones silvestres de la región centro, localidad Los Amates y siete poblaciones en condiciones de manejo incipiente de la región norte y centro, localidades: Atetetla, Paso Morelos, Coacán, Ayahualco, Santa Cruz, Trapiche Viejo y Motuapa. Todas las poblaciones con mayor uso y manejo del agave para la producción de mezcal. Se evaluaron 32 caracteres morfológicos de cada ejemplar (En hoja, planta, piña e hijuelo), de una muestra de diez individuos por cada población; obteniendo un total de 2560 datos los cuales se vaciaron a una tabla de Excel y con los datos capturados, se hicieron cladogramas y dendogramas para ver semejanzas y diferencias entre las poblaciones. Además de realizar georreferenciación, también se midieron los grados Brix y se colectaron muestras de piña de los agaves y muestras de suelo, para su posterior análisis. Todo ello con la finalidad, de identificar a las poblaciones de maguey Sacatoro como una especie morfológica diferenciable para el estado de Guerrero, con la posibilidad de reconocerla en categoría infraespecífica.

**Palabras clave:** *Agave, cladograma, mezcal, variación.*

**Key words:** *Agave, cladogram, mezcal, variation.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CARACTERIZACION DE CAPSULAS Y SEMILLAS DE *Agave rhodacantha* y *Agave angustifolia* DEL NORTE DE GUERRERO

### [CHARACTERIZATION OF CAPSULES AND SEEDS OF *Agave rhodacantha* AND *Agave angustifolia* FROM THE NORTHERN OF GUERRERO]

Emilia Fernanda Flores Bernal<sup>1</sup>, Ariana Gissel Martínez Quevedo<sup>1</sup>, Yocira Yanet López Sandoval<sup>1</sup>, Elías Hernández Castro<sup>2</sup>, Jorge Huerta Zavala<sup>2</sup> y Juan Elías Sabino López<sup>§2</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales-Universidad Autónoma de Guerrero (FACAA-UAGro). Periférico Poniente S/N. 40036. Iguala, Guerrero. <sup>2</sup>Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local - Universidad Autónoma de Guerrero (MCAyGL – UAGro) campus Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Guerrero.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [jsabino@uagro.mx](mailto:jsabino@uagro.mx)

Las especies del género *Agave* presentan diferentes características morfológicas en las semillas de acuerdo a la especie, la variedad y a las condiciones climáticas de la región en donde crecen. Debido a que en el Estado de Guerrero no existen informes al respecto, el objetivo del estudio fue realizar la caracterización morfológica de las capsulas y las semillas de *A. rhodacantha* y *A. angustifolia* var. *angustifolia* y *A. var. rubescens*, obtenidas de ejemplares colectados en la región norte de Guerrero en el año 2016. Cinco capsulas cerradas por ejemplar fueron muestreadas al azar y se registraron el largo, el ancho, el peso con semillas, el número de semillas y el porcentaje de semillas viables por capsula, y fueron analizados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2010. Los valores de largo y ancho de la capsula para *A. rodhacantha*, *A. angustifolia* var. *angustifolia* y *A. angustifolia* var. *rubescens* fueron 3.90 y 1.16 cm, 3.44 y 0.89 cm, y 3.98 y 1.01 cm, respectivamente. El número de semillas se relacionó con el peso de la capsula en *A. rodhacantha* con 269 semillas (4.52 g), *A. angustifolia* var. *angustifolia* con 233 semillas (3.58 g) y *A. angustifolia* var. *rubescens* con 205 semillas (3.41 g). *A. rodhacantha* presentó el mayor porcentaje de semillas viables (48%), *A. angustifolia* var. *angustifolia* (39%) y el menor valor se presentó en *A. angustifolia* var. *rubescens* (20%). Lo que indica que la reproducción por semilla de *A. rodhacantha* podría ser la más recomendable para favorecer la diversidad, la conservación y el manejo de dicha especie.

**Palabras clave:** *Colectas, morfometría, capsulas, semillas viables.*

**Key words:** *Collections, morphometry, capsules, viable seeds.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## IMPORTANCIA DE LOS DOBAS O MAGUEYES EN LA ETNIA ZAPOTECA DEL DISTRITO DE OCOTLÁN, OAXACA.

### [IMPORTANCE OF DOBAS OR MAGUEYES IN THE ZAPOTEC ETHNIC GROUP OF OCOTLÁN DISTRICT, OAXACA]

Patricia Vásquez Luis<sup>1</sup>, Felipe de Jesús Palma Cruz<sup>1§</sup>, Claudia López Sánchez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Oaxaca - División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030.

§Autor para correspondencia: [vasquezlp@yahoo.com](mailto:vasquezlp@yahoo.com)

Las relaciones etnobotánicas que se establecieron entre la cultura indígena zapoteca del distrito de Ocotlán y la diversidad de “dobas o dub” presentes en su territorio se manifestaron en una multiplicidad de usos, entre ellos el uso medicinal y alimenticio. En el presente estudio se buscó conocer la importancia de los dobas en la vida cotidiana y social de esta importante cultura indígena en Ocotlán. El estudio se dividió en dos fases, la primera: consistió en recorridos de campo, con la finalidad de localizar e identificar las poblaciones representativas de los dobas, para la segunda fase: se aplicaron 36 entrevistas semiestructuras a informantes clave para conocer los nombres locales, importancia y utilidad de cada especie. Se identificaron dos especies de Bromelias llamadas localmente como Doba kuelda´ (*Hechtia sp.*) y y Doba xiidxu (*Bromelia pinguin*), 9 especies del género *Agave*; Doba biya´ (*A. potatorum* y *A. nussaviorum*), Doba dxía (*A. convallis* y *A. angustiarum*), Doba ziiz (*A. karwinskii* forma miahuatlan), Doba daa´n (*A. karwinskii* nueva forma), Doba naxh (*A. angustifolia*), Doba nupi (*A. americana*) y Doba beew (*A. marmorata*) y dos yucas Doba baadu´ (*Yucca mixteca* y *Yucca guatemalensis*). Los usos se codificaron en ocho categorías considerando la clasificación propuesta por García-Mendoza (2004) en: medicinal, alimenticio, bebida fermentada, bebidas destiladas, construcción, uso doméstico, ornamental y uso agrícola; de las cuales, la categoría con mayor número de usos ha sido la categoría de construcción, siendo el yag gutse o quote la parte más importante. La denominación zapoteca para los dobas no es exclusiva para los magueyes, al parecer hace más hincapié a la forma de la planta y una característica particular.

**Palabras Clave:** *Agaves, Categoría de uso, Doba beew, Doba baadu´, Doba kuelda´.*

**Key words:** *Agaves, Category of use, Doba beew, Doba baadu´, Doba kuelda´.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## GENÓMICA FUNCIONAL DE LA RUTA BIOSINTÉTICA DE CELULOSA EN FIBRAS DE *Agaves spp.*

### [FUNCTIONAL GENOMICS OF BIOSYNTHESIS OF FIBERS CELLULOSE OF *Agave spp.*]

Fulgencio Alatorre Cobos<sup>1§</sup>, Aída Martínez Hernández<sup>1</sup>, June Simpson<sup>2</sup>, Emmanuel Ávila de Dios<sup>2</sup>, José Luis Villalpando Aguilar<sup>1</sup>, Luis Fernando Maceda López<sup>1</sup>, Luis Alberto Ramos Cirilo<sup>1</sup>, Elmi Cen Cen<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados – Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche. C. P. 24450. MÉXICO, Camp. <sup>2</sup>Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN –Irapuato. Libramiento Norte Carretera Irapuato León Kilómetro 9.6, Carretera Irapuato León, 36821 Irapuato, Gto. <sup>3</sup>Prestador de Servicios Profesionales, Colegio de Postgraduados - Campus Campeche.

§Autor para correspondencia: [fulgencio@colpos.mx](mailto:fulgencio@colpos.mx)

La celulosa es un polisacárido cristalino compuesto de subunidades de  $\beta$ -1,4-glucosa arregladas en cadenas paralelas, y es el componente principal de las paredes celulares vegetales. La aplicación de la genómica y genética reversa en plantas modelos como *Arabidopsis thaliana* han permitido la identificación de familias de genes (*AtCESA*) que codifican para celulosas sintasas, enzimas que catalizan el último paso en la biosíntesis de celulosa; se conoce ahora que la expresión espacio-temporal de estos genes contribuye de manera esencial a la formación de la pared primaria y secundaria. Aquí, usando un enfoque de RNAseq y genómica comparativa, hemos identificado genes de *Agave tequilana*, *A. victoriae-reginae*, *A. deserti*, y *A. striata* con alta similitud de secuencia a genes biosintéticos tipo *AtCESA* (*AtCESA1* y *AtCESA7*), y moduladores de la formación de fibras como *AtSDN1*. Trabajamos actualmente en la clonación y caracterización de estos genes mediante ensayos de complementación funcional y sobreexpresión en sistemas heterólogos (*Arabidopsis* y tabaco).

**Palabras clave:** *Carbohidratos, genes, Agaves, hojas, biotecnología.*

**Key words:** *Carbohydrates, genes, Agaves, leaves, biotechnology.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## VARIABILIDAD GENÉTICA DE *Agave durangensis* ASOCIADA A SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN DIFERENTES POBLACIONES DEL ESTADO DE DURANGO

### [GENETIC VARIABILITY OF *Agave durangensis* ASSOCIATED TO ITS ANTIOXIDANT ACTIVITY IN DIFFERENT POPULATIONS OF THE STATE OF DURANGO]

Karla Araceli Silva Ramírez<sup>1§</sup>, Rene Torres Ricario<sup>1</sup>, José Roberto Median Medrano<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-DURANGO). Sigma No. 119, Fracc. 20 de Noviembre II, C.P. 34220, Durango, Dgo. Teléfono: (618) 814 20 91 Ext. 82643. <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-MICHOACÁN). Justo Sierra No. 28, Centro, C.P. 59510, Jiquilpan de Juárez, Mich. Teléfono: 01 (353) 533 02 18 Ext. 82. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [karlaracelisilva@gmail.com](mailto:karlaracelisilva@gmail.com)

Se realizó la caracterización molecular de dos poblaciones silvestres del género *Agave* (*Agave durangensis* y *Agave salmiana*) ubicadas en el Estado de Durango. Esto con el fin de determinar la variabilidad genética intrapoblacional e interpoblacional. La caracterización molecular se realizó con marcadores de Secuencias Simples Repetidas (SSR por sus siglas en inglés), que son segmentos cortos de ADN de 1 a 6 pares de bases (pb), que se repiten en tándem y de forma aleatoria en el genoma de los seres vivos. Se amplificaron por medio de PCR, la separación y visualización se llevó a cabo en geles de acrilamida al 6%. Los resultados indican que la variabilidad genética de *Agave durangensis* es alta (valor de  $H_e$ ) con respecto a otras especies de agave previamente reportadas, que su contenido fenólico y capacidad antioxidante es bajo al compararla con la población de referencia (*Agave salmiana*), esto puede ser debido al aprovechamiento indiscriminado de la especie, y a su alto grado de explotación; el uso de microsatélites (SSR) para la identificación y tipificación de especies, es una herramienta genética de sumo aprovechamiento.

**Palabras clave:** *Agave durangensis*, intrapoblacional e interpoblacional, variabilidad genética.

**Key words:** *Agave durangensis*, genetic variability, intrapopulation and interpopulation.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Agave cupreata*

### [BREEDING IN *Agave cupreata*]

Nahum M. Sánchez-Vargas<sup>§1</sup>, J. Nicolás Casta-Martínez<sup>1</sup>, Alejandro Martínez Palacios<sup>1</sup>, Selene Ramos-Ortíz<sup>1</sup>, Christian Prat<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Km. 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. Tarímbaro. Mich. CP 58880 México. <sup>2</sup>Institut de recherche pour le développement, IRD-France. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [nsanchezv@yahoo.com](mailto:nsanchezv@yahoo.com)

*Agave cupreata* es una planta endémica de Michoacán y Guerrero, utilizada para la producción de Mezcal artesanal. Para poder producir materia prima de buena calidad y económicamente rentable, se requiere obtener material genéticamente superior para establecer plantaciones intensivas. En el presente trabajo se propone una estrategia de mejoramiento genético para esta especie y se presentan los primeros resultados de un ensayo de progenies en dos sitios, con el objetivo de evaluar el desarrollo de 24 familias de medios hermanos procedentes de tres sitios de Michoacán a 20 meses de edad en el que se evaluó el área foliar, el número de hojas de las plantas, contenido de clorofila mediante índices de reflectancia de la hoja y el contenido de azúcares de la hoja. En la fase de invernadero, el área foliar promedio de las familias fue de 62.9 cm<sup>2</sup>, presentaron un promedio de 6 hojas; el contenido promedio de azúcares en hoja fue de 5.9 °Brix; los índices de reflectancia mostraron sus valores más altos. Hubo diferencias significativas entre familias ( $P \leq 0.002$ ). En las evaluaciones de campo, el área foliar promedio fue de 184 cm<sup>2</sup>; las plantas presentaron un promedio de 11.6 hojas; el contenido de clorofila disminuyó gradualmente por la exposición a la radiación solar y se observaron diferencias significativas entre familias ( $P < 0.0001$ ). Se encontraron valores muy altos de heredabilidad a nivel de medias de familia en invernadero ( $h^2_f = 0.84$ ) y campo ( $h^2_f = 0.77$ ), el número de hojas y las variables fisiológicas también presentaron valores altos ( $h^2_f > 0.55$ ), por lo que esta especie es susceptible de mejoramiento genético.

**Palabras clave:** *Mejoramiento genético, agave mezcalero, heredabilidad, crecimiento, grados Brix.*

**Key words:** *Breeding, agave mezcalero, heritability, leaf area, Brix degree.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA DE *Agave cupreata* TREL. & BERGER

### [SOMATIC EMBRYOGENESIS OF *Agave cupreata* TREL. & BERGER]

Erandeni Durán Mendoza<sup>1</sup>, Alejandro Martínez Palacios<sup>§1</sup>, Luis Alberto Alcauter Orozco<sup>1</sup>, Iliana Pérez Rangel<sup>1</sup>, Juan Manuel Gómez Sierra<sup>1</sup>, Philippe Lobit<sup>1</sup>, Nahum Sánchez Vargas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Km. 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. Tarímbaro. Mich. CP 58880 México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [apalacios56@gmail.com](mailto:apalacios56@gmail.com)

*Agave cupreata* sobre demandada para la elaboración de mezcal. En Michoacán sus poblaciones silvestres han sido sobre explotadas para esta actividad y se encuentra al borde de la extinción, agudizándose desde 2012 cuando 29 municipios adquieren la denominación de origen. La especie a diferencia de otros agaves, solo se reproduce sexualmente. El uso de semillas y la alta variación genética dentro de la población muestra diversidad de formas y de respuesta en tallas. La selección de genotipos sobresalientes y el uso de métodos de clonación *in vitro*, pueden ser la alternativa para mejorar las plantaciones y de incentivar a conservar los individuos silvestres. La micropropagación se utiliza eficientemente desde fines del siglo pasado y se ha aplicado por dos décadas en diversos agaves. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la concentración de sacarosa, 2,4-D y BA en la proliferación de callo embriogénico (CE) y generación de embriones somáticos (ES). El CE fue generado previamente en medio Murashige y Skoog (MS) con 2 mg l<sup>-1</sup> de 2,4-D + 0.1 mg l<sup>-1</sup> de BA. Segmentos de callo fueron subcultivados en medio inductor (medio MS modificado con sacarosa 20, 30, 45, 60 y 75 g l<sup>-1</sup>) y la combinación 0:0, 0.5:0.5 y 2:0.1 mg l<sup>-1</sup> de 2,4-D:BA. Las mejores respuestas de ES se registró en presencia de 45 g l<sup>-1</sup> de sacarosa en combinación con 2:0.1 (2,4-D:BA = 13.43 ES) y con 0.5:0.5 (2,4-D:BA = 14.86 ES). La germinación de los ES y su desarrollo a planta se realizaron en medio MS basal. Las plantas se adaptaron a suelo estéril, a las 12 semanas se registró 92 a 100% de supervivencia. Los callos inductores de embriones pueden ser subcultivados para incrementar su respuesta. La micropropagación por ES puede ser una alternativa para clonar genotipos seleccionados en *A. cupreata*.

**Palabras clave:** Ácido 2,4 diclorofenoxiacético; 6-benciladenina; callo embriogénico.

**Key words:** 2,4-dichlorophenoxyacetic acid; 6-benzyladenine; embryogenic callus.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ANÁLISIS DE MARCADORES MOLECULARES (RAPD) EN *Agave angustifolia* (MAGUEY SACATORO)

### [ANALYSIS OF MOLECULAR MARKERS (RAPD) IN *Agave angustifolia* (MAGUEY SACATORO)]

Emir Lenin Serafín-Higuera<sup>1</sup>, Edgar León Esparza-Ibarra<sup>2</sup>, Lenin Sánchez-Calderón<sup>2</sup>,  
Miguel Ángel Gruintal-Santos<sup>1</sup>, Elías Hernández-Castro<sup>§1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero. Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local.

<sup>2</sup>Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [ehernandez@uagro.mx](mailto:ehernandez@uagro.mx)

Existe una gran diversidad de especies y variedades de *Agave* con gran importancia cultural, gastronómica y económica. En México se encuentran 251 especies, de las cuales 177 son endémicas. El *Agave angustifolia* (maguey sacatoro) es de gran importancia en Guerrero-México para la producción de mezcal y gran parte de esta importancia radica en la riqueza genética que posee; por ende, existe la necesidad de su estudio mediante técnicas moleculares de análisis genético, entre ellas los marcadores moleculares que permiten analizar el polimorfismo del ADN amplificado al azar (RAPD: Random Amplification of Polymorphic DNA), los cuales arrojan información genética de manera rápida y relativamente económica. El objetivo fue identificar molecularmente al *Agave angustifolia* (maguey sacatoro), mediante marcadores RAPD. Se realizó un análisis para identificar molecularmente las poblaciones de *Agave angustifolia* (maguey Sacatoro) a partir de un dendrograma y así mismo se compararon con otras especies de *Agave*. La extracción de ADN se realizó utilizando el kit DNeasy® Plant Mini de QIAGEN™, a partir de hojas de hijuelos. La cuantificación se llevó en un espectrofotómetro (Quawell UV Q5000). Se emplearon los cebadores: OPA 02, OPC 06, OPG 07, OPA 11, OPH 19 y OPA 20 (Invitrogen™) para la amplificación. Con las bandas resultantes se elaboró una matriz de 0/1 donde se evaluó las bandas como ausentes (0) o presentes (1) para cada uno de los materiales estudiados. Las estimaciones de similitud genética mediante la matriz obtenida se calcularon de acuerdo al índice de similitud de Jaccard. Se construyó un dendrograma empleando el método de agrupamiento UPGMA (Media Aritmética No Ponderada) con un bootstrap de 5000 remuestreos. Todos los análisis se llevaron a cabo mediante los softwares Free Tree, Tree View y FigTree. Las bandas de RAPD generadas dependió del cebador, así como del ejemplar de *Agave* muestreado.

**Palabras clave:** *Agave*; ADN, dendrograma, marcador molecular, RCP.

**Key words:** *Agave*; DNA, dendrogram, molecular marker, PCR.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CARACTERIZACION DE CAPSULAS Y SEMILLAS DE MAGUEY SACATORO *Agave angustifolia*, COLECTADAS EN EL ESTADO DE GUERRERO.

### [CHARACTERIZATION OF CAPSULES AND SEEDS OF MAGUEY SACATORO *Agave angustifolia*, COLLECTED IN THE STATE OF GUERRERO]

Yocaira Yanet López Sandoval<sup>1</sup>, Emilia Fernanda Flores Bernal<sup>1</sup>, Ariana Gissel Martínez Quevedo<sup>1</sup>, Juan Elías Sabino López<sup>2</sup>, Jorge Huerta Zavala<sup>2</sup> y Elías Hernández Castro<sup>2§</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales -Universidad Autónoma de Guerrero (FACAA-UAGro). Periférico Poniente S/N. 40036. Iguala, Guerrero. <sup>2</sup>Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local - Universidad Autónoma de Guerrero (MCAyGL – UAGro) campus Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Gro.

§Autor para correspondencia: [ehernandez@uagro.mx](mailto:ehernandez@uagro.mx)

El Maguey Sacatoro *Agave angustifolia*, es importante en varias regiones del estado Guerrero, debido a sus diferentes usos en actividades, gastronómicas, culturales y económicas, entre las que destaca la producción de mezcal, esta industria aún artesanal se ha abastecido de la extracción de poblaciones naturales de este y otros agaves. Esto ha provocado la disminución y deterioro de las poblaciones silvestres. A la fecha no se tiene información sobre su clasificación taxonómica y por ende, propagación y manejo de la planta, para producirse a nivel comercial. El presente estudio se realizó en el 2016, en localidades de la Zona Centro y Norte del estado de Guerrero. Los ejemplares corresponden al complejo *A. angustifolia*, por cada ejemplar se cortaron cinco capsulas cerradas, a cada una se le tomaron medidas de largo, ancho y peso. Por cada capsula se tomó una fotografía a 15 semillas viables. Las medidas del largo y ancho de cada semilla fueron procesadas con el programa ImageJ versión IJ 1.46 r. Los datos de las medidas y pesos de capsulas y semillas fueron analizados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2010. El largo de la capsula fue de 3.9 (4.9) 6.9 cm, el ancho 1.8 (2.41) 3.2 cm y su peso de 5.19 (6.73) 9.52 g. El número total de semillas por capsula es de 72 (186) 303. Las semillas viables por capsula es de 32 (102) 270. El largo de las semillas viables de 0.50 (0.91) 1.27 cm y el ancho de 0.28 (0.68) 0.97 cm. El peso de semillas viables fue 1.31 (2.00) 3.44 g. Generalmente este tipo de magueyes generan una gran cantidad de semillas, las cuales no todas son viables, por lo que se requieren profundizar en estudios para identificar el porcentaje de germinación, que permita proponer estrategias adecuadas de manejo de este maguey.

**Palabras clave:** *Agave, mezcal, capsulas, semillas.*

**Key words:** *Agave, mezcal, capsules, seeds.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ESTUDIOS FENOTÍPICOS DE *Agave angustifolia* (MAGUEY SACATORO) PARA SU REGISTRO

### [PHENOTYPICAL STUDY OF *Agave angustifolia* MAGUEY SACATORO FOR REGISTRATION]

Guillermina Barrientos-Rivera<sup>1</sup>, Edgar León Esparza-Ibarra<sup>2</sup>, María Laura Sampedro-Rosas<sup>1</sup>, Oscar Talavera-Mendoza<sup>1</sup> y Elías Hernández-Castro<sup>§1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero. Doctorado en Ciencias Ambientales. <sup>2</sup>Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [ehernandez@uagro.mx](mailto:ehernandez@uagro.mx)

México se considera el centro de origen de las agaváceas. En el país se encuentran 251 especies, de las cuales 177 son endémicas. En tales ecosistemas los agaves son especies clave, debido a la gran cantidad de recursos que proporcionan a otros organismos a través de sus hojas, flores, polen, néctar y frutos. El objetivo de éste estudio fue caracterizar fenotípicamente el *A. angustifolia* (maguey Sacatoro) como una variante del *A. angustifolia* Haw, mediante descriptores varietales descritos en la Guía Técnica para Agave –SNICS. Para ello, se analizó la variación morfológica de seis poblaciones de *A. angustifolia*. (maguey Sacatoro) y dos poblaciones de referencia: una de *A. angustifolia* Haw y otra de *A. cupreata* Trell & Berger; todas de diferentes localidades y diferentes regiones del estado: región norte y centro del estado de Guerrero; una población en condiciones silvestres, localidad Los Amates y siete poblaciones en condiciones de manejo incipiente, localidades: Atetetla, Paso Morelos, Coacán, Ayahualco, Santa Cruz, Trapiche Viejo y Motuapa. Todas las poblaciones con mayor uso y manejo del agave para la producción de mezcal. Se evaluaron 32 caracteres morfológicos en cada ejemplar (En hoja, planta, piña e hijuelo), de una muestra de diez individuos por cada población; obteniendo un total de 1824 datos los cuales se vaciaron a una tabla de Excel y con los datos capturados, se hicieron cladogramas y un análisis de PCA para ver semejanzas y diferencias entre las poblaciones. Además de realizar georreferenciación, también se midieron los grados Brix y se colectaron muestras de piña de los agaves y muestras de suelo, para su posterior análisis. Todo ello con la finalidad, de identificar a las poblaciones de maguey Sacatoro como una especie morfológica diferenciable para el estado de Guerrero, con la posibilidad de reconocerla en categoría infraespecífica.

**Palabras clave:** *Agave, cladograma, mezcal, variación.*

**Key words:** *Agave, cladogram, mezcal, variation.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## TIPIFICACIÓN MOLECULAR DE SEIS MORFOTIPOS DE *AGAVE DURANGENSIS* GENTRY

### [MOLECULAR TYPIFICATION OF SIX MORPHOTYPES OF *AGAVE DURANGENSIS* GENTRY]

Eli Amanda Delgado Alvarado<sup>§1</sup>, Norma Almaraz Abarca<sup>1</sup>, Rene Torres Ricario<sup>1</sup>, Vicente Hernandez Vargas<sup>1</sup>, Ana Isabel Chaidez Ayala<sup>1</sup>, José Antonio Ávila Reyes<sup>1</sup>, Hugo Manuel Monreal García<sup>2</sup>, José Natividad Uribe Soto<sup>1</sup>, Nestor Naranjo Jimenez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-Unidad Durango). Calle Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, C.P. 34220, Durango, Dgo., Tel. (618)8142091, Ext.: 82603. <sup>2</sup>Alumno del Doctorado en Ciencias en Biotecnología, Sede CIIDIR-IPN-Unidad Durango.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [delgadoamanda78@yahoo.com](mailto:delgadoamanda78@yahoo.com)

El género *Agave* es representativo de las zonas áridas y semiáridas de México. Actualmente, muchas de las especies del género son parte fundamental de la economía de algunas comunidades, porque a partir de ellas se elabora mezcal. Algunos tipos de mezcal se han proyectado a nivel nacional e internacional, como los producidos en Jalisco, Oaxaca, y Durango. El cuidado de la materia prima es fundamental, por lo que se ha buscado homogenizar caracteres que permitan estandarizar los niveles de producción y asegurar la calidad de esas bebidas. En el Estado de Durango, la materia prima (piñas) se obtiene principalmente de poblaciones silvestres, principalmente de *Agave durangensis*. La variabilidad genética y la variación morfológica de esas poblaciones es alta, por lo que el contenido de azúcares para la producción del mezcal es variable. Debido a lo anterior, es necesario desarrollar estrategias que permitan seleccionar formas alélicas sobresalientes para establecer plantaciones con individuos seleccionados, que en cierto momento puedan garantizar la producción de materia prima. En el presente trabajo se caracterizó de manera molecular seis morfotipos de *Agave durangensis* Gentry de tres años de edad provenientes de una planta madre, empleando microsatélites e ISTR. Un análisis de agrupamiento basado en los perfiles de amplificación con microsatélites reveló la formación de tres grupos principales, siendo el morfotipo 3, de talla mediana/hoja ancha, genéticamente homogéneo, mientras que el análisis de agrupamiento, basado en ISTR, reveló al morfotipo 1, de talla alta/hoja delgada, como genéticamente homogéneo. Esos resultados sugieren que los microsatélites y los ISTR pueden ser marcadores útiles para tipificar morfotipos y pueden ser herramientas valiosas para seleccionar líneas de *A. durangensis* con características deseables para establecer plantaciones. También indican que una sola planta de esta especie tiene el potencial para generar individuos morfológica y genéticamente muy variables.

**Palabras clave:** *Microsatelites, ISTR, variabilidad genética.*

**Key words:** *Microsatellite, ISTR, genetic variability.*

**MESA “B”:  
SOCIEDAD,  
CULTURA Y  
ECONOMÍA.**

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DENOMINACIÓN DE ORIGEN Y NORMA OFICIAL MEXICANA DEL SOTOL: DOS PROPÓSITOS DISTINTOS

### [PROTECTED DESIGNATION OF ORIGIN AND OFFICIAL MEXICAN STANDARD OF SOTOL: TWO DIFFERENT PURPOSES]

Faridy Bujaidar Ávila<sup>§1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Veracruzana. Maestría en Antropología. Dirección: Calle Fco. Moreno esquina Ezequiel Alatraste s/n. Xalapa, Veracruz. Tel. 8421700 Ext. 15560. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [faridybujaidar@gmail.com](mailto:faridybujaidar@gmail.com)

En el año 2002 se le otorgó la DO (Denominación de Origen) al sotol en los Estados de Chihuahua, Coahuila y Durango, reconociendo la exclusividad de esta bebida por la utilización de la planta *Dasyliirion*, así como el empleo de conocimientos tradicionales para su hechura. Esta certificación internacional en México es regulada por la NOM (Norma Oficial Mexicana), la cual se encarga de reglamentar los procesos de producción de todo tipo de productos a fin de estandarizarlos. Sin embargo, la NOM para el sotol no ha alcanzado los propósitos de la DO, ya que homogeniza su geografía, procesos y composición. Ésta norma no ha delimitado las regiones en que se produce, sino que abarca la totalidad de municipios de tres Estados de la república. Tampoco distingue los procesos a los que cada bebida es sometida (artesanal o industrial), ni ha expresado las especies de *Dasyliirion* utilizadas para su realización. Tan solo en el Estado de Chihuahua existen tres especies de sotol (*Dasyliirion wheeleri*, *D. sereke* y *D. leiophyllum*) y dos variedades distintas (*leiophyllum* y *glaucom*). La NOM lejos garantizar un producto tradicional apegado al gusto histórico regional, representa una gran desventaja comercial para los productores, ya que mantiene ocultas las cualidades de cada destilado, mientras que representa una ventaja para los productores con intereses meramente económicos, quienes pueden adicionar la bebida con azúcares de origen no especificado hasta en un 49%.

**Palabras clave:** DO, NOM, destilados, sotol, *dasyliirion*.

**Key words:** PDO, NOM, distilled, sotol, *dasyliirion*.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DE DENOMINACIONES DE ORIGEN GENÉRICAS A DO's REGIONALES

### [FROM GENERIC DENOMINATION OF ORIGIN TO REGIONAL DO's]

José de Jesús Hernández López <sup>§1</sup>, Elizabeth Margarita Hernández López<sup>2</sup>, Rosa María Camacho Ruíz<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Estudios de Geografía Humana, El Colegio de Michoacán A. C. Cerro de Nahuatzen 85, Fracc. Jardines de Cerro Grande, La Piedad, Michoacán. C. P. 59370. Teléfono (352) 5256107 extensión 2414. <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara. Guanajuato 1045, colonia Alcalde Barranquitas. Guadalajara, Jalisco. C. P. 44260. <sup>3</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. Camino Arenero 1227. El Bajío del Arenal, Zapopan, Jalisco. C. P. 45019.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [yacatzo@colmich.edu.mx](mailto:yacatzo@colmich.edu.mx)

La ponencia discute algunos de los inconvenientes derivados de la ampliación de Denominaciones de Origen como la del mezcal o la del tequila, que se han convertido en DO's genéricas, donde la diversidad tiene poco sentido. Por ello se presentarán como propuesta elementos para pensar en DO provinciales-regionales-comarcales y hasta locales (de terruño o terroir), que den cuenta de las particularidades de las producciones regionales, bajo el argumento de que la construcción de estas figuras con un carácter de representatividad, participación y una estrategia financiera bien planeada, pueden funcionar efectivamente como una política pública de desarrollo regional, máxime en este contexto de retorno forzado y expulsión de migrantes procedentes de Estados Unidos, los cuales habían migrado por la escasez de oportunidades en localidades agrícolas incapaces de retenerlos ante los reacomodos económicos globales –apertura comercial- y cambios en las políticas para el campo mexicano. Uno de los criterios nodales, en los que se trabaja es el de trazabilidad social, que coloquialmente sirve para indicar “por cuántas manos pasan las materias hasta convertirse en bebidas alcohólicas”. Nuestra conclusión es que con base en criterios como el de trazabilidad social, más otros que se están estudiando, es posible transitar a denominaciones de origen de carácter regional.

**Palabras clave:** *Representatividad, certificación participativa, desarrollo local, manejo socioecológico.*

**Key words:** *Representativeness, participatory certification, local development, socioecological management.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## PRODUCTOR Y/O EMPRESARIO EN EL DISTRITO DE MIAHUATLÁN, OAXACA: LA PROBLEMÁTICA EN EL SISTEMA PRODUCTO MAGUEY MEZCAL

### [PRODUCER AND / OR ENTREPRENEUR IN THE MIAHUATLÁN DISTRICT: THE PROBLEM IN THE MAGUEY MEZCAL PRODUCT SYSTEM]

Ramón Inzunza Acosta<sup>1</sup>, Víctor Santiago Sarmiento<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de la Sierra Sur – Instituto de Estudios Municipales. Calle Guillermo Rojas Mijangos S/N, Esq. Av. Universidad Col. Ciudad Universitaria, Miahuatlán de Porfirio Díaz C.P. 70800, Oaxaca, México. Teléfono 951-57-24100 ext. 204.

Autor para correspondencia: [riaxyzmx@hotmail.com](mailto:riaxyzmx@hotmail.com)

En la región Sierra Sur y en específico en el Distrito de Miahuatlán, Oaxaca, el Sistema Producto Maguey Mezcal ha tenido avances en cuanto a producción y comercialización, ya sea para exportar a otros lugares o para consumo local del mismo. Si bien se considera como un producto rentable, para Sánchez (2005) existen problemáticas que dificultan su comercialización, principalmente por los altos costos de intermediación que se presentan. El objetivo de este trabajo es analizar y explicar las razones por las que el productor de maguey no logra su desarrollo para convertirse en el comercializador del mezcal. Se utilizó la idea de García y Mendoza (2012), quien considera diferentes factores de la producción como los principales promotores para el desarrollo del sistema producto, siendo las más representativas por la literatura económica: la antigüedad en el mercado, el nivel de estudio, producción enfocada, tamaño de la superficie sembrada, tecnología utilizada y duración de la producción. De acuerdo a las diferentes metodologías analizadas, se decidió que la utilizada por Bautista y Ramírez (2008), era la más conveniente la cual consiste en la intervención directa con los productores y/o vendedores del bien en cuestión, obteniéndose un total de 132 entrevistados mediante una encuesta semiestructurada. Para el análisis de los datos se basó en el modelo econométrico utilizado por Buesa (2002), quien determina un modelo lineal con variables categorizadas. Dicho modelo fue analizado con el software Eviews 7.0, mediante el método binario “Logit”. Los resultados muestran que la falta de tecnología utilizada en las diferentes fases de la producción y/o comercialización del Mezcal es la principal variable que impacta en el cambio de productor a productor y comercializador en el sistema producto maguey mezcal. Es importante señalar que el nivel de estudio y la antigüedad del negocio, también generan un efecto positivo en dicha transformación.

**Palabras Clave:** *Comercio, Tecnología, Mercado, Intermediación, Categorías.*

**Key Words:** *Commerce, Technology, Market, Mediation, Categories.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DESEMPEÑO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN LA CADENA DE VALOR DEL MEZCAL EN TRES COMUNIDADES DE OAXACA

### [SMALL PRODUCERS PERFORMANCE ON VALUE CHAIN OF MEZCAL IN THREE COMMUNITIES IN OAXACA]

Arcelia Toledo-López<sup>1</sup>, Dora Lilia Guzmán-Cruz<sup>§1</sup>, Rosa María Velázquez-Sánchez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional – Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (IPN-CIIDIR-OAXACA). Hornos No, 1003, Col. Noche Buena. Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán. C.P. 71230, Oaxaca. Teléfono (951) 5170610 Ext. 82754.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Contaduría y Administración

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [doligu0531@hotmail.com](mailto:doligu0531@hotmail.com)

El objetivo de esta investigación fue analizar el desempeño de los pequeños productores en la cadena de valor del mezcal. Se aplicaron a 52 cuestionarios pequeños productores de mezcal en tres comunidades: Santiago Matatlán, San Dionisio Ocotepec y Yutanduchi de Guerrero. Se identificaron cinco principales eslabones de la cadena productiva del mezcal, proveedores de insumos, productores de maguey, palenqueros o destiladores, envasadores y comercializadores. En los últimos cinco años el crecimiento económico de los productores fue bajo; aun con poco crecimiento económico, los productores sienten mucha satisfacción por el desempeño de su palenque y perciben buenos resultados por la eficiencia de sus trabajadores (M=3.346, SD=1.2027), ingresos por ventas (M=3.154, SD=1.1094), lealtad de clientes (M=3.058, SD=1.3920), número de clientes (M=2.962, SD=1.3279). Además, perciben cómo parte del desempeño una gran satisfacción por cubrir necesidades básicas de alimentación (M= 3.288, SD=1.3334), pago de servicios (M=3.176, SD=1.3521), mandar a sus hijos a la escuela (M=2.788, SD=1.5509), pagar servicio médico y medicinas (M=2.596, SD=1.4587), vivir bien (M=2.500, SD=1.5016), invertir en su negocio (M=2.481, SD=1.4884), satisfacer necesidades sociales (M=2.231, SD=1.3665). Como parte de sus acciones ambientales realizan, aunque en menor medida en reforestación (M=1.827, SD=2.2027), aplicación de normas de producción del mezcal (M=1.712, SD=1.5125), reciclado y/o reutilización de los residuos (M=1.654). Se concluye que en la cadena de valor del mezcal, la principal actividad es la destilación del mezcal, en poca proporción el envasado y comercialización, el desempeño ha sido bajo en crecimiento económico y poca participación en acciones ambientales, pero con mayor satisfacción por los logros alcanzados en su actividad, perciben que no han ganado mucho dinero como se esperaba, pero han logrado mantener en operación su palenque y han mejorado la calidad, demanda y precio de mezcal, lo que les ha permitido cubrir sus necesidades básicas.

**Palabras clave:** *Mezcal, cadena de valor, desempeño económico, desempeño social, desempeño ambiental.*

**Key words:** *Mezcal, value chain, economic performance, social performance, environmental performance.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

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

### [QUALITY OF LIFE OF THE AGAVE LABORERS IN THE TOWN OF TEQUILA, JALISCO]

Leobardo Padilla Miranda<sup>§1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara – Centro Universitario de los Valles – Maestría en Estudios Socioterritoriales (UDEG-CUValles-MEST). Carretera Guadalajara-Ameca Km. 45.5. Municipio de Ameca C.P. 46600, Jalisco. Teléfono: 01 375 758 0500.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [leobapadilla@hotmail.com](mailto:leobapadilla@hotmail.com)

La investigación fue un acercamiento a la calidad de vida de las personas que construyen físicamente el nombrado paisaje cultural agavero, en particular del municipio de Tequila, Jalisco; con el fin de mostrar la relación que se establece entre la agroindustria tequilera y sus trabajadores de campo, misma que converge en la base de la producción del destilado mexicano “tequila”. La pregunta que se planteó en la investigación fue la siguiente: ¿Cuál es la calidad de vida de los jornaleros del agave en el municipio de Tequila, presentes ante el crecimiento de la industria tequilera? La hipótesis fue que a partir del crecimiento y auge de la industria tequilera se presentó un proceso de jornalización e impacto rural que ha aumentado la brecha entre la industria y sus trabajadores, considerando la desigualdad, los grados de vulnerabilidad y la precarización de los servicios y prestaciones. En el proceso se realizaron encuestas, entrevistas, trabajo de campo antropológico o etnográfico, además de un importante registro fotográfico enfocado en los jornaleros y sus familias. La investigación demuestra que el aumento de capital de la industria tequilera, no tiene su paralelo en una buena calidad de vida de quienes construyen físicamente el paisaje agavero; el bienestar subjetivo no muestra una relación con los aspectos económicos; se evidenció una hiperflexibilización laboral, jornadas laborales de hasta once horas diarias y la incorporación de la mujer en las actividades agrícolas agaveras. Una de las conclusiones establece que es necesaria la implementación de estrategias de desarrollo que garanticen la formación de nuevas generaciones por encima de la línea de la pobreza. Es decir, que haya iniciativas públicas y privadas en las cuales se revalorice al jornalero como un ente indispensable de la agroindustria.

**Palabras clave:** *Jornaleros, calidad de vida, Agave, tequila.*

**Key words:** *Laborers, quality of life, agave, tequila.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## TÉCNICAS DE PRODUCCION DE MEZCAL

### [MEZCAL PRODUCTION TECHNIQUES IN MEXICO]

Isidro Moctezuma Cantorán<sup>§</sup>

Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria s/n, Puerto Escondido,  
71980, Oaxaca, México. Teléfono: (954) 1474522.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [moctezuma@zicatela.umar.mx](mailto:moctezuma@zicatela.umar.mx).

La cadena producción maguey/mezcal incluye una serie de actividades desde el nacimiento de la planta de maguey hasta los sorbos de mezcal en un bar: germinación, trasplante, cultivo, cosecha, transporte, cocción, molienda, fermentación, destilación, envasado, ventas, distribución, presentación de bebidas y cocteles, entre otras. En este trabajo se presenta una recopilación de hechos sobre las distintas formas producir el mezcal en México, las cuales se han clasificado en común, moderna, artesanal y rudimentaria, en consecuencia la variabilidad en el sabor, olor y color del Mezcal. Si el maguey crece en un campo silvestre, para eliminar las hojas de este se utiliza un machete y para el destronque el hacha, para mover las cabezas o piñas al horno de tierra se utiliza un vehículo chico de carga, como material de combustión es la leña y piedras refractarias para contener el calor y así generar la cocción, en la molienda un molino de piedra tipo egipcio movido por caballos, en la fermentación ollas o tinas de madera y la destilación un alambique con material de cobre, entonces esta forma de producción es la normal, con la cual se genera un mezcal aromático a alcohol, con sabor a maguey e incoloro. En las técnicas restantes se pueden encontrar grandes extensiones de terrenos con agave, vehículos grandes realizando el movimiento de las piñas, alambiques de acero en instalaciones enormes, o cuero de res en algún proceso, el machado con pisones y canoas de madera, o simplemente en lugar de usar un contenedor para la destilación un socavón en una roca y en la punta de una penca de maguey chorreando el mezcal. En resumen, el uso de diferentes técnicas de producción, influyen de forma determinante sobre las propiedades organolépticas de la bebida denominada mezcal.

**Palabras clave:** *olor, color, sabor, mezcal.*

**Key words:** *smell, color, flavour, mescal.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL POTENCIAL AGROECOTURÍSTICO: CASO DEL MAGUEY Y EL MEZCAL, EN SANTIAGO MATATLÁN

### [METHODOLOGY TO EVALUATE THE POTENTIAL AGRO-ECOTOURISM: CASE OF MAGUEY AND MEZCAL IN SANTIAGO MATATLÁN]

H. Santiago-Romero<sup>1§</sup>, R. López-Pozos<sup>2</sup>, J. L. Arcos García<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Ecología. Universidad del Mar Campus Puerto Escondido. Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oax., México C.P.

71980. <sup>2</sup>Instituto de Genética. Universidad del Mar Campus Puerto Escondido. Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oax.,

México C.P. 71980. §Autor para correspondencia: [romero@zicatela.umar.mx](mailto:romero@zicatela.umar.mx)

El agroecoturismo es una modalidad del turismo rural que busca sustentablemente el desarrollo social, económico y cultural en las comunidades rurales. En México es una actividad que se considera reciente, su concepto incluye actividades con características agrícolas, ecológicas y turísticas y sus alcances han sido planteados recientemente. Por ser reciente, no existen referentes que permitan valorar lugares que son susceptibles de desarrollar de manera exitosa esta combinación de actividades. Se realizó el estudio del potencial agroecoturístico de la comunidad de Santiago Matatlán, en el verano y otoño del 2010, para implementar un proyecto de turismo innovador; basándose en el modelo FAS (Factores, Atractores y Sistema de soporte), de la Organización Mundial de Turismo. La evaluación del componente factores se realizó mediante análisis FODA; la valorización del componente atractores se efectuó de acuerdo a la metodología CICATUR-OEA y el estudio del sistema de soporte se realizó con un estudio de mercado. El objetivo de este trabajo fue, analizar el potencial agroecoturístico de Santiago Matatlán bajo esta metodología, considerando al cultivo de maguey y el mezcal como su producto de identidad territorial (PIT). El análisis FODA, demostró que la comunidad de Santiago Matatlán basándose de su PIT, presenta suficientes condiciones favorables tanto internas como de entorno para desarrollar el agroecoturismo. La valorización de atractores, reveló que Santiago Matatlán se sitúa en el seno de una zona turística ya consolidada, puesto que el Valle de Tlacolula presenta cuatro atractivos turísticos de las más altas jerarquías y el estudio del sistema de soporte permitió conocer el perfil de turista. Se concluye que en Santiago Matatlán, el cultivo de maguey, la vegetación xerofita y la elaboración del mezcal sí podrían sustentar el agroecoturismo como una actividad económica factible.

**Palabras clave:** *actividad económica, agroturismo, ecoturismo, innovador, modelo FAS.*

**Key words:** *economic activity, agro-tourism, ecotourism, innovator, FAS model.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## AY MEZCAL ME VOLVISTE DAR. EXPERIENCIAS HEDONISTAS EN EL CONSUMO DE BEBIDA DESTILADA DEL AGAVE

### [AY MEZCAL GIVE ME AGAIN. HEDONIST EXPERIENCES IN THE CONSUMPTION OF AGAVE DISTILLED DRINK]

Esperanza Cárdenas Salcido<sup>§</sup>.

Coordinadora Gobernanza comunitaria e intercultural. Solidaridad Internacional Kanda A.C.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [salcidopera@gmail.com](mailto:salcidopera@gmail.com)

En la última década, el mezcal, una bebida alcohólica obtenida del agave por destilación, ha dejado de ser tratado como bebida para consumo local para formar parte del consumo globalizado, en el que la forma en la que se bebe es más importante que el hecho de beberlo. Por lo que en el presente análisis se abordan las estrategias que el beber mezcal brinda a la articulación entre las *lógicas globales y locales* que, por un lado, resaltan el carácter hedonista del consumo contemporáneo global para bosquejar elementos simbólicos que proporcionan distinciones sociales a quien lo bebe y, por el otro, legitima códigos específicos locales de producción tales como el tipo de maguey del que procede, mecanismos de producción, espacios de distribución, lugares de consumo y la manera en la que se bebe. Esto ha dado lugar a que se identifique una *cultura del mezcal* que favorece el tránsito constante entre estas lógicas, promoviendo nuevas *legitimidades sociales* que son visibles en este análisis a partir de la *historia social* del mezcal. Ya que el mezcal se encuentra actualmente en una redefinición de su campo simbólico que permea al campo productivo y económico, el análisis se presenta a partir de escenografías, conductas, personajes, frases y anécdotas que han sido utilizadas por las/los consumidores/as, las cuales, por un lado, abarcan atributos como bebida alcohólica y las prácticas de su elaboración y, por otro, visibiliza algunas de las *políticas públicas* promovidas por el Estado para la producción de este destilado: *narrativas/discursividades*, habilitación de unidades productoras, legislación, regulación y la denominación de origen.

**Palabras clave:** *Trayectorias simbólicas, commodities, economía de las cualidades.*

**Key words:** *Symbolic trajectories, Commodities, Economy of qualities.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CULTURA Y TRADICION EN EL MEZCAL ARTESANAL, DE UNA COMUNIDAD INDIGENA DE LA SIERRA NORTE DE OAXACA

### [CULTURE AND TRADITION IN THE ARTISANAL MEZCAL OF AN INDIGENOUS COMMUNITY OF THE SIERRA NORTE OF OAXACA]

Juana Yolanda López Cruz<sup>§1</sup>, Dora Lilia Guzmán Cruz<sup>1</sup>, Gabino A. Martínez Gutiérrez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional- CIIDIR UNIDAD OAXACA. Becarios COFAA.

Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C. P. 71230. Tel. 01(951) 5171199 ext.

82747. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [jylopez@ipn.mx](mailto:jylopez@ipn.mx)

Nejapa se ubica en Santa María Tlahuitoltepec, Mixe, Oaxaca, caracterizada principalmente por que un 80% de su población se dedica al cultivo del *Agave* spp. para la producción del mezcal artesanal. Esta investigación tiene como objetivo describir la forma de transmitir los saberes tradicionales y las acciones desarrolladas para preservarlos. Se trata de una investigación de tipo cualitativa, y con apoyo en observación No participante. La información se obtuvo mediante la aplicación de una encuesta semiestructurada, realizada a conveniencia y cara a cara y con la observación no participante. Se encontró que los conocimientos del proceso de destilación son guardados con mucho celo, se transmiten de una generación a otra por medios orales, la observación y la práctica diaria. Desde la edad temprana, los integrantes de la familia se involucran en actividades acordes a su edad, desde la siembra, cultivo y cosecha de agave, hasta la obtención del mezcal y su comercialización. También se transmiten valores como la honestidad, respeto, trabajo, perseverancia, independencia, amor por la actividad, deseo del bienestar para la familia, el uso de los recursos naturales con responsabilidad y el apego tanto a la familia como a la comunidad. Los proceso de cultivo de agave y destilado para producir mezcal son totalmente artesanales y se observa que existe necesidad de información y capacitación sobre técnicas de propagación de agave, para asegurar la disponibilidad de materia prima, sobre la determinación de los costos que permita a los productores asignar valor al trabajo de los integrantes de la familia.

**Palabras clave:** *rituales, tradiciones, saberes tradicionales.*

**Key words:** *rituals, traditions, traditional knowledge.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## MEZCAL ARTESANAL: UNA AGROINDUSTRIA FAMILIAR EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA

### [ARTISANAL MEZCAL CRAFTS: A FAMILY AGROINDUSTRY IN THE NORTH SIERRA OF OAXACA]

Martin Hernández Tolentino<sup>§1</sup>, Faustino Vásquez Gutiérrez<sup>1</sup>, Gabino A. Martínez Gutiérrez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional - CIIDIR UNIDAD OAXACA. Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C. P. 71230. Tel. 01(951) 5171199 ext. 82747.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [mahernandezto@ipn.mx](mailto:mahernandezto@ipn.mx)

El mezcal y el pulque, ambos provenientes de los magueyes, son conocidos en Oaxaca, como bebidas sagradas de los dioses y son utilizados frecuentemente en fiestas familiares, reuniones, tradiciones indígenas regionales y en algunas ocasiones como medio curativo. En la localidad de Santa María Tlahuitoltepec Mixe, Oax., tierra de músicos y mezcaleros, obtienen el mezcal artesanal y auténtico en cuatro etapas; cocción, molienda, fermentación y destilación. Todas estas, se realizan con mano de obra familiar y su producción la destinan al mercado local o regional. En este municipio, se encuentra la agencia de policía de “Nejapa”, la cual está considerada como de muy alta marginación, siendo la destilación y venta del mezcal artesanal, la principal actividad que genera ingresos, empleos y ayuda a combatir la emigración, mejorando la calidad de vida tanto para el que siembra el Agave como para el que obtiene el mezcal. En la actualidad, el principal problema que tienen estos pequeños productores de mezcal es la producción estacional; tan solo lo producen, en Febrero-Marzo y Julio-October, siendo esta una producción baja, razón por la cual, consideran a este trabajo como una tradición familiar y no como un negocio. La escases de materia prima es un factor importante que hace difícil la destilación del mezcal, anteriormente destilaban todo el año, porque tenían abundancia de materia prima. Sin embargo, descuidaron la propagación y cultivo de sus Agaves; principalmente nativos, debido a ello, tienden ahora a la compra de piñas para complementar la cantidad de materia prima necesaria para su proceso. En conclusión es importante fomentar en los pobladores de la comunidad la cultura del cultivo de agaves, de tal forma que esto permita que no se incrementen los costos de materia prima y por consiguiente los costos del producto terminado, permitiendo tener una mayor utilidad en su producción.

**Palabras clave:** *bebida sagrada, remedio, tradición.*

**Key words:** *sacred drink, remedy, tradition.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ANÁLISIS DE LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE AGAVE MEZCAL EN EL ESTADO DE GUERRERO

### [ANALYSIS OF THE ECONOMIC IMPORTANCE OF THE PRODUCTION OF AGAVE MEZCAL IN THE STATE OF GUERRERO].

María Hernández Pérez<sup>§1</sup>, Ariel Vázquez Elorza<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de la licenciatura de Economía Agrícola y Agronegocios de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <sup>2</sup>Catedrático CONACYT-CIATEJ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Av. Normlistas. Num. 800. Col. Colinas de la Normal. Guadalajara C.P 44270, Jalisco. Teléfono: (33) 3345 5200.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [maryhdz91@hotmail.co.uk](mailto:maryhdz91@hotmail.co.uk)

En la actualidad, la producción de *Agave Mezcal* es una de las principales actividades económicas que incorpora a 80 comunidades de las zonas marginadas del estado de Guerrero. Sin embargo en el Plan Rector Sistema *Agave Mezcal* (2012) se observa la carencia de información sobre los datos relacionados con los costos e ingresos de producción. Esta situación exige analizar la importancia económica de la producción de *Agave Mezcal* en la conformación del ingreso de los productores rurales del estado mencionado. Se busca mejorar la toma de decisiones de las actividades productivas identificando como contribuye la producción de *Agave mezcal* en el ingreso de los productores rurales. Cuando un sistema productivo carece de información acerca de los costos e ingresos generados crea incertidumbre respecto a los recursos económicos ya que se desconoce la rentabilidad. En el marco del proyecto aprobado por CONACYT en Problemas Nacionales “Protección, sustentabilidad y aprovechamiento del Ecosistema en la biodiversidad del agave: la cadena Productiva del mezcal en los estados de Guerrero y Oaxaca” se considera generar un análisis de la importancia económica de la producción de *Agave mezcal* en el estado de Guerrero. Es importante conocer y calcular los costos de producción del cultivo para utilizarlo como instrumento de planificación y de control del proceso productivo y de comercialización o para tomar decisiones de inversión en la cual los productores rurales puedan obtener ingresos para el sustento familiar.

**Palabras clave:** *costos, ingresos, análisis, economía, producción.*

**Key words:** *cost, income, analysis, economy, production.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DEL SECTOR MEZCALERO PARA POTENCIAR LOS NEGOCIOS Y EMPRESARIALIDAD HACIA EL COMERCIO EXTERIOR

### [ANALYSIS OF PUBLIC POLICIES OF SECTOR MEZCALERO TO BOOST BUSINESSES AND ENTREPRENEURSHIP TOWARDS FOREIGN TRADE]

Ana Karen Alvarado Aguilera<sup>§</sup>, Ariel Vázquez Elorza<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de la licenciatura de Ingeniero en negocios y gestión empresarial de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, <sup>2</sup>Catedrático CONACYT-CIATEJ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Av. Normalistas. Num. 800. Col. Colinas de la Normal. Guadalajara C.P 44270, Jalisco. Teléfono: (456) 109 2015.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [anakaren318@live.com](mailto:anakaren318@live.com)

La exportación de mezcal ha crecido considerablemente en los últimos 5 años. Según el Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI) de la Secretaría de Economía (SE) en el 2012 el valor de las exportaciones de mezcal era de US\$263,768, mientras que para el 2016 la cantidad fue de US\$26,811,862, es decir, en 5 años las exportaciones de mezcal tuvieron una Tasa Media de Crecimiento Anual de un 218%. Este constante crecimiento ha impulsado el resurgimiento de la industria del mezcal en los Estados de Guerrero y Oaxaca. El objetivo de este estudio es realizar un diagnóstico de las políticas públicas (PP) del sector mezcalero en las entidades federativas mencionadas para establecer las potencialidades de los negocios y empresarialidad hacia el comercio exterior. En el marco del proyecto de Problemas Nacionales “Protección, sustentabilidad y aprovechamiento del Ecosistema en la biodiversidad del agave: la cadena Productiva del mezcal en los estados de Guerrero y Oaxaca” se realiza el diagnóstico mediante la metodología de los 8 pasos de Eugene Bardach con el que se evalúa el proceso de diseño e implementación de las PP además del impacto de las mismas en el impulso de los negocios en todos los eslabones de la cadena de valor de agave-mezcal. Como resultado se generan propuestas de alternativas de PP y un panorama general de la forma en que las normatividades en el sector pueden impulsar o detener el crecimiento de la comercialización del mezcal a nivel internacional para los pequeños productores de mezcal. De esta forma, se analizan las estrategias que el gobierno ha realizado para potenciar al sector mezcalero, examinando las propuestas de las Agendas de Innovación, los Planes Estatales de Desarrollo y el Plan Nacional de Desarrollo; el consumo del mezcal, temporalidad y distribución de México hacia países donde se tienen tratados internacionales y cuáles son los aranceles aplicados respecto a bebidas alcohólicas sustitutas.

**Palabras clave:** *Exportación, políticas públicas, emprendedurismo, negocios, comercio exterior.*

**Key words:** *Exportation, Public Policies, entrepreneurship, business, foreign trade.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## PROPUESTA DE UN SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA PRODUCCIÓN MEZCALERA DE MÉXICO

### [PROPOSAL OF AN ADMINISTRATIVE SYSTEM FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION IN MEZCALERA PRODUCTION IN MEXICO]

Yessenia Alfaro Vázquez<sup>§1</sup>, Ariel Vázquez Elorza<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de la licenciatura de Ingeniero en negocios y gestión empresarial de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, <sup>2</sup>Catedrático CONACYT-CIATEJ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Av. Normalistas.Num.800. Col. Colinas de la Normal. Guadalajara C.P 44270, Jalisco. Teléfono: (33) 3345 5200. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [yessii.alf19@hotmail.com](mailto:yessii.alf19@hotmail.com)

En la actualidad existe una problemática que afecta a los productores de Agave-Mezcal en el país a la falta o nula administración, planeación, control y dirección de los recursos que se incorporan en el proceso productivo. Esta necesidad exige implementar un sistema administrativo para el análisis de la producción y aprovechar la oportunidad de potencializar la innovación a través de un sistema administrativo que utilice el software de Excel®. Se busca mejorar la toma de decisiones de las actividades productivas-logísticas y, por otro lado, establecer una planeación del servicio de post-venta considerando la cadena de valor. Cuando un sistema productivo carece de elementos sobre el proceso administrativo-productivo se genera incertidumbre respecto a los recursos económicos y, sobre todo, un desconocimiento del nivel de rentabilidad y competitividad que se puedan proyectar en las unidades productivas. En el marco del proyecto aprobado por CONACYT en Problemas Nacionales “Protección, sustentabilidad y aprovechamiento del Ecosistema en la biodiversidad del agave: la cadena Productiva del mezcal en los estados de Guerrero y Oaxaca” se analiza generar una propuesta de sistema administrativo para potenciar la innovación tecnológica en el sector productivo mezcalero. En este sentido, las estrategias se focalizan en generar información para diagnosticar factores, como son: la rentabilidad de inversión que los productores y agentes de la industria puedan obtener según el número de hectáreas sembradas, el tipo de proceso administrativo que aplican eficientemente, la tasa de retorno y el valor presente neto que se genera en la unidad de negocio. Es importante reconocer el papel de los productores en el proceso productivo mezcalero que estimula y sustenta parte de la economía local de las familias, frente a las limitaciones sobre la capacidad, acceso a tecnología y procesos que reducen la calidad que requiere el mercado mezcalero.

**Palabras clave:** *Sistema, administración, innovación tecnológica, control, planeación.*

**Key words:** *System, administration, technological innovation, control, planning.*

**MESA “C”:  
SISTEMAS DE  
CULTIVO,  
NUTRICIÓN Y  
FISIOLOGÍA.**

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO DE *Agave potatorum* Zucc

### [EFFECT OF INORGANIC FERTILIZATION ON THE GROWTH OF *Agave potatorum* Zucc]

Gabriel Bautista Aparicio<sup>§1</sup>, Saúl Sánchez Mendoza<sup>1</sup>, Martha Angélica Bautista Cruz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>NovaUniversitas. Carretera a Puerto Ángel Km. 34.5, Ocotlán de Morelos, Oaxaca. México C.P. 71513. <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlan, Oaxaca, México, 71230. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [gabrielbautistaa@outlook.com](mailto:gabrielbautistaa@outlook.com)

El maguey tobalá (*Agave potatorum* Zucc.) es una especie importante para el estado de Oaxaca por la producción de mezcal. Debido a la producción intensiva de mezcal, las poblaciones naturales de esta especie están amenazadas, por lo que surge la necesidad de generar conocimientos acerca de su manejo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación diferentes dosis de nitrógeno (N) (0, 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y fósforo (P) (0, 30, 60 y 90 kg ha<sup>-1</sup>) a partir de fuentes inorgánicas sobre el crecimiento de *Agave potatorum*. Se evaluaron 16 tratamientos con 8 repeticiones bajo un diseño bifactorial con arreglo completamente al azar. Se evaluaron altura de planta (AP) y número de hojas desplegadas (NH). La evaluación fue en invernadero durante siete meses. Respecto al testigo, con 100 kg ha<sup>-1</sup> de N se obtuvieron incrementos porcentuales que oscilaron entre 20.8% y 28.8% para AP, con 150 kg ha<sup>-1</sup> de N el incremento en NH oscilo entre 12.1% y 20.6%. Respecto al testigo, con 30 kg ha<sup>-1</sup> de P la AP incremento entre 17.7% y 19.8%, para NH los incrementos se mantuvieron entre 11.2% y 13.8%. Para la interacción N\*P no existió diferencia estadística entre tratamientos fertilizados pero si con respecto al testigo, 150 kg ha<sup>-1</sup> de N y 30 kg ha<sup>-1</sup> de P incrementaron entre 89.28% y 52.63% el NH, 150 kg ha<sup>-1</sup> de N y 0 kg ha<sup>-1</sup> de P, incrementaron entre 160.5% y 280% la AP los primeros cuatro meses de evaluación, los meses restantes con 100 kg ha<sup>-1</sup> de N y 60 kg ha<sup>-1</sup> de P se obtuvieron los mejores incrementos 136.8%, 154.18% y 136.82%. Existe un sinergismo significativo en la interacción de N y P para promover crecimiento en *Agave potatorum*.

**Palabras clave:** *Nutrición vegetal, producción, especies silvestres.*

**Key words:** *Plant nutrition, production, wild species.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## TAMAÑO DE SEMILLA Y TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN EL CRECIMIENTO DE AGAVES SILVESTRES

### [SEED SIZE AND PRE-GERMINATION TREATMENTS ON WILD AGAVES GROWTH]

Saúl Sánchez Mendoza<sup>1§</sup>, Martha Angélica Bautista Cruz<sup>2</sup>, Omar Córdova Campos<sup>1</sup>, Miguel Crisanto Martínez<sup>1</sup>, Francisco Alavés Jarquín<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>NovaUniversitas. Carretera a Puerto Ángel Km. 34.5, Ocotlán de Morelos, Oaxaca. México.

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlan, Oaxaca, México, 71230. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [ssmoax@hotmail.com](mailto:ssmoax@hotmail.com)

En el estado de Oaxaca se han descrito infinidad de especies silvestres del género *Agave*, las cuales presentan diferencias morfológicas en hojas, espinas y semillas, se ha encontrado en algunas especies que las diferencias morfológicas de las semillas están relacionadas con la emergencia y crecimiento de plántulas de maguey. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos tamaños de semilla (Ts) (pequeñas y grandes) y tratamientos pregerminativos (Tp) (remojo en agua (6 horas), giberelinas (Byozime®TF a razón de 5 ml L<sup>-1</sup> de agua) y el testigo) en la emergencia y crecimiento inicial de cuatro agaves silvestres: tobalá (*Agave potatorum* Zucc), sierrudo (*Agave americana* var. *Oaxacensis*), coyote (*Agave spp.*) y cuishe (*Agave spp.*). Se evaluaron 6 tratamientos por especie en un arreglo factorial 3x2, asignados a un diseño completamente al azar con cinco repeticiones con 10 semillas cada una, la siembra se realizó en charolas de unicel de 200 cavidades, se utilizó suelo como sustrato. Se contabilizó el número de plantas emergidas (E), la longitud de la hoja (LH), longitud de la raíz más larga (LR) y diámetro de tallo (DT). Respecto al control, en cuishe con remojo en agua la E se incrementó en 55.1%, las semillas grandes incrementaron en 30.6 y 37.9% la E en cuishe y coyote respectivamente. No hubo respuesta positiva de los TP para las variables evaluadas respecto al testigo. Las semillas grandes incrementaron en 14.7, 24.4 y 20.8% la LH en sierrudo, cuishe y coyote respectivamente, en sierrudo el DT se incrementó 14% y LR 59.6%. En cuishe la LR se incrementó 24.4% con semillas pequeñas. La interacción Tp X Ts fue significativa para coyote, cuishe y tobalá, no así para sierrudo donde los resultados obtenidos son atribuibles al tamaño de semilla más que a la interacción.

**Palabras clave:** *Mezcal, propagación, maguey.*

**Key words:** *Mezcal, propagation, maguey.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## SUSTRATOS Y TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN EL CRECIMIENTO DE AGAVES SILVESTRES

### [SUBSTRATES AND PRE-GERMINATION TREATMENTS ON WILD AGAVES GROWTH]

Saúl Sánchez Mendoza<sup>§1</sup>, Angélica Bautista-Cruz<sup>2</sup>, Jesús Daniel Ramos López<sup>1</sup>, Sofía García Soto<sup>1</sup>, Lucila Matías Ríos<sup>1</sup>, Omar Córdova Campos<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>NovaUniversitas. Carretera a Puerto Ángel Km. 34.5, Ocotlán de Morelos, Oaxaca. México.

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlan, Oaxaca, México, 71230. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [ssmoax@hotmail.com](mailto:ssmoax@hotmail.com)

La reproducción sexual es importante porque incrementa la variabilidad genética y mantiene la dinámica de las poblaciones de agave. Se evaluó el efecto de sustratos (St) (bagazo de agave composteado, cosmopeat y suelo) y tratamientos pregerminativos (TP) (remojo en agua (6 h), giberelinas (Byiozime®TF a razón de 5 ml por l de agua) y testigo) en la emergencia y crecimiento de cuatro agaves silvestres: tobalá (*Agave potatorum* Zucc.), sierrudo (*Agave americana* var. *Oaxacensis*), coyote (*Agave* spp.) y cuishe (*Agave* spp.). Se establecieron experimentos por especie, en cada uno se evaluaron 9 tratamientos en un arreglo factorial 3×3, asignados a un diseño completamente al azar con cinco repeticiones con 10 semillas cada una, la siembra se realizó en charolas de unicel de 200 cavidades. Se contabilizó el número de plantas emergidas (E), el índice de velocidad de emergencia (IVE), la longitud de la hoja (LH), longitud de la raíz más larga (LR) y diámetro de tallo (DT), posteriormente, 15 plantas emergidas por tratamiento fueron trasplantadas en bolsas de polietileno, dos meses después se determinó LH y número de hojas desplegadas (NH). El uso de TP aceleró la emergencia en las especies evaluadas. Cosmopeat mostró los mejores resultados para IVE y las variables de crecimiento, comparado con suelo, en sierrudo se presentaron los mayores incrementos para E (28.6%) y LR (160%), en cuishe para LH (54.0%) y en coyote para DT (40%), dos meses después del trasplante, el NH aumentó 25.0, 85.0, 35.7 y 38.4% para tobalá, coyote, cuishe y sierrudo respectivamente, la LH incrementó 12.3% en sierrudo, 34.8% en coyote y 54.1% en tobalá. No hubo efectos positivos de los TP. Se obtuvo un sinergismo positivo para la interacción St×TP para la variable E en sierrudo y DT en cuishe.

**Palabras clave:** *Maguey, mezcal, cultivo, producción.*

**Key words:** *Maguey, mescal, culture, production.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO Y PROPAGACIÓN DEL MAGUEY PULQUERO EN EL ESTADO DE TLAXCALA

### [EVALUATION OF THE SYSTEM OF CULTIVATION AND PROPAGATION OF THE MAGUEY PULQUERO IN THE STATE OF TLAXCALA]

Areli Flores Morales <sup>1§</sup>, Guadalupe Juárez Ruiz, Giovanni López Hernández<sup>1</sup>, Víctor Manuel Chávez Ávila<sup>2</sup>, <sup>3</sup>Ernesto Castañeda Hidalgo, Lucía Edith Mendoza Medina<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, México. Km. 7.5 Carretera Fed. San Martín Texmelucan; Tlax. Tel y fax: (248) 4-84-28-19. <sup>2</sup>Laboratorio de Cultivo de Tejidos, Jardín Botánico, UNAM. Ciudad de México, <sup>3</sup>Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca,

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [floresafm@hotmail.com](mailto:floresafm@hotmail.com)

El maguey pulquero (*Agave salmiana* Otto ex Salm) representa una fuente alimentaria y textil desde la época prehispánica. Los nativos mesoamericanos lo cultivaban para la producción de pulque y extracción de fibras; aportación importante para el desarrollo de haciendas pulqueras en el siglo XIX en el Estado de México, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo. Sin embargo, hace más de una década el cultivo de maguey disminuyó debido a la decadencia de la industria pulquera y a la adopción de nuevos cultivos agrícolas. Ante la necesidad de conservar y aprovechar de forma sustentable este recurso natural mediante la obtención de nuevos productos agroindustriales, se plantea el objetivo de propagar de forma masiva el maguey mediante el uso de cultivo de tejidos vegetales (CTV) y viveros tecnificados, ya que los procedimientos convencionales resultan poco efectivos para cubrir la demanda de los productores. Se seleccionaron plantas madre con características morfológica y productivas deseables en el Rancho San Isidro, Nanacamilpa, Tlaxcala. Para la micropropagación, las plantas fueron lavadas y desinfectadas con una solución de cloro y fungicida (Benomil y Cuprimicín 500 Hiper) de 2 gL<sup>-1</sup> cada día. Después se sembraron en medio MS conteniendo los nutrientes establecidos más reguladores de crecimiento (BAP/ANA; 1,1.5 y 2 mgL<sup>-1</sup>). Los explantes fueron colocados en condiciones de cultivo. El mayor desarrollo de callo se obtuvo con la aplicación de BA/ANA en concentraciones 1:1 y 2:1 mgL<sup>-1</sup>, seguida de ANA:K con la concentración 1:2. No se logró la micropropagación masiva del agave debido al lento crecimiento. Tampoco se alcanzaron a rediferenciar las células que formarían a un nuevo individuo. Sin embargo, con el establecimiento de viveros y la capacitación sobre las buenas prácticas de manejo, fue posible una propagación masiva en el corto tiempo. Así mismo, se tiene la posibilidad de obtener la certificación de las plantaciones para garantizar la calidad de la producción de aguamiel y los carbohidratos.

**Palabras clave:** *Maguey pulquero, propagación, sistema de cultivo.*

**Key words:** *Maguey pulquero, propagation, culture.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## PRIMEROS RESULTADOS DEL EFECTO DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO EN EL CRECIMIENTO DE *Agave potatorum* Zucc.

### [FIRST RESULTS OF THE EFFECT OF PHOSPHATE SOLUBILIZING BACTERIA ON THE GROWTH OF *Agave potatorum* Zucc.]

Misael Martínez Martínez<sup>§1</sup>, Saúl Sánchez Mendoza<sup>1</sup>, Angélica Bautista-Cruz<sup>2</sup>, Verónica Martínez Gallegos<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>NovaUniversitas, Carretera a Puerto Ángel Km. 34.5, Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México, 71513. <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlán, Oaxaca, México, 71230. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [misaelmm0511@gmail.com](mailto:misaelmm0511@gmail.com)

Las bacterias solubilizadoras de fosfato son un grupo de organismos que solubilizan formas insolubles de fósforo haciéndolas disponibles para el desarrollo vegetal. El agave tobalá es una especie que se encuentra amenazada por la excesiva explotación debido a su alta demanda para la producción de mezcal. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de cuatro cepas bacterianas: *Enterobacter sp* + *Pseudomonas sp* (T1), *Bacillus sp* + *Pseudomonas sp* (T2), *Acinetobacter sp* + *Pseudomonas sp* (T3) y *Pseudomonas putida* (T4) en el crecimiento de *Agave potatorum*, se aplicaron 35 ml del coinóculo por planta, la aplicación fue dirigida a la rizósfera, en el experimento se incluyó también un control sin inocular (T5). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con cinco repeticiones. Durante nueve meses, después del trasplante, se midió mensualmente la altura de la planta (AP) y el número de hojas desplegadas (NHD). Respecto al control, para AP en el segundo y tercer mes se encontraron diferencias significativas, los incrementos fueron 28 y 23% con T4 y T2 respectivamente, para NHD en el tercer mes, se obtuvo un incremento de 28% con T1, con T4 se obtuvieron incrementos de 18.36 y 14.2% para el cuarto y quinto mes respectivamente. La aplicación de cepas bacterianas promovió incrementos en AP y NHD en los primeros meses después de la aplicación, posterior a ello no se mostraron diferencias significativas respecto del control.

**Palabras clave:** *Maguay tobalá, consorcios bacterianos, rizósfera del agave.*

**Key words:** *Maguay tobala, associated bacteria, agave rhizosphere.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## NUEVOS REPORTES DE HONGOS MICORRÍDICOS ARBUSCULARES EN *Agave potatorum*, EN LA MIXTECA OAXAQUEÑA

### [NEW REPORTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN *Agave potatorum*, in the Oaxacan Mixtec]

José Luis Hernández Morales<sup>1§</sup>, Claudia López Sánchez<sup>1</sup>, Felipe de Jesús Palma Cruz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Oaxaca. - División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [joseluishmorales@gmail.com](mailto:joseluishmorales@gmail.com)

Las asociaciones micorrícicas arbusculares se encuentran distribuidas en diversos ecosistemas terrestres y están implicadas en el desarrollo de aproximadamente el 80% de especies vegetales, el hongo se beneficia de los fotosintatos de la planta hospedante y ella recibe nutrientes minerales del simbiote. El objetivo del trabajo fue identificar a nivel de especie los hongos micorrícicos arbusculares asociados a *Agave potatorum* en un ecosistema semiárido de la región Mixteca de Oaxaca. El muestreo fue completamente al azar y se realizó en el municipio de San Juan Tamazola, Nochixtlan, Oaxaca. Para determinar el género y especie se usaron características morfológicas de las esporas, como el tamaño, ornamentación: número de capas y láminas, color, hifa de sostén. Los resultados fueron cotejados con las descripciones originales de las especies y con la página electrónica; International Culture Collection of (vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM). Se clasificaron 11 morfotipos de hongos formadores de Micorriza Arbuscular asociados con *A. potatorum*, de los cuales se describieron seis a nivel de especies: *Acaulospora rehmii*, *Rizophagus clarus*, *Septoglosum viscosum*, *Funneliformis macrocarpum*, *Gigaspora albida* y *Gigaspora margarita*, en el género *Glomus* se presentaron cinco morfotipos que faltan por identificar. De los trabajos realizados en *A. potatorum* en el Estado de Oaxaca, solo *Acaulospora rehmii* se ha reportado en un estudio, mientras que en la mixteca no hay reportes a nivel de especies. Esto confirma la amplia gama de especies micorrícicas que aún falta por identificar, ya que la distribución de *A. potatorum* en distintos ecosistemas permite tener una diferencia significativa de la biodiversidad que alberga.

**Palabras claves:** *Acaulospora rehmii*, *Funneliformis*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Septoglosum*.

**Key words:** *Acaulospora rehmii*, *Funneliformis*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Septoglosum*.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CONSORCIOS BACTERIANOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS EN EL DESARROLLO DE MAGUEY ESPADÍN

### [CONSORTIUM OF PHOSPHATE SOLUBILIZING-BACTERIA IN THE GROWTH OF MAGUEY ESPADÍN]

Betsy Antonio Revuelta<sup>§</sup>, Angélica Bautista-Cruz, Verónica Martínez-Gallegos.

Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 71230, México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [bantonior1600@alumno.ipn.mx](mailto:bantonior1600@alumno.ipn.mx)

El fósforo (P) es el segundo macronutriente más importante para el desarrollo vegetal que a menudo limita la producción de los cultivos. En el suelo existen microorganismos como las bacterias solubilizadoras de fosfato con la capacidad de transformar los fosfatos insolubles a formas disponibles para las plantas. El maguey espadín (*Agave angustifolia* Haw.) es un cultivo económicamente muy importante para el estado de Oaxaca al ser la materia prima para la elaboración de mezcal, sin embargo, los suelos donde se cultiva este maguey son calcáreos y deficientes en P. En este trabajo se evalúan durante 12 meses los efectos de la inoculación de consorcios bacterianos solubilizadores de fosfato sobre el desarrollo y crecimiento inicial de maguey espadín en condiciones de campo. Para ello se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones cada uno. Los tratamientos fueron T1 (*Enterobacter* sp. 1 + *Pseudomonas* sp. 1), T2 (*Pseudomonas* sp. 1 + *Bacillus* sp.), T3 (*Pseudomonas* sp. 1 + *Acinetobacter* sp.), T4 cepa comercial (*Pseudomonas putida*) y T5 control (sin inocular). Las variables biométricas de respuesta son diámetro del tallo, altura de la planta y número de hojas desplegadas. A los 6 meses de la inoculación aún no se observan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en ninguna de las variables biométricas. Otros estudios han reportado un efecto de la biofertilización en la altura y ancho de las hojas de *A. tequilana* hasta el sexto mes después de la inoculación.

**Palabras clave:** *Agave angustifolia* Haw., desarrollo vegetal, inoculación, suelos calcáreos.

**Key words:** *Agave angustifolia* Haw., plant growth, inoculation, calcareous soils.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## FORMACIÓN *in vitro* DE BROTES ADVENTICIOS EN TEJIDOS CAULINARES DE PLANTAS DE *Agave angustifolia* FISIOLÓGICAMENTE CONTRASTANTES

### [*In Vitro* FORMATION OF ADVENTITIOUS SHOOTS ON CAULINAR TISSUES TAKEN FROM *Agave angustifolia* PLANTS WITH DIFFERENT PHYSIOLOGICAL CONDITIONS]

Suzel del Carmen Ríos Ramírez<sup>§1</sup>, José Raymundo Enríquez del Valle<sup>1</sup>, Gerardo Rodríguez Ortiz<sup>1</sup>, Judith Ruíz Luna<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Division de Estudios de Posgrado e Investigación- Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Ex - Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán C. P. 71230, Oaxaca, México. <sup>2</sup> Facultad de Biología-ITVO. Ex - Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán C. P. 71230, Oaxaca, México.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [suzel\\_1313@hotmail.com](mailto:suzel_1313@hotmail.com).

Para micropropagar agaves, los tejidos somáticos se obtienen de plantas seleccionadas que se acondicionan durante 2-6 meses para mejorar su condición fisiológica y sanidad antes del cultivo *in vitro*. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la condición fisiológica de plantas de *Agave angustifolia* en su efecto sobre la respuesta organogénica en los tejidos somáticos que se tomaron de estas plantas y establecieron en similar medio de cultivo. En vivero, se evaluó el crecimiento de cuatro grupos de plantas cuando se sometieron durante siete meses a diferentes tipos de riego: 1) Agua; o fertirrigación con solución nutritiva (SN), 2) SN-50%, 3) SN-75% y SN-100%. Al final del período se encontró que el suministro de nutrientes es importante, para que las plantas obtengan mejor condición fisiológica. Las plantas no fertilizadas y las que recibieron SN-75% presentaron incrementos de: 3.8 y 7.8 hojas; 6.5 y 12.5 cm de longitud de la hoja más grande; área foliar de 1610.3 y 4401.4 cm<sup>2</sup>. De estas plantas se obtuvieron tejidos de tallo, para cultivarlos *in vitro* durante 90 días, y se evaluó la formación de brotes adventicios. Los resultados demuestran que la magnitud de organogénesis en los tejidos del tallo, para formar brotes adventicios, estuvo positivamente relacionada con la condición fisiológica de la planta madre. Entonces, en los explantes tomados de plantas no fertilizadas y en explantes tomados de plantas fertirrigadas a 100% de concentración de nutrientes, se formaron 14.6 y 32.7 brotes totales, así como 3.8 y 8 brotes en cada explanto.

**Palabras clave:** *Brotos adventicios, organogénesis, tejidos caulinares, solución nutritiva Steiner.*

**Key words:** *Adventitious shoots, organogenesis, stem tissues, steiner nutritional solution.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CONCENTRACIÓN DE BENCILAMINOPURINA Y ÁCIDO INDOLACÉTICO EN LA PROLIFERACIÓN *IN VITRO* DE BROTES ADVENTICIOS DE *Agave angustifolia*

### [CONCENTRATION OF BENCYLAMINOPURINE AND INDOLACETIC ACID IN THE *IN VITRO* PROLIFERATION OF ADVENTITIOUS SHOOTS OF *Agave angustifolia*]

Suzel del Carmen Ríos Ramírez<sup>§1</sup>, José Raymundo Enríquez del Valle<sup>1</sup>, Gerardo Rodríguez Ortiz<sup>1</sup>, Judith Ruíz Luna<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Division de Estudios de Posgrado e Investigación- Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Ex - Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán C. P. 71230, Oaxaca, México. <sup>2</sup>Facultad de Biología-ITVO. Ex - Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán C. P. 71230, Oaxaca, México.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: ([suzel\\_1313@hotmail.com](mailto:suzel_1313@hotmail.com)).

El cultivo *in vitro* es una técnica que se ha utilizado para propagar especies vegetales de importancia económica, tal es el caso de *Agave angustifolia* la cual es utilizada como materia prima para la elaboración de mezcal, que en México es una bebida alcohólica tradicional. Actualmente existe una metodología para micropropagar dicha especie, pero en una de sus etapas, multiplicación de propágulos, se requiere mayor información sobre el uso de citocininas y auxinas en el medio de cultivo, en su efecto sobre la respuesta de organogénesis (proliferación de brotes). Dado que los reguladores de crecimiento son un factor crítico en el cultivo *in vitro* para inducir la respuesta morfogénica. El objetivo fue evaluar las dosis de bencilaminopurina y ácido indol-3-acético en el medio de cultivo, en su efecto para inducir la formación de nuevos brotes adventicios (organogénesis). En la etapa de multiplicación de propágulos, se usaron explantes que fueron racimos de brotes en una base común de tejidos de tallos de *A. angustifolia*. Se establecieron con un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 4 (BA 0.5 1, 2, 4 mg L<sup>-1</sup>) x 3 (AIA 0.1, 0.3, 1 mg L<sup>-1</sup>). Durante 16 semanas estos racimos (3 a 4) de brotes de *A. angustifolia* se cultivaron en las variantes de medio de cultivo e incubaron bajo iluminación fluorescente 16 h fotoperiodo y 8 h oscuridad. Transcurridas 16 semanas, se obtuvo que la mayor proliferación de brotes ocurrió en explantes establecidos en medio de cultivo con 4 mg L<sup>-1</sup> BA y 1 mg L<sup>-1</sup> AIA, con un promedio de 32.8 brotes adventicios.

**Palabras clave:** AIA, BAP, explante, organogénesis, regulador de crecimiento.

**Key words:** AIA, BAP, explant, organogenesis, growth regulator.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## MANEJO FORESTAL PARA EL CULTIVO DE AGAVE CUPREATA

### [FOREST MANAGEMENT FOR THE CULTURE OF AGAVE CUPREATA]

Alejandro Martínez Palacios<sup>§1</sup>, Sugey Araceli Chávez Mendoza<sup>1</sup>, Roberto Reyes González<sup>1</sup>, Philippe Lobit<sup>1</sup>, Nahum Sánchez Vargas<sup>1</sup>, Christian Prat<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Km. 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. Tarímbaro. Mich. CP 58880 México. <sup>2</sup>Institut de recherche pour le développement, IRD-France.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [apalacios56@gmail.com](mailto:apalacios56@gmail.com)

*Agave cupreata* crece en bosque de pino-encino dentro de la depresión del balsas en Guerrero y Michoacán, en este último, por décadas ha sido sobre explotada para la elaboración de mezcal, las plantaciones se inician a principios del siglo, sin embargo, se retoman las prácticas agronómicas de otros agaves y aunado a las pendientes y la no domesticación que registra esta especie, se establecen malas prácticas de cultivo, lo anterior ocasiona que las plantaciones sean susceptibles a plagas y enfermedades, además de ser destructivas para la vegetación nativa y con ello existen niveles altos de erosión por la lluvia y escurrimientos. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento del desarrollo de las plantas bajo un sistema agro-forestal. Se usaron parcelas con densidades de aprox. 2 mil plantas por ha. No se hicieron prácticas de erradicación de vegetación anual nativa, ni quemas en mayo, libre de pesticidas y de fertilización inorgánica. Las evaluaciones de altura y diámetro se hicieron 3 por año, dentro del año 3 y 6 de establecidas. Los resultados no muestran diferencias significativas entre ambientes, las plantas a cielo abierto muestran una mayor tendencia a crecer en verano, mientras que las establecidas bajo el dosel registran un mayor incremento en el invierno. Los cuadrantes donde se usó pesticidas, registraron una disminución en el desarrollo, agudizándose en tallas juveniles. El sistema forestal permite la conservación del bosque, se recomienda claros que permitan la distribución de 80-100 árboles por ha, de los pertenecientes al bosque o de plantación en áreas a recuperar. La permanencia de la diversidad de la flora anual nativa en alturas ligeramente inferiores (20%) a la alcanzada cada año por cada planta del agave registra beneficios, van desde mantener biodiversidad de fauna benéfica, conservación del suelo y la humedad, reducir la temperatura del suelo y evaporación, etc. Además, sienta las bases para el establecimiento de plantaciones orgánicas.

**Palabras clave:** *Buenas prácticas, conservación del bosque, agave mezcalero.*

**Key words:** *Good practices, forest conservation, agave mezcalero.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## MORFOMETRÍA Y EFECTO DE LA LUZ SOBRE LA GERMINACIÓN DE CUATRO ESPECIES DEL GENERO *Agave*

### [MORPHOMETRY AND EFFECT ON LIGHT ON SEED GERMINATION OF FOUR SPECIES OF *Agave* GENERA]

Betsy Antonio Revuelta, Jonás Álvarez Lopezello<sup>§</sup>

Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 71230, México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [jalvarezl1101@alumno.ipn.mx](mailto:jalvarezl1101@alumno.ipn.mx)

La masa de las semillas (tamaño) y los requerimientos de luz han sido atribuidos como factores determinantes en la germinación y propagación de especies silvestres del género *Agave* sp. Sin embargo, existe muy poca información sobre el efecto de la luz en la germinación de especies del género *Agave* sp., así como su relación con el tamaño de las semillas. Con el fin de mitigar esta deficiencia, el objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad y germinación (%), de semillas de *Agave karwinskii*, *A. marmorata*, *A. potatorum* y *A. rhodacantha*, bajo tres tratamientos de luz (luz continua, luz al 50 % y completa oscuridad) y su relación con el tamaño de semilla (mm). Las cuatro especies de *Agave* sp. exhiben diferencias significativas en cuanto a su morfometría, viabilidad y germinación (%). *A. potatorum* y *A. marmorata* presentaron el tamaño más pequeño de semillas y un alto porcentaje de viabilidad (92 y 98 % respectivamente), así como el porcentaje de germinación más alto en los tres tratamientos de luz siendo mayor en el tratamiento de completa oscuridad (63 y 97 %). *A. karwinskii* y *A. rhodacantha* mostraron el tamaño más grande de semillas y el menor porcentaje de viabilidad (86 y 89 %), y germinación en los tres tratamientos de luz (< 20 % cada una, en los diferentes tratamientos). En conclusión, las semillas de mayor tamaño exhiben menor viabilidad y porcentaje de germinación, en comparación con semillas más pequeñas. La relación tamaño de semilla, viabilidad y germinación (%) probablemente puede ser una adaptación reproductiva en el establecimiento y sobrevivencia de las distintas especies.

**Palabras clave:** *Agavaceae*, *fotoblastismo*, *germinación de semillas*, *propagación*, *viabilidad*.

**Key words:** *Agavaceae*, *photoblasticism*, *seed germination*, *propagation*, *viability*.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE MAGUEY MEZCALERO (*Agave sp.*) EN CUATRO SISTEMAS DE CULTIVO EN VIVERO

### [DEVELOPMENT OF PLANTS OF MAGUEY MEZCALERO (*Agave sp.*) IN FOUR SYSTEMS OF CULTIVATION IN NURSERY]

Armando Cifuentes Díaz de León<sup>§1a</sup>, Orea Lara Gildardo<sup>1a</sup>, Vicente Hernandez Vargas<sup>1a</sup>, Juan Francisco Valenzuela<sup>†2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-DURANGO) <sup>a</sup>(COFAA). Sigma 119 fracc. 20 noviembre II C.P. 34442 Durango, Dgo. Teléfono: (675) 8651794 Ext. 82626. <sup>2</sup>CBTA No. 28 Nombre de Dios, Dgo. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [acifuentesdl@yahoo.com.mx](mailto:acifuentesdl@yahoo.com.mx)

Actualmente en el ámbito nacional se reconoce la calidad excelente del mezcal de Durango, lo cual ha provocado un incremento en su consumo y demanda; sin embargo, el sistema de producción de mezcal en el estado se basa en la recolección de magueyes silvestres, por lo que se puede generar una sobreexplotación de este recurso en sus áreas naturales y la degradación de sus suelos. Por lo anterior, es necesario iniciar con la cultura de producción del cultivo de maguey mezcalero y dar un manejo agronómico con base en el comportamiento de la planta en cada una de sus principales etapas de desarrollo: Determinar cuál sistema de cultivo de maguey en vivero produce un mejor desarrollo. El proyecto se desarrolló en los terrenos del Consejo Municipal de Productores de Maguey y Mezcal de Nombre de Dios, Dgo. Se estableció un vivero de 16 camas de maguey mezcalero, bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos o sistemas evaluados fueron: T1= suelo descubierto y riego por cintilla; T2= acolchado + riego por cintilla; T3= acolchado + riego por cintilla + aplicación de 20 ton/ha de estiércol de bovino; y 4) acolchado + aplicación de fertilizante 17-17-17 (NKP). Cada cama de 10 m de largo contenía tres líneas de cintilla con seis hileras de magueyes a una distancia de 20 cm entre plantas y 30 cm entre hileras. Se utilizó el sistema de análisis estadístico SAS. El efecto de los tratamientos, con relación a las variables de respuesta, presenta una tendencia de diferencia en desarrollo principalmente manifestada en la altura de planta. En general los magueyes de los diferentes tratamientos presentan entre 4 y 5 hojas y un ancho de 3 y 4 cm. T2 = acolchado + riego por cintilla = 7.2 cm(a). T3 = acolchado + riego por cintilla + estiércol = 6.2 cm (b). T4 = acolchado + riego por cintilla + fertilizante = 5.7 cm(c). T1 = suelo descubierto y riego por cintilla = 4.3 cm (d). Conclusiones. El acolchado permite mantener la temperatura del suelo más alta durante la noche, lo que promueve la formación y desarrollo de la raíz, y conserva durante un mayor periodo la humedad del suelo, lo que estimula a la planta para absorber mayor cantidad de agua y nutrimentos.

**Palabras clave:** *A. durangensis*, Durango, Mezcal, Fertilización, Acolchado.

**Key words:** *A. durangensis*, Durango, Mezcal, Fertilization, Quilting.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CARACTERIZACIÓN MORFO-FISIOLÓGICA Y MOLECULAR DE LA RESPUESTA A LA DEFICIENCIA DE FÓSFORO EN *Agave angustifolia*

### [MORPHO-PHYSIOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF THE PHOSPHATE STARVATION RESPONSES IN *Agave angustifolia*]

Luis Alberto Ramos<sup>1</sup>, Luis Fernando Maceda López, Fulgencio Alatorre Cobos<sup>1§</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados – Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche. C. P. 24450. México, Camp.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [fulgencio@colpos.mx](mailto:fulgencio@colpos.mx)

Las plantas han desarrollado mecanismos fisiológicos y bioquímicos para lidiar con la baja disponibilidad de fósforo (P) en los suelos. Los mecanismos incluyen cambios morfológicos en la arquitectura del sistema radical como mayor cantidad de raíces laterales y pelos radicales que incrementan el área de absorción, secreción de compuestos orgánicos y enzimas a la rizósfera, y la asociación simbiótica con microorganismos que coadyuvan a la adquisición de P. El objetivo de este estudio es caracterizar las respuestas morfológicas, fisiológicas y moleculares de *Agave angustifolia* como adaptación a la deficiencia de P. Para ello, plántulas de *A. angustifolia* se crecieron en cultivo *in vitro* y condiciones de invernadero. Para condiciones *in vitro*, semillas fueron esterilizadas y germinadas en medio Murashige and Skoog con dos niveles de P (0, y 1 mM). En invernadero, bulbillos de tamaño uniforme fueron establecidos en macetas con una mezcla de perlita:vermiculita:arena (2:2:1) y regados periódicamente con medio MS líquido (0, y 1 mM). Los cambios en el sistema radical fueron evaluados en condiciones *in vitro*, mientras que las variables fisiológicas (tasa fotosintética, contenido de P, biomasa) en bulbillos. Las secuencias de algunos genes marcadores de la respuesta a la deficiencia de P reportados para maíz y arroz serán utilizados para realizar análisis tipo BLAST contra transcriptomas previamente reportados de *A. tequilana*; los genes homólogos hallados serán usados en el diseño de oligonucleótidos que se emplearán para analizar los cambios moleculares en *A. angustifolia* ante carencia de P mediante qRT-PCR.

**Palabras clave:** Raíz, nutrición, fosfato, agaves, fisiología.

**Key words:** Roots, nutrition, phosphate, Agaves, physiology.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DETERMINACIÓN DEL MEJOR SUSTRATO PARA LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE *Agave potatorum* Zucc.

### [DETERMINATION OF SUBSTRATE FOR THE GERMINATION AND GROWTH OF *Agave potatorum* Zucc.]

Maribel Edith Paz Guzmán<sup>§1</sup>, Julio Cesar Acuña López<sup>2</sup>.

Instituto Tecnológico Superior de San Miguel El Grande (ITSMIGRA), Tesis de la Carrera de Ingeniería Forestal. km.1.2, Carretera a Morelos Municipio de San Miguel el Grande, Tlaxiaco, Oaxaca, C.P. 71140. <sup>§</sup> Autor para correspondencia: [maredi.paz88@gmail.com](mailto:maredi.paz88@gmail.com)

La presente investigación se llevó a cabo en el vivero forestal que se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del ITSMIGRA. Con la finalidad de determinar un sustrato ideal para la germinación y el desarrollo del agave. Se empleó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y ocho repeticiones. Para el experimento se utilizaron camas para la germinación y para el desarrollo de la planta se trasplantaron en bolsas. Los datos obtenidos se analizaron en el paquete estadístico SAS versión 9.0 empleando el procedimiento ANOVA para verificar si existen diferencias significativas ( $\alpha > 0.05$ ), y para la comparación de promedio se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan. Los tratamientos utilizados fueron: T1; tierra de monte (testigo), T2; tierra de monte más arena, T3; tierra de monte más aserrín y T4; tierra de monte con estiércol de borrego. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, porcentaje de mortalidad, altura de la planta, área de la roseta y número de hojas desplegadas. Los resultados para la germinación indican que cualquiera de los sustratos utilizados no presentaron diferencias. En cuanto a la evaluación del desarrollo se encontró que el tratamiento 4 (T4) fue el que mejor influyó en el desarrollo de las plántulas.

**Palabras clave:** *Porcentaje de germinación, Porcentaje de mortandad, altura, área foliar, número de hojas.*

**Key words:** *Percentage of germination, percentage of mortality, height, leaf area, number of leaves.*

**MESA “D”:  
AGROINDUSTRIAS.**

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## HUELLA AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE MEZCAL EN ETÚCUARO, MICHOACÁN

### [ENVIRONMENTAL FOOTPRINT OF ARTISANAL MEZCAL IN ETÚCUARO MICHOACÁN]

Jazmín Maciel Martínez<sup>§1</sup>, L. Márquez-Benavides<sup>§2</sup>.

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores- UNAM Campus Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro No.8701 Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta C.P.58190 Morelia, Michoacán, México Teléfono +52 (443) 689 35 00 Desde el D.F. 5623 73 00. <sup>2</sup>Grupo de Residuos Sólidos y Uso eficiente de Energía. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [jazmaciel@live.com.mx](mailto:jazmaciel@live.com.mx), [lmarquez@umich.mx](mailto:lmarquez@umich.mx)

El mezcal artesanal en Michoacán representa un conocimiento transmitido oralmente por maestros mezcaleros. Es común que los productores artesanales no conozcan las declaraciones ambientales de su producto. Esto implica que el productor no pueda tomar decisiones sobre el mejoramiento de su proceso de producción al desconocer potenciales de impacto ambiental de la producción artesanal. Existen etiquetas ecoambientales que podrían ayudar a la competitividad de su producto tanto en mercado nacional como internacional. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto ambiental generado durante la producción de mezcal artesanal mediante la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). El ACV es una herramienta metodológica que sirve para analizar el efecto en el ambiente generado durante la producción de un producto o servicio en cada una de las etapas de producción. Dicho análisis (ACV) está regulado por la Familia de Normas Internacionales ISO 14000. El ACV muestra como resultado, la carga ambiental de un proceso en categorías de impacto como Calentamiento Global, Eutrofización y Consumo de Recursos y Energéticos entre otros. Al conocer el impacto ambiental generado por cada etapa del proceso, es posible proponer estrategias para disminuir dichos impactos y manejar de una forma más conveniente los recursos. En conclusión, una actividad artesanal que conoce sus cargas al ambiente, puede mejorar su proceso procurando la mayor eficiencia en el uso de materia y energía y competir en el mercado.

**Palabras clave:** *Declaración ambiental, Análisis de Ciclo de Vida, Normas Internacionales, ISO 14044, Agave cupreata.*

**Key words:** *Environmental product declaration, Life Cycle Analysis, International Standards, ISO 14044, Agave cupreata.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL RESIDUO DE MAGUEY PULQUERO

### [PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE RESIDUE OF PULQUE MAGUEY]

Areli Flores Morales<sup>1§</sup>, Manuel Jiménez Estrada<sup>2</sup>, Lizbeth Rodríguez García<sup>1</sup>, Judith Coyotl Huerta.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, México. Km. 7.5 Carretera Fed. San Martín Texmelucan; Tlax. Tel y fax: (248) 4-84-28-19. <sup>2</sup>Instituto de Química, UNAM. Circuito exterior, Ciudad universitaria, CP 04510. México, <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [floresafm@hotmail.com](mailto:floresafm@hotmail.com)

El maguey pulquero es una planta endémica, utilizada para la extracción de aguamiel destinada a elaborar pulque. El material de desecho obtenido una vez realizada la extracción de aguamiel, es desechado en campo, representa el 80 % en peso de la planta. El objetivo del trabajo es aprovechar las bondades del maguey para impulsar las plantaciones magueyeras en el campo de la región centro del país y su agroindustria hacia un moderno y próspero crecimiento, esto debido a la demanda y costo que tiene en el mercado los productos agroindustrializados; pulque enlatado, miel, jarabe de fructosa, inulina, bioetanol, agromateriales y abonos de carbono. Acorde a las características físico-químicas del bagazo de agave, dos tipos de valorización pueden realizarse: valorización directa e indirecta. La primera, son transformaciones biológicas (reacciones enzimáticas) y fisicoquímicas, como tratamientos térmicos, para el mejoramiento de la digestibilidad del bagazo enfocado para alimentación humana o animal. La valorización indirecta se efectúan operaciones de refinamiento de los componentes de los residuos lignocelulósicos, por medio de extracciones fraccionadas y secuenciales (ácidas o básicas) de: azúcares libres, oligosacáridos residuales; la fibra celulósica. Los resultados obtenidos de la caracterización química y física del bagazo de agave muestran que es un residuo fibroso heterogéneo sus características físicas depende en gran parte del tipo de molienda y del proceso de extracción del jugo, sus fibras son de dimensiones y formas diversas cubiertas de una capa de material heterogénea, las cuales forman parte principalmente de la estructura de la parte central (“cabeza”) del maguey. La caracterización química presenta los componentes mayoritarios, celulosa (48%), hemicelulosas (20%), lignina (15%), pectinas (10%), azúcares 5% (oligosacáridos; GP 4, fructosa, arabinosa, glucosa, galactosa, arabinosa, etc.) y los compuestos inorgánicos (2%). Los resultados obtenidos de la extracción secuencial de carbohidratos concluimos que estos pueden ser valorizados por medio de procesos biotecnológicos, para la obtención de subproductos de interés económico.

**Palabras clave:** *Maguey pulquero, granulometría, bagazo de maguey.*

**Key words:** *Maguey pulquero, granulometry, maguey bagasse,*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ANOVA PARA ESTUDIO CALORIMÉTRICO EN AGUAMIEL

### [ANOVA FOR AGUAMIEL CALORIMETRIC STUDY]

Rebeca Guadalupe Ortiz Mena<sup>§1</sup>, Daniel Napoleón Gómez Balbuena<sup>1</sup>, Irma Escamilla Guerrero<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Huichapan. Domicilio conocido s/n El Saucillo Huichapan Hidalgo México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [rgortiz@iteshu.edu.mx](mailto:rgortiz@iteshu.edu.mx)

El presente estudio forma la primera parte del proyecto: Optimización del proceso de elaboración de miel de agave para productores de la región de Nopala Hidalgo, aprobado por el Tecnológico Nacional de México en el Instituto tecnológico superior de Huichapan; el objetivo del proyecto es reducir los consumos de gas en las etapas del procesado de agua miel. De esta forma, el primer paso, consiste en el Análisis de varianza (ANOVA) sobre el estudio calorimétrico de agua miel; en las especies *A. Mapisaga Trel* y *A. Salmiana Americana*, así como la mezcla entre éstas; para la obtención de miel de agave. La importancia en la determinación de la capacidad calorífica en el procesado del alimento, radica en la cuantificación de energía a ocupar, y por ende optimizar, para este efecto; aunado al aporte de datos requeridos en la industria de alimentos para diseñar, crear, y mejorar equipos y el proceso. El calor específico para el agua miel, desconocido a la fecha, limita a las empresas de la región de Nopala de Villagrán Hidalgo para optimizar su producción, y con ello reducir los costos en el consumo de combustible, beneficiando con ello el cuidado al medio ambiente, sin perder de vista la calidad del producto, por tal motivo, se determinó experimentalmente por el método de las mezclas, el calor específico de agua miel procedente de las especies antes mencionadas, analizando estadísticamente los datos para determinar si existe diferencia significativa entre las muestras de las especies, para ello se utilizó el software MINITAB 16<sup>®</sup>. Los resultados obtenidos, con un 95% de confianza indican que existe diferencia significativa entre la capacidad calorífica para ambas especies, así como para la mezcla, incrementando el valor de ésta última sobre las especies individuales. La diferencia entre estos valores, se relaciona al contenido nutrimental de las especies y las reacciones de neutralización que ocurren en la mezcla.

**Palabras clave:** *Calor específico, prueba t de 2 muestras, maguey, procesos, optimización.*

**Key words:** *Specific Heat, two sample t- test, maguey, process; optimization.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ANÁLISIS CAE APLICADO A LA PRODUCCIÓN DE MIEL DE MAGUEY

### [CAE ANALYSIS APPLIED TO MIEL DE MAGUEY PRODUCTION]

Daniel Napoleón Gómez Balbuena<sup>§1</sup>, Rebeca Guadalupe Ortiz Mena<sup>1</sup>, Tonatiuh Mauricio Meneses Márquez<sup>1</sup>, Andy Olvera Jimenez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Huichapan. Domicilio conocido s/n El Saucillo, Huichapan Hidalgo México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [dngomez@iteshu.edu.mx](mailto:dngomez@iteshu.edu.mx)

Uno de los productos derivados del aguamiel es la Miel de maguey; la mayor parte de los requerimientos energéticos actuales para su proceso de producción, se obtienen por combustión térmica de combustibles fósiles, donde las altas temperaturas tienen efectos negativos sobre los nutrientes y propician la formación de óxidos de nitrógeno, además, la combustión incompleta produce agentes contaminantes nocivos para la salud. MA-YÉ®, localizada en Nopala de Villagrán Hidalgo, produce miel de maguey, (entre dos y tres toneladas anuales), considerada la empresa principal en la compra del aguamiel a los productores de la región, participa actualmente con el ITESHU para garantizar su calidad, cuidando aspectos nutricionales, reducción de tiempos de proceso y costos de elaboración. En su proceso actual, la miel se elabora en diferentes ollas sin tapas de seguridad, que conlleva a la pérdida de calor, sobretiempo de producción, y uso limitado de la capacidad productiva disponible, el control de calidad consiste en inspección constante no sistematizada de parámetros de proceso. El enfoque principal del proyecto parte de la modelación CAD mediante el software SolidWorks®, de un recipiente con tapa sujeta mediante tres dispositivos mecánicos que incrementen considerablemente la presión en el interior del recipiente y la incorporación de una válvula de alivio para los gases presurizados, a modo tal que se reduzcan los tiempos de proceso y el consumo de energéticos, cumpliendo a la par con un factor de seguridad de 1.5. El modelo será sometido a un análisis CAE, para identificar riesgos derivados de las altas presiones, destacando los puntos críticos donde podamos observar si sucede una deformación o alteración del recipiente y determinar los medios necesarios para optimizar el proceso de producción cuidando valores previamente determinados en la investigación como el Calor específico de la miel de Maguey, y demás valores necesarios en el proceso.

**Palabras clave:** Aguamiel, CAE, CAD, ahorro energéticos, optimización procesos.

**Keywords:** Aguamiel, CAE, CAD, ahorro energéticos, process optimization.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL EN VILLA SOLA DE VEGA, OAXACA

### [INFRASTRUCTURE CONDITIONS FOR THE PRODUCTION OF MEZCAL IN VILLA SOLA DE VEGA, OAXACA]

Alejandrina Ramírez Santos<sup>1</sup>, Analine Cabrera Aragón<sup>1</sup>, Carlos Armando Flores Aparicio<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca- Administración área Administración y Evaluación De Proyectos. Magnolia S/N, Barrio La Soledad, Villa Sola de Vega C.P. 71410, Oaxaca. Teléfono: 951 569 6812. § Autor para correspondencia: [alesitamr\\_27@hotmail.com](mailto:alesitamr_27@hotmail.com)

El municipio de Villa Sola de Vega ubicado en la región Sierra Sur del estado de Oaxaca, se caracteriza por la producción de mezcal en sus diferentes variedades, por lo que contar con una planta de manufactura apropiada, es sumamente importante para optimizar la producción. El objetivo de la presente investigación es el estudio de las condiciones de infraestructura de los palenques de producción de mezcal, con ello, generar alternativas de inversión para la mejora del sistema maguey-mezcal, el propósito es favorecer el desarrollo comunitario conservando las prácticas artesanales realizadas por los productores. En el estudio se desarrolló la metodología de la investigación de Sampieri (2014) para encontrar, demostrar, refutar y aportar un conocimiento al sector. Derivado de ello, se encuestaron a 41 productores de diferentes comunidades, identificando que 26 productores no cuentan con techo en el área de producción, lo que origina el deterioro del horno, estancamiento de aguas pluviales en el mismo y depreciación de los equipos disponibles, reduciendo la producción de mezcal por la falta de infraestructura adecuada, dejando de producir todo el año. Asimismo, 13 productores de 41 poseen palenques con piso de tierra, ocasionando el aumento de microorganismos que intervienen en el proceso de producción. De lo anterior se concluye que la infraestructura se encuentra en malas condiciones, por lo cual se plantea un modelo de inversión inicial para la construcción de galerías; al efectuarse el proyecto, permitirá rehabilitar los palenques, optimizando los recursos y mejorando la productividad de los mismos.

**Palabras claves:** *productividad, infraestructura, inversión, desarrollo comunitario.*

**Key words:** *productivity, infrastructure, investment, community development.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## LAS LEVADURAS NATIVAS DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN DEL MEZCAL, DE TLACOLULA, OAXACA, MÉXICO

### [THE NATIVE YEAST OF THE MEZCAL FERMENTATION PROCESS, OF TLACOLULA, OAXACA, MEXICO]

Víctor Adrián Espinoza Martínez<sup>§1</sup>, Claudia López Sánchez<sup>2</sup>, Felipe de Jesús Palma Cruz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Ex Hacienda de Nazareno, Sta. Cruz Xoxocotlán, 71230, Oaxaca, México. <sup>2</sup>Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico de Oaxaca (ITO), Avenida Ing. Víctor Bravo No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C. P. 68000, Oaxaca, México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [victorespinoza1304@gmail.com](mailto:victorespinoza1304@gmail.com)

La fermentación del mezcal es una de las etapas con mayor importancia en la obtención del producto final, en ella participan bacterias y levaduras principalmente, mismas que transforman los azúcares en diferentes tipos de alcoholes y otros compuestos que le brindan el sabor y aroma característicos de esta bebida espirituosa. El objetivo de este trabajo fue caracterizar morfológica y bioquímicamente las cepas de levaduras nativas que intervienen durante diferentes tiempos en la fermentación, las cuales juegan un papel importante en la producción de compuestos químicos que van a darle al mezcal características organolépticas auténticas y en su mayoría favorables como el aroma, cuerpo y sabor. Se realizaron colectas de mostos en diferentes tiempos durante la fermentación del mezcal en un palenque de Tlacolula de Matamoros, Oaxaca y se llevaron al laboratorio para el aislamiento en diferentes medios de cultivo sólidos, purificación en medios de cultivo y la caracterización de las levaduras nativas mediante criterios morfológicos y pruebas bioquímicas convencionales. Los resultados obtenidos mostraron que además de *Saccharomyces cerevisiae* existen al menos cuatro géneros no-*Saccharomyces*; sin embargo, hacen falta estudios que permitan complementar la información, entre lo que se encuentran los marcadores moleculares para reconocer con mayor precisión cuales especies integran cada uno de estos géneros.

**Palabras clave:** *Morfología, pruebas bioquímicas, No-Saccharomyces.*

**Key words:** *Morphology, biochemical tests, No-Saccharomyces.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CARACTERIZACIÓN FERMENTATIVA EN DISEÑOS MIXTOS DE LEVADURAS PARA SU APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL

### [FERMENTATIVE CHARACTERIZATION IN MIXED YEAST DESIGNS FOR ITS APPLICATION IN THE MEZCAL PRODUCTION]

Contreras-Méndez Andrea<sup>1</sup>, Sánchez-Heredia Pedro<sup>1</sup>, Pérez-Hernández Elia<sup>1</sup>, Chávez-Parga Ma. del Carmen<sup>2</sup>, Rafael Amaya-Yescas<sup>2</sup>, González-Hernández Juan Carlos<sup>§1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Bioquímica del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Morelia. <sup>2</sup>Facultad de Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [jcgh1974@yahoo.com](mailto:jcgh1974@yahoo.com)

Michoacán, uno de los principales productores de mezcal en el país, después del estado de Oaxaca, cuenta con varios municipios que destacan en la producción de mezcal, tal es el caso de Etúcuaro, Piedras de Lumbre y Villa Madero. Las cepas con las que se trabajó fueron aisladas de diferentes mezcaleras del estado de Michoacán, las cuales fueron caracterizaron molecularmente en el Laboratorio de Bioquímica del ITM. Con ayuda del programa Statgraphics se elaboró un diseño experimental simplex-centroide, el cual dio como resultado un diseño de 10 ensayos fermentativos. Los cuales se llevaron a cabo en un Biorreactor prototipo de tanque agitado (Aplikkon), en condiciones de operación de 30 °C y 250 rpm. Como medio de cultivo se utilizó jugo de *Agave cupreata* ajustado a 12 °Brix y pH de 5, con concentraciones de 0.1 % de fosfato de amonio dibásico como fuente de nitrógeno. De la serie de ensayos fermentativos realizados, el ensayo uno correspondiente a una mezcla de las levaduras, *Saccharomyces cerevisiae*, aislada de una mezcalera artesanal del municipio Piedras de Lumbre y *Debaryomyces hansenii*, aislada de Etúcuaro, fue el ensayo que presento mayores características de crecimiento referido en parámetros cinéticos con un velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de 1.22 h<sup>-1</sup>, tiempo de duplicación ( $t_d$ ) de 0.56 h y una velocidad de división ( $\delta$ ) de 1.77 h<sup>-1</sup>, mientras que el ensayo siete que corresponde a un cultivo puro de *D. hansenii* presento los valores más bajos en los parámetros cinéticos  $\mu_{\text{máx}}$ =0.18 h<sup>-1</sup>,  $t_d$ =0.56 h y  $\delta$ =1.77 h<sup>-1</sup>. Resaltando del resto de los ensayos fermentativos, los cuales poseían un rango de  $\mu_{\text{máx}}$  de 0.23 a 1.10,  $t_d$ =0.62 a 3.50 h y  $\delta$ =0.30 a 1.59 h<sup>-1</sup>. Con respecto a la producción de etanol en el mosto de fermentación los ensayos 9,6 y 4 correspondientes a las mezclas de las tres levaduras en proporciones diferentes mostraron una producción superior, comparados a los ensayos restantes, con un porcentaje de producción de 7.723, 6.968 y 6.908 respectivamente. Se agradecen los donativos parciales del proyecto "Caracterización Bioquímica y Fermentativa de Levaduras y Bacterias Aisladas de Mezcaleras Artesanales de Etúcuaro, Michoacán" (PROMEP 103.5/12/3679).

**Palabras Clave:** Simplex centroide, levaduras, mezcal, simulación.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## OPTIMIZACIÓN DE LA HIDRÓLISIS ÁCIDA PARA LA PRODUCCIÓN DE XILITOL EMPLEANDO BAGAZO DE AGAVE

### [OPTIMIZATION OF ACID HYDROLYSIS FOR XYLITOL PRODUCTION USING AGAVE BAGASSE]

María Elizabeth Delfín Ruíz<sup>1</sup>, Montserrat Calderón Santoyo<sup>1</sup>, Juan Arturo Ragazzo Sánchez<sup>1</sup>, Sandra Trinidad del Moral Ventura<sup>2</sup>, Javier Gómez Rodríguez<sup>3</sup>, María Guadalupe Aguilar Uscanga<sup>§3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Tepic, Av. Tecnológico 2595, Lagos del Country, 63195, Tepic, Nay.

<sup>2</sup>Universidad del Papaloapan, Circuito Central 200, Parque Industrial, 68301 San Juan Bautista Tuxtepec, Oax. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Veracruz, Miguel Ángel de Quevedo 2779, Formando Hogar, 91897 Veracruz, Ver. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [gaguilar@itver.edu.mx](mailto:gaguilar@itver.edu.mx)

En la actualidad, hay un creciente interés por el uso de biomasa lignocelulósica para la producción de biocombustibles y subproductos con alto valor agregado, como el xilitol, el cual es un edulcorante obtenido a partir de síntesis química o de vías fermentativas, y se caracteriza por su alto grado de dulzor, siendo recomendado para personas con diabetes, por lo que es un producto de gran interés en el mercado industrial. El objetivo de este estudio es emplear el bagazo de la planta de agave (*Agave tequilana weber azul (AT)*, *Agave americana var. oaxacensis (AA)*, *Agave karwinskii (AB)* y una mezcla de *Agave karwinskii, potatorum* y *angustifolia (AME)*) para la obtención de xilosa presente en la hemicelulosa, como una alternativa para la producción de xilitol a través de la vía fermentativa. Se optimizó el pretratamiento ácido para obtener la máxima concentración de xilosa, empleando un diseño Box-Behnken, donde se evaluó la concentración de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, el tiempo de hidrólisis y la relación líquido-sólido; logrando obtener concentraciones de xilosa de 23.18 g/L con AT, 27.63 g/L con AA, 31.8 g/L con AB y 24.42 g/L con AME; así mismo se observó que empleando soluciones de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> más concentradas, se obtienen concentraciones más altas de xilosa, pero también, altas concentraciones de inhibidores. Con estos resultados se espera obtener una conversión de xilosa a xilitol por encima de 80% empleando la levadura *Candida tropicalis* IEC5-ITV.

**Palabras clave:** Xilosa; inhibidores; pre-tratamiento.

**Key words:** Xylose; inhibitors; pretreatment.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## EFFECTO DEL PRETRATAMIENTO TWO-STEP SOBRE BIOMASA DEL AGAVE MEZCALERO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

### [EFFECT OF TWO-STEP PRETREATMENT ON THE BIOMASS OF MEZCALERO AGAVE FOR BIOFUEL PRODUCTION]

Magdiel Láinez González<sup>1§</sup>, Sergio Martínez Hernández<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz, México, C.P. 91090.

<sup>§</sup>Autor por correspondencia: [magdiel.86@gmail.com](mailto:magdiel.86@gmail.com)

En las últimas décadas se han desarrollado estrategias para mitigar los efectos nocivos al ambiente debido a la quema de combustibles fósiles. Asimismo, con la demanda de combustible para el transporte y la fluctuación de su precio se ha implementado la producción de biocombustibles. El bioetanol de segunda generación (BioEtOH-2G), es un biocombustible producido a partir de biomasa lignocelulósica (BL) que se ha colocado como una alternativa prominente para la solución de los problemas antes mencionados. Las plantas del género *Agave* cumplen criterios de selección como materias primas para la producción de biocombustibles. El presente trabajo consistió en evaluar el efecto de un pretratamiento H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaOH secuencial (*two-step*) sobre la composición de biomasa lignocelulósica del agave mezcalero (*A. salmiana*) por su potencial de materia prima para la producción de BioEtOH-2G. Para el desarrollo del trabajo se usaron partículas entre 0.250 y 0.500 mm de BL de *A. salmiana*. La biomasa inicial, así como previo y posterior a cada etapa del pretratamiento *two-step*, fue caracterizada en cuanto a su composición de celulosa, hemicelulosa y lignina. Se evaluaron distintos niveles de concentraciones del agente químico y tiempos de residencia en cada paso. Fueron seleccionados los tratamientos que presentaron el mayor contenido de celulosa. La materia prima contuvo 20.7% de celulosa, 3.7% de hemicelulosa y 23.3% de lignina. La celulosa se incrementó alcanzando un 60% con la aplicación del tratamiento ácido. Al mismo tiempo que la hemicelulosa fue removida en un 99%. En la fracción líquida se solubilizaron por cada gramo de sustrato: 0.235 g de azúcares reductores, de los cuales 0.177 g fueron de xilosa. El pretratamiento alcalino produjo un material que alcanzó el 84.2% de celulosa. Se demuestra el efecto del pretratamiento *two-step* sobre los componentes en la BL de *A. salmiana* contribuyendo a la primera etapa para la producción de bioEtOH-2G.

**Palabras clave:** *Agave salmiana*, celulosa, biocombustible, bioetanol.

**Key words:** *Agave salmiana*, cellulose, biofuel, bioethanol.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SOTOL QUE SE PRODUCE EN EL ESTADO DE DURANGO

### [DETERMINATION OF THE QUALITY OF SOTOL PRODUCED IN THE STATE OF DURANGO]

Armando Cifuentes Díaz de León<sup>§1a</sup>, Gildardo Orea Lara<sup>1a</sup>, J. Manuel Pensaben Esquivel<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-DURANGO). <sup>a</sup>(COFAA) Sigma 119 fracc. 20 noviembre II C.P. 34442 Durango, Dgo. Teléfono: (675) 8651794 Ext. 82626. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Durango, Boulevard Felipe Pescador 1830, Nueva Vizcaya, 34080 Durango, Dgo. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [acifuentesdl@yahoo.com.mx](mailto:acifuentesdl@yahoo.com.mx)

El sotol, al igual que otras bebidas alcohólicas, está sujeto a una regulación sanitaria ya que su consumo constituye un riesgo inherente, debido a algunos compuestos que son producidos a lo largo de las diferentes etapas del proceso. Es por tal motivo necesario el control calidad de los parámetros fisicoquímicos se encuentren dentro de los parámetros permitidos. (NOM-159-SCFI-2004). Los estados de Durango, Chihuahua y Coahuila cuentan con la denominación de origen de sotol que les ha otorgado el IMPI, el 13 de junio de 2002. El producto que ampara, es una bebida alcohólica originaria de la zona geográfica que abarca todos y cada uno de los municipios que conforman estos tres estados, ya que cuentan con una producción considerable, lo que quiere decir que estas entidades en el país y únicos lugares en el mundo que pueden elaborar esta bebida y llamarla Sotol. Determinar de la calidad de sotol que se produce en el estado de Durango. El sotol que producen los vinateros es obtenido de la cocción, molienda, fermentación, y destilación del jugo de la planta del género *Dasyliirion spp*, cuyo nombre común es sotol, es planta fanerógama de hojas largas y fibrosas, de forma lanceolada, de color verde, cuya parte aprovechable es la piña o la cabeza. Se evaluaron las bebidas que se produce en Nombre de Dios, Cuencamé, y Mezquital, Durango., por ser los principales productores. Determinaciones analíticas: % de alcohol en volumen a 20°C, Extracto seco (g/L), Metanol mg/100 ml de alcohol anhidro, Aldehídos (como acetaldehído) mg/100 ml de alcohol anhidro, Alcoholes superiores mg/100 ml de alcohol anhidro, Esteres (Como acetato de etilo) mg/100 ml de alcohol anhidro, Furfural mg/100 ml de alcohol anhidro. La vinata de Torrecillas Cuencamé, Dgo., no cumple con la norma su contenido % de Alcohol, Alcoholes Superiores, Metanol, Esteres, y Furfural se encuentra por abajo de la norma. Los productores aun no cuentan con un control en el proceso de producción de sotol. No conocen la existencia de la norma, así como la Denominación de Origen. Es necesario la calidad de sotol para una buena comercialización de: Sotol blanco, reposado, añejo.

**Palabras clave:** *Sotol, Dasyliirium, Denominación de origen.*

**Key words:** *Sotol, Dasyliirium, Denomination of origin.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DIVERSIDAD DE LEVADURAS PRESENTES EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE MEZCAL

Martínez-Estrada, S.C.<sup>§1</sup>, Chairez-Hernández, I.<sup>1</sup>, Gurrola-Reyes, J.N.<sup>1</sup>, Larralde-Corona, C.P.<sup>2</sup>,  
Narváez-Zapata, J.A.<sup>2</sup>, Rodríguez-Herrera, R.<sup>3</sup>, Grijalva-Avila, J.C.<sup>1</sup>.

Instituto Politécnico Nacional, <sup>1</sup>CIIDIR-Durango Calle Sigma #119, Fracc. 20 de Noviembre Durango (Durango). <sup>2</sup>Centro de Biotecnología Genómica, Blvd. Del Maestro s/n Esq. Elías Piña, Col. Narciso Mendoza, Reynosa (Tamaulipas). <sup>3</sup>Departamento de Investigación en Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [con\\_sandr@hotmail.com](mailto:con_sandr@hotmail.com)

México es reconocido por la producción de bebidas alcohólicas como el tequila y el mezcal, las cuales son obtenidas mediante destilación del jugo fermentado de diferentes especies de agave. En el estado de Durango se elabora mezcal a partir de *Agave durangensis* que predomina debido a las condiciones agroclimáticas del estado. La producción es principalmente artesanal. Durante la etapa de fermentación se produce etanol y otros compuestos que definen las principales características del mezcal, tales como los compuestos organolépticos. Estos compuestos pueden variar por la materia prima, proceso de elaboración, región geográfica, condiciones climáticas y por ende, la microflora presente en el proceso de fermentación. Debido a las variaciones en todas estas condiciones de fermentación, es frecuente encontrar mezcal con diferentes calidades. El objetivo del trabajo fue aislar e identificar las levaduras presentes en el proceso de fermentación de una mezcalera del estado de Durango que mantiene un proceso de elaboración artesanal. Para ello se monitorearon dos fermentaciones espontáneas, una del mes de abril y la segunda del mes de junio. Las muestras de mosto fueron tomadas directamente de las pilas de fermentación en tres tiempos de monitoreo (inicio, medio y final), en función de los tiempos de fermentación de la mezcalera. Las muestras fueron diluidas para su análisis microbiológico, de las cuales se realizó el aislamiento de levaduras para su posterior extracción de ADN, empleando el kit de purificación de ADN genómico PROMEGA®. Se realizó la amplificación de la región ribosomal 26S, los fragmentos amplificados fueron secuenciados mediante secuenciador ABI PRISM 3130 con el kit Big Dye Terminator v3.1 de Applied biosystems. Las secuencias de nucleótidos obtenidas a partir del ADN de los aislados fueron utilizados para construir un dendrograma empleando el programa MEGA 6.0, el cual mostro la formación de cinco grupos principales. Se identificaron individuos de *S. cerevisiae*, *K. marxianus*, *T. delbrueckii*, *P. kluyveri* y *P. manshurica*. Se calcularon los principales índices de diversidad para verificar la prevalencia de los individuos en cada uno de los monitoreos.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ESTUDIO DE LA RESPUESTA DINAMICA MECANICA DE MATERIALES COMPOSITOS DE POLIETILENO CON FIBRAS DE AGAVE

### [STUDY OF THE MECHANICAL DYNAMIC RESPONSE OF COMPOSITE MATERIALS OF POLYETHYLENE REINFORCED WITH AGAVE FIBERS]

Fernando Pérez Ortega<sup>§1</sup>, Axel Ruiz Jiménez<sup>1</sup>, Magdaleno Caballero Caballero<sup>1</sup>, Miguel Chávez Gutiérrez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Hornos No. 1003, Col.Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, C.P. 71230, México. <sup>2</sup>CONACYT- Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, C.P. 71230, México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [fernando.per.ort@gmail.com](mailto:fernando.per.ort@gmail.com)

En años recientes, la ciencia e ingeniería de materiales ha fijado su atención en materiales que sean amigables al medio ambiente. Una clase de estos materiales lo constituyen los materiales compósitos de matriz polimérica reforzados con fibra. La presencia de las fibras ayuda a mejorar la biodegradabilidad del material, al mismo tiempo que mejoran las propiedades mecánicas específicas del mismo, debido a la baja densidad de las fibras, respecto a las comúnmente utilizadas como la fibra de vidrio. En el presente trabajo han sido preparados compósitos de matriz de polietileno de alta densidad (HDPE), siendo éste un polímero de importancia comercial. El HDPE se reforzara mecánicamente con fibras de agave (*angustifolia Haw*). Tales fibras constituyen un residuo de la industria del mezcal, por lo cual se busca aprovecharlas. La fibra se trató con una solución de NaOH al 5% antes de ser incorporada en la matriz, con el objetivo de mejorar la interface matriz/fibra. Los materiales compósitos fueron obtenidos por el método de extrusión/inyección, con distintas concentraciones de fibra (5, 7.5 y 10% en peso). Los compósitos fueron sometidos a análisis mecánico dinámico (DMA), para observar el comportamiento mecánico a tensión a un rango de temperaturas de -100 a 150 ° C, utilizando para ello un equipo DMTA V (Rheometric Scientific). Se observó que tanto el módulo de almacenamiento como el módulo de pérdida de los compósitos aumento en relación directa con el contenido de fibras. En el primero, los incrementos fueron del 10, 17 y 22%, mientras que en el segundo fueron del 15, 17 y 21%, para los compósitos con contenido del 5, 7.5 y 10%, respectivamente. Se observó también que la temperatura de transición vítrea de los compósitos se mantuvo cercana a los 70 °C. Esto debido a la presencia de las fibras en la matriz polimérica.

**Palabras clave:** *Fibras naturales, angustifolia Haw, polímeros, propiedades mecánicas, propiedades térmicas.*

**Key words:** *Natural fibers, angustifolia Haw, polymers, mechanical properties, termal properties.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE METANOL EN MEZCAL DURANTE EL PROCESO DE RECTIFICADO

### [DETERMINATION OF THE VARIATION OF METHANOL CONTENT IN MEZCAL DURING THE GRINDING PROCESS]

Gildardo Orea Lara<sup>§1b\*</sup>, Armando Cifuentes Díaz de León<sup>1\*</sup>, Vicente Hernández Vargas<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-Durango). Sigma 119, fracc. 20 de nov II, Durango, Dgo.

Teléfono: (618) 8142091 Ext. 82626. \*Becario de COFAA.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [Gildardo222@hotmail.com](mailto:Gildardo222@hotmail.com)

La producción de mezcal en el sureste del estado de Durango, representa una actividad económicamente importante. La mayor producción de mezcal es a partir de vinatas rusticas, donde el control de calidad se base en la experiencia empírica del productor. En los últimos años se inició con la industrialización de la producción de mezcal, sin embargo, el contenido de metanol ha dificultado cumplir con la NOM-070-SCFI-1994. En la presente investigación, pretende contribuir a la determinación de la variación del contenido de metanol en mezcal durante el proceso de rectificado. El muestre se realizó en la planta mezcalera de Nombre de Dios Durango. Se utilizando un mezcal ordinario a una concentración de 22% Alc. Vol., para su rectificación. Las muestras se tomaron en la salida de la columna de enfriamiento del alambique de acero inoxidable de un volumen 3000 L. La primer muestra se tomó a los 30 minutos después de iniciada la destilación para evitar contaminaciones de destilados anteriores, posteriormente cada hora, hasta obtener un total de seis muestras. Las muestras se analizaron en laboratorio del Biotecnología y alimentos del CIIDIR-IPN, Durango. La determinación de metanol fue por el método químico propuesto por la norma NMX-V-005-NORMEX-2005. La primera muestra tuvo una concentración de etanol de 68% Alc. Vol. y de metanol 167.75 mg/100 mL alcohol anhidro, mientras que la última fue 36 % Alc. Vol., de etanol y 329.77 mg/100 mL alcohol anhidro de metanol. A medida que el tiempo transcurrió la concentración de metanol en las muestras se incrementó en un promedio de 3.49% durante las primeras cuatro horas, en la siguiente hora se incrementó un 34.48% para que finalmente se redujo a un 13.32% a las sexta horas. Se concluye que la presencia de metanol es en todo el destilado, aumentado su concentración después de la cuarta hora.

**Palabras clave:** *Agave durangensis, Mezcal, Durango, Metanol.*

**Key words:** *Agave durangensis, Mezcal, Durango, Methanol.*

# **MESA “E”: PLAGAS Y ENFERMEDADES.**

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS MAGUEYES MEZCALEROS

M.C. Efraín Paredes Hernández, Ing. Itzel García Olazo.

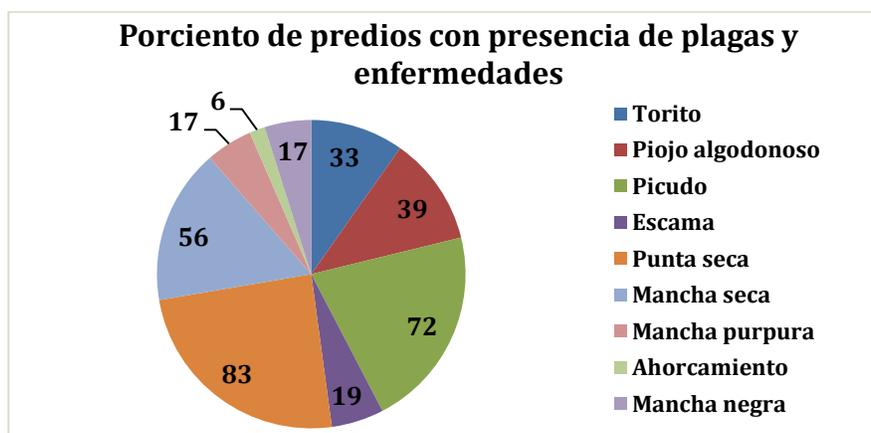
CRUS/U.A.Chapingo, COMERCAM A. C.

El Tema de Plagas y Enfermedades de los Agaves utilizados para la elaboración de Mezcal ha sido poco trabajado, ya que por las características propias de estas especies y los sistemas bajo los cuales se cultiva, así como el bajo nivel de importancia que tenían hasta hace unos 6 años los daños que se presentaban no se consideraban significativos.

El INIFAP hizo un trabajo de diagnóstico e identificación muy importante hace unos 10 años y desde hace unos 4 como Universidad de Chapingo también se han realizado trabajos de identificación y de monitoreo y control con productores a través del Consejo Regulador de la Calidad del Mezcal y empresas como Los Danzantes S.A. de C.V.

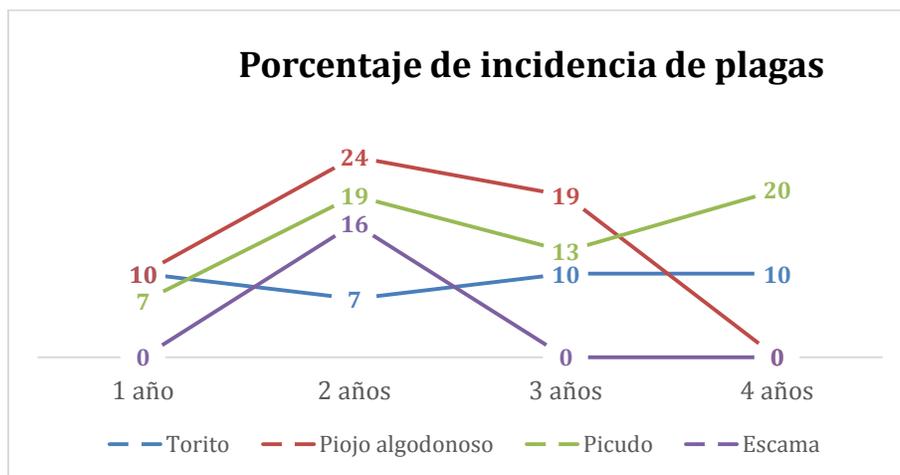
Para el caso de los insectos plaga, sin duda el principal problema encontrado en plantaciones es el picudo, presente en el 72% de los predios muestreados. Para el caso del torito, aunque su presencia es más estacional, se ubicaron daños en el 33% de los predios visitados, sobre todo en edades menores de 4 años. Por otro lado, el piojo harinoso se encontró en el 39% de los predios, siendo una de las plagas que si no se le presta atención puede volverse un problema ya que los insectos tienden a aumentar su población fácil y rápido, en el caso de la escama esta fue encontrada afectando al 19% de los predios y al parecer no se presenta con igual intensidad todos los años.

Respecto a las enfermedades detectadas en los cultivos fueron Punta seca, presente en el 83% del total de predios muestreados, Mancha seca, Mancha purpura, Ahorcamiento y Mancha negra, afectando al 56%, 17%, 6% y 17% de los predios respectivamente. La Mancha púrpura fue encontrada en menos predios y de acuerdo a algunos productores, esta enfermedad tiene poco que se empezó a presentar en las plantaciones.

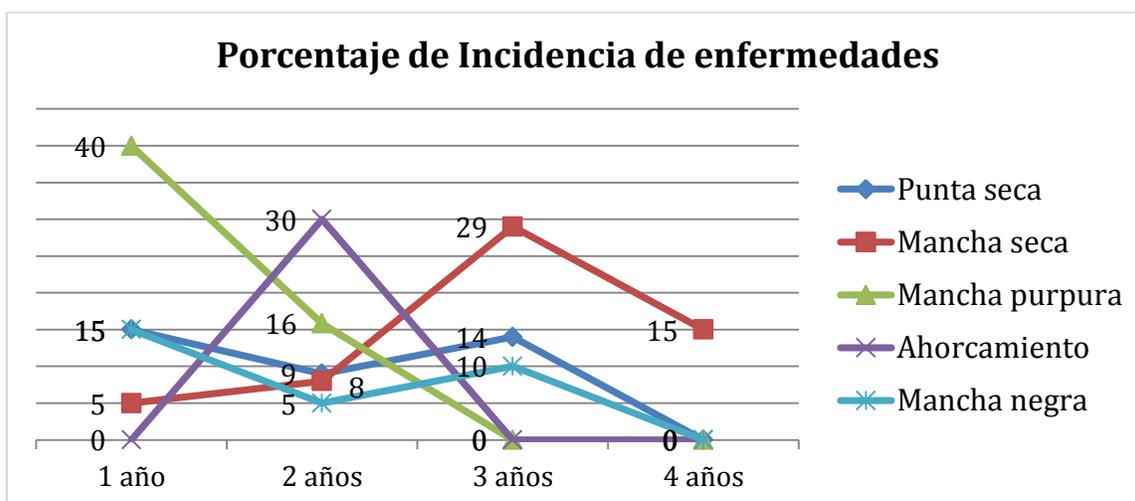


## 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

En cuanto al grado de incidencia en se puede observar en la gráfica que el porcentaje de plantas con daños en las parcelas puede llegar a ser hasta de un 24% del total de las plantas, en Piojo harinoso y del 20% en el Picudo; están presentes también los daños por Torito y Escama, ésta última con menor incidencia.



De las enfermedades la Mancha púrpura y el Ahorcamiento fueron las que presentaron el mayor porcentaje de incidencia dentro de las parcelas. En tercer lugar se encontró la Mancha seca la cual afecta hasta el 29% de plantas.

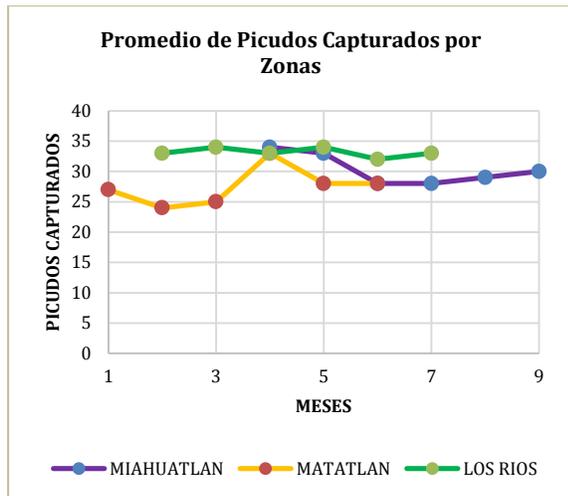


En cuanto al porcentaje de severidad en las plantas, se determinó que la más alta es el llamado ahorcamiento, seguida de la enfermedad llamada Mancha púrpura y la de menor incidencia es la Mancha negra, que se encontró en la mayoría de los predios.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

Enfermedad	Grado de severidad (%)	
	Máximo	Mínimo
Mancha seca	43	2
Punta seca	19	3
Mancha purpura	65	10
Ahorcamiento	100	20
Mancha negra	15	1

En la campaña de monitoreo y control etológico del picudo a través del trapeo con feromonas, que se llevó a cabo durante el 2015 y 2016 con socios de Consejo Regulador del Mezcal, se encontraron capturas de hasta 72 picudos por trampa en la denominada Zona de los Ríos, seguida por la Zona de Miahuatlán con capturas de hasta 56 picudos y la Zona de Matatlán con 30 picudos por trampa en 8 días.



COMUNIDAD	NÚMERO DE PRODUCTORES	SUPERFICIE (Ha)	NÚMERO DE TRAMPAS	PROM. DE CAPTURAS MIN Y MAX
Santiago Matatlán	15	85	117	12 30
San Juan del Río	10	31	69	12 34
San Luis del Río	16	87	140	18 72
San Baltazar Guelavila	4	15	26	10 43
Miahuatlán de Porfirio Díaz.	17	87	126	12 56
Santa Ana del Río	2	10.5	10	10 45
Sola de vega	1	2	6	10 28
<b>SUMAS</b>	<b>65</b>	<b>317.5</b>	<b>494</b>	

En los trabajos realizados para conocer la virulencia y caracterizar morfológica y molecularmente al agente causal de los síntomas encontrados en las zonas mezcaleras de Oaxaca, se realizó el aislamiento de hojas con síntomas de pudrición y antracnosis en *Agave potatorum*, manchas necróticas en *A. angustifolia* y manchas circulares en *A. Karwinskii*.

Los hongos identificados morfológica y molecularmente como causantes de enfermedades foliares fueron: *Fusarium solani* causando pudrición y *Colletotrichum sansevieriae* causando antracnosis en *Agave potatorum*; *Lasiodiplodia theobromae* causando la mancha necrótica en *A. angustifolia*; y *Neofusicoccum parvum* causando la mancha circular en *A. karwinskii*.

Las inoculaciones realizadas en hojas de agave confirmaron la patogenicidad de los siete aislados obtenidos, siendo los más virulentos L1 (*Lasiodiplodia theobromae*), F3 (*Fusarium solani*), F2 (*Fusarium solani*), C1 (*Colletotrichum sansevieriae*) y los menos virulentos C2 (*Colletotrichum sansevieriae*), F1 (*Fusarium solani*) y N1 (*Neofusicoccum parvum*).

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

Estos datos evidencian la necesidad de seguir investigando los aspectos fitosanitarios de las plantaciones de magueyes mezcaleros, sobre todo ahora que se está incrementando la superficie debido a al crecimiento de la demanda del mezcal.

## Bibliografía

Martínez Martínez Atzintlali. 2017. Identificación de hongos causantes de enfermedades foliares del *Agave* spp. en la región del mezcal Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 53 p.

Espinosa, P.H., Bravo M.E., López L.P. & Arredondo V.C., 2005. El agave mezcalero de Oaxaca, avances de investigación. INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## SISTEMAS DE RETENCIÓN PARA EL PICUDO DEL AGAVE EN TRAMPAS CON FEROMONA, EN MAGUEY ESPADÍN

### [RETENTION SYSTEMS FOR THE AGAVE WEEVIL IN PHEROMONE-BAITED TRAPS, IN ESPADÍN MAGUEY]

Daniel Cuevas-López<sup>1</sup>, Pedro Figueroa-Castro<sup>§2</sup>, Víctor López-Martínez<sup>2</sup>, Martín Perez-Figueroa<sup>3</sup>, Gerardo E. Díaz-Villanueva<sup>1</sup>, Francisca Silva-García<sup>4</sup>, Gloria Luna-Alejandro<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Centro de Estudios Profesionales. Carretera Iguala-Cocula Km. 14.5, Guerrero. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos. <sup>3</sup>Productor Independiente de agave, Jojutla, Morelos. <sup>4</sup>Posgrado en Desarrollo Rural Regional, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México-Texcoco Km 38.5, CP 56230, Chapingo, Estado de México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [figueroac.pedro@gmail.com](mailto:figueroac.pedro@gmail.com)

El picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) es el insecto plaga más importante de diversas especies de *Agave* silvestres y cultivadas en México. El manejo de este insecto se dificulta debido a sus hábitos crípticos. Recientemente, se desarrolló un sistema de trapeo para el monitoreo del picudo, que consta de la trampa (recipiente de retención física del insecto), feromona sintética + cebo alimenticio (elemento de atracción), e insecticida (ingrediente que retiene y mata los picudos capturados). El uso de insecticidas tiene implicaciones a la salud humana e impacto ambiental, por lo que es necesario emplear componentes que retengan los insectos dentro de la trampa, y que sean seguros durante la preparación y uso en trapeo. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar varios productos para retener los picudos capturados en trampas, en una plantación de maguey espadín *Agave angustifolia* Haw., en Tlaltizapán, Morelos. Los productos evaluados fueron: cipermetrina, malatión y clorpirifós etil (en trampas TOCCI), agua jabonosa, agua + anticongelante (etilenglicol), agua + propilenglicol, y agua + aceite vegetal, (en trampas TOCCIA); todas las trampas se cebaron con feromona Agavenol® y 300 g de cebo alimenticio (plátano maduro). La feromona se reemplazó cada 2 meses, las revisiones de trampas, cambio de cebo alimenticio y aplicación de productos se realizaron cada 15 días. La variable de respuesta fue el número promedio de picudos/trampa en cada tratamiento quincenalmente. Las mayores capturas se obtuvieron con el insecticida clorpirifós y el agua jabonosa (129.50 y 128.38 picudos promedio/trampa/quincena, respectivamente), seguidos del insecticida malatión con 107.38. Para monitoreo del picudo se sugiere usar trampas TOCCIA con agua jabonosa o propilenglicol (alternativa viable para producción orgánica), o trampas TOCCI con insecticida malatión o clorpirifós. Para trapeo masivo de este picudo se sugiere usar trampas TOCCI con insecticida clorpirifós.

**Palabras clave:** Agentes de aniquilación, *Scyphophorus acupunctatus*, trapeo, manejo.

**Key words:** Killing agents, *Scyphophorus acupunctatus*, trapping, management.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ¿FUNCIONA EL TRAMPEO MASIVO PARA LA REDUCCIÓN DE POBLACIONES DE *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal EN MAGUEY ESPADÍN?

### [IS MASS TRAPPING STRATEGY AN OPTION FOR *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal POPULATION REDUCTION IN ESPADÍN MAGUEY?]

Pedro Figueroa-Castro<sup>1</sup>, Julio C. Rojas<sup>§2</sup>, Víctor López-Martínez<sup>1</sup>, Héctor Gonzalez-Hernandez<sup>3</sup>,  
Martín Perez-Figueroa<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos. <sup>2</sup>Grupo Ecología y Manejo de Artrópodos, El Colegio de la Frontera Sur, Km 2.5, CP 30700, Tapachula, Chiapas, México. <sup>3</sup>Fitosanidad-Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, Km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México. <sup>4</sup>Productor Independiente de agave, Jojutla, Morelos. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [jrojas@ecosur.mx](mailto:jrojas@ecosur.mx)

El picudo del agave, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Dryophthoridae) es la plaga que causa daños de mayor importancia económica en agaves silvestres y cultivados en México. Su control se dificulta debido a sus hábitos y a que todo su ciclo biológico se completa en el interior de la planta de agave y solo es posible actuar sobre los adultos migrantes. Recientemente, se desarrolló un sistema de trampeo basado en semioquímicos para monitorear a este insecto (1 trampa cada 200 a 250 m, equivalente a una trampa cada 4 o 6 ha, respectivamente), pero este sistema no se ha probado masivamente para reducir las poblaciones de dicha plaga. El objetivo de esta investigación fue evaluar el trampeo con infoquímicos en la captura masiva de *S. acupunctatus* en maguey espadín. Esta investigación se realizó en una plantación de maguey espadín *Agave angustifolia* Haw., de 5 ha y 4 años de edad, en Tlaltizapán, Morelos. En dicha plantación se colocaron un total de 20 trampas (4 trampas/ha). Se usaron trampas TOCCI cebadas con feromona Agavenol® y 300 g de cebo alimenticio (plátano maduro) y como agente aniquilante para retener los picudos capturados se aplicó insecticida clorpirifós etil. La feromona se reemplazó cada 2 meses, el cebo alimenticio y la aplicación del insecticida se realizaron cada 15 días. Las revisiones de trampas se efectuaron cada 15 días. La variable de respuesta fue el número de picudos promedio/trampa/quincena, además del porcentaje de plantas con presencia de picudo y daños (al inicio y al final del estudio). Los datos de captura indican una reducción constante de la población del picudo, de 542.8 picudos/trampa/quincena a 2.8 picudos/trampa/quincena. Se sugiere realizar estudios complementarios, áreas más extensas y en otras regiones.

**Palabras clave:** *Picudo del agave, trampas con feromona, trampeo, manejo.*

**Key words:** *Agave weevil, pheromone-baited traps, trapping, management.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## MANEJO INTEGRADO DEL AGROECOSISTEMA MAGUEY PARA EL CONTROL DE *Scyphophorus acupunctatus* Gyll.

### [INTEGRATED AGAVE AGROECOSYSTEM MANAGEMENT FOR CONTROL OF *Scyphophorus acupunctatus* Gyll.]

Jaime Ruiz Vega<sup>§1</sup>, Teodulfo Aquino Bolaños<sup>1</sup>, Juan Reyes Delgado Gamboa<sup>1</sup>, Carlos I. Cortés-Martínez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-OAXACA). Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230, Oaxaca. Teléfono: (951) 5170610 Ext. 82787.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [jruizv@yahoo.com](mailto:jruizv@yahoo.com)

El agave o maguey (*Agave* spp.) es una planta que conserva suelo y agua, gracias a que cuenta con un sistema radicular abundante, pero relativamente superficial, por lo que, además de representar una alternativa de producción para los campesinos ubicados en las zonas de baja precipitación y suelos de ladera de los VCO, puede contribuir a atenuar las tasas de erosión. En general el campesino magueyero considera que éste cultivo no responde al manejo, por lo cual con frecuencia no se fertiliza, no se combaten plagas ni enfermedades y no se realizan labores culturales para el control de maleza. Sin embargo, en la Zona de Ejutla, algunos campesinos han comenzado a utilizar herbicidas. Una de las plagas más importantes en la actualidad es el picudo del maguey (*Scyphophorus acupunctatus*), ya que su larva construye galerías extensas dentro de la “piña” y puede causar daños que la vuelven inutilizable para el proceso de elaboración de mezcal. La estrategia de manejo integrado de plagas (MIP) busca reducir el número de aplicaciones de insecticidas con fundamento en el muestreo para determinar los niveles de daño. Sin embargo, es más recomendable el manejo integrado del agroecosistema (MIA), donde se utilizan distintas prácticas de bajo impacto ecológico, las cuales puede contribuir a una menor presencia de plagas y enfermedades. Algunas de estas prácticas son: combate de malezas por medios mecánicos y por asociación del maguey con otros cultivos, trampeo para la reducción de la población de adultos, fertilización orgánica y control biológico.

**Palabras clave:** *Manejo integrado, policultivos, fertilización orgánica, entomopatogenos.*

**Key words:** *Integrated Management, policultures, organic fertilization, entomopathogens.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## COLECTA Y INDICES DE PATOGENICIDAD DE NEMATODOS Y HONGOS ENTOMOPATOGENOS NATIVOS EN EL PICUDO DE AGAVE *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhal) EN OAXACA, MÉXICO

### [COLLECTION AND PATHOGENICITY INDEXES OF NEMATODES AND ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS NATIVES IN PICUDO DE AGAVE *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhal) IN OAXACA, MÉXICO]

Aquino Bolaños T. <sup>§</sup>, Reyes Cortés G., Valdez Ham M., Martínez Sánchez D.

Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, C. P. 71230, Oaxaca, México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [taquino@ipn.com.mx](mailto:taquino@ipn.com.mx)

Actualmente el agave mezcalero ha aumentado su valor comercial en Oaxaca, México. Cabe señalar que la producción de mezcal está limitada por factores tecnológicos y socioeconómicos, así como por la incidencia de enfermedades y plagas (*Scyphophorus acupunctatus*) es la mayor plaga de este cultivo. El mayor esfuerzo para el combate de *este insecto* se enfoca hacia el control químico de tipo sistémico, el objetivo de este trabajo fue buscar alternativas de manejo a base de organismos biológicos nativos de hongos y nematodos entomopatógenos. Para determinar la presencia de entomopatógenos, se muestrearon adultos de *S. acupunctatus* en tres zonas productoras de Agave (Tlacolula, Ocotlán y Miahuatlán) en los Valles Centrales de Oaxaca. Se determinaron los índices de patogenicidad de nematodos y hongos entomopatógenos y de depredadores presentes en adultos de *S. acupunctatus* en plantas dañadas de *Agave* sp. El Índice Global de Parasitismo (IGP) para este estudio fue de 4.81 % de un total de 2160 insectos muestreados, En la zona de Tlacolula se encontraron 237 insectos con presencia de entomopatógenos (11%), la zona de Ocotlán con 60.4 insectos positivos siendo un (2.8%) y la zona de Miahuatlán con (0%). Del total de adultos colectadas se determinó un 8.7% con presencia de nematodos y 5.1% con presencia de hongos. Se encontró un coleóptero del género *Hololepta* semejante a *Hololepta yucateca* depredando larvas de *S. acupunctatus* que puede ser otra alternativa de manejo de *S. acupunctatus*.

**Palabras clave:** *Agave*, control biológico, entomopatógenos.

**Key words:** *Agave*, biological control, entomopathogens.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE INSECTOS EN *Agave Duragensis* Gentry EN EL ESTADO DE DURANGO

### [CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF INSECTS IN *Agave durangensis* Gentry IN DURANGO STATE]

María P. González-Castillo<sup>§</sup>, David Ramírez-Noya, Sandra C. Chávez-Ramírez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN, U-DGO). Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II Durango, Dgo. C.P. 34220, México; Becarios-COFAA-IPN. Teléfono (618) 8142091 ext. 82646. <sup>§</sup>Autor de correspondencia; [gcmay01@hotmail.com](mailto:gcmay01@hotmail.com)

En Durango se carece de información sobre insectos y daños que causan en *Agave durangensis*. El objetivo de este estudio fue describir la diversidad de insectos en comunidades naturales donde se desarrolla *A. durangensis* en dos municipios productores de mezcal en el estado. Se determinó la riqueza de especies (S), abundancia absoluta (N) y abundancia relativa (%), los índices de diversidad de Shannon, dominancia de Simpson y similitud de Jaccard, así como el número de individuos por superficie de área. Se capturaron 4654 ejemplares de artrópodos que representan a 6 taxones, 20 familias y 36 especies. La localidad con mayor abundancia relativa, fue El Mezquital (44,1%), El Venado (31,4%) y La Breña (24,5%). Los valores de las medias en la abundancia de especies entre localidades no fueron significativos de acuerdo a la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). A nivel general, tres taxones constituyeron el 82% de total de insectos colectados, que fueron Coleoptera (29%), Hemiptera (28%), e Hymenoptera (25%), los restantes alcanzaron valores menores del 8%. La mayor densidad por unidad de área fue para El Mezquital (256,87 ind/m<sup>2</sup>). La Breña y El Mezquital obtuvo la mayor diversidad ( $H' = 1.89$ ) y dominancia ( $D_{Si} = 0.74$  y  $0.78$ , respectivamente). El Venado presentó una diversidad de Shannon de  $H' = 1.55$  con una dominancia de  $D_{Si} = 0.67$ . La mayor similitud entre comunidades se observó entre la Breña y El Mezquital (47%) compartiendo 15 especies y la menor similitud fue entre El Venado y El Mezquital (28%) cooperando con 9 especies. Al agrupar a los insectos por hábitos tróficos, se observan fitófagos, depredadores y saprofitos. Las especies *Acutaspis agavis*, *Caulotops* sp., *Peltophorus polymitus* var. *leopardinos*, *Scyphophorus acupunctatus* y *Euxesta* sp, se presentaron con mayor abundancia relativa. Se registraron especies de insectos que no habían sido reportados para otras especies de *Agave*.

**Palabras clave:** *Abundancia, Agave mezcalero, Diversidad, Localidad, Riqueza.*

**Key words:** *Abundance, Mescal agave, Diversity, Locality, Richness.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## SUSCEPTIBILIDAD DE LARVAS DE MOSQUITO *Culex quinquefasciatus* (Say) A EXTRACTOS DE *Agave angustifolia* Haw

### [SUSCEPTIBILITY OF MOSQUITO LARVAE *Culex quinquefasciatus* (Say) A EXTRACTS OF *Agave angustifolia* Haw]

José Abimael Campos Ruiz<sup>§1</sup>, Fernando Ruiz Ortiz<sup>2</sup>, Rafael Pérez Pacheco<sup>2</sup>, Carlos A. Granados Echegoyen<sup>3,4</sup>, Benjamín Otto Ortega Morales<sup>4</sup>, Manuel Jesús Chan Bacab<sup>4</sup>, Manuela Reyes Estebanez<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Caravana Cultural, Tradición y Arte de Oaxaca S. C., <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-OAXACA).

<sup>3</sup>Catedras CONACYT. Centro de Estudios en Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU). Universidad Autónoma de Campeche. <sup>4</sup>Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología (DEMAB). Universidad Autónoma de Campeche.

<sup>§</sup>Autor por correspondencia: [josecampos92@gmail.com](mailto:josecampos92@gmail.com)

En los agaves, después de la cosecha se genera un problema de contaminación, puesto que la piña, representa el 45% del total de la planta, mientras que las hojas corresponden al restante 55%. Las hojas, son abandonadas después de la cosecha a cielo abierto, contaminando el ambiente debido a la forma inapropiada a que son expuestas para su degradación y al mismo tiempo sirven de hospederos plagas y enfermedades. El objetivo del trabajo fue determinar la efectividad biológica de extractos vegetales de *Agave angustifolia* sobre larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus*. Se realizaron extractos con etanol, metanol, hexano y agua, con los cuales se formularon cinco concentraciones diferentes (v/v), las cuales se colocaron en un vaso de 150 mL de capacidad que contenía 20 larvas de segundo instar tardío de *Cx. quinquefasciatus*, 99 mL de agua destilada y 1 mL de cada tratamiento. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Se realizó el registro de los estadios de desarrollo vivos y muertos diariamente hasta que el control presentara de 90 a 93% de formación de pupas. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias Tukey ( $p < 0.05$ ). Se encontró que a altas concentraciones de extracto metanólico y etanólico de *A. angustifolia* se tiene un mayor porcentaje de mortalidad total y acumulada a las 24, 48 y 72 horas, mientras que el extracto acuoso posee los mayores valores de Índice de Crecimiento Relativo (ICR) y viabilidad de pupa a adulto. El efecto ejercido por los extractos de hojas secas de *A. angustifolia* muestran que estas contienen elementos secundarios de diferentes grupos químicos que pueden utilizarse como una medida sustentable y ecológica para el combate de culicido.

**Palabras clave:** *Espadín, mortalidad, viabilidad, durabilidad.*

**Key words:** *Espadin, mortality, viability, durability.*

# **MESA “F”: AGAVES Y SALUD.**

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## JARABES DE AGAVE: CARACTERIZACIÓN DE CARBOHIDRATOS, AUTENTICIDAD Y POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO

### [AGAVE SYRUPS: CARBOHYDRATES CHARACTERIZATION, AUTHENTICITY AND BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL]

Erika Mellado Mojica<sup>§</sup>, Mercedes G. López.

Depto. Biotecnología y Bioquímica. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) Unidad Irapuato. Irapuato, Gto. México.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [emellado@gmail.com](mailto:emellado@gmail.com)

México es considerado el centro de origen, evolución y diversificación del género *Agave* (>75% de sus especies son endémicas). Los fructanos (polímeros de fructosa) son almacenados como carbohidratos de reserva por aprox. el 15% de las plantas superiores. El género *Agave* almacenan fructanos con estructuras moleculares complejas conformados por enlaces  $\alpha(2-1)$ ,  $\alpha(2-6)$ , ramificaciones y unidades de glucosa interna (enlaces tipo neoserie) denominados agavinas. En la industria alimenticia las agavinas son muy atractivas debido a su potencial prebiótico confiriendo efectos benéficos en la salud de quien las consume. Sin embargo, un nuevo subproducto, el Jarabe de agave, ha llamado la atención por su alto poder edulcorante y bajo índice glicémico. Por lo que resulta de gran importancia estudiar las propiedades fisicoquímicas, composición de carbohidratos, autenticidad y potencial biotecnológico de éstos, de acuerdo a su origen botánico. En el presente trabajo se muestra los estudios comparativos entre jarabes de agave (Jarabes de *Agave tequilana* y *A. salmiana*) y endulzantes naturales (jarabes de maíz, caña y maple; y miel de abeja) utilizando herramientas analíticas como TLC, HPAEC-PAD y FTIR. Los datos obtenidos han permitido establecer el perfil único de carbohidratos (huella digital), parámetros de calidad, validación y/o autenticidad, su clasificación y discriminación espectroscópica entre los diferentes edulcorantes con la finalidad de establecer nichos específicos de uso y aplicaciones biotecnológicas para los jarabes de agave (de acuerdo a su origen botánico) en la industria alimenticia y salud.

**Palabras clave:** *Autenticidad, Endulzante natural, Fructooligosacáridos, Jarabe de agave, Perfil de carbohidratos.*

**Keywords:** *Agave syrups, Authenticity, Carbohydrates fingerprint, Natural sweetener, Fructooligosaccharides.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACION DEL DULCE TRADICIONAL DE *Agave ssp.* DE LA MIXTECA

### [CHARACTERIZATION OF THE PROCESS OF THE PREPARATION OF THE TRADITIONAL SWEET DE *Agave ssp.* OF THE MIXTECA.]

Elizabeth García López<sup>§1</sup>, Felipe de Jesús Palma Cruz<sup>1</sup>, Claudia López Sánchez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Av. Ing. Víctor Bravo Ahuja # 125 esq. Clz. Tecnológico. C.P. 68030. Oaxaca. Oax. Tels. (951) 5015016. Conmut. Ext. 201. <sup>§</sup>Autor para correspondencia [luna.abeth01@gmail.com](mailto:luna.abeth01@gmail.com)

El estado de Oaxaca es una cuna de 16 grupos étnicos, entre los que destaca los mixtecos que se establecieron en una región geográfica denominada la Mixteca. Se ha caracterizado por su inigualable gastronomía un ejemplo de esto es el dulce tradicional elaborado con maguey papalomé (*Agave potatorum* Zucc.) y Coyul (*Oxalis* spp.). Cabe destacar las propiedades para la preparación de este dulce, ya que la familia de los Agavaceas al cual pertenece el género *Agave* contiene una gran cantidad de fructanos, cerca del 65% de los carbohidratos totales (Mancilla-Margalli y López, 2006). Considerando lo anterior en este trabajo, se caracterizó el procedimiento de elaboración del dulce tradicional, mediante el cual, los fructanos de *Agave potatorum* son hidrolizados hasta fructosa con el empleo de plantas completas de *Oxalis* sp. en comunidades distintas de la Región Mixteca de Oaxaca. De igual forma se reconocieron los nombres en mixteco utilizados para designar a cada uno de los materiales biológicos utilizados, así como los productos generados por la transformación. Por otro lado se realizó una comparación entre los procedimientos realizados en seis comunidades distintas de la región mixteca y las diferentes formas que son utilizadas las especies referidas. Los resultados obtenidos fueron: básicamente se utiliza tres ingredientes para la elaboración; trozos de tallo de Maguey papalomé, tallos y hojas de coyul (*Oxalis* sp.) y agua en cantidades suficientes. La temperatura de cocción oscila entre 85 y 90 °C la duración de la cocción fue de 6 a 7 horas. Y por último se realizó el análisis bromatológico para conocer el valor nutricional del producto. El producto final es un alimento agrídulce gracias a la hidrólisis de los fructanos. Cabe destacar que este dulce solamente se elabora en tiempos de lluvias debido a que solo en esta época se puede coleccionar el *oxalis*. El conocimiento de la preparación del dulce es ancestral pero desafortunadamente se está quedando en el olvido por razones transculturales al grado que actualmente solamente las personas de tercera edad resguardan este saber.

**Palabras clave:** *Descripción, maguey, alimento, cultura, análisis, oxalis.*

**Key words:** *Description, maguey, food, culture, oxalis.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN HOJAS DE *Agave potatorum* Zucc.

### [DETERMINATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN LEAVES OF *Agave potatorum* Zucc]

Bautista-Santiago G<sup>§1</sup>, Santiago-García PA<sup>2</sup>, Martínez-Gutiérrez GA<sup>2</sup>, Pérez-Herrera A<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Universidad de la Sierra Juárez, Avenida Universidad S/N, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México C.P. 68725.

<sup>2</sup> Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Hornos N° 1003, Col. Nochebuena, Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca, México. C.P 71230. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [ciela-98@hotmail.com](mailto:ciela-98@hotmail.com)

El género agave es considerado de gran importancia en México debido a su gran cantidad de propiedades atribuidas a la presencia de compuestos bioactivos que se almacenan en casi toda la planta. Sin embargo para *A. potatorum* Zucc esta información permanece oculta y sobre todo con respecto a las hojas, con la finalidad de conocer los principios activos presentes en *A. potatorum* Zucc el objetivo de este trabajo fue determinar los parámetros fisicoquímicos y la cuantificación de los compuestos bioactivos presentes en las hojas del *Agave potatorum* Zucc de 2, 4 y 6 años de crecimiento procedentes de la comunidad de San Francisco Infiernillo. Las variables analizadas fueron el porcentaje de humedad, cenizas, °Brix, saponinas, fenoles y flavonoides, para la determinación fisicoquímica se consideraron los métodos establecidos por el AOAC y para la cuantificación de los compuestos bioactivos se realizaron extractos etanólicos y se leyeron de acuerdo a su absorbancia mediante la técnica de espectrofotometría de UV visible. Los resultados obtenidos indicaron que en las hojas de 6 años se encontró la mayor concentración de fenoles y flavonoides. En cuanto a saponinas la mayor concentración fue en las hojas de 4 años. Los resultados obtenidos fueron analizados con estadística descriptiva, ANOVA y Tukey mediante el uso del programa SPSS 15.0.

**Palabras clave:** *Agave, compuestos bioactivos, hojas.*

**Key words:** *Agave, bioactive compounds, leaves.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## EVALUACION DE LOS FRUCTANOS DE AGAVE COMO AGENTE ENCAPSULANTE

### [EVALUATION OF AGAVE FRUCTANS AS AN ENCAPSULANT AGENT]

Miriam Rodríguez-Aparicio<sup>1</sup>, Irving Hernández-Sosa<sup>2</sup>, Delia Soto-Castro<sup>1</sup>, Miguel Chávez-Gutiérrez<sup>1</sup>, Patricia Santiago-García<sup>§1</sup>, Mercedes G. López<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional – Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-OAXACA). Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán C.P.71230, Oaxaca. <sup>2</sup>Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca. Av. Universidad S/N C.P. 71270, Zimatlán, Oaxaca. <sup>3</sup>Depto. Biotecnología y Bioquímica. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) Unidad Irapuato. Irapuato, Gto. México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [psanti\\_02@yahoo.com.mx](mailto:psanti_02@yahoo.com.mx)

Los fructanos de *Agave potatorum* Zucc son carbohidratos solubles de alto grado de polimerización y se han propuesto como ingredientes funcionales por su efecto prebiótico. Los arándanos son una fuente importante de antocianinas las cuales son sustancias altamente coloreadas reconocidas por su capacidad antioxidante, uno de los problemas del arándano usado como colorante alimenticio es su baja estabilidad, por tal motivo el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de los fructanos de agave como agente encapsulante en el secado por aspersión del jugo de arándano. El concentrado de arándano fue secado en un secador por aspersión utilizando como encapsulante a los fructanos de agave probando para ello, tres temperaturas diferentes con una misma concentración de fructanos. Los datos obtenidos muestran que la menor pérdida de color de las muestras fue a temperatura de entrada y salida de 140 °C y 80°C respectivamente, una presión de 0.3 Kpa y un flujo de alimentación de 2mil/min, con estas condiciones se obtuvo un polvo soluble con las siguientes características: una solubilidad de 91.139%, 1.6% de humedad y una higroscopicidad del 17%, con un contenido de fructanos del 39% y un contenido de fenoles totales de 33.66 mg/gr de muestra seca. Los polvos de arándanos fueron almacenados en frascos color ámbar y se mantuvieron en ambientes libres de humedad. Las variaciones en las características del polvo almacenado por 6 meses en estas condiciones presentaron una variación del color de  $\Delta E=2.36$ . Los fructanos de *Agave potatorum* Zucc sirven como agente encapsulante en el secado por aspersión de arándano ya que los polvos solubles obtenidos presentan muy poca variación en el deterioro del color y en el contenido de fenoles después de 6 meses de almacenamiento.

**Palabras clave:** *Agave potatorum* Zucc, secado por aspersión, antocianinas.

**Key words:** *Agave potatorum* Zucc, spray-dried, anthocyanins.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## BIOSINTESIS DE FRUCTANOS EN UN SISTEMA MEDIADO POR FRUCTOSILTRANSFERASAS DE AGAVE (FAZY)

### [FRUCTOOLIGOSACCHARIDES BIOSYNTHESIS MEDIATED BY FRUCTAN AGAVE ENZYMES (FAZY)]

Guevara P.<sup>1</sup>, López M.G.<sup>1§</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Irapuato, México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [mlopez@ira.cinvestav.mx](mailto:mlopez@ira.cinvestav.mx)

Las agavinas, el grupo más reciente de fructanos, son polímeros de fructosa neo-ramificados y unidos mediante enlaces  $\beta$  (2, 1) y  $\beta$  (2, 6) con distinto grado de polimerización (DP) del género Agave. Distintas enzimas fructosiltransferasas de la familia GH32, sintetizan y almacenan los fructanos en la vacuola de las células vegetales, en donde los principales sustratos para iniciar la síntesis son 1-kestosa y sacarosa. En *A. tequilana*, el DP está directamente relacionado con la edad de la planta, encontrando entre los 2 y 5 años fructanos de corto DP (FOS). Los fructanos son utilizados en la industria alimentaria para diversos fines, sin embargo los FOS son utilizados para promover la salud. La actividad prebiótica de las agavinas ha sido evaluada en modelos murinos, mostrando un incremento en la concentración de ácidos grasos de cadena corta, los cuales se han relacionados con la promoción de saciedad y reversión de desórdenes metabólicos causados por el sobrepeso u obesidad. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue obtener FOS usando como sustrato los carbohidratos de la corona de plantas de *F. x ananassa* y protoplastos de *A. tequilana* como fuente de fructosiltransferasas. La formación de productos en el sistema de biosíntesis se monitoreo mediante cromatografía de capa fina (TLC) y cromatografía de intercambio aniónico acoplada a un detector de pulso amperométrico (HPAEC-PAD) encontrándose que a las 12 y 24 horas de reacción la formación de 1-kestosa y 6-kestosa respectivamente alcanzan su máxima concentración, evidenciado la actividad FAZY (1-SST y 6-SFT). Hasta el momento no existen FOS de agave en la industria alimenticia por lo que este sistema presenta una excelente opción en la producción de este tipo de prebióticos.

**Palabras claves:** FOS, TLC, HPAEC-PAD, 1-SST, 6-SFT.

**Key words:** FOS, TLC, HPAEC-PAD, 1-SST, 6-SFT.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## FRUCTANOS DE *Agave angustifolia* y *A. potatorum* AFECTAN LAS HORMONAS RELACIONADAS CON LA SACIEDAD (GLP-1 Y GRELINA) EN RATONES

### [FRUCTANS FROM *Agave angustifolia* AND *Agave potatorum* AFFECT SATIETY-RELATED HORMONES (GLP-1 AND GHRELIN) IN MICE]

Patricia A. Santiago-García<sup>1</sup> y Mercedes G. López<sup>§2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca, C.P. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

<sup>2</sup>Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN-Unidad Irapuato, C.P. 36821, Irapuato, Gto., México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [psanti\\_02@yahoo.com.mx](mailto:psanti_02@yahoo.com.mx)

Los fructanos de agave (agavinas) actúan como una fibra dietaria fermentable y han llamado su atención debido a su potencial prebiótico para reducir el riesgo de algunas enfermedades. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación de una dieta estándar (STD) con 10% de fructanos de agave de bajo grado de polimerización (SDP) de *Agave angustifolia* Haw. (AASDP) o *Agave potatorum* Zucc. (APSDP) junto con los fructanos de achicoria (RSE) como referencia durante 5 semanas. Se utilizaron 24 ratones machos de 12 semanas de edad, de la cepa C57BL/6 y se evaluó la ingesta de alimento, aumento de peso y hormonas gastrointestinales relacionadas con la saciedad (GLP-1 y grelina) en el colon y en sangre. También se determinó el perfil de lípidos y glucosa en sangre y ácidos grasos de cadena corta (SCFAs) del colon en ratones alimentados *ad libitum*. Al final del experimento se colectaron, muestras de sangre de la vena porta para medir péptido-1 tipo glucagón (GLP-1) y grelina usando los kits RIA y EISA respectivamente. La ingesta de energía, ganancia del peso del cuerpo y los triglicéridos tuvieron valores bajos en ratones alimentados con fructanos que en los ratones alimentados con la dieta STD. Las dietas AASDP, APSDP y RSE incrementaron los niveles de GLP-1 (40, 93 y 16% respectivamente vs STD) mientras que la grelina decreció (16, 38 y 42 %, respectivamente). Nosotros concluimos que los fructanos de bajo DP de *Agave angustifolia* y *A. potatorum* son capaces de promover la secreción de los péptidos involucrados en la regulación del apetito, lo cual puede ayudar al control de la obesidad y desórdenes metabólicos asociados.

**Palabras clave:** *Fructanos, GLP-1, grelina, ácidos grasos de cadena corta.*

**Keywords:** *Fructans, GLP-1, ghrelin, short-chain fatty acids.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## VARIACION DEL CONTENIDO DE AZUCARES REDUCTORES TOTALES EN AGAVE CENIZO DESPUES DEL CASTRADO

### [VARIATION OF SUGAR CONTENT TOTAL REDUCERS IN AGAVE ASHEN AFTER THE CASTRADE]

Armando Cifuentes Díaz de León<sup>§1</sup>, Gildardo Orea Lara<sup>1</sup>, J. Manuel Pensaven Esquivel<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-DURANGO). <sup>3</sup>(COFAA) Sigma 119 fracc. 20 noviembre II C.P. 34442 Durango, Dgo. Teléfono: (675)8651794 Ext. 82626. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Durango, Boulevard Felipe Pescador 1830, Nueva Vizcaya, 34080 Durango, Dgo. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [acifuentesdl@yahoo.com.mx](mailto:acifuentesdl@yahoo.com.mx)

En el sureste del estado de Durango diversas especies de maguey silvestre se utilizan en la producción de mezcal. Para aprovechar las reservas acumuladas de la planta, se realiza el desquite o castrado. Posteriormente se esperan un mínimo de tres a veinticuatro meses para la cosecha, ya que se considera necesario para que el agave almacene el máximo de azúcares en tallo o piña y evitar su desmoronamiento después de la cocción. Esta práctica incrementa los costos de producción de mezcal y no es utilizada en *A. tequilana* W. y *A. angustifolia*. De ahí la importancia del presente estudio para determinar la variación del contenido de azúcares reductores totales (ART) y el contenido de humedad en agave cenizo después del castrado. Se eligieron tres localidades: Ejido Santa Elena, municipio de Nombre de Dios, Las Presas municipio de Mezquital, y El Tanque municipio de Vicente Guerrero Durango. Se realizaron tres muestreos con intervalos de tres meses cada uno, iniciando el 24 de marzo y finalizando el 24 de septiembre. Se midió el porcentaje de ART y el de humedad. Las muestras se tomaron utilizando una barrena tipo Pressler, modificada del diámetro, para no destruir la planta. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas en cuanto al contenido del % de ART y de humedad para los tres muestreos realizados en cada una de las localidades. Los valores promedio más altos encontrados de ART para cada localidad fueron: 20% para el Tanque, 21% en Las Presas y 22% para el ejido Santa Elena. Respecto al porcentaje de humedad los valores máximos encontrados fueron de: 76% para el Tanque, 73% en Las Presas y 70% para el ejido Santa Elena. Esto permite inferir que no existe incremento de ART en las piñas de agave después de nueve meses de castrado y tampoco disminución del contenido de humedad.

**Palabras clave:** *Castrado A. durangensis*, ART, Durango.

**Key words:** *Castrated A. durangensis*, ART, Durango.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## UN MÉTODO RÁPIDO Y CONFIABLE PARA LA EXTRACCIÓN DE PROTEÍNAS TOTALES DE AGAVE SPP. (Y DE OTRAS PLANTAS SUCULENTAS) PARA SU ANÁLISIS PROTEÓMICO

### [A RAPID AND RELIABLE METHOD FOR TOTAL PROTEIN EXTRACTION FROM AGAVE SPP. (AND OTHER SUCCULENT PLANTS) FOR PROTEOMIC ANALYSIS]

Viridiana Rivas<sup>1</sup>, Fernando Lledías<sup>1</sup>, Felipe Hernández<sup>2</sup>, Abisaí García-Mendoza<sup>2</sup>, Gladys Cassab<sup>1</sup>, Jorge Nieto Sotelo<sup>2§</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biología Molecular de Plantas. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad # 2001, Col. Chamilpa C.P. 62210 Cuernavaca, Morelos, México, <sup>2</sup>Jardín Botánico. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tercer Circuito Exterior, s/n, Coyoacán, Cd. Universitaria, 04510 Ciudad de México, México. §Autor para correspondencia: jorge.nieto@ib.unam.mx

Las plantas CAM tienen algunas características morfológicas tales como las hojas suculentas y reducidas, las cutículas gruesas y los estomas modificados que les ayudan a prevenir la pérdida de agua y la irradiación solar excesivas. También, como parte de su adaptación a los ambientes xéricos, las plantas producen compuestos entre los que se destacan los polisacáridos complejos, pigmentos, ceras y terpenoides, además de una serie de proteasas no caracterizadas. Todos estos elementos interfieren con el análisis de las proteínas por técnicas electroforéticas. La ausencia de protocolos adecuados para la extracción de proteínas totales ha limitado el estudio de las plantas suculentas a nivel molecular. En este trabajo presentamos un protocolo que puede aplicarse a una amplia variedad de plantas CAM con resultados reproducibles. Nuestra técnica permite obtener perfiles complejos de bandas de proteínas bien resueltas en geles de poliacrilamida/SDS a partir de extractos de diferentes miembros de las subfamilias Agavoideae (*Agave*, *Yucca*, *Manfreda*, y *Furcraea*), Nolinoideae (*Dasyllirion* and *Beucarnea*), así como de la familia Cactacea. El método se basa en la solubilidad diferencial de los contaminantes y de las proteínas en presencia de acetona y soluciones con pHs distintos. Una modificación del protocolo básico permitió el análisis de muestras por geles bidimensionales para el análisis proteómico. De esta forma, por medio de espectrometría de masas y la secuenciación *de novo* de un “punto” de un gel bidimensional, identificamos una furostanol glicósido 26-O-β-glucosidasa (una enzima involucrada en la síntesis de saponinas esteroides) a partir de un extracto de *Agave attenuata*.

**Palabras clave:** *Agave*, *Plantas CAM*, *extracción de proteínas*, *electroforesis*, *espectrometría de masas*.

**Keywords:** *Agave*, *CAM plants*, *protein extraction*, *protease*, *electrophoresis*, *mass spectrometry*.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## ART EN AGAVE MEZCALERO DE TRES EJIDOS DEL MUNICIPIO DE SUCHIL, DURANGO

### [ART IN AGAVE MEZCALERO OF THREE EJIDOS OF THE MUNICIPALITY OF SUCHIL, DURANGO]

Armando Cifuentes Díaz de León<sup>§1a</sup>, Gildardo Orea Lara<sup>1a</sup>, J. Manuel Pensaben Esquivel<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-DURANGO). <sup>a</sup>(COFAA) Sigma 119 fracc. 20 noviembre II C.P. 34442 Durango, Dgo. Teléfono: (675)8651794 Ext. 82626. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Durango, Boulevard Felipe Pescador 1830, Nueva Vizcaya, 34080 Durango, Dgo. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [acifuentesdl@yahoo.com.mx](mailto:acifuentesdl@yahoo.com.mx)

En sureste del estado de Durango, en la elaboración de mezcal es el Agave mezcalero o cenizo. Es extraído sólo de poblaciones naturales. Su principal medio de propagación es por semilla (94 al 96 % de germinación), por lo que varía el genotipo y fenotipo. El *Agave durangensis*, es la variedad más explotada y con frecuencia presenta una fuerte variación en cuanto al contenido de azúcares, tamaño de piña y tiempo de maduración, lo que hace variar el volumen y la calidad de mezcal obtenido. En esta investigación se realizó una evaluación de la concentración de azúcares reductores totales (ART) en piñas maduras de Agave mezcalero de plantas cosechadas en poblaciones naturales de los Ejidos de Súchil, Alejandro y San Miguel de la Michilia del municipio de Súchil, Dgo. Las poblaciones a muestrear se determinaron a través del uso de imágenes de “Polígonos Digital Geo referenciados” y mediante la información de los comisariados de los tres ejidos. Los puntos de muestreo se determinaron mediante la utilización de un método dirigido. A las muestras seccionadas, se les fraccionó en forma más pequeña, procurando que quedará lo más homogénea para ser pesada, posteriormente se determinaron los azúcares reductores totales, mediante el método propuesto por Lane y Eynon, (AOAC, 1990) y NOM-070-1994. La información obtenida de las variables evaluadas de cada sitio muestreado, se analizaron bajo un diseño experimental completamente al azar, utilizando el algoritmo SAS. Los tres Ejidos Alejandro, San Miguel de la Michilia y Súchil, así como el porcentaje de Azúcares Reductores Totales (ART) de la piña de agave Variables fenológicas AP, DO, LH, AMH, ABH, NH, LET, NED, DE, DP, PF. De acuerdo al análisis estadístico, no hubo diferencias estadísticas en el contenido de azúcares reductores totales (ART) entre las plantas muestreadas de los tres ejidos. El promedio de la concentración de ART y peso de la piña fue: 14.3% de ART y de 19.7 kg (Ejido Alejandro), 17.3% de ART y de 50.3 kg (Ejido San Miguel de la Michilia) y 13.7 % de ART y de 50.3 kg, (Ejido Súchil). Los análisis individuales muestran que la mayor concentración de ART se obtuvo en piñas con peso de 20 kg, con un contenido de 21 %, mientras que en piñas de 200 kg se tuvo una concentraciones de 10%, por lo que puede inferirse, que a medida que incrementa el peso de la piña disminuye la concentración de ART.

**Palabras clave:** *Agave durangensis*, ART, Durango, Fenología.

**Key words:** *Agave durangensis*, ART, Durango, Phenology.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## EFFECTO DE LOS FRUCTANOS DE AGAVE SOBRE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y METABÓLICOS EN RATONES DIABÉTICOS

### [EFFECT OF AGAVE FRUCTANS OF HEMATOLOGIC AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN DIABETIC MICE]

María José Hernández Granados<sup>1</sup>, Alicia del Rosario Martínez Yáñez<sup>1</sup>, José Mario Mendoza Carrillo<sup>1</sup>, Joel Ramírez Emiliano<sup>2</sup>, Elena Franco Robles<sup>§1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Veterinaria y Zootecnia. Campus Irapuato-Salamanca. División de Ciencias de la Vida. Universidad de Guanajuato. Ex Hacienda El Copal, Km. 9. Carretera Irapuato-Silao A.P. 311 . C.P. 36500 . Irapuato, Gto. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Médicas. Campus León. División de Ciencias de la Salud. Universidad de Guanajuato.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [e.francoables@ugto.mx](mailto:e.francoables@ugto.mx)

La diabetes mellitus es considerada una enfermedad metabólica común que se presenta frecuentemente en humanos y recientemente se ha diagnosticado en animales. Recientemente, se ha sugerido que los fructanos pueden tener repercusión en patologías metabólicas como obesidad y diabetes. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los fructanos de agave sobre parámetros hematológicos y metabólicos en ratones diabéticos y controles. Se utilizaron 20 ratones hembras de 20 semanas de edad, 10 de la cepa C57BL/6 y 10 de la cepa db/db. Se formaron cuatro grupos, dos controles (grupo 1 sano y grupo 3 diabético) y dos grupos con tratamiento de fructanos de *Agave tequilana* al 10% (grupo 2 sano y grupo 4 diabético) durante 4 semanas. Los ratones fueron pesados una vez a la semana así como las excretas por grupo y se registró el alimento y bebida consumidos diariamente. De la sangre total se analizaron los siguientes parámetros: conteo de eritrocitos y leucocitos totales, hematocrito, hemoglobina, glucosa, triglicéridos y colesterol total. Nuestros resultados muestran que los ratones del grupo 2 y 4 disminuyeron su ingesta de alimento ( $13.5 \pm 0.5\text{g}$ ;  $28.6 \pm 0.7\text{g}$ ,  $p < 0.01$ ) respecto a los grupos controles respectivos 1 y 3 ( $15.6 \pm 0.4\text{g}$ ;  $32.6 \pm 0.5\text{g}$ ) y la ingesta de agua ( $20.3 \pm 0.5\text{mL}$ ;  $35.6 \pm 0.8\text{mL}$ ;  $p < 0.01$ ) respecto a los grupos 1 y 3 ( $22.9 \pm 0.9\text{mL}$ ;  $41.8 \pm 0.3\text{mL}$ ). El grupo 4 tuvo una menor excreción ( $178.1 \pm 3.6\text{g}$ ) respecto a su control ( $146.7 \pm 3.5\text{g}$ ;  $p < 0.01$ ). El hematocrito del grupo 4 ( $51 \pm 2\%$ ) disminuyó respecto al grupo 3 ( $59 \pm 2\%$ ;  $p < 0.05$ ). Los niveles de glucosa y triglicéridos en el grupo 4 disminuyeron 29.4% y 34% respectivamente en comparación con su grupo control. Los fructanos de agave atenúan los signos clínicos de la diabetes, polifagia, poliuria y polidipsia a través del control de la hiperglucemia, lo que sugiere que puedan funcionar como un tratamiento alternativo en esta patología.

**Palabras clave:** *prebióticos, diabetes, polifagia, poliuria, polidipsia.*

**Keywords:** *prebiotics, diabetes, polyphagia, poliuria, polidipsia.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## EVALUACIÓN IN VITRO DE LOS FRUCTANOS DE *Agave potatorum* Zucc. DE DIFERENTES EDADES.

### [EVALUATION *IN VITRO* OF FRUCTANS FROM *Agave potatorum* Zucc. TO DIFFERENT AGES]

Vyniza Analhy Pascual Pacheco<sup>1</sup>, Aleyda Pérez Herrera, Teodulfo Aquino Bolaños<sup>1</sup>, Santiago García Patricia<sup>§1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, C.P. 71230, Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán.<sup>2</sup>  
Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN-Unidad Irapuato, C.P. 36821, Irapuato, Gto., México.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [psanti\\_02@yahoo.com.mx](mailto:psanti_02@yahoo.com.mx)

El género *Agave* almacenan polímeros de fructosa con enlaces  $\beta(2-1)$ ,  $\beta(2-6)$  y unidades de glucosa interna (enlaces tipo neoserie) denominados agavinas, los cuales escapan a la acción de las enzimas digestivas, por lo tanto, alcanzan el colon y sirven como substrato fermentativo de bacterias probióticas beneficiando la salud del hospedero. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad prebiótica de los fructanos de *Agave potatorum* de plantas de 2, 3, 4, 5, 6 y 7 años con 6 especies de Bifidobacterias en medio de cultivo de Mann Rogosa y Sharpe (MRS) con 10g/L de agavinas y en condiciones anaeróbicas. Después de 20 horas de incubación se midió la densidad óptica (DO) a 630 nm y el pH. Los datos obtenidos muestran que todas las Bifidobacterias tuvieron valores de DO más altos significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con agavinas que con las inulinas comerciales. *Bifidobacterium:animalis* tuvo un crecimiento altamente significativo con fructanos de 5 años y *Bifidobacterium longum* tuvo un efecto significativo con fructanos de plantas de *Agave potatorum* de 2, 4 y 5 años. El crecimiento y la disminución del pH con fructanos de 5 años mostraron una correlación positiva de 0.92. En conclusión, los fructanos de plantas de 2, 4 y 5 años fueron los que estimularon el crecimiento de Bifidobacterias más eficientemente comparadas con las agavinas de plantas de 6 y 7 años de edad.

**Palabras clave:** *Agave potatorum*, fructanos, prebióticos.

**Keywords:** *Agave potatorum*, fructans, prebiotics.

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## EVALUACIÓN DE LAS AGAVINAS COMO SUSTITUTO DE GRASA EN LA PRODUCCIÓN DE GALLETAS

### [EVALUATION OF AGAVINS AS FAT REPLACEMENT IN THE COOKIES MANUFACTURE]

Patricia A. Santiago-García<sup>§1</sup>, Erika Mellado-Mojica<sup>2</sup>, Frank M. León-Martínez<sup>1</sup>, Mercedes G. López<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca, C.P. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. <sup>2</sup>Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN- Unidad Irapuato, C.P. 36821, Irapuato, Gto., México.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [psanti\\_02@yahoo.com.mx](mailto:psanti_02@yahoo.com.mx)

Los fructanos de agave (agavinas) como nuevo prebiótico e ingrediente funcional son muy atractivos por conferir efectos benéficos en la salud, sin embargo, son escasos los reportes sobre sus propiedades tecnológicas. El objetivo de este estudio fue evaluar la funcionalidad tecnológica de las agavinas de *Agave angustifolia* de alto grado de polimerización (AALDP) como sustituto de grasa a (FR\_10, FR\_20 y FR\_30%) en la producción de galletas. Se evaluaron las propiedades reológicas de la masa, la composición química, las propiedades funcionales y la evaluación sensorial, utilizando técnicas y herramientas analíticas. Los datos obtenidos indican que las agavinas tienen un efecto reológico en la masa encontrando que a medida que aumenta el contenido de éstas, produjeron una masa menos plástica, con un comportamiento predominantemente viscoelástico. Datos sensoriales reportan similitud en las características de calidad de las galletas que contienen fructanos hasta un 20% de sustituto de grasa. El análisis por espectros FT-IR de las galletas mostró fuertes diferencias en las bandas de absorción a 2900, 1700, 1150 y 936 cm<sup>-1</sup>, correspondientes a la región de ácidos grasos, carbohidratos y fructanos. Los datos obtenidos han permitido establecer que las agavinas de alto DP de *Agave angustifolia* tienen un potencial como sustituto de grasa, con ventajas nutricionales y capacidad prebiótica de las galletas, contribuyendo a reducir la ingesta energética en humanos.

**Palabras clave:** *Agave angustifolia*, fructanos, sustitutos de grasa, prebióticos.

**Key words:** *Agave angustifolia*, fructans, fat replacers, prebiotic.

# **MESA “G”: MEDIO AMBIENTE.**

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## GEOGRAFÍA FÍSICA DEL ESPACIO NATURAL DE *A. Potatorum* Zucc., EN UNA MICROREGION MARGINADA DE OAXACA, MEXICO

### [PHYSICAL GEOGRAPHY OF THE NATURAL SPACE OF *A. Potatorum* Zucc. IN A MARGINATED MICROREGION OF OAXACA, MEXICO]

Cirenio Escamiroso Tinoco<sup>1§</sup>, Gabino Alberto Martínez Gutiérrez<sup>1</sup>, Raúl Rivera García<sup>1</sup>, Dora Lilia Guzmán Cruz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR.IPN-U. Oaxaca), Calle Hornos 1003, Colonia Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca C. P. 71230, Oaxaca de Juárez, Oax.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [cescamiroso@ipn.mx](mailto:cescamiroso@ipn.mx)

En Oaxaca México, y con ayuda de fuentes de información geográfica disponible como INEGI, CONABIO y RAN, se identificaron 13 distritos en el Estado de Oaxaca donde se cultivan especies nativas de agave en una superficie aproximada de 31,287 km<sup>2</sup>., distribuidas en 256 comunidades localizadas principalmente en la “Región del Mezcal”, del Estado de Oaxaca, que está incluido en la Denominación de Origen Mezcal, que incluye otros ocho estados de la república. En la microrregión Mixteca-Zapoteca denominada (Mix-Za), localizada en las zonas limítrofes de los Distritos de; Concepción Nochixtlan, Zimatlan de Álvarez y Villa de Zaachila y llamada (Mix – Za), por sus habitantes y por la prevalencia de las lenguas nativas como la Zapoteca y Mixteca e integrada por las comunidades de; Infiernillo San Francisco, San José Río Minas, Río Minas, San Miguel Piedras, Chidoco de Juárez, Yutanduchi de Guerrero, San Pedro Tezacoalco, San Mateo Sindihui, comunidades que no están incluidas en la “Región del Mezcal de Oaxaca” y producen mezcal principalmente de (*A. Potatorum* Zucc.), que por su excelente sabor es demandado por el consumidor, pero ha estado marginado de los canales de comercialización por el bajo volumen de producción y por la ausencia de procedimientos de calidad en su elaboración que no han permitido certificar el proceso. El objetivo principal de este estudio es integrar un Sistema de Información Geográfica, de la microrregión, con la finalidad de que conjuntamente con estudios de carácter socioeconómico de las comunidades, se pueda proponer la creación de una “Denominación de Origen Mezcal”, para el *A. Potatorum* Zucc., que permita mejorar las condiciones de vida de los productores a partir de una mejora en el proceso de destilación artesanal que aseguren al consumidor la trazabilidad, autenticidad y calidad del producto y la elaboración de posibles marcas con sus respectivos diseños tanto de envases como etiquetado que permitan una mejor comercialización del mezcal extraído a partir de este agave.

**Palabras clave:** *georreferenciación, base de datos, Sistema de Información Geográfica.*

**Key words:** *georeferencing, database, Geographic information system.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## INSPECCIÓN DEL CULTIVO DEL AGAVE A TRAVÉS DE VEHÍCULOS AUTÓNOMOS NO TRIPULADOS (VANTs-DRONES) Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CON MEDIOS TECNOLÓGICOS.

### [AGAVE CROP INSPECTION THROUGH UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV-DRONES) AND DATA ANALYSIS WITH TECHNOLOGICAL TOOLS]

Marcos Chávez Eguiza<sup>1§</sup>, Rodrigo Ortega García<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Skybótica de Mexico S.A. de C. V. Río Amacuzac No. 12, Col. Vistahermosa, Cuernavaca, Morelos C.P. 62290. Teléfono: (777) 3 33 04 82.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [marcos.chavez@skybotica.com](mailto:marcos.chavez@skybotica.com)

La agricultura de precisión es un método que cada vez se usa con mayor frecuencia en las regiones industrializadas y con acceso a la tecnología. Es la intención de Skybótica de poner a disposición del usuario Mexicano y en general del usuario del campo esta técnica que normalmente viene asociada con dificultades de implementación y uso por razones de adaptación, interpretación y disponibilidad. Esta forma de trabajar involucra la lectura de datos en campo, el análisis de la información registrada, la explotación del conjunto de resultados obtenidos y el monitoreo e inspección de las prácticas resultantes aplicadas a la cosecha. Parte fundamental de esta agricultura de precisión está vinculado con el uso de los VANTs o, como se les conoce comúnmente Drones, ya que se han convertido en una herramienta sumamente eficaz en el caso de la agricultura por su facilidad de uso y por el extenso recorrido que pueden hacer en pocos minutos sin la necesidad de estar presente dentro de la parcela para poder hacer las lecturas. El uso de modos de vuelo autónomos permite a los usuarios poner en piloto automático sobre un plan de vuelo preestablecido al Dron sobre grandes (y pequeñas) extensiones de terreno con un grado de precisión hasta de 1 cm/pixel. Esto quiere decir que, en el caso del agave en particular y cualquier producto agrícola en lo general, se pueden observar con absoluto detalle la cantidad, la forma, el tamaño, la maleza existente, la salud y la madurez (esta última solo en el caso de un análisis en sitio con los agricultores propietarios ya que involucra muchas variables). Para la interpretación de todos estos factores se utilizan diversos softwares que, en conjunto con los agricultores, ofrecen resultados sorprendentes y ayudan a la optimización de la cosecha de cualquier tipo de producto.

**Palabras clave:** *Drones, agricultura, tecnología, agave, software.*

**Key words:** *Drones, agriculture, technology, agave, software.*

# 1er Congreso Nacional de Agave-Mezcal

## AGAVES MEZCALEROS DE LA ZONA NORTE DE GUERRERO

### [AGAVES MEZCALEROS OF THE NORTH OF GUERRERO ZONE]

Jorge Huerta-Zavala<sup>1</sup>, Abisaí Josué García Mendoza<sup>2</sup>, Juan Elías Sabino López<sup>1</sup>, Elías Hernández Castro<sup>§1</sup>.

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local - Universidad Autónoma de Guerrero (MCAyGL - UAGro) campus Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Gro. <sup>2</sup>Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal 70-614, Coyoacán, 04510 Ciudad de México, México.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [ehernandez@uagro.mx](mailto:ehernandez@uagro.mx)

En el Estado de Guerrero, anualmente se producen cerca de 1.7 millones de litros de mezcal. Considerando un precio promedio de venta de \$90.00 por litro, se tienen ingresos brutos por \$153,000,000.00 M.N. A la fecha son escasos los estudios sobre los magueyes empleados en la producción de mezcal, a nivel estatal. El presente estudio se enfocó, en identificar las especies utilizadas para la producción de mezcal en la Zona Norte de Guerrero. Para ello se realizaron 25 recorridos de campo, de agosto del 2016 a febrero de 2017. Los ejemplares colectados en estas salidas, fueron identificados taxonómicamente y están depositados en los herbarios UAGC y MEXU. La información se complementó con entrevistas realizadas a maestros mezcaleros de la región, además de la consulta de los ejemplares depositados en los herbarios UAGC y MEXU. Durante la presente investigación, se recolectaron 141 ejemplares y se consultaron 26 ejemplares de herbario, haciendo un total de 167 ejemplares analizados. Para la producción de mezcal a nivel regional, se identificaron creciendo de manera silvestre las especies y variedades: *Agave angustifolia* var. *angustifolia*, *A. angustifolia* var. *rubescens*, *A. cupreata* y *A. rhodacantha*, mientras que en plantaciones se identificaron *Agave angustifolia* var. *angustifolia*, *A. rhodacantha* y *A. tequilana*. Se observó la utilización de *Agave salmiana* para la producción de mezcal, cuando los magueyes escasean. *A. rhodacantha* constituye un nuevo registro para el estado de Guerrero. *A. tequilana* es una especie utilizada para la producción de Tequila, sin embargo productores locales la han introducido para la producción de mezcal. En la Zona Norte de Guerrero se ocupa principalmente *Agave angustifolia* var. *angustifolia* a diferencia de la Zona Centro del estado, que ocupa casi exclusivamente *A. cupreata*. Se requieren estudios complementarios, que promuevan la utilización de especies y variedades locales de Agave para la producción de mezcal.

**Palabras clave:** *Mezcal, Guerrero, Agave angustifolia.*

**Key words:** *Mezcal, Guerrero, Agave angustifolia.*



## MEMORIA DE RESÚMENES

©D. R. Todos los derechos Reservados conforme a la ley

Impreso y Hecho en México

Printed and Made in Mexico

Elaborado en:

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional

Unidad Oaxaca

Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, 71230, Oaxaca, México.

Fecha de edición: 09 de octubre de 2017