

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA
EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL, UNIDAD OAXACA



MEMORIA DE RESÚMENES

3er CONGRESO NACIONAL Y
1er CONGRESO INTERNACIONAL

AGAVE MEZCAL

"Hacia la sustentabilidad"

28 al 30 de sept. del 2023

ISSN: 2594-1186

Septiembre, 2023.
Oaxaca, México.



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

MEMORIA DE RESUMENES

Responsable Editorial
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
Unidad Oaxaca

Diseño de la Portada:
Lic. Paulo Sergio Nava Arellanes

©Editores
Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez
Dr. Isidro Morales García
M. C. María Yescas León

©Para la presente edición
CIIDIR Unidad Oaxaca
Hornos 1003
Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, CP. 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

Comité Organizador

Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez
Dr. Isidro Morales García
Dr. Alfonso Vásquez López
Dr. Miguel Ángel Briones Salas
Dra. Delia Soto Castro
Dra. Patricia Araceli Santiago García
M. en A. Dora Lilia Guzmán Cruz
Dr. Juan Regino Maldonado
Dra. Arcelia Toledo López
Dr. Teodulfo Aquino Bolaños
Ing. Alejandro Cruz Aguilar
Ing. Ángel Rosales Torres
Lic. Francisco Javier Sarabia Martínez
Ing. Hilario Sánchez García
Dr. Cirenio Escamirosa Tinoco
Lic. Justo Cesar Marcial Aguilera
C.P. Salma Paulina Cervantes Cruz
Lic. Elinora Orozco Arango

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
Dr. Isidro Morales García	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dra. Arcelia Toledo López	CIIDIR-IPN Oaxaca
M. A. Dora Lilia Guzmán Cruz	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Alfonso Vásquez López	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Miguel Ángel Briones Salas	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dra. Delia Soto Castro	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Juan Regino Maldonado	CIIDIR-IPN Oaxaca
Dr. Julio César Jiménez Castañeda	CIIDIR-IPN Oaxaca
M. en C. María Lourdes Nieto Delgado	CIIDIR-IPN Oaxaca



Instituciones participantes



AG Ambiente & Desarrollo S.A. de C.V.
Agropecuarias y Forestales Tarímbaro
Agropecuario y Sector Primario Tonalá S.P.R DE R.L. Mezcal CAPOTLÁN
Artifice Research Consulting
Asesora Jurídica del Comité Nacional del Sistema Producto Maguey Mezcal
Aventureros del Mezcal, Oaxaca
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Biotecnología Industrial
Centro de Investigación Científica de Yucatán - Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas
Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología,
Centro de Investigación en Matemáticas Unidad Monterrey
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ),
Unidad Sureste
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ),
A.C. - Unidad de Tecnología Agroalimentaria
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN - Unidad Irapuato, Departamento de
Biotecnología y Bioquímica,
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN - Unidad Irapuato, Departamento de
Ingeniería Genética
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Monterrey
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad de Genómica Avanzada (Langebio)
Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, UAGro.
Centro Universitario Bonpland & Humboldt
Colegio de Posgraduados
Colegio de Postgraduados Campus Campeche
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillo
Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo
Comisión Nacional de las Zonas Áridas
Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCyT)
Cooperación Técnica Alemana (GIZ)
Department of Environmental Studies. University of Redlands
Eberswalde University for Sustainable Development, Faculty of Forest and Environment
El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) - Unidad Campeche
El Colegio de Michoacán
El Colegio de Sonora
Group of Bioprocesses. Food Research Department, School of Chemistry, University Autonomous of
Coahuila
Instituto de Ecología A.C. INECOL
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Centro Nacional de Recursos
Genéticos, Laboratorio de Semillas Ortodoxas

3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional **AGAVE MEZCAL**

“Hacia la sustentabilidad”

Sede: Centro Cultural y de Convenciones de Oaxaca
28, 29 y 30 - Septiembre 2023



Instituto Politécnico Nacional - Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI)
Instituto Politécnico Nacional - Centro de Investigación en Computación
Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD)
Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango
Instituto Politécnico Nacional - Centro interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA).
Instituto Politécnico Nacional - Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía (ENMH), Laboratorio de Biología Celular y Productos Naturales
Instituto Politécnico Nacional – Escuela Superior de Comercio y Administración Tepepan
Instituto Politécnico Nacional - Unidad Profesional Interdisciplinaria de ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA)
Paralelo 45 SAPI de CV,
S.A.P.I. de C.V. del Grupo Los Danzantes
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Durango, Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Durango
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de El Llano Aguascalientes
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Jiquilpan, Departamento de Ciencias de la Tierra, Arquitectura
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Oaxaca, División de Estudios de Posgrado e Investigación
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Oaxaca, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ciencias Económico-Administrativas
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tlajomulco (Jalisco)
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tlajomulco, División de Estudios de Posgrado e Investigación
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Laboratorio de Biología Molecular.
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Veracruz. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica.
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO)
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Huichapan Hidalgo
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Uruapan (ITSU)
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca - Facultad de Arquitectura CU
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca - Facultad de Odontología

3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional **AGAVE MEZCAL** “Hacia la sustentabilidad”

Sede: Centro Cultural y de Convenciones de Oaxaca
28, 29 y 30 - Septiembre 2023



Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Medicina y Cirugía
Universidad Autónoma Chapingo
Universidad Autónoma Chapingo - Departamento de Fitotecnia
Universidad Autónoma Chapingo - Departamento de Ingeniería Agroindustrial
Universidad Autónoma Chapingo - Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal (LANISAF),
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Universidad Autónoma de Guadalajara - Departamento de Biotecnológicas y Ambientales
Universidad Autónoma de Guerrero - Centro de Innovación, Competitividad y Sostenibilidad (CICS)
Universidad Autónoma de Guerrero - Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Universidad Autónoma de Guerrero - Facultad de Ciencias Químico-Biológicas
Universidad Autónoma de Guerrero - Facultad de comunicación y Mercadotecnia
Universidad Autónoma de Tlaxcala
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo - Instituto de Ciencias Agropecuarias
Universidad Autónoma del Estado de México
Universidad Autónoma del Estado de México - Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento.
Universidad Autónoma del Estado de México - Facultad de Contaduría y Administración
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa - Departamento de Biología
Universidad de Chile
Universidad de Guadalajara - Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-CUCBA,
Universidad de Guadalajara - Centro Universitario de la Costa Norte
Universidad de Guadalajara - CUCEI, Departamento de Ingeniería Química
Universidad de Guadalajara - CUNORTE - Departamento de Fundamentos del Conocimiento
Universidad de Guadalajara - CUNORTE, Laboratorio de Análisis y Determinación Molecular
Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo (UCEMich)
Universidad de la costa – Ingeniería en Agroindustrias
Universidad Estatal de Sonora
Universidad Intercultural Indígena de Michoacán (UIIM)
Universidad La Salle Bajío, Facultad de Turismo y Gastronomía
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo - Facultad de Tecnología de la Madera
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo - Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.
Universidad Nacional Autónoma de México - Centro de Ciencias de la Complejidad
Universidad Nacional Autónoma de México - Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León
Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Centro de Estudios Sociológicos
Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Celular
Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Derecho
Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Estudios Superiores Iztacala
Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Química
Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Biología, Jardín Botánico

A large, stylized illustration of an agave plant is positioned on the right side of the page, extending from the bottom towards the top. The plant has several large, pointed leaves and a central stalk with a flower bud. A small bird is shown in flight above the plant, facing left.

3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional **AGAVE MEZCAL** “Hacia la sustentabilidad”

Sede: Centro Cultural y de Convenciones de Oaxaca
28, 29 y 30 - Septiembre 2023



Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Ecología
Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Ecología, Departamento de Ecología de la Biodiversidad
Universidad Nacional Autónoma de México - Laboratorio de Recursos Naturales, Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO)
Universidad Nacional Autónoma de México - Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP)
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) - Facultad de Ingeniería en Agronomía
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) - Facultad en Ingeniería Ambiental
Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca (UTSSO)
Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca (UTVCO)
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Universidad Tecnológica del Valle de Toluca - Unidad Académica de Capulhuac
Universidad Veracruzana - Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Veracruzana - Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA),
Universidades para el Bienestar Benito Juárez García (UBBJG) - Sede Villa de Zaachila



PRESENTACION

Desde la época prehispánica el género Agave ha acompañado al hombre de muchas culturas mesoamericanas. En México, el mayor uso que se le ha dado a los agaves y en donde ha resaltado más su importancia económica, ha sido para la elaboración de bebidas espirituosas emblemáticas como el tequila, mezcal, bacanora etc., por lo cual, en el año 2022, se produjo en los nueve estados con Denominación de Origen “mezcal” 14 165 505 litros de mezcal, de los cuales el estado de Oaxaca participó con el 91.31% y es: en este estado, en donde la cadena productiva agave mezcal, genera más de 120 000 empleos al año, tanto directos como indirectos y es por hoy, la única agroindustria que está deteniendo la emigración y dando empleo a los que regresan a sus lugares de origen. Si bien la demanda mundial del mezcal ha ido en aumento, también han aumentado sus efectos negativos en el ambiente, entre los que destacan: deforestación de selvas bajas caducifolias para el monocultivo de agaves, afectación al suelo con residuos no tratados y disminución de la variabilidad genética de los agaves silvestres por la sobreexplotación, entre otros.

Si bien el mezcal se ha establecido rápidamente como la quinta esencia en bebidas mexicanas espirituosas a nivel internacional, hay otros usos de los agaves menos reconocidos, aunque no menos importantes como: elaboración de alimentos para humanos y animales, inulinas, jarabes, cuerdas, forraje, biogás etc.

Por estas razones y considerando la importancia de este recurso vegetal patrimonio de México, juntos por primera vez en Oaxaca los organismos más importantes del sector agave mezcal, Universidades y productores de agave y mezcal del estado de Oaxaca, coordinados por el Instituto Politécnico Nacional a través del CIIDIR Unidad Oaxaca, se organizó el Tercer Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional de Agave-Mezcal con el lema *“hacia la sustentabilidad”*, evento que pretende; nuevamente, contribuir al conocimiento científico y tecnológico en el aprovechamiento y la Conservación de los Agaves y de la industria del mezcal, mediante la divulgación de las investigaciones y trabajos realizados en instituciones públicas y privadas, además de la difusión del conocimiento empírico de los productores de pueblos indígenas involucrados en el cultivo del Agave y elaboración del mezcal principalmente ancestral y artesanal, con lo cual se busca encaminar esta importante agroindustria hacia la sustentabilidad y sostenibilidad.

La presente memoria de resúmenes contiene los trabajos presentados en ocho ejes temáticos: 1. Sistemas de cultivo, plagas y enfermedades, 2. Biodiversidad, 3. Agroindustria del mezcal, 4. Agave y salud, 5. Sociedad y cultura, 6. Regulación jurídica, 7. Economía y desarrollo industrial y 8. Sustentabilidad y medio ambiente. En este 3er congreso nacional y 1er internacional, participaron 129 conferencistas de 120 instituciones públicas y privadas y más de 1000 asistentes. Por el éxito alcanzado, consideramos que este tipo de eventos deben de realizarse, al menos cada dos años, para fortalecer a la cadena productiva Agave Mezcal y que esta continúe siendo un detonador estratégico para el desarrollo socioeconómico de Oaxaca.

3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional **AGAVE MEZCAL** “Hacia la sustentabilidad”

Sede: Centro Cultural y de Convenciones de Oaxaca
28, 29 y 30 - Septiembre 2023



Por último, es importante destacar y agradecer a las Instituciones que participaron y colaboraron para la realización de este tercer Congreso Nacional y primero internacional de Agave Mezcal, entre las que se encuentran: el Centro de Vinculación y Desarrollo Regional Unidad Oaxaca, Dirección de Vinculación y Desarrollo Regional, Dirección de Relaciones Internacionales, Dirección de Servicios Empresariales y Transferencia Tecnológica y la Secretaría de Investigación y Posgrado, secretaria de Administración, todos estos del Instituto Politécnico Nacional, Gobierno del Estado de Oaxaca, Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca, Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal (COMERCAM A.C.), Mujeres del mezcal y maguey A.C. Sistema Producto Maguey Mezcal de Oaxaca A. C., Clúster Oaxaqueño para la competitividad del mezcal A. C. Instituto Sensorial del Mezcal A. C, Cámara Nacional de la Industria del Mezcal. A. C., Asociación Nacional del Sistema Producto Agave Mezcal. A. C. Comisión Nacional de las Zonas Áridas Colectivo de Mezcal Solteco A. C., Rangel IP Consulting, Proveedor de Mezcaleros y Agroindustrias Promez S.A de C.V., Extracta Laboratorio, Chimalli Travel Oaxaca, Plataforma Nación Mezcal

Atentamente

Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez y Dr. Isidro Morales García
Coordinadores Generales del 3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional de Agave Mezcal,
Oaxaca 2023



3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional
AGAVE MEZCAL *“Hacia la sustentabilidad”*

Sede: Centro Cultural y de Convenciones de Oaxaca
28, 29 y 30 - Septiembre 2023



MEMORIA DE RESUMENES



Contenido

Eje temático 1: Sistemas de cultivo, plagas y enfermedades..... 8

PRODUCCIÓN Y REGENERACIÓN <i>IN VITRO</i> DE EMBRIONES SOMÁTICOS DE AGAVE MEZCALERO (<i>Agave angustifolia</i>).....	9
EFFECTO DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN LENTA EN AGAVE COYOTE (<i>Agave sp.</i>) EN CONDICIONES DE CAMPO	10
CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS DE <i>Agave potatorum</i> ZUCC. COLECTADOS EN DIFERENTES ALTITUDES.....	11
INSECTOS PLAGAS EN AGAVE MEZCALERO EN DOS LOCALIDADES DE LA REGIÓN NORTE DE GUERRERO	12
AGAVES PARA ELABORAR BEBIDAS ESPIRITUOSAS EN EL NORTE DE GUERRERO, MÉXICO.....	13
CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE AGAVES MEZCALEROS CULTIVADOS EN LA REGIÓN NORTE DE GUERRERO	14
PRIMER REPORTE DE <i>Trichoderma spp.</i> ASOCIADAS CON <i>Agave potatorum</i> ZUCC.....	15
EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO Y SISTEMAS DE CRUZAMIENTO SOBRE LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO DE PLANTULAS DE <i>Agave obscura</i> (SCHIEDE).....	16
EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE HUMUS Y ARENA EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE <i>Agave salmiana var Xhaminy</i>	17
EFFECTOS DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE LA FISIOLÓGÍA DEL BROTE Y EL DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL DE <i>Agave fourcroydes</i> LEM.....	18
EFFECTO DE LA INOCULACIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL SOBRE LA GERMINACIÓN DE AGAVES.....	19
DIFERENTES CONCENTRACIONES DE <i>Malaleuca alternifolia</i> . B+QUITOSANO EN <i>Agave salmiana</i>	20
APRENDIZAJE PROFUNDO APLICADO A LA DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE PLANTAS DE <i>Agave angustifolia</i> HAW	21
DESARROLLO DE PLÁNTULA DE <i>Agave durangensis</i> A MEDIA SOMBRA O BAJO SOL DIRECTO, EN VILLA UNIÓN, DURANGO	22
EFFECTO DE TRES CONCENTRACIONES DE <i>Trichoderma var. harziaum</i> EN PLÁNTULAS DE <i>Agave salmiana var. Xhaminy</i>	23
VITROPLANTAS DE <i>Agave angustifolia</i> HAW. EN VIVERO FERTIRRIGADAS E INOCULADAS CON <i>Azospirillum brasilense</i>	24
ACLIMATACIÓN EN CONDICIONES RUSTICAS Y CRECIMIENTO EN VIVERO DE PLANTAS DE <i>Agave angustifolia</i> HAW MICROPROPAGADAS.....	25

HONGOS ASOCIADOS A LA PUDRICION DEL TALLO DE <i>Agave salmiana</i> EN LA MIXTECA DE OAXACA, MÉXICO	26
<i>Metarhizium</i> sp., ENTOMOPATÓGENO DE <i>Scyphophorus acupunctatus</i> , AISLADO EN SANTA CATARINA MINAS, OCOTLÁN, OAXACA; MÉX.	27
CAPACIDAD ANTAGÓNICA DE BACTERIAS ENDÓFITAS DE <i>Agave potatorum</i> ZUCC. CONTRA <i>Neocosmospora</i> sp.....	28
Eje temático 2: Biodiversidad.....	29
CARACTERIZACIÓN DEL GEN <i>Agave angustifolia</i> SOMATIC EMBRYOGENESIS RECEPTOR-LIKE KINASE (SERK)	30
EVALUACIÓN DE <i>Agave maximiliana</i> POR MEDIO DE MARCADORES MOLECULARES RAPDs	31
PERFIL TAXONÓMICO MICROBIANO EN MOSTO CON CUATRO MAGUEYES SILVESTRES DE LA REGIÓN DE MIAHUATLÁN	32
DISEÑO DE SISTEMA DE MANEJO <i>in situ</i> DE <i>Agave durangensis</i> CON ENFOQUE EN INTERACCIONES ECOLÓGICAS	33
DETERMINACIÓN LOCAL DEL MICROBIOMA EN FERMENTACIONES ESPONTÁNEAS DE AGAVE	34
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL MEZCAL ARTESANAL DE DURANGO.....	35
DESINFESTACIÓN DE <i>Agave angustifolia</i> HAW. PROVENIENTE DE CAMPO PARA ESTABLECIMIENTO <i>IN VITRO</i>	36
AUXINAS COMO FACTOR DE ENRAIZAMIENTO <i>IN VITRO</i> EN <i>Agave angustifolia</i> HAW.....	37
IMPACTO DE LA FECHA DE COLECTA SOBRE LA GERMINACIÓN DE AGAVE CENIZO (<i>Agave durangensis</i>).....	38
EFFECTOS DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOBRE LA DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DEL MICROBIOMA ASOCIADO A <i>Agave angustifolia</i>	39
<i>Bacillus tequilensis</i> Y <i>KLUYVEROMYCES MARXIANUS</i> , UNA NUEVA RELACIÓN ENDOSIMBIÓTICA DURANTE LA FERMENTACIÓN DEL AGAVE	40
AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LEVADURAS ASOCIADAS A LA FERMENTACIÓN DE <i>Agave durangensis</i> PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL	41
RECURSOS GENÓMICOS Y CONSERVACIÓN EN <i>Agave karwinskii</i> ZUCC.	42
PROYECTO MAGUEY: RESCATE, MULTIPLICACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGAVES SILVESTRES PARA PRODUCCIÓN DE MEZCAL, EN OAXACA.	43
Eje temático 3: Agroindustria del mezcal.....	44
EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE VINAZAS DE TEQUILA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIBUTIRATO.....	45

EVALUACIÓN DE LA PRESERVACIÓN DE CONSORCIOS RUMINALES PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO CON VINAZAS TEQUILERAS.....	46
BRIQUETAS DE AGAVE MEZCALERO	47
REUTILIZACIÓN DEL BAGAZO DE AGAVE PARA LA PRODUCCIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA.....	48
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE FIBRAS RESIDUALES DE <i>Agave angustifolia</i> HAW	49
IDENTIFICACIÓN DE FITOESTEROLES EN BAGAZOS DE <i>Agave angustifolia</i> HAW. POR CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA	50
EFFECTO DEL PROCESO MECÁNICO EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL BAGAZO DE <i>Agave angustifolia</i> HAW	51
ESTUDIO DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICA EN MEZCAL DE CINCO PRODUCTORES ARTESANALES EN NOMBRE DE DIOS DURANGO.....	52
IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE LEVADURAS PRESENTES EN DOS FERMENTACIONES DE MEZCAL ARTESANAL DE OAXACA	53
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DEL MAGUEYERO SAN ISIDRO S.A. de C.V.	54
MÓDULO DE ELASTICIDAD DE MORTEROS HIDRÁULICOS CON FIBRA DE BAGAZO DE MAGUEY	55
USO DE FIBRAS DE BAGAZO DE MAGUEY EN MORTERO HIDRÁULICO COMO REFUERZO Y ACABADOS	56
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS HIDRÁULICOS ADICIONADOS CON FIBRA DE BAGAZO DE MAGUEY	57
CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE AGAVES SILVESTRES PARA SU APROVECHAMIENTO EN LA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS DE BIOACTIVOS	58
EVALUACIÓN DE ABONO ORGÁNICO ELABORADO EN PACAS BIODIGESTORAS EN PLANTAS DE <i>Agave angustifolia</i> Y <i>Agave potatorum</i>	59
POLIFENOLES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTOS DE HOJAS DE AGAVES DEL SUROESTE DE MÉXICO	60
15 AÑOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS TEQUILEROS	61
EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE DESTILACIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE FURFURAL EN EL DESTILADO (“ORDINARIO”)	62
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE AGAVE COMO POTENCIAL BIOADSORBENTE PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA	63
COMPUESTOS VOLÁTILES EN MEZCAL ARTESANAL OBTENIDO DE MAGUEYES SILVESTRES DE LA REGIÓN SUR DE OAXACA	64

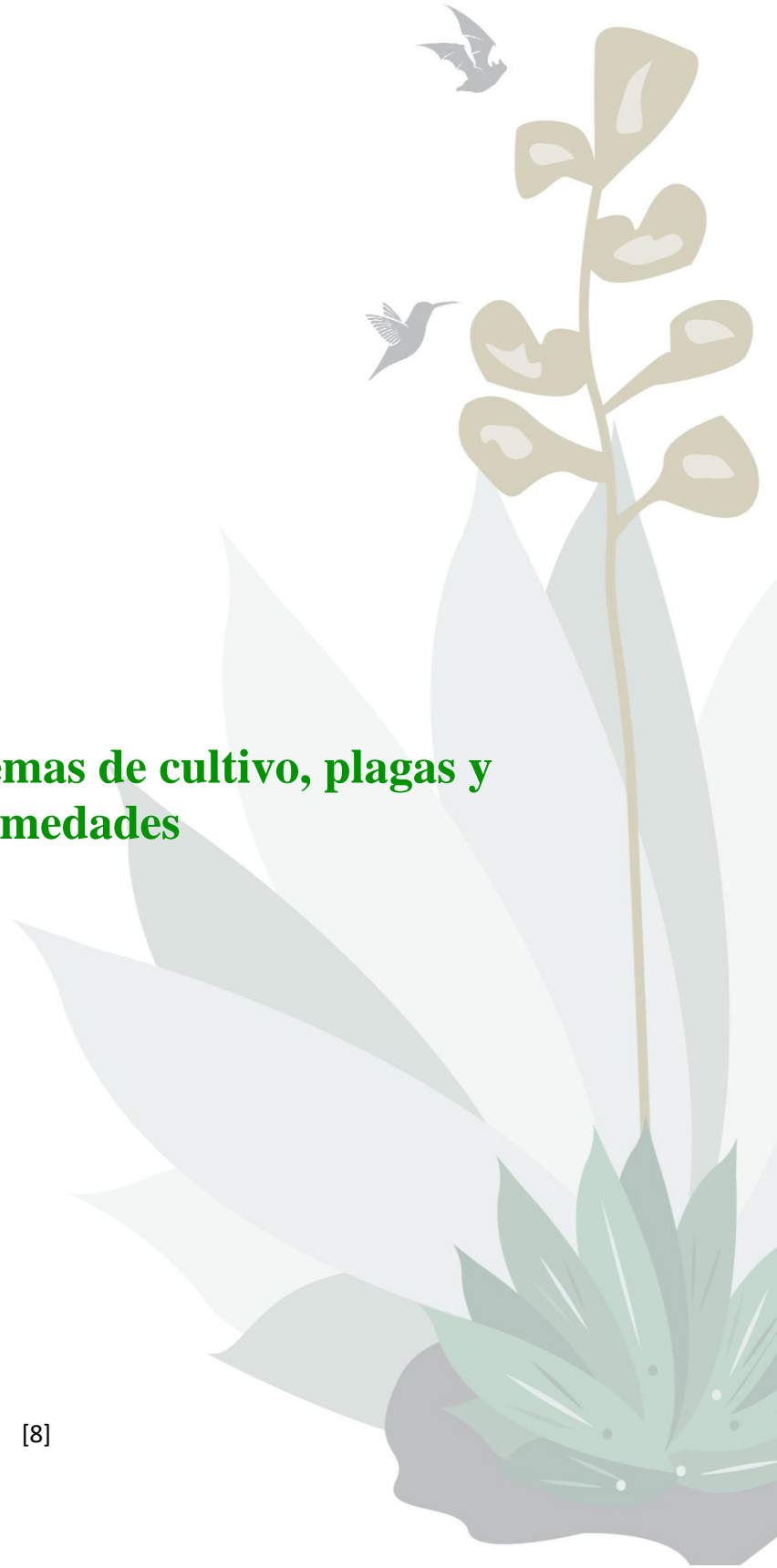
POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DEL USO DE LEVADURAS AUTÓCTONAS DEL MOSTO DE AGAVE EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL ARTESANAL	65
EVALUACIÓN DE CARBOHIDRATOS DE <i>Agave cupreata</i> Trel. & Berger. PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL	66
CONTENIDO DE METANOL EN DESTILACIÓN HORIZONTAL CONTINUA DE ORDINARIO DE TEQUILA COMPARADO CON DESTILACIÓN TRADICIONAL.....	67
HOJAS DE AGAVE, UNA FUENTE ALTERNATIVA DE ANTIOXIDANTES Y COMPUESTOS FENÓLICOS.....	68
SPIRITVISION: REDUCCIÓN DE COSTOS DE CALIDAD MEDIANTE DETECCIÓN PREVENTIVA DE CONTAMINANTES CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	69
CONSORCIO MICROBIANO DISEÑADO CON CEPAS AISLADAS DEL MOSTO DE MEZCAL TRADICIONAL DE <i>Agave convallis</i>	70
TIPIFICACIÓN DE BACTERIAS QUE PARTICIPAN EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL TRADICIONAL CON <i>Agave angustifolia</i> HAW.	71
MICROORGANISMOS CULTIVABLES DE LA FERMENTACIÓN DE MEZCAL TRADICIONAL DE <i>Agave potatorum</i> , DE TEOZACOALCO, OAXACA	72
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCAL: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	73
CONSORCIOS MICROBIANOS DE LA FERMENTACIÓN DEL MEZCAL TRADICIONAL DE <i>Agave rhodacantha</i> Y <i>Agave marmorata</i>	74
TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y MEDIANTE PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA DE VINAZAS MEZCALERAS	75
SINTESIS BIOLÓGICA DE NANOPARTICULAS DE PLATA A PARTIR DE HOJAS DE <i>Agave potatorum</i>	76
MONITOREO DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES DURANTE LA DESTILACIÓN DEL MEZCAL ARTESANAL EN ALAMBIQUES DE COBRE	77
DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA REVALORIZAR VINAZAS DE MEZCAL ARTESANAL EN BIOFILTROS ANAEROBIOS CON SOPORTE ORGÁNICO/INORGÁNICO	78
USO DEL BAGAZO RESIDUO DE LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL PARA GENERAR BIOGÁS	79
LEVADURAS DE LOS MOSTOS DE FERMENTACIÓN DE MEZCAL TRADICIONAL DE <i>Agave angustifolia</i> HAW.....	80
ELABORACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO CON RESIDUOS DE BAGAZO DE <i>Agave angustifolia</i> HAW.	81
Eje temático 4: Agave y salud	82
ENCAPSULACIÓN DE <i>Saccharomyces boulardii</i> POR SECADO POR ASPERSIÓN UTILIZANDO AGAVINAS DE <i>Agave angustifolia</i> HAW.....	83

PRODUCTO DE PANIFICACIÓN FUNCIONALIZADO CON FIBRAS DEBAGAZO IMPREGNADAS CON CÚRCUMA.....	84
FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL MEZCAL	85
EVALUACIÓN CITOTÓXICA Y BIOCMPATIBILIDAD DE UN EXTRACTO ESTANDARIZADO DE <i>Agave angustifolia</i> HAW OBTENIDO MEDIANTE MICROONDAS.....	86
DETERMINACIÓN DE FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS EN EXTRACTOS FRACCIONADOS DE AGAVE HENEQUENERO Y MEZCALERO.....	87
CINÉTICA DE FERMENTACIÓN DE <i>Saccharomyces sp.</i> AISLADAS DE <i>Agave Angustifolia</i> HAW	88
ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE AGUAMIEL (<i>Agave salmiana</i>) Y XOCONOSTLE (<i>Opuntia SP</i>)	89
EFFECTO ANTI PROLIFERATIVO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE <i>Agave americana</i> SOBRE LA LÍNEA CELULAR MCF-7	90
FRUCTANOS DE AGAVE EN ESPECÍMENES EMBLEMÁTICOS DE OAXACA: <i>Agave angustifolia</i> HAW. y <i>Agave potatorum</i> ZUCC.	91
ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN LICOR DE MANGO CV. 'ATAULFO NIÑO' ...	92
USO DE AGUAMIEL PARA LA PRODUCCION DE FRUCTOOLIGOSACARIDOS POR FERMENTATION EN MEDIO SOLIDO	93
SECADO POR ASPERSIÓN DE LA LEVADURA CAT4-2E UTILIZANDO FRUCTANOS DE AGAVE Y MALTODEXTRINA COMO AGENTES ENCAPSULANTES.....	94
DIFERENCIACIÓN RÁPIDA DE ESPECIES DE AGAVES MEDIANTE SUS INDICADORES METABÓLICOS USANDO HP-TLC.....	95
Eje temático 5: Sociedad y cultura.....	96
BIOPIRATERÍA EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL MEZCAL	97
PRÁCTICAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE MEZCAL. ANÁLISIS ETNOGRÁFICO EN VILLA SOLA DE VEGA.....	98
GEORREFERENCIACIÓN DE PALENQUES MEZCALEROS EN EL DISTRITO SOLA DE VEGA	99
LOS PRODUCTORES TRADICIONALES DE MEZCAL: FIGHTING FOR SPACE IN THE DENOMINATION OF ORIGIN OF MEZCAL	100
EL CONOCIMIENTO TRADICIONAL DEL MAGUEY Y MEZCAL Y SU RELACIÓN CON LA ACADEMIA EN GUERRERO	101
USOS MEDICINALES DEL AGAVE EN GANADO DE TRASPATIO Y HUMANOS EN COMUNIDADES DE GUERRERO, MEXICO	102
EXPANSIÓN DE MONOCULTIVOS DE AGAVE Y SU IMPACTO EN UN PAISAJE ICÓNICO DE OAXACA, MÉXICO	103

INNOVACIÓN SOCIAL FRENTE A LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN: CASOS MEZCAL DEL ESTADO DE MÉXICO Y RAICILLA DE JALISCO	104
CARACTERIZACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN LA INDUSTRIA DEL MEZCAL EN OAXACA	105
PERCEPCIÓN DEL USO DEL MATERIAL RESIDUAL AGAVÁCEO COMO APÓSITO EN COMUNIDADES AGAVERAS.....	106
LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL DE LOS PRODUCTORES DE MEZCAL DE SANTIAGO MATATLÁN, OAXACA: UN ANÁLISIS DESDE SUS GRUPOS DE INTERÉS	107
REDES DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO EN LA AGROINDUSTRIA DEL MEZCAL DE SANTIAGO MATATLÁN, OAXACA, MÉXICO	108
DESAFÍOS DE LA SUCESIÓN FAMILIAR GENERACIONAL EN LA FABRICACIÓN DE MEZCAL ARTESANAL: ESTUDIO DE CASO.....	109
LA POSIBLE HIBRIDACIÓN DEL PAISAJE AGAVERO Y FORESTAL-URBANO, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE JIQUILPAN-SAHUAYO, MICH.	110
LAS PRESIONES INSTITUCIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE AGAVE EN OAXACA	111
ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE AGAVES CON USO ALIMENTICIO EN OAXACA.....	112
DENOMINACIÓN DE ORIGEN "MEZCAL": ¿DESARROLLO SOSTENIBLE O TRAMPA DE POBREZA?.....	113
MEZCAL ARTESANAL, GÉNERO Y SUSTENTABILIDAD: GENEALOGÍA DE UNA FAMILIA OAXAQUEÑA	114
EL MAGUEY TEPEZTATE (<i>AGAVE MARMORATA</i>) EN SAN ISIDRO TAPANALA, YAUTEPEC, OAXACA: EXPLORANDO SU CICLO DE VIDA Y SIGNIFICADO CULTURAL	115
IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS GENÉRICAS EN MUJERES DEL SECTOR MEZCALERO ARTESANAL EN OAXACA.....	116
Eje temático 6: Regulación jurídica	117
AGAVE DE SAHUAYO MICHOACÁN: LINEAMIENTOS PÚBLICOS DE PROTECCIÓN TERRITORIAL.....	118
EL PRIVILEGIO DE OSTENTAR LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN MEZCAL: CASO DE MORELOS.....	119
VENTAJAS DE OBTENER LAS INDICACIONES GEOGRÁFICAS PARA OAXACA	120
Eje temático 7: Economía y desarrollo industrial.....	121
HÁBITOS DE CONSUMO Y CRITERIOS DE DECISIÓN EN UNA BEBIDA TRADICIONAL COMO EL MEZCAL.....	122
REDES SOCIALES EN LA CADENA DE VALOR AGAVE - MEZCAL EN EL DISTRITO DE MIAHUATLÁN, OAXACA	123

LA CADENA DE SUMINISTRO SUSTENTABLE EN LA COMERCIALIZACIÓN DE MEZCAL	124
VENTAJAS DE LA INTEGRACIÓN ECONÓMICA DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MEZCAL EN EL ESTADO DE GUERRERO	125
ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA DE AGAVE MEZCALERO EN OAXACA, MEDIANTE EL MODELO ARIMA	126
Eje temático 8: Sustentabilidad y medio ambiente	127
ANÁLISIS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE <i>Agave angustifolia</i> EN DOS COMUNIDADES OAXAQUEÑAS	128
POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE <i>Agave cupreata</i> (TREL. ET BERGER) EN GUERRERO	129
HALOBACTERIAS DE LA RIZÓSFERA DE <i>Agave potatorum</i> ZUCC. Y SU EFICIENCIA PARA SECUESTRAR SODIO	130
ORIGEN Y DESTINO DEL DI-ETILHEXIL FTALATO EN UNA TEQUILERA MEDIANA	131
HONGOS MICORRIZICOS EN <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck subsp. <i>Salmiana</i>	132
VULNERABILIDAD ANTE EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL <i>Agave var. oaxacensis</i>	133
AUGE MEZCALERO Y DEUDAS DE EXTINCIÓN	134
ELEMENTO CONSTRUCTIVO UTILIZANDO BAGAZO DE MAGUEY: BASES PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA CADENA DE VALOR	135
TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA Y MANEJO AGROFORESTAL DE MEZCALERAS PARA LA ELABORACIÓN DE RAICILLA EN EL ESTADO DE JALISCO	136
DINÁMICA DE LA SUPERFICIE PLANTADA DE <i>Agave angustifolia</i> HAW A NIVEL MUNICIPAL EN OAXACA	137
DETECCIÓN DE <i>Agave angustifolia</i> Y <i>Agave cupreata</i> CON TÉCNICAS GEOMÁTICAS EN GUERRERO, MÉXICO	138
EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE TRES SUSTRATOS PARA LA GERMINACIÓN DE MAGUEY JABALÍ (<i>Agave convallis</i> TREL).	139
IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS SUSTENTABLES EN LA DESTILERÍA DE MEZCAL ARTESANAL CAPOTLÁN	140
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCAL: CONSUMO DE ENERGÍA	142
APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LAS VINAZAS, OAXACA, MÉXICO	144
INDICADOR COMPUESTO DE SUSTENTABILIDAD DE <i>Agave tequilana</i>	145
IMPORTANCIA DEL AGAVE EN EL MARCO DE COMPROMISOS INTERNACIONALES DE BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO	146

Eje temático 1: Sistemas de cultivo, plagas y enfermedades



**PRODUCCIÓN Y REGENERACIÓN *IN VITRO* DE EMBRIONES SOMÁTICOS DE
AGAVE MEZCALERO (*Agave angustifolia*)**

**[*IN VITRO* PRODUCTION AND REGENERATION OF AGAVE MEZCALERO
SOMATIC EMBRYOS (*Agave angustifolia*)]**

Jesús Ignacio Reyes-Díaz^{o§1}, Amaury Martín Arzate-Fernández²

¹Universidad Tecnológica del Valle de Toluca - Unidad Académica de Capulhuac. Paraje S/N, Col. Lomas de San Juan, Capulhuac de Mirafuentes, C. P. 52700, Estado de México. Teléfono: (728) 2859552. ²Universidad Autónoma del Estado de México - Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento. Carretera Toluca-Ixtlahuaca Kilómetro 15.5, Col. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, C. P. 50200, Estado de México. Teléfono: (722) 2965531.

§Autor para correspondencia: jesus.reyes@utvtol.edu.mx

Bajo condiciones de cultivo *in vitro*, las células del agave mezcalero (*Agave angustifolia*) pueden ser inducidas a modificar sus programas ontogénicos preestablecidos, iniciando procesos de desdiferenciación y de regeneración vegetativa en forma clonal, masiva y rápida para su conservación. El objetivo de este estudio fue establecer un protocolo para la producción de embriones somáticos para la regeneración *in vitro* del agave mezcalero. Bajo un diseño experimental completamente al azar, se evaluaron seis concentraciones de sacarosa (40.0, 50.0, 60.0, 70.0, 80.0 y 100.0 g L⁻¹) y tres vitaminas (B8, B6 y B1) sobre la inducción de callo y expresión de embriones somáticos (ES) a partir de explantes de *A. angustifolia*. La expresión de ES en estado globular-torpedo se evidenció a partir de los 20 y hasta los 60 días, mientras que a los 120 días se observó la maduración de los embriones a estado cotiledonar. Se detectó que la presencia o ausencia de algún compuesto vitamínico es vital para la adquisición de la totipotencia celular; ya que en el tratamiento que tenía los tres componentes se obtuvo el mayor porcentaje promedio de inducción de callo embriogénico (60%) y el mayor número de embriones somáticos en estado cotiledonar en comparación con el tratamiento que carecía de en su totalidad de ellos donde no fue posible expresar embriones somáticos. La concentración de 60.0 g L⁻¹ de sacarosa en combinación con las tres vitaminas permitió la máxima obtención de embriones somáticos por explante (55.90 ± 2.00) con una tasa de 95-100% de frecuencia de conversión a plántulas y un 100% de supervivencia a la adaptación *ex vitro*.

Palabras clave: *Cultivo in vitro; desdiferenciación celular; totipotencia celular.*

Keywords: *In vitro culture; cell dedifferentiation; cellular totipotency.*

**EFFECTO DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN LENTA EN AGAVE COYOTE
(*Agave sp.*) EN CONDICIONES DE CAMPO**

**[EFFECT OF SLOW-RELEASE FERTILIZERS ON AGAVE COYOTE (*Agave sp.*)
UNDER FIELD CONDITIONS]**

Carlos Castillejos-Reyes¹, Angélica Bautista-Cruz² y Teodulfo Aquino-Bolaños²

¹Egresado del Programa de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlán, Oaxaca, México, 71230. ²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlan, Oaxaca, México, 71230. ¹Autor para correspondencia:

ccastillejosr1900@alumno.ipn.mx

En el estado de Oaxaca (México), se utilizan alrededor de 9 especies de agave para destilar mezcal, de las cuales, solo el *Agave angustifolia* HAW. se cultiva. Las otras ocho especies son silvestres y su colecta lleva a la reducción de las poblaciones. Generalmente los suelos donde se desarrollan especies del género *Agave*, son pobres en materia orgánica, N y P. En este trabajo se evaluó el efecto de dos Fertilizantes de Liberación Lenta (FLL) en el crecimiento y contenido de sólidos solubles totales (SST, azúcares) en plantas de agave coyote (*Agave sp.*) de 18 meses de edad en condiciones de campo. El experimento se realizó en la población de San Jacinto Chilateca, Ocotlán, Oaxaca de diciembre del 2020 a octubre del 2021. Bajo un diseño de bloques completamente al azar se evaluaron tres tratamientos: control (sin fertilización), Osmocote plus® (15-09-12) y Multicote Agri® (18-06-12), con cuatro repeticiones, en cada repetición se incluyeron 5 plantas por tratamiento. Se aplicaron manualmente 100 g de FLL alrededor de cada planta a una profundidad de 5 cm y a 5 cm del tallo. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método de Duncan ($P \leq 0.05$). Las variables respuesta fueron: altura de planta (AP); número de hojas desplegadas (NHD); circunferencia de tallo (CT); volumen radicular (VR); densidad radicular (DR); peso fresco de hojas (PFH), tallo (PFT) y raíz (PFR); peso seco de hojas (PSH), tallo (PST) y raíz (PSR) así como SST. Con la aplicación de Osmocote se obtuvieron los mejores resultados respecto al testigo, la AP incrementó 21.2%, el NHD 28.4%, el PFH 77.0%, el PFT 62.8%, el PSH 177.0%, el PST 53.1% y el PSR 39.1%. Multicote aumentó 15.3% la AP. El contenido de SST no respondió significativamente a la fertilización. La fertilización con Osmocote fue la que mejor promovió el crecimiento de las plantas de agave coyote.

Palabras clave: *Agaves silvestres; altura de planta; biomasa aérea; fertilización; osmocote.*

Keywords: *Wild agaves; plant height; aerial biomass; Fertilization; osmocote.*

**CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS DE *Agave potatorum* ZUCC.
COLECTADOS EN DIFERENTES ALTITUDES**

**[CHARACTERIZATION OF FRUIT AND SEEDS OF *Agave potatorum* ZUCC.
COLLECTED AT DIFFERENT ALTITUDES]**

Zenaido Martínez Merino¹, Jesús Alberto Camacho Montoya^{§1}, Isidro Morales García², Wilfrido García Ventura¹, Ibeth Cortés Ángeles¹.

¹Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca (UTSSO). Magnolia S/N, Barrio La Soledad, Municipio Villa Sola de Vega C. P. 71410, Oaxaca. Teléfono: (951) 5696812.

²Instituto 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. [§]Autor para correspondencia:

alberto.camacho.1848@outlook.com

El maguey tobalá (*Agave potatorum*) es una especie importante para la elaboración de mezcal en Oaxaca, sin embargo, el sobre aprovechamiento ha generado una reducción de sus poblaciones aunado a que se reproduce exclusivamente por semillas, por ello el objetivo de esta investigación fue determinar las características cuantitativas de frutos y semillas colectadas en cinco sitios con diferentes rangos altitudinales y conocer su poder germinativo. La colecta de frutos y semillas se realizó en localidades del municipio Villa Sola de Vega, Oaxaca, fueron georreferenciados con un GPS Garmin Etrex25®. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. El factor evaluado fue la altitud (msnm) de colecta. Las variables respuesta para los frutos fueron longitud, diámetro, peso y peso de la cáscara; en semillas, longitud, ancho, grosor y peso, número y peso de semillas negras y vanas y porcentaje de germinación. Los resultados indican diferentes valores cuantitativos teniendo los mejores frutos a 1800 msnm correspondientes a la procedencia El Anís con longitud de 59.59 mm, mientras que en número de semillas negras provenientes de Agua Fría son significativamente mayores ya que se contrasta con el menor número de semillas vanas contenidas en la muestra, en aspectos de características físicas no se tuvieron diferencias. Las semillas de Barrio la Purísima obtuvieron el mayor porcentaje de germinación con 84%. En general, los valores de las características físicas de semillas para *A. potatorum* varían de acuerdo con el lugar de colecta y germinan pronto debido a su reciente colecta.

Palabras claves: *altitud; caracterización; colecta; semillas; tobalá.*

Keywords: *altitude, characterization; collection; seeds; tobalá.*

INSECTOS PLAGAS EN AGAVE MEZCALERO EN DOS LOCALIDADES DE LA REGIÓN NORTE DE GUERRERO

[PEST INSECTS IN AGAVE MEZCALERO IN TWO LOCATIONS IN THE NORTHERN REGION OF GUERRERO]

Amelia Hernández Diego¹, Paul García Escamilla¹, Yuridia Durán Trujillo¹, Elías Hernández Castro¹, Abraham Monteón Ojeda¹, José Luis Susano García¹.

Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local; Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales.; Facultad de comunicación y Mercadotecnia, UAGRO. MÉXICO

Autor para correspondencia: paul_ge@hotmail.com

El cultivo del agave mezcalero es de importancia económica en Guerrero por ser una fuente de trabajo; uno de los principales problemas es el manejo y el monitoreo de su densidad poblacional; sin embargo, existe poca información sobre los problemas fitosanitario del agave en este estado, por lo que el objetivo fue identificar la diversidad de los insectos asociados en dos localidades de la región norte de Guerrero en dos estaciones del año, para conocer las relaciones que se establecen con las diferentes especies.

El estudio se realizó en Tepecoacuilco de Trujano y Tuzantlán, en cada localidad se eligió una parcela, se realizó cinco transectos en forma de zig-zag, obteniendo 50 plantas por parcela, es decir, un muestreo por estación de año (otoño e invierno); se realizó colectas de insectos plagas, que se conservaron en frascos con alcohol al 70%, se llevaron al laboratorio de MCAyGL, en Iguala de la Independencia, Gro; se identificaron a través de un microscopio estereoscópico, usando claves taxonómicas correspondientes; se identificaron a nivel de orden, familia, género y especie. En las dos localidades que más se presentaron estos insectos plagas fueron especies fitófagas y las principales pertenecieron al orden Coleóptera, familia Curculionidae, *Scyphophurus acupunctatus*; y el orden Hemíptera, suborden Sternorrhyncha, familia Pseudococcidae, *Pseudococcus agavis*. Con esta información se puede establecer estrategias de manejo durante las estaciones de año que se presentan.

Palabras clave: *Agave angustifolia*; *diversidad*; *estaciones*; *fitófagos*; *fitosanitario*.

Keywords: *Agave angustifolia*; *diversity*; *seasons*; *phytophagous*; *phytosanitary*.

AGAVES PARA ELABORAR BEBIDAS ESPIRITUOSAS EN EL NORTE DE GUERRERO, MÉXICO

[AGAVES TO MAKE SPIRITS IN THE NORTH OF GUERRERO, MEXICO]

Jorge Huerta Zavala¹, Venus Yadiralep Arroyo Antúnez², Antonio Luna Díaz Peón¹, Elías Hernández Castro², Héctor Ramón Segura Pacheco², Mariana Espinosa Rodríguez^{2*}

¹Doctorado en Ecología y Gestión Ambiental, Centro Universitario Bonpland & Humboldt. Privada Copa de Oro No. 28, Colonia Santa María Ahuacatlán, Cuernavaca, Morelos.

²Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local (FCAA-UAGro), Campus Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Gro.

*Autor para correspondencia marianaespinosarodriguez@yahoo.com.mx

En Guerrero, México, históricamente los agaves (*Agave* spp.) se han usado para elaborar bebidas espirituosas como el pulque y el mezcal. Sin embargo, se desconoce la taxonomía de las especies utilizadas; lo cual es fundamental para su estudio, manejo y conservación. El objetivo de esta investigación fue la identificación de las especies de agave empleadas en la elaboración de bebidas espirituosas. Se realizaron 57 salidas a campo donde se recolectaron 236 ejemplares; además se revisaron 141 ejemplares de herbario (UAGC y MEXU). De cada ejemplar se analizaron las variables agroecológicas y problemáticas asociadas. De los ejemplares recolectados (236) se determinó que los taxones silvestres empleados en la producción de mezcal son: *Agave angustifolia* var. *angustifolia* (64), *A. angustifolia* var. *rubescens* (41), *A. cupreata* (25) y *A. rhodacantha* (2). Mientras que en plantaciones se identificó a *A. americana* (8), *A. angustifolia* var. *angustifolia* (42), *A. angustifolia* cultivar Espadín (espadín oaxaqueño, 11), *A. rhodacantha* (24), *A. salmiana* (2) y *A. tequilana* (8). Para la producción de pulque se identificó en estado silvestre a *A. inaequidens* (6) y en traspatio a *A. americana* (2). En las nuevas plantaciones de agave se observó la introducción de taxones procedentes de otras regiones del país, como *A. angustifolia* cultivar Espadín y *A. tequilana*, desplazando el uso de especies nativas, trayendo como consecuencia la erosión genética de agaves endémicos, así como la introducción de plagas y enfermedades en agaves, que anteriormente no estaban presentes en la región. Es importante analizar los impactos ecológicos que pueden generar las formas de producción convencional.

Palabras clave: *Pulque; mezcal, cambio de uso de suelo.*

Keywords: *Pulque; mezcal, land use change.*

**CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE AGAVES MEZCALEROS CULTIVADOS
EN LA REGIÓN NORTE DE GUERRERO**

**[MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF MEZCAL AGAVE PLANTS
CULTIVATED IN THE NORTH REGION OF GUERRERO]**

Venus Yadiralep Arroyo Antúnez ¹, Flaviano Godínez Jaimes ², Jorge Huerta Zavala ³, Elías Hernández Castro ³, Héctor Ramón Segura Pacheco.^{1*}

¹Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local (FCAA-UAGro), Campus Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Gro.

²Maestría en Matemáticas Aplicadas, (MMA-UAGro), Av. Lázaro Cárdenas S/N, Ciudad Universitaria Sur, CP. 39087 Chilpancingo, Gro.

³Doctorado en Sostenibilidad de los recursos Agropecuarios (FCAA-UAGro), Campus Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Gro.

*Autor para correspondencia: hsegurapa@gmail.com

El conocimiento actual que poseen los campesinos en la Región Norte de Guerrero sobre la identificación de especies y variedades de agave empleadas para la producción de mezcal aún es limitado, dificultando las posibilidades de obtener certificaciones de las plantaciones de maguey y del mezcal. El objetivo de esta investigación es caracterizar la morfometría de las especies mezcaleras e identificar caracteres que puedan ser empleados por los productores para su identificación. Se realizaron diez salidas a campo y se recolectaron cinco ejemplares de cada taxón de *Agave* en las localidades de Coacán y San Martín Pachivia, a cada ejemplar se le tomaron el mayor número de caracteres vegetativos. Se analizaron 14 variables cuantitativas relacionadas con las hojas, los dientes, la espina terminal y la roseta en 38 ejemplares correspondientes a siete taxones cultivados, los cuales fueron *A. americana* L, *A. angustifolia* HAW var. *angustifolia* Gentry, *A. angustifolia* HAW var. *rubecens* (Salm-Dyk) Gentry, *A. angustifolia* HAW cultivar espadín, *A. rhodacantha* Trel, *A. salmiana* Otto ex Salm y *A. Cupreata* Trel & A. Berger. Los datos se analizaron con Componentes Principales (CP) con el programa estadístico R. Los tres primeros CP explicaron el 79.5% de la varianza total. Ocho variables tienen mayor contribución al primer CP y las cuatro mejores fueron ancho en la base de la hoja, ancho mayor de la hoja, altura y diámetro de la roseta. En el segundo CP seis variables tienen mayor contribución y las tres mejores fueron número de dientes por un lado de la hoja, longitud de los dientes a la mitad de la hoja y largo de la espina terminal. El uso de los dos primeros CP permitió agrupar los taxones estudiados.

Palabras clave: *Componentes Principales; taxones; morfometría.*

Keywords: *Main components; taxa; morphometry.*

PRIMER REPORTE DE *Trichoderma* spp. ASOCIADAS CON *Agave potatorum* ZUCC.

[FIRST REPORT OF *Trichoderma* spp. ASSOCIATED WITH *Agave potatorum* ZUCC.]

Alejandra Guadalupe Caravantes Pérez^{1§}, Verónica del Carmen Martínez Gallegos², Ernesto Castañeda Hidalgo³, Misael Martínez Bolaños⁴, Celerino Robles Pérez².

¹Programa de Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (TecNM-ITVO). ²Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (IPN-CIIDIR-OAXACA). Calle Hornos 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71230. ³TecNM-ITVO-División de Estudio de Posgrado e Investigación (DEPI). Ex-Hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71230. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Rosario Izapa (INIFAP-CERI). Carretera Tapachula-Cacahoatán km 18. Tuxtla Chico, Chiapas. CP. 30870. [§]Autor para correspondencia: caravantes.alejandra@gmail.com

Los hongos del género *Trichoderma* se utilizan en la agricultura como agentes de biocontrol e inoculantes para promover el crecimiento de las plantas. Actúan contra fitopatógenos a través de mecanismos como la antibiosis ó micoparasitismo, compiten por nutrientes y espacio. El objetivo de este estudio fue caracterizar la morfología de aislados de *Trichoderma* asociado a maguey tobalá (*Agave potatorum*) en San Baltazar Chichicapam, Ocotlán Oaxaca. Se colectó suelo rizosférico y tejido vegetal de *A. potatorum* establecidas en campo. De una muestra compuesta de suelo, se diluyó 1 g en 10 ml de agua destilada esterilizada y se inocularon 200 µl de la dilución 10⁻² en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA). 100 fragmentos de piña (0.5 cm²) y 60 de raíces (0.5 cm de longitud) se incubaron en PDA. Los aislamientos obtenidos se caracterizaron macroscópicamente: color, forma de la colonia y tasa de crecimiento; y microscópicamente: tamaño de esporas, tasa de esporulación, tamaño del conidióforo, forma de fiálides y tamaño de clamidosporas. Se obtuvieron 85 aislamiento fúngicos de suelo y tejidos vegetales incubados. Ocho aislamientos (dos de piña, uno de raíz y cinco de suelo) mostraron morfología de colonia similar a *Trichoderma*. La mayor tasa de crecimiento fue de 2.20 cm d⁻¹. La variación observada en características morfológicas macro y microscópicas demuestra que los suelos cultivados con *A. potatorum* en San Baltazar Chichicapam albergan un grupo diverso de hongos de *Trichoderma* spp. con potenciales de biocontrol y biofertilizante para mejorar la nutrición del maguey.

Palabras clave: Maguey Tobalá; aislamiento; tejido vegetal; biocontrol; fitopatógeno.

Keywords: Maguey Tobalá; isolation; plant tissue; biocontrol; phytopathogen.

EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO Y SISTEMAS DE CRUZAMIENTO SOBRE LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO DE PLANTULAS DE *Agave obscura* (SCHIEDE)

[EFFECT OF STORAGE TIME AND CROSSING SYSTEMS ON GERMINATION AND DEVELOPMENT OF *AGAVE OBSCURA* (SCHIEDE)]

Manuel Cuéllar-Martínez^{*2}, Jorge Galindo-González¹, Antonio Andrade-Torres¹

¹Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana, Av. de las Culturas Veracruzanos No. 101, Campus para la Cultura, las Artes y el Deporte, col. E. Zapata, C. P. 91090, Xalapa, Veracruz, México. CA-173 Ecología y manejo de la biodiversidad.

²Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán 71230, México. *Autor para correspondencia: manuel.cuellarm@gmail.com

Los estudios sobre la germinación de semillas son de gran importancia en la biología de la conservación, la restauración ecológica y en el desarrollo de planes de manejo. Con el objetivo de conocer el efecto del sistema de cruzamiento y tiempo de almacenaje de semillas de *Agave obscura* sobre su éxito de germinación se realizaron experimentos de germinación con semillas almacenadas por 7 y 19 meses obtenidas mediante polinización cruzada manual, autopolinización y polinización natural como control. Se sembraron 10 semillas en 5 cajas petri (10 semillas en cada caja) con papel filtro y en fotoperiodo de 24 h luz. Las semillas que lograron germinar y que presentaban raíz de más de 2 cm se sembraron en dos charolas de germinación usando hojarasca de acículas de pino como sustrato y mantenidas en invernadero. Las semillas almacenadas por 7 meses tuvieron un 70% de germinación, mientras las semillas almacenadas por 19 meses solo germinaron el 48%. En cuanto a los sistemas de cruzamiento, reportamos que germinaron el 62% de las semillas obtenidas por autopolinización mientras que aquellas obtenidas por polinización natural tuvieron un porcentaje de germinación de 56% y las obtenidas por polinización cruzada manual germinaron el 52%. Las plántulas originadas de semillas obtenidas por polinización cruzada y autopolinización tuvieron una talla de 6.8 cm mientras que las obtenidas por polinización natural tuvieron una talla de 5.82 cm. Con un ANOVA de dos vías se encontró que el tiempo de almacenamiento de las semillas si tiene un efecto en la germinación de semillas más no los sistemas de cruzamiento.

Palabras clave: *Crecimiento; plantulas; polinización; sobrevivencia.*

Keywords: *Growth; seedlings; pollination; survival.*

**EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE HUMUS Y ARENA EN EL
CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Agave salmiana* var *Xhaminy***

**[EFFECT OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF HUMUS AND SAND ON THE
GROWTH OF SEEDLINGS *Agave salmiana* var *Xhaminy***

Cindy Cruz Hernández¹, Cecilia González Resendiz¹, Griselda Reyes Godoy¹ Emilio
Raymundo Morales Maldonado^{§1}.

¹Instituto Tecnológico Superior de Huichapan Hidalgo. Ingeniería en Innovación Agrícola
Sustentable. Dirección Dom. Conocido s/n El Saucillo, Huichapan, Hidalgo C.P. 42411
Teléfonos: (01 761) 724 81 47, 72 4 80 79, 80, 84 [§]Autor para correspondencia:
ermorales@iteshu.edu.mx

El género *Agave* está asociado al uso medicinal, cultural, agroindustrial, ecológico y gastronómico. Una característica de esta planta es su comercialización desde semilla, espina, hoja, fibra, quiote, flores hasta aguamiel, lo que impacta económica y socialmente a agricultores de zonas rurales. En este trabajo se emplearon semillas de *Agave salmiana*. Se evaluó el efecto de diferentes concentraciones: 100-0, 0-100, 90-10, 80-20, 70-30, 60-40, 50-50, 40-60, 30-70, 20-80 y 10-90% de humus y arena en el crecimiento de plántulas de *A. salmiana*. Se evaluaron variables agronómicas (altura, diámetro, número de hojas, área foliar específica, área foliar total, clorofila, volumen y longitud de raíz), variables de rendimiento (materia seca) y variables químicas del sustrato (N total, P extractable, K⁺, pH, CE, M.O, Ca⁺², Mg, Na⁺) antes y después del experimento. Se establecieron 11 tratamientos con 15 repeticiones en un análisis de varianza usando la prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Los resultados preliminares indicaron que el T3 se posicionó como el mejor tratamiento en variables como área foliar específica (14.08 cm²), total (39.97 cm²) y clorofila SPAD (3.57); seguido del T1 (altura y clorofila), T4 (número de hojas y área foliar específica) y T5 (área foliar específica y clorofila); mientras que en diámetro no se registraron diferencias estadísticas se concluye que una mezcla de 90% humus + 10% arena (T₃) promovió una mayor respuesta en el crecimiento de plántulas de agave provenientes de semilla por lo que esta mezcla puede ser una opción como un sustrato alternativo en la propagación de *Agave*.

Palabras clave: *Tratamientos, semilla de maguey, sustratos orgánicos, bioestimulantes, crecimiento vegetativo.*

Keywords: *Treatment, maguey seed, organic substrates, biostimulants, vegetative growth.*

**EFFECTOS DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE LA FISIOLÓGÍA DEL BROTE Y EL
DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL DE *Agave fourcroydes* LEM.**

**[EFFECTS OF WATER STRESS ON THE SHOOT DEVELOPMENT AND ROOT
DEVELOPMENT OF *Agave fourcroydes* Lem.]**

Lorena Rodríguez López¹, Eliana Noguera-Savelli¹, Hilda Zavaleta-Mancera², Eugenio Carillo-Ávila¹, Yessica Bautista-Bautista³, Jorge M. Santamaría³, Fulgencio Alatorre Cobos⁴ §.

¹Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Carretera Haltunchen-Edzná km 17.5, 24450, Campeche, México. ²Colegio de Postgraduados, Programa de Posgrado en Botánica, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo 56230, México. ³Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología, Calle 43 No. 130 × 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, Mérida 97205, Mexico. ⁴Conahcyt-Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Calle 43 No. 130 × 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, Mérida 97205, Mexico. §Autor para correspondencia: fulgencio.alatorre@cicy.mx

El estrés hídrico es uno de los principales factores abióticos que limitan el desarrollo y rendimiento en cultivos agrícolas. Como respuesta al estrés, las plantas realizan cambios fisiológicos y morfológicos como una estrategia de sobrevivencia. El objetivo del trabajo fue analizar el efecto de 4 regímenes de humedad (-0.02, -0.3, -2 y -80 Mpa) del suelo sobre la fisiología de brotes y el desarrollo del sistema radical de bulbilos de *A. fourcroydes*, bajo condiciones de invernadero, y un arreglo completamente al azar. Las variables respuesta fueron: longitud de la hoja y de raíz más larga, número de hojas y de raíces, peso fresco y seco de plántula, fluorescencia de clorofila y acumulación de metabolitos en raíz. Después de 90 días de tratamiento, la ganancia de biomasa del brote y raíz fue positivamente dependiente del nivel de humedad del suelo; mientras que el potencial hídrico y fluorescencia de clorofila de hojas mostraron diferencias significativas a partir de -2 Mpa. La arquitectura del sistema radical también fue negativamente afectada por el estrés hídrico. La longitud y el número de raíces adventicias disminuyeron en función del nivel de humedad. Los análisis histológicos mostraron efectos de la sequía sobre la lignificación y acumulación de flavonoides en el sistema radical. Los datos permiten concluir que la sequía afecta negativamente el desarrollo y anatomía radical del henequén.

Palabras clave: *Agave fourcroydes*; estrés hídrico; sistema radical; lignina; anatomía.

Keywords: *Agave fourcroydes*; water stress; root system; lignin; anatomy.

**EFFECTO DE LA INOCULACIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DE
CRECIMIENTO VEGETAL SOBRE LA GERMINACIÓN DE AGAVES**

**[EFFECT OF THE INOCULATION OF PROMOTING BACTERIA OF
PLANT GROWTH ON THE GERMINATION OF AGAVES]**

Víctor Hugo Vásquez Luna¹, Santiago Justino Hernández Hernández¹, Fidel Alejandro Castro Pérez¹, Elí Secundino Porras Ramírez¹, Hazael Obed Ramírez Macés¹, José Abimael Campos Ruiz^{§1}

¹Universidades para el Bienestar Benito Juárez García (UBBJG) Sede Villa de Zaachila. Neptuno No. 102, Barrio de Lexio, Villa de Zaachila, Oaxaca, C. P. 71250.

[§]Autor para correspondencia: josecampos92@gmail.com

La propagación más común y exitosa del *Agave* spp. es de manera asexual, no obstante, este método puede ocasionar diversos problemas fitosanitarios y pérdida de la variabilidad genética. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el porcentaje de germinación de semillas de dos especies de la familia Agavaceae (*Agave angustifolia* HAW y *Agave potatorum* ZUCC.) sometidas a diferentes periodos de remojo en una suspensión de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (*Azotobacter* spp. y *Azospirillum* spp.). Para ambas especies de *Agave* se evaluaron los dos consorcios bacterianos promotores del crecimiento vegetal en tres tratamientos de remojo, en periodos de 6, 12 y 24 horas, con un testigo, donde se determinaron diferencias significativas ($P < 0.05$), en el porcentaje de germinación, a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de la siembra (DDS), utilizando un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. En *A. angustifolia* los resultados mostraron que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) en los tiempos de remojo, siendo el tratamiento 2 con un tiempo de remojo de 6 horas, a los 20 DDS mostró un mayor porcentaje de germinación con 70%, alcanzando un máximo de 72.66% a los 50 DDS. En *A. potatorum* no existió diferencia significativa ($P < 0.05$), en los tiempos de remojo. En ambas especies de *Agave*, se presentó mayor porcentaje de germinación con el remojo de 6 horas en el consorcio bacteriano.

Palabras clave: *Propagación sexual; biofertilizante; microorganismos benéficos.*

Keywords: *Sexual propagation; biofertilizer; beneficial microorganism.*

**DIFERENTES CONCENTRACIONES DE *Malaleuca alternifolia*. B+ QUITOSANO EN
Agave salmiana.**

[DIFFERENT CONCENTRATIONS OF *Malaleuca alternifolia*. B + QUITOSAN IN *Agave salmiana*]

Griselda Reyes Godoy¹, Cecilia Gonzáles Reséndiz¹, Cindy Cruz Hernandez¹, Emilio Raymundo Morales Maldonado^{§1}.

¹Instituto Tecnológico Superior de Huichapan – Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable (ITESHU-HUICHAPAN). Dom. Conocido s/n, El saucillo, Huichapan, Hidalgo C.P. 422400. Teléfono: (01761) 724 81 47. [§]Autor para correspondencia:

ermorales@iteshu.edu.mx

El género *Agave* constituye una fuente de comercialización que impacta al ingreso económico y bienestar social en las comunidades en las que se produce, siendo la propagación por semilla una forma de adaptación a factores ambientales; sin embargo, el crecimiento supera los 25 años, por lo que el objetivo fue evaluar diferentes concentraciones de *Malaleuca alternifolia*+ quitosano en el crecimiento de *Agave salmiana* var. Xhamini. Las semillas provinieron de una colecta de 2015 en Daboxtha, Hidalgo. La siembra se realizó en charolas de 60 cavidades con humus de lombriz. Se seleccionaron plántulas homogéneas en altura. Las macetas se llenaron con humus y arena 70:30 v/v). Los tratamientos fueron: 2-0.1, 2-0.5, 2-0.7 y 2-1% de quitosano y *M. alternifolia* respectivamente, mientras que el testigo fue 100% agua con pH 6.5. Se evaluó: variables agronómicas (altura, diámetro, número de hojas, área foliar específica, área foliar total y clorofila; longitud y volumen de raíz; variables de rendimiento (materia seca) y variables químicas del sustrato (N total, P extractable, K⁺, pH, CE M.O, Ca⁺², Mg, Na⁺ antes y después del experimento). Se utilizó un análisis de varianza Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Los resultados preliminares indicaron que Testigo (100% agua) sobresalió en área foliar total (20.83 cm²) y clorofila (1.94); mientras en altura, diámetro, número de hojas, área foliar específica, ancho y largo de hoja no hubo diferencias estadísticas. Se concluyó que las plántulas de *Agave* regadas con agua a pH 6.5 (testigo) mostraron resultados sobresalientes en área foliar y clorofila que las plántulas de los tratamientos donde se aplicaron diluciones de quitosano y *M. alternifolia*, Sin embargo, aún falta determinar las variables de rendimiento y las variables químicas del sustrato.

Palabras clave: *Magüey, estimulantes, desarrollo, reproducción sexual.*

Keywords: *Magüey, stimulants, development, sexual reproduction.*

**APRENDIZAJE PROFUNDO APLICADO A LA DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE
PLANTAS DE *Agave angustifolia* HAW**

**[DEEP LEARNING APPLIED TO THE DETECTION AND CLASSIFICATION OF
Agave angustifolia HAW PLANTS]**

Idarh Claudio Matadamas Ortiz^{§1}, Erik Zamora Gómez², Teodulfo Aquino Bolaños¹

¹Instituto 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. 82786.

²Instituto Politécnico Nacional - Centro de Investigación en Computación (CIC-IPN). Av. Juan de Dios Bátiz S/N, Col. Nueva Industrial Vallejo, Gustavo A. Madero, C.P. 07700, CDMX, México.

§Autor para correspondencia: idarhmatadamas@gmail.com

El cultivo de agave a nivel nacional se ve afectado por problemas ambientales y biológicos que repercuten en la calidad del producto. La identificación de las afectaciones por medio de herramientas no invasivas resulta de interés por el impacto económico que estas implican. El objetivo de este estudio fue evaluar el modelo de aprendizaje profundo YOLOv7 para la detección y clasificación de plantas de *Agave angustifolia* en imágenes digitales. Se tomaron 333 imágenes con una cámara digital Canon® Rebel T3i en una plantación a cielo abierto en la población de Santiago Matatlán, Oaxaca; se obtuvo una base de datos de 1,317 muestras, cada una etiquetada en una de cinco clases: enfermo, amarillo, sano, pequeño y manchado. El modelo se entrenó con una partición aleatoria del 70 %, validado con un 10 % y probado con el 20 % restante. Después de 1,000 épocas tuvo una pérdida de 0.00018 en entrenamiento. Las métricas en la validación arrojaron un $mAP = 0.552$, siendo la clase “enfermo” la mejor clasificada con un $AP = 0.714$ y “pequeño” la peor con un $AP = 0.397$. El modelo se evaluó mediante el conjunto de prueba; en donde resalta la clase “enfermo” con un $AP = 0.799$ como la mejor y “pequeño” como la peor con $AP = 0.474$, obteniendo un $mAP = 0.619$. El modelo implementado muestra que el uso de la inteligencia artificial para la detección y clasificación de plantas de *Agave angustifolia* en condiciones de siembra es factible a partir de imágenes digitales.

Palabras clave: *Aprendizaje profundo; inteligencia artificial; detección; clasificación.*

Keywords: *Deep Learning; artificial intelligence; detection; classification.*

DESARROLLO DE PLÁNTULA DE *Agave durangensis* A MEDIA SOMBRA O BAJO SOL DIRECTO, EN VILLA UNIÓN, DURANGO

[SEEDLINGS DEVELOPMENT OF *Agave durangensis* IN PARTIAL SHADE OR UNDER DIRECT SUN, IN VILLA UNION, DURANGO]

Rodolfo Santos Lavallo*¹, Asael Islas Moreno².

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Av. Normalistas No. 800, Colinas de La Normal, C. P. 44270 Guadalajara, Jalisco, México. ²Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Avenida Universidad Km. 1 s/n Exhacienda Aquetzalpa, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. *Autor para correspondencia: rsantos@ciestaam.edu.mx

El *Agave durangensis* es de los magueyes más utilizados para la elaboración de mezcal en Durango. Principalmente se extrae de plantaciones silvestres, razón por la cual su sobrevivencia está en alto riesgo. Una alternativa para revertir la sobreexplotación es la producción en vivero. El objetivo fue evaluar el desarrollo de plántula de agave bajo dos modalidades: a media sombra y bajo sol directo. Se estableció un vivero rústico para propagar plantas de *Agave durangensis*, 141 ejemplares fueron colocadas bajo la media sombra de un mezquite y otras 117 se colocaron sin sombra. Las variables que se analizaron fueron el diámetro de la roseta, la altura de la planta y el número de hojas secundarias. Se realizaron pruebas de correlación y comparación de medias para analizar la relación entre las variables monitoreadas. Se encontró que, a mayor diámetro de la roseta, mayor altura de la planta y mayor número de hojas secundarias ($p < 0.01$). Las plantas bajo media sombra tienen en promedio 5.6 cm de mayor diámetro en la roseta que las plantas bajo sol directo ($p < 0.01$). No existe diferencia en la altura de las plantas ($p > 0.1$). Sin embargo, las plantas bajo sombra tuvieron en promedio 1.1 más hojas secundarias ($p < 0.01$). Las plantas bajo media sombra se desarrollan más uniformemente en cuanto al ancho de la roseta y número de hojas secundarias, aunque se desarrollan más heterogéneamente respecto a la altura de la planta. La producción en vivero bajo condiciones de media sombra favorece el desarrollo de plantas de *Agave durangensis*.

Palabras clave: *Magüey cenizo; agave mezcalero; plantaciones de agave.*

Keywords: *Magüey ash; agave mezcalero; agave plantations.*

**EFFECTO DE TRES CONCENTRACIONES DE *Trichoderma* var. *harziaum* EN
PLÁNTULAS DE *Agave salmiana* var. *Xhaminy***

**[EFFECT OF THREE CONCENTRATIONS OF *Trichoderma* var. *harziaum* IN
SEEDLINGS OF *Agave salmiana* var. *Xhaminy*]**

Cecilia González Resendiz¹, Griselda Reyes Godoy¹, Cindy Cruz Hernández¹, Emilio Raymundo
Morales Maldonado^{§1}

¹Instituto Tecnológico Superior de Huichapan. Ingeniería en innovación agrícola sustentable.
Dom. Conocido s/n. El Saucillo, Huichapan, Hidalgo, C.P 42411. Teléfonos (01 761) 724 81
47, 72 480 79, 80, 84. §Autor para correspondencia: ermorales@iteshu.edu.mx

El uso de microorganismos del suelo favorece el crecimiento y desarrollo de plantas, siendo *Trichoderma* un promotor de crecimiento vegetal que ha sido poco investigado en Agave. El objetivo del trabajo fue evaluar tres concentraciones de *Trichoderma* var. *harziaum* en plántulas de *Agave salmiana* var. *Xhaminy*. Las semillas procedieron de la localidad de Daboxtha, Hidalgo. Se utilizaron plántulas de 60 días después de la siembra y homogéneas en altura. Los tratamientos inoculados con *T. harziaum* fueron: (alto: 100%, medio: 50% y bajo: 25%) de la dosis recomendada. En una cámara de Newbauer se realizó el conteo de esporas de *T. harziaum* con las que se inocularon las raíces de las plántulas de Agave. El trasplante se realizó en macetas con humus y arena (70:30%). Para mantener los tratamientos hidratados se aplicaron riegos recurrentes de quitosano y *M. alternifolia* (2:0.1). Se evaluaron variables agronómicas (altura, diámetro, número de hojas, área foliar específica, área foliar total y clorofila, volumen y longitud de raíz), de rendimiento (materia seca) y químicas del sustrato (N total, P extractable, K⁺, pH, CE, M.O, Ca⁺², Mg, Na⁺) de los tratamientos antes y después del experimento. Se utilizó un análisis de varianza y una prueba de medias Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Los resultados preliminares en variables agronómicas indicaron que ninguno de los tratamientos mostró diferencias significativas Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Se concluyó que la concentración al 25% de *T. harziaum* inoculado en raíces de plántulas de Agave presentó efectos similares en variables agronómicas que a concentraciones de 50 y 100%.

Palabras clave: *Micorriza, esporas, bioestimulantes, crecimiento.*

Keywords: *Mycorrhiza, spores, biostimulants, growth.*

VITROPLANTAS DE *Agave angustifolia* HAW. EN VIVERO FERTIRRIGADAS E INOCULADAS CON *Azospirillum brasilense*

[VITROPLANTS OF *Agave angustifolia* HAW. IN A NURSERY FERTIGATED AND INOCULATED WITH *Azospirillum brasilense*]

Maura Elisama Miguel Luna^{§1}, José Raymundo Enríquez del Valle², Isidro Morales García³, Gerardo Rodríguez Ortiz², Vicente Arturo Velasco Velasco², Rodolfo Benigno de los Santos²

¹Estudiante, ²profesor-Investigador, Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO) División de Estudios de Posgrado e Investigación. Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, C.P. 71233, Oaxaca. ³Profesor-Investigador, Instituto Politécnico Nacional-Centro interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Unidad Oaxaca (CIIDIR-IPN-OAXACA). Hornos No.1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230, Oaxaca Teléfono (951) 5170610 Ext. 82786 [§]Autor de correspondencia: lunitastar.mar@hotmail.com

Las plantas de agave son relevantes en el destilado de bebidas fermentadas, el objetivo fue evaluar el desarrollo de vitroplantas de *A. angustifolia* en condiciones de vivero fertirrigadas con diferentes diluciones de solución nutritiva e inoculación con *Azospirillum brasilense*. Se utilizaron vitroplantas de seis meses, se separaron en tres categorías de tamaño: 1) Grandes, 2) Medianas, y, 3) Chicas. Se establecieron individualmente en macetas que contenían una mezcla de 1:3 v/v de peat moss y agrolita. Se aplicó diferente tipo de riego: 1) agua; 2) fertirriego con la solución nutritiva Steiner (SN) a 25%; 3) fertirriego con SN a 50%. Posteriormente, las plantas de cada categoría y tipo de riego se dividieron en dos subgrupos, 1) inoculados con *Azospirillum brasilense*, y 2) sin inocular. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3X3X2. Transcurridos cuatro meses del experimento se cuantificaron características morfológicas. Las plantas que alcanzaron mayor formación de hojas fueron las que recibieron fertirriego y se inocularon, y tuvieron 1.392 hojas, 2.212 cm de altura, 12.792 cm de diámetro de roseta; mientras que las plantas irrigadas con solo agua y no inoculadas tuvieron 1.01 cm de altura, 8.962 cm de diámetro de roseta, la tasa relativa de crecimiento de altura de la planta en los 4 meses de estudio fue de 0.014. y en la altura de la hoja mayor fue de 3.006 por lo que las plantas que son fertilizadas e inoculadas presentan un mayor desarrollo y crecimiento.

Palabras clave: *fertirriego, inoculación, ex vitro, Azospirillum brasilense y morfología.*

Keywords: *fertigation, inoculation, ex vitro, Azospirillum brasilense and morphology.*

**ACLIMATACIÓN EN CONDICIONES RUSTICAS Y CRECIMIENTO EN VIVERO DE
PLANTAS DE *Agave angustifolia* HAW MICROPROPAGADAS**

**[ACCLIMATION UNDER RUSTIC CONDITIONS AND GROWTH IN NURSERY OF
MICROPROPAGATED *Agave angustifolia* HAW PLANTS]**

¹Fátima Manuel Zárate, ²José Raymundo Enríquez del Valle, ²Gerardo Rodríguez Ortiz, ²Vicente Arturo Velasco Velasco

¹Estudiante, ²profesor, Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO) División de Estudios de Posgrado e Investigación. Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, C.P. 71233, Oaxaca. Autor de correspondencia manuelzaratef.97@gmail.com

Debido a la importancia de *Agave Agustifolia* HAW como materia prima para la elaboración de mezcal. Se evaluó la aclimatización y crecimiento de plantas *ex vitro* que se establecieron en diversos sustratos: 1) mezcla $\frac{2}{3}$ de abono de pino; $\frac{1}{3}$ de tepexil; 2) mezcla $\frac{2}{3}$ de abono de encino; $\frac{1}{3}$ de tepexil, y 3) mezcla $\frac{2}{3}$ de abono de lombricomposta; $\frac{1}{3}$ de tepexil y recibieron dosis diferentes de fertilización 1) solo agua; 2) solución nutritiva (SN) a 50% de formulación Steiner (1984); 3) SN a 100%. Se obtuvieron 200 plantas, se trasplantaron a macetas de 216 cm³, teniendo una mezcla de turba de musgo-perlita, en proporción 1:1, se colocaron durante 60 días en invernadero de aclimatación. Ya aclimatadas se transfirieron a macetas de 6.2 dm³ repartidas en tres grupos, cada grupo en tres subgrupos de abastecimiento nutrimental mediante el riego. Durante los días 61 al 202 estuvieron expuestas a radiación solar plena. Las plantas tuvieron mayor crecimiento fertirrigadas con SN a 100% comparadas con las irrigadas con solo agua, su tasa de crecimiento mensual fue de 1.26 y 0.91 hojas; 4.29 y 3.40 cm de longitud de hoja; 0.57 y 0.38 cm de ancho de hoja. El tamaño que obtuvieron al término del experimento fue de 144.73 g de peso fresco total y 11.68 g de peso seco total del sustrato, $\frac{2}{3}$ de encino; $\frac{1}{3}$ tepexil y que fueron fertirrigadas al 100% de nutrimentos de la formulación Steiner siendo un rango óptimo para el desarrollo de esta etapa.

Palabras clave: *fertirriego, concentraciones, crecimiento, adaptación.*

Keywords: *fertigation, concentrations, growth, adaptation.*

HONGOS ASOCIADOS A LA PUDRICION DEL TALLO DE *Agave salmiana* EN LA MIXTECA DE OAXACA, MÉXICO

[FUNGI ASSOCIATED WITH STEM ROT OF *Agave salmiana* IN THE MIXTECA OF OAXACA, MEXICO]

¹Naomi Lisset Cruz-Sánchez, ²Aída Rubí Cruz-Luna, ²Alfonso Vásquez-López

¹Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande, Km. 1.2 carretera a Morelos, San Miguel el Grande Tlaxiaco, Oaxaca. C.P. 71140, Oaxaca ²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca. Hornos Núm. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71230, Oaxaca, México. Autor para correspondencia: acruz11600@alumno.ipn.mx

En la Región de la Mixteca Oaxaqueña, el *Agave salmiana* se utiliza para elaborar pulque; una bebida espirituosa de valor económico, social y cultural. Una de las limitantes del cultivo son las enfermedades, como la pudrición seca del tejido interno de tallo; necrosis en la zona basal del cogollo y hojas maduras. El objetivo del estudio fue identificar los hongos asociados a la enfermedad de pudrición de tallo. En San Miguel el Grande se recolectaron muestras de tejido interno del tallo de plantas sintomáticas. El tejido se sembró en medio de cultivo sólido PDA; los hongos desarrollados se purificaron, identificaron, preservaron y caracterizaron a nivel de género con base en sus características morfológicas. Del tejido enfermo se aislaron 3 cepas distintas de *Fusarium* y 2 de *Alternaria*. Además, se obtuvieron al menos tres cepas bacterianas que se encuentran en proceso de identificación. Es importante conocer el complejo hongos-bacterias ya que la sinergia creada por los microorganismos puede inducir la muerte de plantas adultas; así pues, disminuye la población de plantas y por ende la producción de pulque. La correcta identificación de los patógenos es relevante dado que así se pueden implementar estrategias de manejo del cultivo priorizando el enfoque de control biológico.

Palabras clave: *Agave pulquero*; *Fusarium spp*; *Necrosis*.

Keywords: *pulquero Agave*; *Fusarium spp*; *Necrosis*.

***Metarhizium* sp., ENTOMOPATÓGENO DE *Scyphophorus acupunctatus*, AISLADO EN SANTA CATARINA MINAS, OCOTLÁN, OAXACA; MÉX.**

[*Metarhizium* sp., ENTOMOPATHOGEN OF *Scyphophorus acupunctatus*, ISOLATED IN SANTA CATARINA MINAS, OCOTLÁN, OAXACA, MEX.]

Rosa Elvira López López, Alfonso Vásquez López, Ariel W. Guzmán Franco, Gabino Alberto Martínez Gutiérrez

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: Ext. Autor para correspondencia: rl198509@gmail.com.

En Oaxaca, México, la producción de *Agave potatorum* se limita, entre otros factores, por el ataque de *Scyphophorus acupunctatus*. Una alternativa para el manejo del insecto es el empleo de hongos entomopatógenos (HE). El objetivo de este estudio fue identificar y determinar la efectividad biológica de HE aislados del suelo de un predio cultivado con *A. potatorum*. En octubre de 2021, en Santa Catarina Minas, Ocotlán, Oaxaca, se recolectaron 10 muestras de suelo que se mezclaron para obtener una muestra final de 1.0 kg de donde se aislaron los HE mediante la técnica de insecto trampa utilizando larvas de *Tenebrio molitor*. Se aislaron 5 cepas fúngicas con diferentes características morfológicas; con ellas se realizaron pruebas de patogenicidad sobre adultos de *S. acupunctatus* inoculados por inmersión en una solución conidial (1×10^8 esporas/mL). Sólo una cepa (Met1) mostró capacidad patogénica. El hongo indujo la muerte de 80 % de insectos a 12 días después de la inoculación. El HE, en medio de cultivo PDA, fue de color blanco con masas de esporas de color negro con conidios de forma bacilar. El hongo se identificó a nivel de género como *Metarhizium* sp. Actualmente, se están realizando estudios moleculares para determinar la especie del HE.

Palabras claves: *Agave* spp.; *Scyphophorus acupunctatus*; control biológico; hongos entomopatógenos; insecto-trampa.

Keywords: *Agave* spp.; *Scyphophorus acupunctatus*; biological control; entomopathogenic fungi; insect-trap.

**CAPACIDAD ANTAGÓNICA DE BACTERIAS ENDÓFITAS DE *Agave potatorum*
ZUCC. CONTRA *Neocosmospora* sp.**

**[ANTAGONIC CAPACITY OF ENDOPHYTIC BACTERIA OF *Agave potatorum* ZUCC.
AGAINST *Neocosmospora* sp.**

Tania Mariela Vázquez Ríos^{§1}, Alfonso Vázquez López¹, Sergio Aranda Ocampo²,

¹Instituto 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, México. ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. CP. 56230. Texcoco, Estado de México. [§]Autor para correspondencia:

tvasquezr2200@alumno.ipn.mx

Las bacterias endófitas (BE) son microorganismos que proveen a sus huéspedes beneficios nutricionales y de sanidad. En plantas de *Agave potatorum*, el hongo *Neocosmospora* sp., puede inducir pudrición de tallo y muerte de plantas infectadas. El objetivo de este estudio fue aislar BE de raíces de *A. potatorum* y evaluar la capacidad antagónica contra *Neocosmospora* sp., in vitro. En el año 2022, en Santa Catarina Minas, Ocotlán, Oaxaca, se recolectaron raíces de plantas sanas de *A. potatorum* de 5 años de edad. Del extracto radical se aislaron 10 cepas bacterianas que se congregaron en 5 grupos. De cada grupo se seleccionó un aislado para realizar pruebas de antagonismos frente a *Neocosmospora* sp. Sólo una cepa, nombrada como BP4R, mostró capacidad para inhibir el crecimiento del hongo. El halo inhibitorio fue de 10.5 mm de diámetro a las 24 h. La bacteria presentó forma esférica y fue, Gram positiva. La colonia bacteriana fue de color amarillo, consistencia butirosa, forma irregular y bordes ondulados. En estudios inmediatos se realizarán pruebas bioquímicas y moleculares para determinar la especie de esta bacteria con capacidad antagónica contra hongos fitopatógenos.

Palabras clave: *Agave* spp.; microorganismos endófitos; antagonismo; hongos fitopatógenos.

Keywords: *Agave* spp.; endophytic microorganisms; antagonism; phytopathogenic fungi.

3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional **AGAVE MEZCAL**

"Hacia la sustentabilidad"

Sede: Centro Cultural y de Convenciones de Oaxaca
28, 29 y 30 - Septiembre 2023



Instituto Politécnico Nacional
CIIDIR Unidad Oaxaca

Eje temático 2: Biodiversidad



**CARACTERIZACIÓN DEL GEN *Agave angustifolia* SOMATIC EMBRYOGENESIS
RECEPTOR-LIKE KINASE (SERK)**

**[CHARACTERIZATION OF THE *Agave angustifolia* SOMATIC EMBRYOGENESIS
RECEPTOR-LIKE KINASE (SERK) GENE]**

Jesús Ignacio Reyes-Díaz^{§1}, Amaury Martín Arzate-Fernández²

¹Universidad Tecnológica del Valle de Toluca - Unidad Académica de Capulhuac. Paraje S/N, Col. Lomas de San Juan, Capulhuac de Mirafuentes, C. P. 52700, Estado de México. Teléfono: (728) 2859552. ²Universidad Autónoma del Estado de México - Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento. Carretera Toluca-Ixtlahuaca Kilómetro 15.5, Col. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, C. P. 50200, Estado de México. Teléfono: (722) 2965531.

[§]Autor para correspondencia: jesus.reyes@utvtol.edu.mx

El agave mezcalero (*Agave angustifolia*) es una planta con usos agroindustriales que puede ser regenerada *in vitro* vía embriogénesis somática; sin embargo, aún se desconocen las bases moleculares que regulan dicho proceso. El objetivo fue caracterizar un gen con funciones putativas a la totipotencia celular para la formación de embriones somáticos. Se aisló DNA de callos embriogénicos de *A. angustifolia* y con marcadores moleculares degenerados se amplificó, secuenció y caracterizó molecularmente una secuencia de tipo *Somatic Embryogenesis Receptor-like Kinase* (SERK) designada como gen *AaSERK*. El análisis estructural determinó que *AaSERK* está conformado por 968 nucleótidos que codifican una proteína de 327 aminoácidos. Asimismo, el análisis de secuencia muestra que *AaSERK* comparte todos los dominios característicos de la familia *SERK*, incluidas cinco repeticiones ricas en leucina (LRR), un motivo de serina-prolina-prolina (SPP), un dominio transmembrana (TM) y un dominio quinasa. Finalmente, el análisis filogenético sugirió que *AaSERK* es muy similar a las proteínas *SERK* de otras especies de monocotiledóneas filogenéticamente cercanas a *A. angustifolia* dentro del Orden Asparagales. Basado en estos resultados y en reportes de secuencias similares, se puede inferir que el gen *AaSERK* actúa como un componente clave en la mediación del proceso genético que permite a una célula adquirir la capacidad embriogénica y puede ser utilizado como un marcador genético para la adecuada selección de material vegetativo para la regeneración masiva de esta especie.

Palabras clave: *Gen; regeneración in vitro; caracterización molecular; agave mezcalero.*

Keywords: *Gene; in vitro regeneration; molecular characterization; agave mezcalero.*

EVALUACIÓN DE *Agave maximiliana* POR MEDIO DE MARCADORES
MOLECULARES RAPDs

[EVALUATION OF *Agave maximiliana* BY MEANS OF RAPDs MOLECULAR
MARKERS]

Jorge Martínez de Lara^{§1}; Silvia Flores Benítez¹; Héctor Silos Espino¹; Luis L. Valera Montero¹;
Eugenio Pérez Molphe Balch²; Mayra I. Montero Cortes³.

¹Instituto Tecnológico de El Llano Aguascalientes, ²Universidad Autónoma de Aguascalientes,

³Instituto Tecnológico de Tlajomulco (Jalisco). [§]Autor para correspondencia:

(jorgestca@hotmail.com)

El *Agave maximiliana*, es una especie cuyas “piñas” son utilizadas para producir el destilado raicilla en la zona serrana del estado de Jalisco, las cuales presentan una amplia variabilidad morfológica; sin embargo, existen técnicas como los marcadores moleculares que permiten diferenciar los individuos bajo estudio. El objetivo del presente trabajo fue evaluar individuos de *A. maximiliana* por medio del ADN polimórfico amplificado al azar. Se estudiaron cuatro localidades en los municipios de Mixtlan y Mascota en el estado de Jalisco. Se utilizaron los primers del 1 al 20 de la serie OPA en un individuo de cada una de ellas. En Mixtlan fue una parcela; en Mascota dos parcelas (parcela I y parcela II) y también una silvestre. Se llevó a cabo un corrimiento de PCR y se obtuvieron cuatro bandas polimórficas por primer en gel de agarosa. Y se analizaron con el software PAST 4.12, mediante el algoritmo del Método de Ward. El dendrograma mostró que, en general, los genotipos se agruparon por cercanía parental. Una parcela de Mascota (II) con los agaves más grandes se separó del resto, seguida de la parcela de Mixtlan. En el caso de la parcela cultivada (I) y la silvestre de Mascota ambas presentaron la misma similitud. Esto puede deberse a que la fuente de las plantas para la parcela cultivada (I) es la planta silvestre de localidades contiguas. En conclusión, se puede considerar que los primers probados pueden ser útiles para diferenciar individuos de la especie de la parte serrana de Jalisco.

Palabras claves: *A. maximiliana*, RAPDs, Raicilla, Sierra de Jalisco.

Keywords: *A. maximiliana*, RAPDs, Raicilla, Sierra de Jalisco.

**PERFIL TAXONÓMICO MICROBIANO EN MOSTO CON CUATRO MAGUEYES
SILVESTRES DE LA REGIÓN DE MIAHUATLÁN**

**[MICROBIAL TAXONOMIC PROFILE IN MUST WITH FOUR WILD MAGUEYS
FROM THE MIAHUATLÁN REGION]**

Erika Daniela Reyes Carmona¹, Artemio Pérez López¹, Ernestina Valadez Moctezuma², Rosa Elvira Sánchez Fernández³

¹Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco Km. 38.5, Texcoco, Estado de México, 56230, México. ²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México- Texcoco Km. 38.5, Texcoco, Estado de México, 56230, México. ³Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal (LANISAF), Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco Km. 38.5, Texcoco, Estado de México, 56230, México. Autor para correspondencia: aperezl.dia@gmail.com

El mezcal es una bebida alcohólica destilada mexicana que se elabora a partir de plantas de la familia *Asparagaceae*, en particular del género *Agave*. Durante la elaboración de mezcal artesanal, se dan una serie de factores ambientales que favorecen el crecimiento de microorganismos autóctonos, los cuales aportan al producto final características sensoriales únicas. En esta investigación se utilizó un enfoque de metagenoma completo para analizar la composición microbiana presente durante la fermentación de mosto obtenido de ensamble compuesto por magueyes Bicuisha (*A. karwinskii* ZUCC.), Madrecuisha (*A. karwinskii* ZUCC.), Coyote (*A. americana* L.) y Pulquero (*A. salmiana* Otto ex Salm.). Se extrajeron 3 muestras correspondientes al mosto fresco y las fermentaciones inicial y posterior, a las cuales se les realizó una extracción de ADN mediante el protocolo comercial ZymoBIOMICSTM DNA Miniprep Kit para su posterior secuenciación mediante la técnica shotgun e identificación taxonómica mediante análisis bioinformático. Se identificaron 67 especies diferentes pertenecientes a los géneros bacterianos *Lactobacillus*, *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Leuconostoc*, *Weissella*, *Komagataeibacter*, *Oenococcus* y *Kocuria*, y al eucarionte *Saccharomyces*; 40 de las cuales se mantuvieron durante los tres momentos. Las especies más abundantes en el proceso fueron *Acetobacter oryzifermentans*, *Weissella jogaejeotgali*, *Leuconostoc suionicum*, *Weissella bombi*, *Komagataeibacter medellinensis*, *Acetobacter persici*, *Oenococcus alcoholitolerans* y *Gluconobacter roseus*. Los resultados obtenidos sugieren que la fermentación estudiada en esta investigación siguió un patrón común de sucesión microbiana, con una importante presencia de bacterias de interés acompañadas por *Saccharomyces cerevisiae*, lo cual permite elucidar su efecto sobre la calidad organoléptica del producto final.

Palabras clave: Perfil taxonómico; mosto de maguey; mezcal; shotgun; bioinformática.

Keywords: Taxonomic profile; must of maguey; mezcal; shotgun; bioinformatics.

DISEÑO DE SISTEMA DE MANEJO *in situ* DE *Agave durangensis* CON ENFOQUE EN INTERACCIONES ECOLÓGICAS

[*Agave durangensis* MANAGEMENT SYSTEM DESIGN FOCUSED ON ECOLOGICAL INTERACTIONS]

Diego José Mayagoitia Toulet

Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-DURANGO). diego.mayagoitia@gmail.com

Cambiar el enfoque de “especie” a “interacciones ecológicas (I.E.) dependientes de la biodiversidad” es necesario para asegurar el equilibrio del ecosistema a largo plazo. Perder las interacciones ecológicas significa perder las funciones ecosistémicas. En la región semiárida de Nombre de Dios, Durango la producción de mezcal es una de las principales fuentes de sustento económico regional, y esta depende casi en su totalidad de especies de *Agave* y maderables extraídas legal e ilegalmente de poblaciones silvestres, sin metodologías de manejo que mitiguen el impacto a las I.E. En las zonas semiáridas, una de las I.E. más importantes es la de facilitación (I.E.F.), que opera para regular las sucesiones de plantas y mantener la composición de las comunidades estable (Brooker et al., 2008). En este trabajo se encontró que *Agave durangensis* es facilitado por plantas leñosas, principalmente compuestas y leguminosas. Siguiendo esto se propone un sistema de manejo de *Agave* guiado por las I.E.F. que incluye metodologías a implementar en las etapas de planeación, colecta de germoplasma, germinación, crecimiento, endurecimiento, reforestación, capado, extracción y monitoreo. Se espera presentar el sistema como opción que permita la recuperación poblacional asistida y la conservación de las actividades culturales/económicas a través del reordenamiento de las prácticas de extracción y la revaloración del *Agave* como parte fundamental de la estructura funcional de los ecosistemas.

Palabras clave: *Facilitación; extracción; mitigación.*

Keywords: *Facilitation; extraction; mitigation.*

DETERMINACIÓN LOCAL DEL MICROBIOMA EN FERMENTACIONES ESPONTÁNEAS DE AGAVE

[LOCAL MICROBIOME DETERMINATION OF SPONTANEOUS AGAVE FERMENTATIONS]

Antonio Hernández-López¹, Angélica M. Jara Servin², Sabino I. Juárez Serrano³, Aarón Espinosa Jaime¹, Iván J. Barajas Casillas¹, Lucía Morales Reyes⁴, Alexander DeLuna⁵, Luis D. Alcaraz², Eugenio Mancera³

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, Universidad Nacional Autónoma de México, Guanajuato, México. ²Departamento de Biología Celular, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, México. ³Departamento de Ingeniería Genética, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Irapuato, México. ⁴Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, México. ⁵Unidad de Genómica Avanzada (Langebio), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Irapuato, México.

Autor de correspondencia: ahernandez@enes.unam.mx

La producción de destilados artesanales de agave se basa en la fermentación abierta del mosto de agave cocido, proveniente de diversas especies de agave, en diferentes regiones geográficas de México. La diversidad microbiana asociada a este proceso aún se encuentra en gran medida sin explorar. Para caracterizar el microbioma de las fermentaciones de agave, se realizó secuenciación de amplicones de 16S e ITS en casi 100 tanques de fermentación de más de 40 destilerías de las diferentes regiones productoras. Las especies de agave, las prácticas de producción, las condiciones climáticas y las características biogeográficas varían considerablemente entre los sitios. Entre las 21,502 OTUs bacterianas y 12,039 OTUs fúngicas identificadas, se encontró un núcleo de especies presente en la mayoría de las fermentaciones. Siete géneros bacterianos estuvieron presentes en todas las destilerías (*Lactobacillus*, *Oenococcus*, *Weissella*, *Gluconobacter*, *Acetobacter*, *Komagataeibacter* y *Leuconostoc*), mientras que para los hongos se observaron tres géneros (*Saccharomyces*, *Pichia* y *Kluyveromyces*). La destilería fue el único factor asociado con la composición del microbioma tanto para hongos como para bacterias, lo cual sugiere que la diversidad microbiana está determinada por las prácticas de producción locales y las características de cada sitio. Aunque no se encontró una correlación significativa entre la diversidad y estructura de la comunidad microbiana con la etapa de fermentación, se observó una tendencia hacia su disminución en etapas medias y avanzadas. Así mismo, la especie de agave utilizada tampoco se asoció con la composición bacteriana y fúngica a nivel general, aunque en una misma destilería las tinas de cierta especie de agave sí cuentan con específicos OTUs bacterianos enriquecidos. Estos hallazgos sugieren que cada destilería tiene un microbioma de composición particular que puede contribuir al “terroir” local de los diferentes destilados de agave.

Palabras clave: *Fermentación espontánea; ADN ambiental; biodiversidad; terroir.*

Keywords: *Spontaneous fermentation; environmental DNA; biodiversity; terroir.*

**CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL MEZCAL
ARTESANAL DE DURANGO**

**[CHARACTERIZATION OF THE PRODUCTION PROCESS OF ARTISAN MEZCAL
FROM DURANGO]**

Deissy Elizabeth Arenivas Villa^{§1}, José Antonio Ávila Reyes¹, René Torres Ricario¹.

Instituto Politécnico Nacional – Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-DURANGO). Calle Sigma No. 119, Fracc. 20 de noviembre, C.P. 34220, Durango. Teléfono (618) 814 4540 y 814 2091. [§] Autor para correspondencia:

ellizabetharenivas@gmail.com

El mezcal artesanal es una bebida alcohólica obtenida a partir de varias especies de *Agave*. Existe una gran diversidad de factores que influyen en las características finales del producto, entre las cuales se pueden nombrar: el proceso de elaboración, las técnicas artesanales utilizadas, las condiciones climáticas de la región y las comunidades microbianas, entre otros factores. Si bien existen estudios sobre la microbiota asociada en diversos procesos de producción del mezcal, no se tienen registros del uso de herramientas de secuenciación masiva para su identificación taxonómica en el Estado de Durango. Es por eso que el presente estudio tuvo como objetivo identificar el perfil taxonómico de la microbiota asociada en el proceso de producción del mezcal de Durango, empleando herramientas de secuenciación de nueva generación. Como avances se ha obtenido el perfil microbiano de una vinata del Estado de Durango, en donde se identificaron levaduras del género *Torulaspora* (41.61%), *Saccharomyces* (26.14%), *Cladosporium* (4.47%), *Kluyveromyces* (4.01%) y bacterias del género *Lactobacillus* (28.75%), *Oenococcus* (16.24%). Existe una gran diversidad de bacterias y levaduras, siendo las más abundantes *Torulaspora* y *Lactobacillus*, las herramientas de secuenciación de nueva generación son una opción novedosa para la identificación de consorcios microbianos a partir de muestras complejas.

Palabras clave: *mezcal artesanal; levaduras; bacterias; secuenciación.*

Keywords: *artisan mezcal; yeasts; bacteria; sequencing.*

DESINFESTACIÓN DE *Agave angustifolia* HAW. PROVENIENTE DE CAMPO PARA ESTABLECIMIENTO *IN VITRO*

[DESINFECTION OF *Agave angustifolia* HAW. COME FROM FIELD FOR *IN VITRO* TISSUE CULTURE]

Omegar Cruz Arvizu^{§1} y Sandra L. Castro-Garibay²

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, ¹Posgrado en Fruticultura, ²Posgrado en Fisiología Vegetal. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, C. P. 56230, Texcoco, estado de México. [§]Autor para correspondencia: omegar.cruz@gmail.com

Actualmente la técnica de cultivo *in vitro* se utiliza en muchas especies hortícolas y frutales, una fase crítica de la técnica es la obtención de material sin presencia de contaminación visible, hongos y bacterias, sobre todo cuando el material vegetal proviene de campo. El objetivo del trabajo fue establecer un procedimiento de desinfección para el establecimiento *in vitro* de *Agave angustifolia* HAW. provenientes de campo. Fueron seis tratamientos, usando dos agroquímicos: un fungicida (Benomilo® 2 g L⁻¹) y un insecticida (Actara® 0.5 g L⁻¹) aplicados en el riego, y tres tiempos de exposición (10, 20 y 30 días); para cada tratamiento se utilizaron siete plantas de agave coladas en perlita, los riegos fueron señales. Después del tiempo de exposición, se dio tratamiento con alcohol 80%, hipoclorito de sodio 30% y peróxido de hidrógeno 20%, para colocarlos en medio de cultivo con agua, azúcar estándar (20 g L⁻¹) y agar Sigma® (6 g L⁻¹). A los explantes que presentaron contaminación por bacterias se dio tratamiento con Pursue® en concentraciones de 25 y 50%, utilizando 20 explantes por concentración por 1 minuto; aquellos contaminados por hongo se desecharon. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de contaminación y explantes visiblemente sanos. Las plantas tratadas con Benomilo presentaron en promedio más explantes visiblemente sanos (56%) y con actara fue 25%. Las bacterias estuvieron presentes en los diferentes tratamientos utilizados. Con el uso de Pursue al 50% se obtuvo hasta 85% de explantes sin contaminación visible, utilizándose para las etapas posteriores.

Palabras clave: bacterias, explantes visiblemente sanos, Pursue®

Keywords: bacteria, visibly healthy explants, Pursue®

AUXINAS COMO FACTOR DE ENRAIZAMIENTO IN VITRO EN *Agave angustifolia* HAW.

[AUXIN LIKE *IN VITRO* ROOTING FACTOR IN *Agave angustifolia* HAW.]

Omegar Cruz Arvizu¹ y Sandra L. Castro-Garibay^{§2}

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, ¹Posgrado en Fruticultura, ²Posgrado en Fisiología Vegetal. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, C. P. 56230, Texcoco, estado de México. [§]Autor para correspondencia: sandracastro9024@gmail.com

Debido a la demanda y sobre extracción de ejemplares silvestres de *Agave angustifolia* HAW. se han buscado alternativas para la producción de planta, una opción es la técnica de cultivo *in vitro*. El objetivo del trabajo fue determinar concentración y tipo de auxina que propicia mayor enraizamiento de *Agave angustifolia* HAW. Se utilizaron plantas ya establecidas *in vitro*, para la fase de enraizamiento. Los tratamientos utilizados fueron nueve y un testigo: 1-naftalenacético (ANA), ácido indol-3-butírico (AIB) y ácido indol-3-acético (AIA) en concentraciones de 0, 0.3, 0.6 y 0.9 mg L⁻¹, aplicados en medio líquido, usando 24 plantas por tratamiento. Una semana después de colocadas las plantas, 12 se subcultivaron en medio semisólido sin auxina y el resto permaneció en medio líquido con auxina. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de enraizamiento, para todos los tratamientos; y el número (NR), longitud de raíces (LR) solo fue para los tratamientos con ANA, realizando análisis de varianza y pruebas de medias Tukey ($p \leq 0.05$). Los mejores resultados se obtuvieron al utilizar ANA con 67 – 100 % de enraizamiento, de manera general el enraizamiento fue mejor cuando las plantas se subcultivaron a medio semisólido sin auxina. Para NR y LR, fueron mayores en medio semi-sólido con rango de 1.87 – 13.75 y para medio líquido con 0.27 – 0.61 cm, respectivamente. Para enraizamiento de *A. angustifolia in vitro*, es mejor utilizar ANA siempre que se utilice como inductor de enraizamiento, de lo contrario el enraizamiento puede afectarse.

Palabras clave: *ácido 1-naftalenacético, longitud de raíces, medio de cultivo líquido*

Keywords: *1-naphthalene acetic acid, root length, liquid culture medium.*

**IMPACTO DE LA FECHA DE COLECTA SOBRE LA GERMINACIÓN DE AGAVE
CENIZO (*Agave durangensis*)**

**[IMPACT OF COLLECT DATE ON THE AGAVE CENIZO (*Agave durangensis*)
GERMINATION]**

Carlos Iván Cruz-Cárdenas¹, Rodolfo Santos Lavalle^{*2}, Francisco Fabián Calvillo Aguilar¹,
Asael Islas Moreno³.

¹Laboratorio de Semillas Ortodoxas, Centro Nacional de Recursos Genéticos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Av. Normalistas N°800, Colinas de La Normal, C. P. 44270 Guadalajara, Jalisco, México. ³Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Avenida Universidad Km. 1 s/n Exhacienda Aquetzalpa, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. *Autor para correspondencia: rsantos@ciestaam.edu.mx

La explotación irracional del agave tiene como una de sus consecuencias la pérdida de la diversidad genética, lo cual puede desencadenar la desaparición de algunas especies. Desarrollar estrategias de recolección y conservación de semillas de agaves asegura la disponibilidad de germoplasma para el futuro. El objetivo fue evaluar la relación entre la fecha de colecta de semillas de *Agave durangensis* y la calidad en la germinación. Las fechas de colecta fueron octubre y diciembre de 2022 y abril de 2023. Se analizó la pureza de las semillas para cada fecha de colecta y se evaluaron variables como: peso de mil semillas, integridad física por rayos X y la tasa de germinación mediante el método sobre papel, colocando las semillas dentro de un cuarto de germinación a 25-27°C con un fotoperiodo de 8 horas luz por 16 horas de oscuridad en un curso temporal de 15 días. El mayor peso de mil semillas se detectó en el mes de abril de 2023 (8.94 g), las tres fechas de colecta mostraron un 100 % de integridad en los rayos X y en la prueba de germinación la mejor respuesta se obtuvo en los meses de octubre y abril con 98 y 96 % de germinación, respectivamente, siendo la única diferencia que la semilla de abril tuvo una velocidad de emergencia mayor. Los resultados muestran que existe una diferencia en la calidad de las semillas según la fecha de colecta a favor del mes de abril.

Palabras clave: *Agaves; germoplasma vegetal; conservación; sostenibilidad.*

Keywords: *Agaves; plant germplasm; conservation; sustainability.*

**EFFECTOS DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOBRE LA DIVERSIDAD Y
ESTRUCTURA DEL MICROBIOMA ASOCIADO A *Agave angustifolia***

**[EFFECTS OF AGRICULTURAL PRACTICES ON THE DIVERSITY AND
STRUCTURE OF THE MICROBIOME ASSOCIATED TO *Agave angustifolia*]**

Gonzalo Contreras-Negrete¹, Laila P. Partida Martínez², Alfonso Valiente Banuet³, Antonio Hernández-López¹,

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, Universidad Nacional Autónoma de México, Guanajuato, México. ²Departamento de Ingeniería Genética, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Irapuato, Mexico. ³Departamento de Ecología de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. Autor para correspondencia: congo@cieco.unam.mx

Agave angustifolia es la especie más ampliamente distribuida en México y exhibe una notable variación morfológica en respuesta al ambiente. Utilizada para producir mezcal espadín, especialmente en Oaxaca, Jalisco y Nayarit, y Bacanora en Sonora. En su distribución, se encuentran formas silvestres y cultivadas. La mayor demanda de destilados de este *agave* promueve un manejo intensivo mediante agricultura convencional, reduciendo presión sobre poblaciones silvestres, pero disminuyendo su variación genética. Las plantas desérticas son capaces de soportar condiciones adversas gracias a su asociación con microorganismos, sin embargo, los taxa, comunidades e interacciones son poco conocidas. Para el género, el principal factor de diferenciación en comunidades procariontes, es el compartimento de la planta, para comunidades fúngicas, factores biogeográficos determinan dicha diferenciación. Además, *A. tequilana* ha mostrado menores niveles de diversidad filogenética, asociado a la intensidad del manejo. Para evaluar la diversidad y estructura de los microbiomas, mediante secuenciación masiva (iTags, Illumina) del gen ribosomal 16S (procariontes), y el fragmento ITS (hongos), se analizarán muestras de raíz, tallos, hojas y suelo. Se evaluarán factores que influyen en la diversidad filogenética y estructura de las comunidades microbianas a través de las medidas de diversidad alfa y beta, y diferencias entre consorcios microbianos. Dada la amplia distribución e intensidad del manejo de *A. angustifolia*, se esperan diferencias en la diversidad de comunidades fúngicas y procariontes, en función del ambiente y manejo. Se pretende identificar microbiota que facilite el desarrollo de bioinoculantes y mantener la productividad, calidad y sostenibilidad de los cultivos de *Agave angustifolia*.

***Bacillus tequilensis* Y *KLUYVEROMYCES MARXIANUS*, UNA NUEVA RELACIÓN
ENDOSIMBIÓTICA DURANTE LA FERMENTACIÓN DEL AGAVE**

**[*Bacillus tequilensis* AND *KLUYVEROMYCES MARXIANUS*, A NOVEL
ENDOSYMBIOTIC RELATIONSHIP DURING AGAVE FERMENTATION]**

Felipe de Jesús Mares Rodríguez¹; Olga Miriam Rutiaga Quiñones¹

¹Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Tecnológico Nacional de México /
Instituto Tecnológico de Durango, Felipe Pescador 1803 Ote, Colonia Nueva Vizcaya, C.P.
34080, Durango, Durango, México. omrutiaga@itdurango.edu.mx

El agave tiene un impacto cultural y económico en el país, debido a su uso como materia prima en la elaboración de bebidas fermentadas. Particularmente el agave es encontrado en suelos áridos y semiáridos donde las concentraciones de macronutrientes son escasas o nulas. Como resultado del crecimiento en condiciones deficientes de nutrientes, han sido establecidas relaciones mutualistas y simbióticas entre microorganismos y el agave, estas poblaciones son conocidas como microbioma. Dichas poblaciones también se mantienen durante los procesos de fermentación y el principal aporte es la síntesis de volátiles aromáticos que impactan las características organolépticas de las bebidas fermentadas. Se tuvo como objetivo la evaluación del comportamiento de *K. marxianus* en una fermentación sintética en deficiencia de nitrógeno, simulando la ausencia de nitrógeno en *Agave durangensis*. La fermentación fue realizada en MM+N y MM-N. La identificación del endosimbionte bacteriano fue llevada a cabo por PCR y la fijación de nitrógeno fue evaluada mediante el método del fenato. Durante el proceso fue identificada la presencia de un endosimbionte bacteriano en *K. marxianus*, identificado como *B. tequilensis*. además, la viabilidad de *K. marxianus* no se vio afectada en deficiencia de nitrógeno, gracias a la fijación activa de nitrógeno atmosférico llevada a cabo por el endosimbionte.

Palabras clave. *Kluyveromyces*; *Bacillus*; Viabilidad; Fijación; Simbiosis

Keywords. *Kluyveromyces*; *Bacillus*; Viability; Fixing; Symbiosis

**AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LEVADURAS ASOCIADAS A LA
FERMENTACIÓN DE *Agave durangensis* PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL**

**[ISOLATION AND IDENTIFICATION OF YEASTS ASSOCIATED WITH THE
FERMENTATION OF *Agave durangensis* FOR MEZCAL PRODUCTION]**

Itza Nallely Cordero Soto^{1§}, Manuel Alejandro Moran Espituñan¹, Pablo Jaciel Adame Soto¹,
Silvia Marina González Herrera¹, Luz Araceli Ochoa Martínez¹, Olga Miriam Rutiaga
Quiñones¹.

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Durango, Depto. de Ing. Química y
Bioquímica, Durango Dgo. 34200. Autor para correspondencia: itza.cordero@itdurango.edu.mx.

La producción de mezcal en el estado de Durango, México se distingue por su elaboración artesanal empleando *A. durangensis* silvestre. En este proceso, la etapa de la fermentación es primordial, ya que los microorganismos transforman los azúcares en etanol y otros metabolitos secundarios que contribuyen a la composición química y calidad del mezcal. Estudios han demostrado que las características del mezcal se encuentran directamente relacionadas con los microorganismos presentes en las vinatas. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue identificar levaduras aisladas del proceso fermentativo del mezcal a nivel de especie, de la vinata “Placeres” en Nombre de Dios. Se realizaron agrupaciones de levaduras utilizando el medio Wallerstein agar laboratorio, con el que se identificaron 21 grupos con diferentes morfologías macroscópicas. Posteriormente, se empleó la técnica de amplificación de la región ITS del gen ribosomal 5.8 S a partir del DNA total, mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y se obtuvieron seis perfiles de levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus*, *Candida ethanolica*, *Pichia kluyveri*, *Pichia manshurica* y *Pichia kudriavzevii*.

Palabras clave: *levaduras nativas; non-saccharomyces; análisis filogenético.*

Keywords: *native yeasts, non-saccharomyces, phylogenetic analysis.*

RECURSOS GENÓMICOS Y CONSERVACIÓN EN *Agave karwinskii* ZUCC.

[GENOMIC RESOURCES AND CONSERVATION IN *Agave karwinskii* ZUCC.]

Irene Martínez-Velasco¹, Luis E. Eguiarte^{1*}, Rafael Lira², Alfonso Valiente-Banuet¹, Jaime Gasca-Pineda¹, Anastasia Klimova¹, Karen Y. Ruiz Mondragón¹, Cécile Truchot-Taillefer¹, Guillermo Sánchez-de la Vega¹, Erika Aguirre-Planter¹.

¹Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México C.P. 04510, México. ²Laboratorio de Recursos Naturales, Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, C.P. 54090, México. *Autor para correspondencia: irene_199504@hotmail.com, fruns@unam.mx.

Agave karwinskii es una especie utilizada en la producción de mezcal con una distribución relativamente restringida en la zona del Valle de Tehuacán (Puebla) y en los Valles Centrales y Sierra Sur de Oaxaca. Estudios previos han documentado la presencia de diversas formas de esta especie, nombradas y reconocidas por atributos particulares. La especie está siendo aprovechada de forma intensiva para la producción de mezcal, provocando extinciones locales de algunas variedades. Se han sugerido para la especie procesos de domesticación incipiente, sobre todo en poblaciones que son manejadas de forma intensiva. El objetivo de la presente investigación es analizar la genómica evolutiva y de la conservación de *A. karwinskii* con datos genómicos de tipo GBS, evaluando los niveles de diversidad genética con los SNPs (marcadores moleculares de un solo sitio del ADN) que presentan las poblaciones de *A. karwinskii*, desde silvestres y con poco manejo, hasta las explotadas comercialmente, para así conocer en detalle la distribución de su variación genética y si esta puede perderse de acuerdo al grado de manejo de la especie. Vamos a presentar los primeros resultados de un análisis de 48 poblaciones: 21 poblaciones silvestres, 15 ornamentales y 12 cultivadas. Inicialmente se obtuvieron 2,109,011 SNPs, y después de realizar los filtrados de calidad nos quedamos con 5,195 SNPs que utilizamos para obtener los estadísticos de diversidad y describir los patrones de diferenciación genética que presentan las poblaciones estudiadas. Con estos análisis, vamos a proponer diferentes medidas de conservación y aprovechamiento sustentable de *A. karwinskii*.

Palabras clave: *Agave karwinskii*; diversidad genómica; conservación.

Keywords: *Agave karwinskii*; genomic diversity; conservation.

**PROYECTO MAGUEY: RESCATE, MULTIPLICACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE
AGAVES SILVESTRES PARA PRODUCCIÓN DE MEZCAL, EN OAXACA.**

**MAGUEY PROJECT, RESCUE, MULTIPLICATION, AND USE OF WILD AGAVES
FOR THE PRODUCTION OF MEZCAL IN OAXACA.**

Leonardo Morales Gervacio¹, Rubén Bernabé Martínez²

¹Unión Zapata 42.5 S.A.P.I. de C.V. del Grupo Los Danzantes, Carretera Internacional Km. 42.5 Unión Zapata, San Pablo Villa de Mitla, Oaxaca, México, C.P. 70430, Teléfono 951 515 2335 Ext. 110, 9512928413, Autor de correspondencia: leonardo.morales@losdanzantes.com,

²AG Ambiente & Desarrollo S.A. de C.V., 1a Avenida Norte Poniente No. 553, Colonia Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas México, C.P. 29000, Teléfono: 961 614 1232. Autor de correspondencia: rbernabe63@gmail.com

El aprovechamiento de diversas especies silvestres de maguey para cubrir la demanda de la industria productora de mezcal, en conjunto con su limitada eficiencia reproductiva por vía sexual, ha generado una importante presión para su sobrevivencia. En 2014, Destilería Los Danzantes inició investigaciones sobre las especies de agave silvestres utilizadas en la elaboración de mezcal, algunas en peligro de extinción, con el propósito de aplicar la tecnología de cultivo de tejidos para asegurar su rescate. Los Danzantes participó junto con el CICY de Yucatán y la UACH, Unidad Oaxaca, en la convocatoria del Programa de Estímulos a la Innovación (ProInnova), del CONACYT, con el proyecto “*Micropropagación de Agaves mezcaleros para contrarrestar el desabasto de plantas para la producción de mezcal en el estado de Oaxaca*”. Como resultado de esta colaboración tripartita, se colectaron en una primera etapa ocho especies de maguey silvestres que fueron enviados al CICY para su reproducción *in vitro* y una vez multiplicados, se recibieron en la UACH para su aclimatación y establecimiento en vivero. Al término de 2015 se obtuvieron 100,000 plantas de maguey mediante ocho líneas clonales de especies silvestres multiplicadas *in vitro* por el CICY; se desarrolló un proceso de aclimatación en viveros por parte de la UACH y se establecieron en campo en parcelas bajo la responsabilidad de Los Danzantes. Actualmente se cuenta con 20 líneas clonales de especies silvestres reproducidas *in vitro* (Coyote, Arroqueño, Mexicano, etc.) y un inventario de 940,000 plantas de maguey con alto potencial para la producción de mezcal.

Palabras clave: *diversidad, maguey, peligro de extinción, rescate, sustentabilidad.*

Keywords: *Maguey, diversity, rescue, sustainability, danger of extinction.*

Eje temático 3: Agroindustria del mezcal



EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE VINAZAS DE TEQUILA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIBUTIRATO

[EFFECT OF THE CONCENTRATION OF TEQUILA VINASSES ON THE PRODUCTION OF POLYHYDOXYBUTIRATE]

Vianca Maribel Gándara-Arteaga¹, Carlos Pelayo Ortiz², Guadalupe María Guatemala Morales³,
Rosa Isela Corona-González^{§1}

¹Laboratorio de Análisis y Determinación Molecular, CUNORTE, Universidad de Guadalajara, Carretera Federal 23 Km 191, Colotlán, Jalisco 46200, México. ²Departamento de Ingeniería Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Boulevard Marcelino García Barragán 1421, Guadalajara, Jalisco 44430, México. ³Unidad de Tecnología Agroalimentaria, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), A.C. Av. Normalistas 800, Colinas de la Normal, C.P. 44270 Guadalajara, Jalisco, México. [§]Autor para correspondencia: rosa.corona@academicos.udg.mx

Las vinazas de tequila (VT) son el producto de la destilación del tequila, se estima que se generan 10-12 L de vinazas/L de tequila. En 2022, se produjeron más de 6,500 millones de litros de vinazas. Las VT representan un grave problema de contaminación, porque se descargan en cuerpos de agua sin tratamiento, alterando los ecosistemas, debido a su alta carga orgánica, expresada como demanda química de oxígeno (DQO, 20 a 80 g/L), tienen bajo pH, color ámbar y ácidos orgánicos. Una alternativa al tratamiento es la producción de metabolitos de interés industrial. El polihidroxibutirato (PHB) es un polímero de interés comercial por sus aplicaciones en la industria farmacéutica y médica. *Rhodospseudomonas pseudopalustris* puede sintetizar PHB de residuos industriales. Con la finalidad de conocer la concentración de DQO que proporcione la mayor producción de PHB se evaluaron 1, 2, 3 y 5g/L de DQO en reactor por lotes a 30°C, Ar y pH 7. La mayor producción de PHB, 364mg/L de medio y 339mg/g de biomasa se obtuvo con 2g/L de DQO a las 180h de cultivo, a concentraciones mayores de DQO disminuyó el PHB, esto se explica porque *R. pseudopalustris* acumula PHB como reserva intracelular de carbono y energía, bajo condiciones de limitación de nutrientes. La producción de PHB con VT tiene un gran potencial para obtener productos de valor agregado, al mismo tiempo que se tratan las VT.

Palabras clave: *vinazas; tequila; polihidroxibutirato; bacterias púrpuras no sulfurosas; biotecnología.*

Keywords: *vinasses; tequila; polyhydroxybutirate; purple non-sulphurous bacteria (PNS); biotechnology.*

EVALUACIÓN DE LA PRESERVACIÓN DE CONSORCIOS RUMINALES PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO CON VINAZAS TEQUILERAS

[EVALUATION OF PRESERVATION OF RUMEN CONSORTIUMS FOR HYDROGEN PRODUCTION FROM TEQUILA VINAASSES]

Vianca Maribel Gándara-Arteaga ¹, Carlos Pelayo Ortiz ², Roberto Ramos Ibarra ², Guadalupe María Guatemala Morales ³, Rosa Isela Corona-González ^{§2}

¹Departamento de Fundamentos del Conocimiento, CUNORTE, Universidad de Guadalajara, Carretera Federal 23 Km 191, Colotlán, Jalisco 46200, México. ²Departamento de Ingeniería Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Boulevard Marcelino García Barragán 1421, Guadalajara, Jalisco 44430, México. ³Unidad de Tecnología Agroalimentaria, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), A.C. Av. Normalistas 800, Colinas de la Normal, C.P. 44270 Guadalajara, Jalisco, México.

[§]Autor para correspondencia: rosa.corona@academicos.udg.mx

Las vinazas tequileras (VT) son las aguas residuales producto de la destilación del Tequila, contienen una alta concentración de material orgánico y pH bajo, al ser vertidas en cuerpos de agua sin tratamiento, representan un grave problema de contaminación. En 2022, se generaron más de 6,500 millones de litros de VT, por lo que son relevantes las propuestas de solución. En los últimos años, se ha planteado utilizar las VT como sustrato para la producción de hidrógeno (H₂) empleando consorcios microbianos (CM) de diferente origen, entre los que destacan los microorganismos de rumen bovino por tener la capacidad para metabolizar polisacáridos, azúcares y ácidos orgánicos, etc. Sin embargo, se ha observado que la resiembra sucesiva de los CM propicia la pérdida gradual de la capacidad de los microorganismos para producir H₂. En este trabajo se comparó la producción de H₂ de 7 CM de rumen con 3 procedimientos de conservación: ultracongelación (FC), secado en horno (FH) y secado al sol (FS), así como muestras de rumen bovino frescas (F). Los CM conservados por FC (152.1 mL de H₂/L de medio) y por FH (150.3 mL de H₂/L de medio) produjeron cantidades equiparables de H₂ respecto a F (159.1 mL de H₂/L de medio), mientras que los CM conservados por FS produjeron menos H₂ (36.8 mL de H₂/L de medio). De aquí que la conservación por FC y FH podrían ser alternativas para mantener la producción de H₂ con microorganismos ruminales.

Palabras clave: *vinazas; tequila; hidrógeno; conservación de microorganismos; rumen bovino.*

Keywords: *vinasses; tequila; hydrogen; preservation of microorganisms; bovine rumen.*

BRIQUETAS DE AGAVE MEZCALERO

[MEZCAL AGAVE BRIQUETTES]

Emilia Hernández Contreras¹, José Cruz², Liliana Márquez Benavides^{*1}

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales Tarímbaro, Mich. Teléfono (443) 3.22.35.00 ext. 5219.

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Facultad de Tecnología de la Madera. *Autor para correspondencia: Liliana.marquez@umich.mx

La idea de elaborar briquetas utilizando biomasa, en este caso con bagazo de agave mezcalero (BAM), nace de la preocupación del uso excesivo de leña en el proceso de elaboración del mezcal. Según el Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca (COPLADE), los productores ocupan 7Kg de leña para producir un litro de mezcal. El objetivo fue evaluar las briquetas con mayor poder calórico y propiedades mecánicas, con el fin de reducir costos y reducir el uso de leña en el proceso de destilación del mezcal. Se realizaron mezclas en distintos porcentajes de bagazo/aglutinante y únicamente de bagazo con o sin pretratamiento térmico. Las briquetas fueron elaboradas con una briquetadora manual, realizando el mismo procedimiento con todas las mezclas. Se identificó cual mezcla genera las mejores propiedades en peso volumétrico, porcentaje de cenizas, tiempo de quemado y poder calórico. La mayor densidad obtenida fue en la briqueta con una mezcla de 66% bagazo y 33% aglutinante, la cual tuvo el mayor tiempo de quemado en comparación a las otras briquetas con diferentes porcentajes de mezcla. El mayor porcentaje de cenizas se obtuvo con las briquetas hechas con 66% bagazo y 33% aglutinante y el menor porcentaje de cenizas se obtuvo con las briquetas hechas únicamente con BAM. Por lo tanto, parcialmente encontramos que las briquetas hechas con 66% bagazo y 33% aglutinante son de momento la mejor opción para sustituir el uso de leña en el proceso de destilación del mezcal.

Palabras clave: *Briquetas; biomasa; aglutinante; bagazo; agroindustria del mezcal.*

Keywords: *Briquettes; Biomass; binder; bagasse; mezcal agroindustry.*

REUTILIZACIÓN DEL BAGAZO DE AGAVE PARA LA PRODUCCIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA

[REUSE OF AGAVE BAGASSE FOR THE PRODUCTION OF COMPRESSED EARTH BLOCKS]

Luisa María Morales-Félix¹, Wilfrido Martínez-Molina² Verónica de Jesús Morales-Félix³,
Liliana Márquez-Benavides^{4*}.

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental. ²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Jefe Sección de Corrosión del Laboratorio de Materiales "Ing. Luis Silva Ruelas". Avenida Francisco J. Mújica S/N, Colonia Felicitas del Río, CP 58040, Morelia, Michoacán, México. Teléfonos 443 3223500, Ext 4325, 4329. ³Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Ingeniería en procesos alimentarios. Carr. Valle-Huanímaro km 1.2, C.P. 38400, Valle de Santiago, Guanajuato, México. Tel. 456 6437180 Ext. 115. ⁴Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Tarímbaro, Michoacán. Teléfono (443) 3.22.35.00 ext. 5219. *Autor para correspondencia: liliana.marquez@umich.mx

El bagazo de agave es un residuo de la industria mezcalera, el cual se obtiene después de pasar por los procesos de cocción, molienda, fermentación y destilación. El bagazo no cuenta con un tratamiento o una disposición final adecuada y termina siendo desechado en el campo. El objetivo de este trabajo es darle al bagazo de agave un uso como materia prima para la elaboración de bloques de tierra comprimida (BTC), y que estas fibras ayuden a que el material sea igual o más resistente que los ladrillos convencionales. En la fabricación de estos BTC se hizo una mezcla utilizando el bagazo de agave espadín (*Angustifolia HAW*) y la arcilla del banco de material de la región de Santa María de Atzompa, Oaxaca, esta es una arcilla de baja plasticidad lo que la hace apta para la fabricación de los bloques ya que facilita el prensado y secado de estos. Por otro lado, los BTC se sometieron a pruebas físico mecánicas para su caracterización, las cuales se llevaron a cabo de acuerdo a las normas mexicanas del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE), estas pruebas fueron resistencia a la compresión simple, de absorción, resistencia a la flexión. Como resultados de estas pruebas tenemos que los BTC a la compresión simple tienen una resistencia de 27 kgf/cm², su módulo de ruptura es de 2.6 kg/cm², la absorción inicial es de 6.1 g/(cm² * min0.5) y la absorción total nos dio del 23 %. Comparando los resultados anteriores con los parámetros de la norma para BTC (NMX-C-508-ONNCCE-2015), se puede concluir que la mezcla se tiene mejorar para que puedan entrar dentro de los límites establecidos y así poder ser usados en la construcción, ya que el BTC debe tener una resistencia mínima de 30 kgf/cm² y la absorción no debe de superar los 5 g/(cm² * min0.5).

Palabras clave: *Bagazo de agave; Material de construcción; Bloques; Fibras vegetales.*
Keywords: Agave bagasse; construction material; blocks; Vegetal fibers.

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE FIBRAS RESIDUALES DE *Agave angustifolia* HAW

[ANTIOXIDANT ACTIVITY OF RESIDUAL FIBERS OF *Agave angustifolia* HAW]

Diana Carolina Roldán Herrera^{*1}, Martha Lucía Arenas Ocampo¹, Brenda Hildeliza Camacho Díaz¹.

Centro De Desarrollo De Productos Bióticos – IPN Yautepec-Jojutla, Km.6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yautepec, Morelos. C.P. 62739. Teléfono: (735) 3942020 Ext. 82500. \$Autor para correspondencia: droidanh2100@alumno.ipn.mx

Actualmente, la generación de residuos agroindustriales se ha convertido en una problemática mundial por la contaminación. Tal es el caso de la industria de transformación del agave que genera alrededor del 40% de residuos en forma de bagazo, el cual tiene potencial para ser aprovechado e incrementar valor en el mercado. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad antioxidante de fibras de bagazo de *Agave angustifolia* HAW provenientes de dos procesos (producción de mezcal y extracción de fructanos). Para ello se obtuvo el contenido de compuestos fenólicos totales por el método espectrofotométrico de Folin – Ciocalteu, se cuantificó el ácido clorogénico presente en el bagazo mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPTLC) y se evaluó la actividad antioxidante por ABTS y DPPH. Con relación al contenido de fenoles totales se encontró que fue de 2.65 mgGAE/g y 0.91 mgGAE/g para FBAM y FBAF respectivamente; en las fibras de bagazo de ambos procesos no se detectó un contenido de ácido clorogénico significativo ($p < 0.05$). Sin embargo, se encontró una mayor actividad antioxidante en la fibra de bagazo de agave de la producción de mezcal (FBAM) (34.68 - 36.9%) en comparación con los resultados obtenidos para la fibra de bagazo de agave de la extracción de fructanos (FBAF) (2.99 - 4.79%), debido a que la producción de mezcal es un proceso de transformación más drástico. Por lo tanto las fibras de bagazo de *Agave angustifolia* HAW de la industria mezcalera tiene mayor posibilidad de reúso como ingrediente en diferentes industrias.

Palabras clave: *Fibras; bagazo de agave; antioxidantes; fenoles; reúso.*

Keywords: *Fibers; agave bagasse; antioxidants; phenols; reuse.*

**IDENTIFICACIÓN DE FITOESTEROLES EN BAGAZOS DE *Agave angustifolia* HAW.
POR CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA**

**[IDENTIFICATION OF PHYTOSTEROLS IN *Agave angustifolia* HAW. BY THIN
LAYER CHROMATOGRAPHY]**

Edna Eugenia García-Avila¹, Argelia López-Bonilla¹, Sandra Victoria Avila-Reyes¹, Brenda Hideliza Camacho-Díaz¹, Martha Lucía Arenas-Ocampo¹

¹Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional, Carretera Yautepec-Jojutla, Km 6, Calle CEPROBI No. 8, Yautepec, Morelos C.P. 62731. Autor para correspondencia: egarciaaB008@alumno.ipn.mx

En México, el agave es aprovechado para la elaboración de bebidas alcohólicas como el tequila y el mezcal y en procesos de obtención de fructanos, generando beneficios sociales y económicos. Sin embargo, su producción desecha toneladas de bagazo de agave, un residuo agroindustrial considerado contaminante. Por sus características, el bagazo es susceptible de ser utilizado como material lignocelulósico o para obtener compuestos bioactivos. El objetivo de esta investigación fue identificar fitoesteroles por cromatografía de capa fina (TLC) a partir del bagazo de *Agave angustifolia* HAW, uno proveniente de la industria mezcalera y otro de la obtención de fructanos. Para la identificación de fitoesteroles, se realizó una extracción etanólica de ambos bagazos por maceración durante 2 días. Para la fase estacionaria, se utilizaron placas de aluminio de sílica gel de fase normal y para la fase móvil una mezcla de diclorometano-metanol. Como estándares se utilizaron 2 fitoesteroles: glucósido de β -sitosterol y β -sitosterol. Las muestras concentradas fueron aplicadas por capilaridad en forma de bandas y reveladas con el reactivo 4-hidroxibenzaldehído. Como resultado de este estudio cualitativo, se observó la presencia de bandas color violeta características de terpenos/fitoesteroles, en los extractos obtenidos de ambos bagazos, por lo que se infirió la posible presencia de los fitoesteroles glucósido de β -sitosterol y β -sitosterol utilizados como referencia. El extracto de bagazo del proceso de fructanos tuvo un mayor número de bandas y de mayor intensidad.

Palabras clave: *Residuo agroindustrial; extracto; TLC; bioactivo; terpenos.*

Keywords: *Agro-industrial waste; extract; TLC; bioactive; terpenes.*

**EFEECTO DEL PROCESO MECÁNICO EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL BAGAZO
DE *Agave angustifolia* HAW**

[EFFECT OF MECHANICAL PROCESS ON THE CHARACTERISTICS OF *Agave angustifolia* HAW BAGASSE]

Mateo Arenas Aguirre¹, Rita Martínez Velarde¹, Sandra Victoria Ávila Reyes^{1*}, Antonio Ruperto Jiménez Aparicio¹

¹Centro De Desarrollo De Productos Bióticos – IPN Yautepec-Jojutla, Km.6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yautepec, Morelos. C.P. 62739. Teléfono: (735) 3942020 Ext. 82500.

*Autor para correspondencia: savila@conahcyt.mx

El *Agave angustifolia* HAW. es una de las especies más destacadas para la producción de destilados. A partir de la industrialización de esta planta se generan residuos sólidos como el bagazo, con una composición rica en material lignocelulósico aprovechable en diversas industrias, principalmente en la de biopolímeros, aunque el tamaño de partícula afecta indirectamente las propiedades de un producto. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue realizar una caracterización fisicoquímica y morfológica de las fibras de bagazo de *A. angustifolia* HAW. de diferentes tamaños. Para esto, las fibras de bagazo se acondicionaron mediante procesos de lavado, secado, molienda y tamizado. Se seleccionaron tres tamaños de partículas (≤ 149 , >210 , >590 μm), se realizó el análisis químico proximal (humedad, cenizas, celulosa y lignina), donde el contenido de humedad disminuyó a menor tamaño de partícula pasando de 5.3% a 4.1% mientras que el contenido de cenizas tuvo un aumento, de 5.2% a 13%. El contenido de celulosa y lignina presentaron diferencias significativas en cada una de las granulometrías, observando que, a menor tamaño de partícula, disminuía el contenido de estos polímeros de 23.8% a 19.6% y 27.6% a 20.1%, respectivamente. La morfología por microscopía de barrido, microscopía confocal y análisis por FTIR confirmaron la presencia de mayor o menor contenido de material inorgánico. El tipo de molienda del material lignocelulósico es importante para el uso final que se quiera dar, ya que se pueden eliminar impurezas o material inorgánico y obtener un mejor producto para la obtención de pulpa de celulosa.

Palabras clave: Celulosa; Lignina; Cenizas; Granulometría; Humedad.

Keywords: Cellulose; Lignin; Ashes; Granulometry; Humidity.

**ESTUDIO DE CALIDAD FISICOQUÍMICA EN MEZCAL DE CINCO PRODUCTORES
ARTESANALES EN NOMBRE DE DIOS DURANGO**

**PHYSICOCHEMICAL QUALITY STUDY IN MEZCAL FROM FIVE ARTISANAL
PRODUCERS IN NOMBRE DE DIOS DURANGO**

Martha Rosales-Castro^{1&}, Sandra Janeth Alvarado-Aguilar¹, Ma. Guadalupe Reyes-Navarrete¹,
Alicia Irene Alvarado-De la Peña¹.

¹Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-DURANGO). Sigma 119, Fracc. 20 de noviembre II, C.P. 34220, Durango, Durango. Teléfono: 5557296000-Ext. 82621. & Autor para correspondencia: mrciidirdgo@yahoo.com

Durango es un estado que cuenta con la denominación de origen mezcal. Se fabrica principalmente a partir de la especie *Agave durangensis*, llamado también agave cenizo. Los productores artesanales lo elaboran de forma tradicional, pero la mayoría desconoce la normatividad existente, y la calidad de su producto. En este trabajo se evaluó la calidad fisicoquímica de mezcal artesanal en cinco vinatas establecidas en Nombre de Dios Durango. Se efectuaron cuatro muestreos por vinata, de diferentes lotes. Se analizaron de acuerdo a la NOM-070-SCFI-2016 Bebidas Alcohólicas. Se evaluó también la concentración de hierro (Fe) y cobre (Cu). Los resultados indican que la calidad del mezcal es diferente, tanto entre lotes de una misma vinata, como entre las vinatas. De ocho parámetros que establece la norma, siete de ellos están dentro de las especificaciones. El contenido alcohólico fue de 39% a 55% Alc.Vol., extracto seco de 0.03 a 0.36g/L; metanol de 82.3 a 264.4 mg metanol/100 mLAA.; alcoholes superiores de 107.6 a 438.9 mg aceite de fusel/100mLAA; aldehídos de 2.23 a 31.57 mg acetaldehído/100mL AA, furfural de 0.09 a 2.6 mg furfural/100 mLAA, con una excepción de 18.4 mg furfural/100 mL AA, en 1 de 20 muestras analizadas. Todas cumplen con el contenido de As y Pb. Contenido de Cu fue de 0.2 a 11.0 mg/L, que, aunque no está regulado para bebidas alcohólicas, su concentración es alta, comparado con el valor normativo de agua para consumo humano. La calidad de mezcal en las vinatas monitoreadas, cumple con el 99% de las especificaciones establecidas.

Palabras clave: *mezcal; calidad; NOM-070-SCFI-2016; Durango.*

Keywords: *mezcal, quality, NOM-070-SCFI-2016; Durango.*

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE LEVADURAS PRESENTES EN DOS FERMENTACIONES DE MEZCAL ARTESANAL DE OAXACA

MOLECULAR IDENTIFICATION OF YEASTS PRESENTS IN TWO ARTISANAL MEZCAL FERMENTATIONS FROM OAXACA

Víctor Adrián Espinoza Martínez¹, Claudia López Sánchez^{2§}, Peggy Elizabeth Álvarez
Gutierrez³, Felipe de Jesús Palma Cruz¹.

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico. ³Cátedra CONACYT. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Carr. Panamericana Km. 1080, Col. Juan Crispín, Tuxtla Gutiérrez, Chis.

[§]Autor para correspondencia: claudia.lopez@itoaxaca.edu.mx.

Una de las principales actividades económicas del estado de Oaxaca, es la producción de mezcal tradicional. Los ingredientes crudos de esta bebida son diferentes especies de *Agave*, que pasan por una variedad de pasos de preparación, que incluyen selección, corte, cocción, molienda, fermentación y destilación. Una de las etapas más cruciales en este proceso es la fermentación. Con el fin de identificar las levaduras presentes en la fermentación del mezcal artesanal, se realizó un muestreo de mostos de *Agave* a las 72 horas después del inicio del proceso de fermentación en dos palenques artesanales (fábricas) en Oaxaca. Para la obtención de las cepas de las levaduras, se realizó un aislamiento dirigido en medios selectivos, seguido de una serie de resiembras de las colonias aisladas, que luego fueron congeladas para su posterior identificación molecular, utilizando el kit de extracción de ADN YeaStar y los primer ITS1 e ITS4, para la amplificación del gen 5.8S. Los amplicones se mandaron a secuenciar a la empresa MacroGen y las secuencias se alinearon en el software BLAST del NCBI. Las características fisicoquímicas de los palenques revelaron que la tina de cada fábrica es homogénea. La caracterización molecular permitió identificar algunas levaduras presentes como *Saccharomyces cerevisiae*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Metarhizium flavoviride* y *Clavispora lusitaniae* en el sitio 1, mientras que en el sitio 2 *Saccharomyces cerevisiae*, *Yarrowia lipolytica*, *Meyerozyma caribbica*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Metarhizium flavoviride*, *Torulaspora delbrueckii* y *Candida parapsilosis* fueron encontrados.

Palabras clave: Oaxaca; mezcal; levaduras.

Keywords: Oaxaca; mezcal; yeasts.

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS
CRÍTICOS DE CONTROL PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DEL
MAGUEYERO SAN ISIDRO S.A. de C.V.**

**[IMPLEMENTATION OF A HAZARD ANALYSIS PLAN AND CRITICAL CONTROL
POINTS FOR THE PRODUCTION PROCESSES OF MAGUEYERO SAN ISIDRO S.A.
de C.V.]**

Lucia E. Mendoza Medina¹, Luis Ángel Grande Cortés¹, Areli Flores Morales^{1§}, Verónica Reyes
García¹, Astrid A. Torres Fernández¹

¹Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, México. Km.
7.5 Carretera Fed. San Martín Texmelucan; Tlax. Tel y fax: (248) 4-84-28-19.

§Autor para correspondencia: floresafm@hotmail.com

El Corporativo Magueyero San Isidro S.A. de C.V. ubicado en Nanacamilpa, Tlaxcala. Se dedica a la producción y elaboración de productos agroalimentarios derivados del maguey pulquero (*Agave salmiana*). El objetivo del presente trabajo fue realizar la implementación de un Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) aplicado en los procesos de producción del Corporativo. Se realizó un mapeo de procesos para detectar los puntos críticos de control y elaborar un manual de procedimientos. Al evaluar las instalaciones, se encontraron inconformidades en la distribución de los espacios en la infraestructura de la microempresa, para planificación de procesos que deberán solucionarse para cumplir con eficacia de este programa. Se estandarizaron los formatos de registro que apoyan a controlar los procesos de operación dentro de la empresa, con la finalidad de disminuir riesgos que alteren la calidad de los productos. Con la implementación del Programa de Prerrequisitos se estandarizaron los procedimientos de elaboración de productos especificando los sistemas de control de calidad de producción, el control de materias primas, se elaboraron procedimientos operativos estandarizados de sanitización para higiene y control de salud del personal, de limpieza y sanitización de infraestructuras, de equipos y para control de productos químicos. La correcta implementación de estas herramientas proporcionará las bases para futuras acreditaciones en el área de calidad que pretenda el corporativo Magueyero San Isidro S.A. de C.V., para un buen posicionamiento en la industria alimentaria.

Palabras clave: *Agave; Calidad; Procedimientos*

Keywords: *Agave; Quality; Procedures*

**MÓDULO DE ELASTICIDAD DE MORTEROS HIDRÁULICOS CON FIBRA DE
BAGAZO DE MAGUEY**

**[ELASTICITY MODULE OF HYDRAULIC MORTARS WITH MAGUEY BAGASSE
FIBER]**

Valentín Juventino Morales Domínguez¹, Margarito Ortiz Guzmán¹, Rafael Alavéz Ramírez¹,
Sergio Ramírez Montesinos².

¹Instituto 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. 82756. ²Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Arquitectura CU, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. Autor para correspondencia: vmoralesd@ipn.mx

Dentro de los parámetros requeridos para el diseño de estructuras se tiene al módulo de elasticidad, la elasticidad es la propiedad de un cuerpo que al estar sometido a una fuerza se deforma y al retirarse esa fuerza tiende a recuperar su forma original, relaciona a las fuerzas con sus desplazamientos y está íntimamente relacionado con los componentes, en este caso de morteros y concretos hidráulicos. El objetivo fue conocer el comportamiento del módulo de elasticidad en mezclas de mortero hidráulico adicionadas con fibras de bagazo de maguey. A mezclas de mortero con proporciones volumétricas: 1:2, 1:3 y 1:4, se les adicionaron fibras de bagazo de maguey con longitudes de 2 y 3 centímetros, en porcentajes del 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0%, en peso de los sólidos del mortero; las fibras se trataron mediante su lavado, secado y corte. Se elaboraron probetas cilíndricas, sometidas a un proceso de curado durante 28 días, posteriormente se ensayaron a compresión axial, midiendo las deformaciones con un sistema de anillos provistos de deformímetros mecánicos. Los resultados muestran una tendencia de decremento, en la mayoría de los casos sensiblemente lineal, en los valores del módulo de elasticidad conforme se incrementa la fibra en la mezcla, siendo mayor en la proporción 1:4, y menor en las mezclas con bajo contenido de fibra. En general, los mayores módulos se obtuvieron en la mezcla 1:2 y los menores en la 1:4. Las mezclas de mortero con bajos contenidos de fibras presentaron menores disminuciones en su módulo de elasticidad.

Palabras clave: *Bagazo de maguey; fibras naturales; módulo de elasticidad; mortero hidráulico.*

Keywords: *Magüey bagasse; natural fibers; modulus of elasticity; hydraulic mortar.*

USO DE FIBRAS DE BAGAZO DE MAGUEY EN MORTERO HIDRÁULICO COMO REFUERZO Y ACABADOS

[USE OF MAGUEY BAGASSE FIBERS IN HYDRAULIC MORTARS AS REINFORCEMENT AND FINISHES]

Valentín Juventino Morales Domínguez¹, Margarito Ortiz Guzmán¹, Rafael Alavéz Ramírez¹,
²Gladys Francisco Ramos.

¹Instituto 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. 82756. ²Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Arquitectura CU, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. Autor para correspondencia: vmoralesd@ipn.mx

Las fibras en la industria de la construcción se utilizan principalmente para disminuir los agrietamientos producidos durante el proceso de fraguado y endurecimiento de las mezclas de concretos y morteros elaborados con cemento hidráulico, así como mejorar su comportamiento a la tensión. El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de fibras de bagazo de maguey en mezclas de mortero hidráulico para su uso en aplanados estructurales y como acabados. De una fábrica de mezcal de los valles centrales de Oaxaca se tomaron muestras de bagazo de maguey, las fibras se lavaron secaron y cortaron en longitudes de 2 y 3 centímetros de longitud. Se diseñaron y elaboraron 27 mezclas de mortero hidráulico con proporciones volumétricas de 1:2, 1:3 y 1:4 a las que se les adicionaron las fibras en porcentajes de 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0%, en peso. Se construyó una pequeña estructura de ferrocemento donde se aplicaron estas mezclas, evaluándose su facilidad de acomodo, compactación y acabado. En general se pudo apreciar que las mezclas con contenidos bajos de fibras, 0.25 y 0.5 %, presentaron mejores características para su acomodo y compactación en la estructura de ferrocemento. Las mezclas de mortero con porcentajes de 0.75 y 1:0 % de fibra, presentaron características trabajables para dar diferentes tipos de acabados y texturas. Los resultados revelan la viabilidad del uso de las fibras de bagazo de maguey, tanto, como refuerzo estructural como en acabados en la edificación.

Palabras clave: *Acabados; bagazo de maguey; mortero hidráulico; trabajabilidad.*

Keywords: *Finishes; maguey bagasse; hydraulic mortar; workability.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS HIDRÁULICOS ADICIONADOS CON FIBRA DE BAGAZO DE MAGUEY

[RESISTANCE TO COMPRESSION OF HYDRAULIC MORTARS ADDED WITH MAGUEY BAGASSE FIBER]

Valentín Juventino Morales Domínguez¹, Margarito Ortiz Guzmán¹, Rafael Alavéz Ramírez¹,
Carolina Lucero Bautista Vargas².

¹Instituto 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. 82756.

²Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Arquitectura CU, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. Autor para correspondencia: vmoralesd@ipn.mx

Las fibras en la industria de la construcción, tanto naturales como artificiales, se han utilizado para diversos fines, entre ellos la disminución de fisuras y la mejora de concretos y morteros ante su baja resistencia a la flexión y tensión, aunque la inclusión de fibras afecta su resistencia a la compresión axial. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de la resistencia a la compresión axial de morteros hidráulicos adicionados con fibras de bagazo de maguey. Previo al diseño y elaboración de mezclas de mortero hidráulico para uso estructural, se muestreó bagazo de maguey, el cual se lavó, seco al sol y cortó para tener fibras con longitudes de 2 y 3 centímetros; estas fibras se adicionaron a tres tipos de mezclas de mortero hidráulico con proporciones: 1:2, 1:3 y 1:4, en volumen, en porcentajes de 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0%, respecto al peso de los sólidos. Se elaboraron cilindros y cubos, los cuales después de un proceso de curado, se sometieron a ensayos a compresión axial. En los resultados obtenidos y en forma general se aprecia una tendencia a la disminución de la resistencia de los morteros conforme se incrementa el contenido de fibra en la mezcla. Las mezclas de mortero donde se emplearon contenidos de hasta el 0.5% de fibra de 2 centímetros de longitud, presentaron menores disminuciones en su resistencia a la compresión axial.

Palabras clave: *Bagazo de maguey; compresión axial; fibras naturales; mortero hidráulico.*

Keywords: *Magwey bagasse; axial compression; natural fibers; hydraulic mortar.*

**CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE AGAVES SILVESTRES PARA SU
APROVECHAMIENTO EN LA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS DE BIOACTIVOS**

**[PHYTOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF WILD AGAVES FOR THEIR USE IN
OBTAINING BIOACTIVE COMPOUNDS]**

Erika Anai Hoyos-Ruiz¹, Daniel Alberto García-Rojas¹, Francisco Erik González-Jiménez²,
Carlos Omar Espinosa-Román³, Mónica Reyes-Reyes¹

¹Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca, Magnolias S/N, Villa Sola de Vega, Oaxaca, C.P. 71410, México. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Oriente 6 No. 1009, Rafael Alvarado, Orizaba, Veracruz, C.P. 94340, México. ³Paralelo 45 SAPI de CV, Amsterdam, 240, Int. Piso 4. Col. Hipódromo Condesa, Cuauhtémoc, C.P. 06100, CDMX.
correspondencia: mreyesr101@gmail.com

Durante la elaboración de bebidas destiladas a base de agave, como lo es el mezcal, se utiliza el 60% de la planta, que corresponde a la “piña”. El 40% restante lo constituyen las hojas o pencas, las cuales los productores no emplean en algún otro proceso y es dejada en los plantíos hasta su incorporación a la tierra, para que pueda llegar a actuar como abono, o simplemente desechada, generando esto un problema ambiental. Este residuo de la industria del mezcal es rico en fitoquímicos y estos compuestos pueden ser empleados en la industria de alimentos. El objetivo de este estudio fue extraer e identificar cualitativamente mediante un tamiz fitoquímico y cromatografía de gases acoplada a masas los metabolitos de tres especies de agave silvestre (*A. americana*, *A. convallis*, *A. potatorum*) provenientes del distrito de Sola de Vega, Oaxaca. Para la extracción se emplearon diversos solventes (hexano, diclorometano, etanol y agua). Los compuestos en los extractos fueron identificados mediante diferentes reacciones y técnicas químicas colorimétricas, fueron: terpenos, triterpenos, fitoesteroles, flavonoides, cumarinas y saponinas; la concentración de cada uno de estos metabolitos fue diferente en cada variedad de agave, esto de acuerdo con la intensidad de color generado en la reacción. Posteriormente para la identificación de los fitoquímicos presentes en los extractos se realizó un análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC/MS). En donde la separación de los componentes se generó primero por cromatografía de gases y fue seguida por la espectroscopia de masas, mediante la cual estableció el porcentaje de las posibles identidades de cada componente. Estos datos nos permitieron la estructura de los fitoquímicos en los extractos, además nos permiten considerar al residuo de las pencas como una potencial fuente de extracción de fitoquímicos para la industria farmacéutica y alimenticia.

Palabras clave: *fitoquímicos; agave silvestre; residuos; mezcal.*

Keywords: *phytochemical; wild agave; waste; mezcal*

**EVALUACIÓN DE ABONO ORGÁNICO ELABORADO EN PACAS BIODIGESTORAS
EN PLANTAS DE *Agave angustifolia* Y *Agave potatorum***

**[EVALUATION OF ORGANIC FERTILIZER PRODUCED IN BIODIGESTER BALE
PLANTS IN *Agave angustifolia* AND *Agave potatorum*]**

Nicolasa Aguilar Reyes¹, Lusmila Herrera Pérez^{§2}, Fernando López Morales³, José Terrones Salgado¹, José Antonio Mendoza Rosanno¹, Claudia García Sánchez⁴.

¹Facultad de Ingeniería en Agronomía-Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). 21 Sur 1103, Barrio Santiago, C.P. 72410, Puebla.

²Facultad en Ingeniería Ambiental-UPAEP. ³Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias (BUAP), San Juan Acateno. CP. 73695, Teziutlán, Puebla. ⁴Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillo. Carretera Texcoco-México, Km 36.5, Montecillo, Texcoco, C.P. 56264, Estado de México. §Autora para correspondencia: lusmila.herrera@upaep.mx

El residuo sólido bagazo de agave ocasiona problemas ambientales como la corrosión en los suelos. Para producir un litro de mezcal se generan en promedio 9 kg de bagazo (dependiendo de la especie). El estado de Puebla en 2021 produjo un total de 202,489.78 litros de mezcal, por lo tanto, se generaron 1,822 toneladas del residuo. Se plantean estrategias que minimicen el impacto negativo y valoricen el residuo, como la elaboración de abono orgánico. El objetivo fue evaluar la eficiencia del abono de bagazo de agave derivado de la ecotecnia pacas biodigestoras en el crecimiento de plantas de *Agave angustifolia* y *Agave potatorum* en condiciones de invernadero durante 12 meses, en la localidad Soledad Morelos, Huaquechula, Puebla. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. Se establecieron en total ocho tratamientos con tres repeticiones, con abono previamente elaborado en pacas biodigestoras, divididos en cuatro tratamientos para cada especie; 1) bagazo al 100%, 2) bagazo esterilizado, 3) mezcla de bagazo con residuos domésticos (RD) 75% bagazo y 25% suelo y, 4) mezcla de bagazo con RD al 25% y 75% suelo. Los parámetros medidos fueron: peso total de la piña y planta, número y largo de hojas. Los datos se analizaron en el programa SAS (ANOVA y prueba de Tukey). Los resultados indican que hay diferencias significativas en el peso y largo de la hoja. El mejor tratamiento en la variable peso fue el bagazo al 100%, respecto al largo de las hojas fue el bagazo al 25% en ambas especies.

Palabras clave: *Abono; bagazo; pacas biodigestoras; residuos.*

Keywords: *Fertilizer; bagasse; biodigester bales; waste.*

**POLIFENOLES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTOS DE HOJAS DE
AGAVES DEL SUROESTE DE MÉXICO**

**[POLYPHENOLS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN AGAVE LEAVES EXTRACTS
FROM SOUTHWEST MEXICO]**

Misael Bermúdez Bazán¹, Mirna Estarrón Espinosa^{§1}, Gustavo Adolfo Castillo Herrera¹,
Judith Esmeralda Urías Silvas¹, Javier Plácido Arrizon Gaviño², Rosa María Camacho Ruiz²,
Anne Christine Gschaedler Mathis², María Azucena Herrera González³

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.,
¹Tecnología Alimentaria, ²Biotechnología Industrial. Camino Arenero 1227, El Bajío, Zapopan
45019, México. ³Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería Química, CUCEI.
44430, Guadalajara, Jalisco. [§]Autor para correspondencia: mestarron@ciatej.mx

Actualmente, el interés en la revalorización de hojas de agave, agro-residuo de la industria del mezcal, ha incrementado debido a que recientes estudios han identificado en éstas diferentes metabolitos secundarios con potenciales aplicaciones en los sectores farmacéutico y alimentario. Esta investigación tuvo como objetivo comparar el contenido fenólico y actividad antioxidante en hojas de diferentes especies de agave. Hojas de las especies *angustifolia*, *americana*, *cupreata*, *karwinskii* y *potatorum* fueron maceradas en metanol. Los extractos concentrados fueron caracterizados en contenido de fenoles (CFT: Folin-Ciocalteu) y flavonoides totales (FT: AlCl₃), actividad antioxidante (AA) y perfil polifenólico. Los resultados evaluados mediante ANOVA y prueba de rangos múltiples de Tukey mostraron que la especie y origen del agave influenciaron significativamente el contenido de compuestos fenólicos ($p < 0.05$). Las hojas de agaves *americana*, *angustifolia* y *cupreata* mostraron mayor CFT y FT con rangos de 7.12 ± 1.08 - 3.19 ± 0.13 y 3.01 ± 0.10 - 0.72 ± 0.16 mg EAG/g hoja seca, respectivamente. Similarmente, la AA fue influenciada por estos factores ($p < 0.05$), presentando rangos de 13.02 ± 0.60 - 4.86 ± 0.95 ; 7.84 ± 1.30 - 3.52 ± 0.97 y 15.72 ± 3.27 - 4.74 ± 0.17 $\mu\text{mol ET/g}$ hoja seca para los ensayos ABTS, DPPH y FRAP, respectivamente. Los extractos con mayor AA correspondieron a las especies de *Agave americana* de Chiapas; *angustifolia* de Oaxaca y *cupreata* de Guerrero, que además mostraron mayor contenido de catequina y (-)-epicatequina, dos flavonoides de potente actividad antioxidante y biológica. Las hojas de agaves mezcaleros son fuente potencial de diversos metabolitos de interés, que pudieran utilizarse en el desarrollo de nuevos productos con diferentes aplicaciones industriales.

Palabras clave: *Agave; actividad antioxidante; polifenoles; residuos agroindustriales; extracción.*

Keywords: *Agave; antioxidant activity; polyphenols; agro-wastes; extraction.*

**15 AÑOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN EL TRATAMIENTO
BIOLÓGICO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS TEQUILEROS**

**15 YEARS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE BIOLOGICAL
TREATMENT OF LIQUID AND SOLID TEQUILA WASTES**

Raúl Snell Castro^{§1}, Hugo Oscar Méndez Acosta¹, Alma Toledo Cervantes¹

Universidad de Guadalajara – Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI),
Departamento de Ingeniería Química. Blvd. Marcelino García Barragán 1421, C.P. 44430,
Guadalajara, Jalisco. Teléfono: (33) 13785900 Ext. 27550. [§]Autor para correspondencia:

raul.snell@academicos.udg.mx

La industria tequilera ha tenido un éxito económico en las últimas 2 décadas, incrementando su producción de tequila y, por consiguiente, generando grandes cantidades de residuos líquidos en forma de aguas residuales (vinazas tequileras) y sólidos en forma de bagazo tequilero. En atención a las PyMES que tienen recursos limitados para invertir en plantas de tratamiento, se inició el desarrollo de un tratamiento de digestión anaerobia de alto rendimiento usando como sustratos vinazas tequileras e hidrolizados de bagazo tequilero. La implementación de reactores tipo CSTR y FBR escala laboratorio y piloto en una y dos etapas, alimentados con vinazas tequileras resultó en remociones de la DQO del 90-96% con rendimientos de metano de 0.28-0.32 L-CH₄/g-DQO_{removida}. Las dinámicas poblacionales microbianas e interacciones analizadas mediante el método de componentes principales indicaron que la vía para producir metano fue a través de las poblaciones oxidadoras del propionato y las acetótrofas metanogénicas en sintrofia acetogénica obligada. Estas vinazas fueron útiles como sustrato para producir hidrógeno mediante fermentación oscura en reactores tipo CSTR y FBR usando una comunidad microbiana tratada térmicamente para obtener un inóculo rico en bacterias productoras de hidrógeno (BPH), pero la competencia por sustratos entre las BPH y bacterias ácido-lácticas invasoras ocasionaron rendimientos bajos de 1.76 y 3.88 mol-H₂/g-azúcar_{asimilada}, respectivamente. En cuanto al bagazo tequilero, se usaron hidrolizados ácidos y enzimáticos como sustratos, ambos fueron útiles para producir metano con rendimientos de 0.24-0.30 L-CH₄/g-DQO_{removida} e hidrógeno con rendimientos de 0.4-3.4 mol-H₂/g-azúcar_{asimilada} usando reactores AnSBR y CSTR en una y dos etapas.

Palabras clave: *Residuos tequileros; interacciones microbianas; producción de biocombustibles; desempeño de reactores.*

Keywords: *Tequila wastes; Microbial interactions; biofuel production; reactor performance.*

**EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE DESTILACIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE
FURFURAL EN EL DESTILADO (“ORDINARIO”)**

**[EFFECT OF THE DISTILLATION SPEED ON THE FURFURAL CONTENT IN THE
DISTILLATE (“ORDINARIO”)]**

Jorge Alejandro Santiago Urbina^{*1,2}, Marco Antonio Gallo Ávila¹, Pablo Ramos Santana¹, Héctor Luis Hernández Sánchez¹, Eliot Ruiz San Germán¹.

¹Agropecuaria y Sector Primario Tonalá S.P.R DE R.L. Mezcal CAPOTLÁN. Maya No. 20, San Antonio Arrazola, Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71233, Oaxaca.

²Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca. Av. Universidad S/N, San Pablo Huixtepec, Zimatlán, C.P. 71265, Oaxaca. *Autor para correspondencia:

jorgesantiago.urbina@gmail.com

El mezcal artesanal se caracteriza por la cocción del maguey en hornos de pozo y doble destilación en alambiques de cobre. Durante estos procesos por el calor involucrado se puede formar el furfural, un compuesto con un límite máximo permisible en el mezcal de 5.0 mg/100 mL de a.a. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la velocidad de destilación sobre el contenido de furfural en el ordinario (primera destilación). Se emplearon dos alambiques de cobre de 250 L, a los cuales se le colocaron 100 L de jugo y 1.5 carretillas de fibra de maguey espadín de una misma tina de fermentación. El alambique A se destiló en 4 h (destilación rápida) y el alambique B en 6 h (destilación lenta) usando leña. El destilado fue separado en fracción cuerpo y fracción cola y analizado por cromatografía de gases. El contenido de alcohol en la fracción cuerpo del alambique A y B fue de 29 y 28.9% alc.vol., respectivamente. La fracción cola del alambique A y B contenían 10.3 y 10.1% alc.vol., respectivamente. La destilación rápida generó una fracción cuerpo con 1.78 mg/100 mL a.a. de furfural, mientras que la destilación lenta alcanzó 3.35 mg/100 mL a.a., es decir, la destilación lenta recuperó un 88% más de furfural. La fracción cola del alambique A y B contenía 18.78 y 26.3 mg/100 mL a.a. de furfural. Los resultados sugieren que el furfural no solo se forma en la cocción del maguey, sino que también en las destilaciones prolongadas.

Palabras claves: *Furfural; destilación lenta; destilación rápida; mezcal artesanal.*

Keywords: *Furfural; slow distillation; rapid distillation; artisanal mezcal.*

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE AGAVE COMO POTENCIAL
BIOADSORBENTE PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA**

**[CHARACTERIZATION OF AGAVE WASTE AS A BIOADSORPTION POTENTIAL
TO REMOVE CONTAMINANTS IN WATER]**

María Gorety Contreras Hernández^{1§}, María Dolores Josefina Rodríguez Rosales¹, Olga Mirian Rutiaga Quiñones,¹ Sergio Valle Cervantes¹.

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Durango, Depto de Ing. Química y Bioquímica, Durango Dgo. 34200.

Autor para correspondencia: mgorety@itdurango.edu.mx

En México la contaminación de agua por agentes tóxicos se deriva del aporte natural de los acuíferos, y ha ido en aumento por la sobreexplotación y actividades antropogénicas (minería). Por lo que investigadores han propuesto diferentes alternativas para dar solución a dicha problemática, entre ellas, el uso de residuos lignocelulósicos y la adsorción para la remoción de estos. El Agave se emplea en la producción del mezcal y en el proceso se generan diferentes residuos agroindustriales que pueden aprovecharse como bioadsorbentes de agentes tóxicos en agua gracias a la presencia de grupos funcionales en su composición. Por lo que el objetivo de este trabajo fue caracterizar bioadsorbentes derivados de residuos de agave. Se obtuvieron diferentes biomateriales a partir de hojas de agave empleando diferentes tratamientos (térmico y mecánico). Se realizó un análisis básico (pH, cenizas, extraíbles, celulosa y lignina), perfil fenólico (UPLC/ESI-MS) y análisis morfológico (EDX, DSC, FT-IR). Los biomateriales obtenidos presentaron una modificación en la estructura, composición lignocelulósica y compuestos fenólicos en comparación con ellos y el control, manifestando, por otro lado, una variación en la cristalinidad, degradación térmica y presencia de diferentes grupos funcionales (hidroxilo, carbonilo, éster, amino, etc.). Por lo que los biomateriales caracterizados de acuerdo a su morfología, composición y grupos funcionales pueden ser una opción de uso como adsorbente para diferentes agentes tóxicos presentes en el agua, generándole un valor agregado a los residuos de agave.

Palabras clave: *adsorción; hojas de Agave; tratamientos, grupos funcionales, DSC*

Keywords: *adsorption; agave leaves; treatments, functional groups, DSC*

**COMPUESTOS VOLÁTILES EN MEZCAL ARTESANAL OBTENIDO DE MAGUEYES
SILVESTRES DE LA REGIÓN SUR DE OAXACA**

**[VOLATILE COMPOUNDS IN ARTISANAL MEZCAL OBTAINED FROM WILD
MAGUEY FROM THE SOUTH REGION OF OAXACA]**

Rosa Elvira Sánchez-Fernández¹, Yesenia Manilla-Tellez², Erika Daniela Reyes-Carmona²,
Artemio Pérez-López²

¹Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal (LANISAF),
Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco km. 38.5, Texcoco, Estado de
México, 56230, México. ²Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de
Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco km. 38.5,
Texcoco, Estado de México, 56230, México.

Autor para correspondencia: resf2012@gmail.com

El aroma y sabor de los destilados de agave son el resultado de numerosos compuestos volátiles y no-volátiles, cuya mezcla compleja define sus atributos sensoriales y la aceptación por el consumidor. Dentro de los compuestos volátiles destacan los ésteres, aldehídos, cetonas, ácidos, furanos y terpenos, que contribuyen al aroma y cuerpo del mezcal. En este trabajo se caracterizó el perfil químico y se cuantificaron los volátiles principales de mezcales de las especies *Agave angustifolia* HAW, *A. potatorum* ZUCC., *A. marmorata* Roezl y *A. Karwinskii* ZUCC. utilizando microextracción en fase sólida (SPME) y Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de masas (GC-MS). Los compuestos se identificaron con base en los patrones de fragmentación de los espectros de masas y su comparación con la información contenida en la base de datos del NIST, la comparación de los índices de Kovats y estándares puros. Asimismo, se cuantificó el contenido de nueve compuestos principales. Se detectaron alrededor de 23 compuestos, entre los cuales se identificaron alcoholes, ésteres, ácidos orgánicos, furanos y terpenos. Algunos alcoholes detectados fueron: etanol, metanol, propanol, 3-metil-1-butanol y 2-metil-1-butanol, asimismo, se detectaron principalmente los compuestos acetato de etilo, ácido acético e isobutanol. Los volátiles identificados dependen de varios factores, entre ellos, la especie de maguey, el tipo de suelo donde crece el maguey, la técnica empleada en la producción del mezcal y la edad del mezcal.

Palabras clave: *Compuestos volátiles; CG-EM; mezcal; SPME; cromatografía de gases.*

Keywords: *Volatile compounds; GC-MS; mezcal; SPME; gas chromatography.*

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DEL USO DE LEVADURAS AUTÓCTONAS DEL MOSTO DE AGAVE EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL ARTESANAL

BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF THE USE OF AUTOCHTHONOUS YEASTS FROM AGAVE MUST IN THE PRODUCTION OF ARTISANAL MEZCAL

Amairany Carrasco López¹, Yanet Romero Ramírez¹, Arturo Ramírez Peralta¹, Jeiry Toribio Jimenez^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas s/n. Ciudad Universitaria. Apdo Postal 39070, Chilpancingo, Guerrero, México. * Autor de correspondencia: Jeiry Toribio Jiménez. Email: <mailto:jeiryjimenez2014@gmail.com>

El mezcal artesanal se elabora mediante fermentación espontánea, sin embargo, la aplicación de levaduras autóctonas ha presentado una mejor adaptabilidad a las condiciones de fermentación, permitiendo así una mejora en las características organolépticas y rendimiento en materia prima. En este estudio se evaluó el potencial biotecnológico de levaduras nativas en el rendimiento de *A. cupreata* para la producción de alcohol y mejoramiento de las características organolépticas distintivas del mezcal. Se empleó un consorcio de levaduras (*S. cerevisiae* A5GM, *T. delbrueckii* A6GM, *S. cerevisiae* A3GM y *K. marxianus* A2GM) para la inoculación en las tinas de fermentación midiendo los mediante un refractómetro óptico los porcentajes de azúcar en el medio y el porcentaje de alcohol en la segunda destilación, la calidad del mezcal se hizo en el CIDAM y el análisis sensorial se obtuvo en el concurso *Spirits Selection por Concours Mondial de Bruxelles 2020*. Se obtuvo un rendimiento de 0.113 L de mezcal/Kg de agave en la fermentación control a diferencia del experimento en donde se obtuvieron 0.162 L de mezcal/Kg de agave teniendo un incremento de 43.36 %. En los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico de la bebida experimental obtuvimos valores dentro de los rangos permisibles de la NOM-070-SCFI-2016 de Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones, teniendo un mejor volumen de Alcoholes superiores (191.63 mg/100 mL AA), una disminución de metanol (164.05 mg/100 mL AA) a diferencia de lo observado en el mezcal control con un volumen de 218.53 mg/100 mL AA, en el caso del furfural los valores obtenidos fueron menores en el mezcal experimental, a diferencia de los Ésteres en donde se obtuvo un incremento de 45.58 mg/100 mL AA en comparación con el control (15.97 mg/100 mL AA), y en el análisis sensorial se obtuvo “Gran Medalla de Oro” con el mezcal experimental. Como conclusión, en el mezcal experimental se logró obtener un incremento en el rendimiento en litros de mezcal, así como una mejora de las características fisicoquímicas según lo reglamentado en la NOM-070-SCFI-2016 de Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones y en las características sensoriales utilizando el consorcio de levaduras nativas.

Palabras claves: *Levaduras autóctonas, mezcal, fermentación, Agave cupreata.*

Keywords: *Native yeasts, mezcal, fermentation, Agave cupreata.*

EVALUACIÓN DE CARBOHIDRATOS DE *Agave cupreata* Trel. & Berger. PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL

EVALUATION OF CARBOHYDRATES OF *Agave cupreata* Trel. and Berger. FOR THE PRODUCTION OF MEZCAL

Josue Pintor Alejo^{§1}, Victor Conde Martínez¹, Alberto Escalante Estrada¹, Mario Cobos Peralta¹, Rubén San Miguel Chávez¹.

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco Km 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, México. [§]Autor para correspondencia: pintor.josue@colpos.mx

Los agaves almacenan carbohidratos que son básicos para la producción de bebidas alcohólicas. En las regiones de Guerrero se utiliza *Agave cupreata* para la elaboración de mezcal. En este trabajo se evaluó el contenido de azúcares solubles totales (CAST) en piña cruda y cocida de *A. cupreata* en dos etapas de madurez fisiológica, así como la cinética del contenido de azúcares durante la fermentación. El muestreo se realizó en Cuapexco y Zacayautla (Zitlala, Gro.), en dos etapas de madurez: velilla y capón. Las muestras se obtuvieron de tres diferentes partes de la piña: base de hoja (BH), tallo y cogollo. Posterior a la cocción se tomaron muestras de las mismas piñas, del mosto a los cero, seis y once días de fermentación (22 °C). Se determinaron CAST por extracción Soxhlet y el método de antrona. Los resultados del CAST en piña cruda no mostraron diferencias en velilla y capón (100 mg g⁻¹ de peso fresco (PF)). En piña cocida fue mayor en la BH de agaves velillas con 685 mg g⁻¹ PF, mientras que en BH de agave capón fue de 449 mg g⁻¹ PF, en el tallo fue de 407.5 mg g⁻¹ PF en ambas etapas, y en el cogollo fue de 226 y 184 mg g⁻¹ PF en capón y velilla, respectivamente. El CAST en mosto disminuyó desde 83.9 hasta 18.2 mg mL⁻¹ desde los 0 hasta 11 días de fermentación. La BH de agave velilla presentó mayor CAST, debido a que los fotoasimilados no han sido traslocados para la formación del escapo floral. La etapa fenológica de cosecha determina mejor o menor eficiencia en la fermentación, que repercutirá en la producción de mezcal.

Palabras clave: *Agave cupreata*; carbohidratos; madurez; fermentación

Keywords: *Agave cupreata*; carbohydrates; maturity; fermentation.

CONTENIDO DE METANOL EN DESTILACIÓN HORIZONTAL CONTINUA DE ORDINARIO DE TEQUILA COMPARADO CON DESTILACIÓN TRADICIONAL

[METHANOL CONTENT IN ORDINARY CONTINUOUS HORIZONTAL DISTILLATION OF TEQUILA COMPARED TO TRADITIONAL DISTILLATION]

Isaac G. Tejeda-Arandas¹; Héctor Flores-Martínez¹; José Daniel Padilla-de la Rosa^{2*}; Mirna Estarrón-Espinosa², Irma Flores¹, Juan Florencio Gómez-Leyva¹.

¹Instituto Tecnológico de Tlajomulco, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tlajomulco de Zúñiga, Km 10 carr Tlajomulco, Cto. Metropolitano Sur, 45640 Tlajomulco de Zúñiga, Jal. ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Tecnología Alimentaria, Cam. Arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jal.

*Correspondencia: jdpadilla@ciatej.mx

La destilación por lote es el proceso más utilizado en la producción de tequila, donde se separan cabezas, corazón y colas; el criterio de corte establecido, regula el contenido en metanol en el corazón. El objetivo de este estudio fue comparar la capacidad del proceso de destilación horizontal en continuo con respecto a la destilación tradicional para controlar el contenido de metanol en el producto. El ordinario de tequila se destiló en un destilador horizontal continuo en dos tiempos de residencia (2 y 4 horas) y destilación en lote durante 4 horas. En ambos procesos se separaron 5 fracciones, posteriormente se cuantificó el metanol mediante cromatografía de gases de acuerdo a la NOM-006-SCFI-2012. Los resultados obtenidos mostraron que la separación del metanol en colas en ambos procesos fue efectiva, con una mejor separación en la destilación horizontal en continuo, logrando una mayor concentración de metanol en la fracción 5 (colas). El análisis estadístico entre ambos procesos, muestra que ni el tipo de proceso ni el tiempo de residencia presentaron diferencias significativas en sus resultados, sin embargo, el número de fracción sí presenta un efecto significativo en su contenido de metanol del corazón siendo 239.21 ± 10.48 mg/100 ml a.a. comparado con la destilación en lote de 264.52 ± 40.30 mg/100 ml a.a. Se concluye que tanto la destilación en continuo como en lote fueron procesos eficientes para separar el metanol, pero la concentración de este compuesto fue mejor en el proceso en continuo, así como en las diferentes fracciones obtenidas sumándole el ahorro de energía en comparación al proceso tradicional.

Palabras clave: *Rectificación; destilación horizontal continua; tequila, metanol*

Keywords: *Rectification; continuous distillation; tequila; metanol.*

HOJAS DE AGAVE, UNA FUENTE ALTERNATIVA DE ANTIOXIDANTES Y COMPUESTOS FENÓLICOS

[AGAVE LEAVES, AN ALTERNATIVE SOURCE OF ANTIOXIDANTS AND PHENOLIC COMPOUNDS]

Elia Donají Juárez Niño^{1*} y Delia Soto Castro²

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Oaxaca, ²CONAHCyT - Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca [*dsotoc@ipn.mx](mailto:dsotoc@ipn.mx)

Enfermedades como el envejecimiento prematuro, problemas metabólicos, pérdida de memoria y deterioro en la función celular, están relacionadas con el estrés oxidativo, asociado a la presencia de radicales libres generados por factores como la radiación UV. Por lo anterior, el equilibrio entre los agentes prooxidantes y antioxidantes es esencial para mantenerse saludable. El objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de compuestos antioxidantes en 13 especies de *Agave* provenientes de la región Mixteca y Valles Centrales del estado de Oaxaca. Se obtuvieron extractos secos (ES) a partir de la infusión de las hojas de *A. angustiarum*, *A. angustifolia*, *A. horrida*, *A. karwinskii*, *A. mapisaga*, *A. nussaviorum*, *A. petrophila*, *A. potatorum*, *A. salmiana*, *A. stricta*, *A. titanota*, *A. triangularis*; se realizaron diluciones a distintas concentraciones y se determinó el contenido de compuestos fenólicos; así como la capacidad antioxidante *in vitro* por los métodos de inhibición del radical DPPH y de donación de un electrón CUPRAC. El contenido de compuestos fenólicos va desde 1.53 hasta 5.05 mgEqAG/100 mgES para las hojas de *A. angustiarum* y *A. stricta*, respectivamente. Estos compuestos se asocian a la actividad antioxidante y se confirmó con los valores de actividad inhibitoria media del DPPH• para las mismas especies (35.53 y 4.44 mgEqAG/100 mgES) y con las determinaciones con el método CUPRAC (0.60 y 1.13 mgEAG/100 mgES). En conclusión, las hojas de las especies de *Agave* evaluadas contienen metabolitos secundarios con actividad antioxidante representando una alternativa para la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

Palabras clave: extractos de plantas; antioxidante; compuestos fenólicos; correlación

Keywords: plant extracts; antioxidant; phenolic compounds; correlation

SPIRITVISION: REDUCCIÓN DE COSTOS DE CALIDAD MEDIANTE DETECCIÓN PREVENTIVA DE CONTAMINANTES CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL

[SPIRITVISION: REDUCING THE COST OF QUALITY THROUGH PREVENTIVE DETECTION OF CONTAMINANTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE]

C.D. Salgado^{§1}, Alejandra Nicolás-Cruz², A. D. Reyes-Figueroa^{3,4}

¹Artifice Research Consulting, 44 Old Oak, Kingston, ON K7M 6X4, Canada, ²CINVESTAV-Monterrey, Apodaca, NL, 66600, México, ³Centro de Investigación en Matemáticas Unidad Monterrey, Av. Alianza Centro No. 502, PIIT, Apodaca, 66628 Nuevo León, México,

⁴Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940 CDMX, México.

[§]Autor para correspondencia: Carlos@theartifice.ca

La producción de mezcal implica rigurosos procesos de control de calidad y certificación, lo que impone costos significativos para analizar químicamente cada lote. Desafortunadamente, no todos los lotes pasan las pruebas, lo que lleva a limitaciones en la comercialización y exportación. En este trabajo de investigación interdisciplinaria presentamos SpiritVision, un proyecto dedicado a mejorar la calidad y competitividad de los productores rurales de mezcal que operan con presupuestos limitados. Aprovechando las interacciones fisicoquímicas en los remanentes de evaporación de las gotas de mezcal, utilizamos redes neuronales profundas para identificar patrones y entrenar clasificadores de imágenes de múltiples clases. Estos clasificadores diferencian eficazmente los destilados derivados de varios tipos de agave y detectan posibles fuentes de contaminación, logrando precisiones de prueba cercanas al 90%. Como una demostración de producto viable, un modelo clasificador reciente se encuentra actualmente desplegado como una aplicación web para inferencia en la plataforma Hugging Face. Nuestro enfoque ofrece una solución de análisis preventivo y asequible para los destiladores artesanales de mezcal, lo que les permite anticipar casos en los que es probable que un lote no supere las pruebas de pureza química o los requisitos de certificación. Mediante la implementación de nuestra metodología, los productores obtienen una retroalimentación rápida sobre la calidad del lote mientras reducen significativamente los costos operativos.

Palabras clave: *control de calidad; inteligencia artificial; visión por computadora; aprendizaje profundo; desarrollo de software.*

Keywords: *quality control; artificial intelligence; computer vision; deep learning; software development.*

CONSORCIO MICROBIANO DISEÑADO CON CEPAS AISLADAS DEL MOSTO DE
MEZCAL TRADICIONAL DE *Agave convallis*

[MICROBIAL CONSORTIUM DESIGNED WITH STRAINS ISOLATED FROM THE
TRADITIONAL MEZCAL MUST OF *Agave convallis*]

Claudia Lizbeth Cruz-Vásquez¹, Claudia López-Sánchez^{2*}, Felipe de Jesús Palma-Cruz¹,
Gerardo Valerio Alfaro³

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, esquina Calzada Tecnológico, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México, C.P 68030. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, esquina Calzada Tecnológico. Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México, C.P. 68030. ³Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Veracruz. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Miguel Ángel de Quevedo 2779, Formando Hogar, C. P. 91897. Veracruz, Ver.

*Autor para correspondencia: claudia.lopez@itoaxaca.edu.mx

El mezcal es una bebida destilada de aroma y sabor derivado de la especie de *Agave* empleado, así como del proceso de elaboración. En Oaxaca la producción del mezcal tradicional es el resultado de conocimientos transmitidos, este trabajo se enfoca en la fermentación de los mostos en donde los azúcares son transformados a etanol y otros compuestos, responsables del sabor y aroma del mezcal. En la fermentación del mosto intervienen e interaccionan levaduras y bacterias. Se utilizaron a *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulaspota delbruecki*, *Leuconostoc mesenteroides* y *Lactibacillus plantarum* previamente aislados e identificados de mostos de *Agave convallis* procedentes de una fábrica de San Pedro Teozacoalco; las cuales fueron inoculadas en mosto estéril para la conformación del consorcio experimental. El diseño del consorcio experimental con dos tratamientos se inició con la inoculación de *Torulaspota delbruecki*; después de 24 horas se adicionó a *Saccharomyces cerevisiae*; y 24 horas después, se adicionaron a *Leuconostoc mesenteroides* y *Lactibacillus plantarum*. Los días de fermentación comenzaron a contarse hasta el momento que estaban inoculadas las cuatro cepas en los mostos estériles, determinándose las propiedades fisicoquímicas, así como la temperatura de incubación, y los días que duró la fermentación, como las variables necesarias para evaluar las condiciones ideales para el crecimiento del consorcio diseñado. Se observó que bajo las condiciones del tratamiento 1, las cepas tienen un crecimiento casi estándar, pero al variar la temperatura en el tratamiento 2, el consorcio crece muy rápidamente de forma exponencial para después reducir el número de sus células.

Palabras claves: Bacterias; consorcio; fermentación; levaduras.

Keywords: Bacteria; consortium; fermentation; yeasts.

**TIPIFICACIÓN DE BACTERIAS QUE PARTICIPAN EN LA PRODUCCIÓN DE
MEZCAL TRADICIONAL CON *Agave angustifolia* HAW.**

**[TYPING OF BACTERIA INVOLVED IN THE PRODUCTION OF TRADITIONAL
MEZCAL WITH *Agave angustifolia* HAW.]**

Belen Maza López¹, Claudia López Sánchez¹, Felipe de Jesús Palma Cruz², Marcos Pedro
Ramírez López³

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. ³Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ciencias Económico Administrativas. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. Autor para correspondencia: claudia.lopez@itoaxaca.edu.mx

La producción de mezcal tradicional, es una de las pocas actividades económicas que mantiene con vida a comunidades enteras, siendo esta, una de las principales fuentes de ingresos en Oaxaca. Esta bebida alcohólica se obtiene a partir de la destilación de jugos de mostos fermentados de *Agave*. En la actualidad, se reconoce la existencia de microorganismos presentes en la fermentación, entre ellos, las poblaciones bacterianas ácido lácticas (BAL) y ácido acéticas (BAA), que han sido las menos estudiadas. La investigación se realizó a partir de muestras de mostos fermentados de *Agave angustifolia* de dos localidades distintas de Oaxaca, las cuales fueron sometidas a cinco procedimientos: (1) siembra y aislamiento de bacterias a partir de cultivos mixtos con la finalidad de obtener cultivos axénicos; (2) selección de colonias con características fenotípicas distintas unas de otras; (3) caracterización morfológica cada cepa seleccionada; (4) conservación de colonias con glicerol al 30%; (5) caracterización funcional dependiendo al grupo de bacterias al que pertenezca cada aislamiento. Como resultado de ambas muestras, se lograron tipificar 11 aislamientos de BAL y 17 de BAA pertenecientes al palenque de San Pedro Tezacoalco, Nochixtlán; de igual manera, 10 aislamientos de BAL y 3 de BAA correspondientes al palenque de San Isidro Tapanala, Yautepec. Las especies tipificadas de BAL pertenecen a los géneros de *Leuconostoc*, *Lactobacillus* y *Pediococcus*. Así mismo, las especies tipificadas de BAA corresponden a los géneros *Asaia*, *Saccharibacter*, *Gluconobacter*.

Palabras clave: *Agave*; bacterias ácido-lácticas; bacterias ácido-acéticas.

Key words: *Agave*; lactic acid bacteria; acid-acetic bacteria.

**MICROORGANISMOS CULTIVABLES DE LA FERMENTACIÓN DE MEZCAL
TRADICIONAL DE *Agave potatorum*, DE TEOZACOALCO, OAXACA**

**[CULTIVABLE MICROORGANISMS FROM THE FERMENTATION OF
TRADITIONAL MEZCAL OF *Agave potatorum*, FROM TEOZACOALCO, OAXACA]**

Imelda Ramírez Cuevas¹, Claudia López Sanchez¹, Felipe de Jesús Palma Cruz^{2*}, Raúl Enríquez Valencia².

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química Y Bioquímica. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030. Oaxaca de Juárez Oaxaca. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030. Oaxaca de Juárez Oaxaca. *Autor para correspondencia: pcruz@itoaxaca.edu.mx

En Oaxaca es uno de los estados más ricos de especies de *Agave* y por ende de productores de mezcal, cada región tiene su forma de destilar de manera artesanal. El presente trabajo se estudió el consorcio microbiano que participa en la fermentación del mezcal, analizando el proceso de la fermentación de un palenque (fábrica) de San Pedro Teozacoalco, Nochixtlán, Oaxaca. Para dar seguimiento puntual al proceso fermentativo, se tomaron muestras del mosto desde el comienzo de la fermentación. El objetivo del presente trabajo fue aislar en medios selectivos e identificar mediante pruebas bioquímicas cada una de las cepas microbianas hasta género; realizando paralelamente, observaciones macro y microscópica de cada cepa aislada y así poder así ratificar el análisis resultante de las pruebas bioquímicas. Los resultados mostraron la presencia de ocho cepas de levaduras, ocho cepas de bacterias ácido lácticas y once cepas de bacterias ácido acéticas. Se lograron identificar diferentes géneros de levaduras, tales como *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, y *Candida*; las bacterias ácido lácticas encontradas, pertenecen a cinco géneros: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Weisella*; en tanto que las bacterias ácido acéticas corresponden a cuatro géneros: *Acetobacter*, *Gluconactobacter*, *Asaia*, *Acidomonas*. Todas estas cepas, y seguramente muchas más no cultivables, participan en la fermentación de los mostos de *Agave potatorum* (tobalá) y son los responsables de los sabores y aromas de este mezcal tan tradicional de Oaxaca.

Palabras clave: *levaduras; bacterias ácido lácticas; bacterias ácido acéticas.*

Keywords: *yeasts; lactic acid bacteria; acetic acid bacteria.*

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCAL: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

[MEZCAL PRODUCTION PROCESS: PROCESS FLOW DIAGRAM]

Yesenia Manilla Tellez¹, Artemio Pérez López¹, Luis Carlos Miranda Trujillo², Violeta Bravo Sepúlveda², Teodoro Espinosa Solares¹.

¹Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5, Carretera México-Texcoco, C.P. 56230, Chapingo, Estado de México, México. ²Faculty of Forest and Environment, Eberswalde University for Sustainable Development, Schicklerstrase 5, C.P. 16225, Brandenburg, Alemania. Autor para correspondencia: yes.matez456@gmail.com

Los destilados de agave, como el tequila y el mezcal, son bebidas alcohólicas representativas de la cultura mexicana. En los últimos años se ha incrementado la demanda de mezcal y con ello la necesidad de materias primas, y aunque se sabe que esto trae como consecuencia escasez de recursos, hasta el momento no existe un documento que fundamente este hecho. Es por lo que en esta investigación se usó una herramienta de análisis ingenieril para analizar minuciosamente las líneas de entradas y salidas de materia prima en cada una de las operaciones unitarias del proceso. Se elaboró un diagrama de flujo de proceso (DFP) empleando la simbología de ISA-S5.1-1984 y la norma ISO 10628:1997 para la elaboración de un DFP. Un componente imprescindible de este tipo de diagramas es el cuadro de balance de materia y energía (BMyE) que nos ayuda a caracterizar cuantitativamente las corrientes de entrada y salida en cada una de las operaciones unitarias del proceso artesanal. Los resultados indican que de aproximadamente una tonelada de maguey que entra a proceso, de una mezcla de magueyes semicultivados y silvestres, tuvo una demanda de más de 8,000 litros de agua, una tonelada de leña, y generó más de dos toneladas de residuos. Los datos demuestran el consumo de agua y la cantidad de residuos que la industria mezcalera arroja al medio ambiente. El proceso requiere de innovaciones en cada una de las operaciones del proceso, que garanticen un mejor aprovechamiento de los recursos naturales sin descuidar el proceso artesanal de mezcal.

Palabras clave: *Maguey silvestre; mezcal; producción artesanal; diagrama de flujo; balance de materia.*

Keywords: *Wild maguey; mezcal; artisanal production; flow diagram; material balance.*

Se agradece la colaboración al Posgrado de Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo y a los maestros mezcaleros Jaime Fabian Díaz y Osvaldo García García.

CONSORCIOS MICROBIANOS DE LA FERMENTACIÓN DEL MEZCAL
TRADICIONAL DE *Agave rhodacantha* Y *Agave marmorata*

[MICROBIAL CONSORTIUMS OF THE FERMENTATION OF TRADITIONAL
MEZCAL OF *Agave rhodacantha* AND *Agave marmorata*]

Beatriz Adriana Santiago Santiago¹, Claudia López Sanchez¹, Felipe de Jesús Palma Cruz²

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico. C. P. 68030. Oaxaca de Juárez Oaxaca. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico. C. P. 68030. Oaxaca de Juárez Oaxaca. Autor para correspondencia: pcruz@itoaxaca.edu.mx

Los agaves han sido fundamentales en la alimentación y bebida de los mexicanos; actualmente con ellos se produce el mezcal; una bebida destilada de suma importancia cultural y económica para Oaxaca. En el presente trabajo, se compararon los consorcios microbianos presentes en el proceso de fermentación del mezcal tradicional a partir de *Agave rhodacantha* y *Agave marmorata*. Las muestras se tomaron en dos palenques: uno de San Pedro, Teozacoalco, Nochixtlán, y otro ubicado en San Isidro Tapanala, San Carlos Yautepec. Las muestras del mosto de agave fueron aisladas y purificadas para después realizar la identificación molecular mediante protocolos de extracción de ADN genómico. La calidad del ADN se verificó por medio de electroforesis horizontal en gel de agarosa al 1%. Para levaduras se amplificó el gen 5.8S utilizando los oligos ITS1 e ITS4; y en bacterias ácido lácticas se amplificó el gen 16S usando los oligos 8F y 1492R. Los amplicones se cuantificaron en NanoDrop a una absorbancia de 260/280 y a 260/230 nm, y se enviaron a la empresa MacroGen para su secuenciación. Las secuencias obtenidas se analizaron en el programa BioEdit y fueron alineadas utilizando el software BLAST para la identificación de cada cepa. En levaduras se identificaron a *Pichia kluyveromyces*, *Pichia fermentans*, *Saccharomyces cerevisiae*, y en BAL se identificaron los géneros *Lactobacillus* y *Enterococcus*. Sin duda alguna es importante conocer el tipo de microorganismo que participan en la fermentación del mezcal tradicional pues de ellos dependen los sabores y aromas del producto final.

Palabras clave: *rodhacantha*; *marmorata*; fermentación; consorcios microbianos.

Keywords: *rodhacantha*; *marmorata*; fermentation, microbial consortiums.

**TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y MEDIANTE PROCESOS DE OXIDACIÓN
AVANZADA DE VINAZAS MEZCALERAS**

**[BIOLOGICAL AND VIA ADVANCED OXIDATION PROCESSES TREATMENT OF
VINASSES FROM MEZCAL PRODUCTION]**

Carlos Javier Escudero Santiago^{§1}, Diego Alejandro López Chávez¹, Raúl Gómez Vázquez².

¹Departamento de Biotecnológicas y Ambientales, Universidad Autónoma de Guadalajara. Avda. Patria 1201, Lomas del Valle, C.P. 45129, Zapopan, Jalisco. Teléfono: (33) 3648 8824.

²Facultad de Turismo y Gastronomía, Universidad La Salle Bajío. Blvd Torres Landa Pte 1002, Las Américas, C.P. 37150, León, Guanajuato. Teléfono: (477) 712 3700.

[§]Autor para correspondencia: carlos.escudero@edu.uag.mx

En la elaboración de 1 L de mezcal se generan hasta 15 L de vinazas, con características ácidas, alto contenido de materia orgánica y de sustancias tóxicas, lo que representan un problema ambiental y social porque en la mayoría de los centros productores de mezcal no se tratan adecuadamente. De los siete estados productores del destilado, Oaxaca es el que genera cerca del 65% del volumen nacional, lo que lleva a esta entidad a enfrentar un desafío para disponer más de 50 millones de litros de vinazas al año. En el presente trabajo se reportan los resultados del análisis de tres muestras de vinazas mezcaleras de diferentes fábricas de los Valles Centrales de Oaxaca, y se establecen propuestas de tratamiento. La caracterización indica que el pH de las muestras está entre 3.86 y 4.97, la demanda química de oxígeno (DQO) entre 37333 y 42666 mg/L, sólidos totales (STT) de 9510 y 23718 mg/L y turbiedad entre 723 a 905 NTU. Después, se realizó una mezcla de las tres vinazas, como se haría a gran escala, resultando en una DQO de 40700 mg/L, un pH de 4.38, y STT de 16816 mg/L. Esta mezcla fue sometida a un tratamiento en un reactor biológico secuencial (SBR) de 3 L, combinando en un mismo tanque la reacción, la aireación y clarificación, obteniendo una eliminación de hasta un 56% de la DQO y 68% de STT, bajo un tiempo de retención hidráulico de 72 h. Los efluentes del SBR se destinaron a tratamientos vía Fenton, foto-Fenton y electro-oxidación, resultando este último proceso como el más efectivo para disminuir la DQO en torno a un 25% adicional a lo logrado con el SBR, obteniendo 1980 mg/L de STT y 42 NTU de turbiedad. Los resultados son prometedores, pero se necesitan más estudios para llevar al efluente a las condiciones normativas de descarga.

Palabras clave: *Vinazas; mezcal; reactor biológico secuencial; procesos de oxidación avanzada.*

Keywords: *Vinasses; mezcal; sequencing batch reactor; advanced oxidation processes.*

**SINTESIS BIOLÓGICA DE NANOPARTICULAS DE PLATA A PARTIR DE HOJAS DE
*Agave potatorum***

**[BIOLOGICAL SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES FROM LEAVES OF
Agave potatorum]**

Aída Rubí Cruz-Luna¹, Delia Soto-Castro², Alfonso Vásquez-López¹

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca. Hornos Núm. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71230, Oaxaca, México. ²CONAHCyT – Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca. Hornos Núm. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71230, Oaxaca, México. Autor para correspondencia: acruz11600@alumno.ipn.mx, dsotoc@ipn.mx

Las hojas de *Agave Potatorum* Zuc. representan más del 50% de residuos en la industria del mezcal, y las plantas enfermas son desechadas en su totalidad independientemente de su edad. Para un mejor aprovechamiento de los residuos del agave el objetivo del estudio fue sintetizar nanopartículas de plata (AgNP) a partir de infusión de hojas de agave de plantas sanas y enfermas y correlacionar con el contenido de compuestos fenólicos debido a la capacidad reductora de estos. La cuantificación del contenido de fenoles totales en infusiones de hojas sanas y enfermas, así como la estequiometría de formación de nanopartículas se realizó mediante UVvis. Las infusiones de agave de hojas de plantas sanas y enfermas presentaron un contenido de compuestos fenólicos de 1.24 y 1.22 mg EAG/100 mg HS sin ser diferentes estadísticamente, por lo que solo se usaron hojas sanas para la síntesis de AgNP. La formación de AgNP fue instantánea y se observó visualmente por la coloración marrón-café en el medio de reacción. Las AgNP mostraron un pico de resonancia de plasmón superficial nítido de 403 a 410 nm, similar al reportado para las AgNP sintetizadas a partir de ácido gálico a pH 10. La concentración de AgNP incrementó proporcionalmente a la infusión en la reacción, sin embargo, los fenólicos no presentaron la misma capacidad reductora que el ácido gálico. Se optimizó el proceso de síntesis biológica a 0.00084g AgNO₃ y 0.15 mL de infusión y se demostró la viabilidad de usar hojas de *Potatorum* para la obtención de AgNP.

Palabras clave: *Agave tobalá, biosíntesis de nanopartículas, compuestos fenólicos.*

Keywords: *Nanoparticles biosynthesis, phenolic compounds, tobala agave.*

MONITOREO DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES DURANTE LA DESTILACIÓN DEL MEZCAL ARTESANAL EN ALAMBIQUES DE COBRE

[MONITORING OF VOLATILE COMPOUNDS DURING THE DISTILLATION OF ARTISANAL MEZCAL IN COPPER ALEMBICS]

Jorge Alejandro Santiago Urbina^{*1}, Hipócrates Nolasco Cancino², Daniela Jarquín Martínez²,
Francisco Ruiz Terán³

¹Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca. Av. Universidad S/N, San Pablo Huixtepec, Zimatlán, C.P. 71265, Oaxaca. ²Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Av. Universidad S/N, Exhacienda 5 señores, Oaxaca de Juárez, CP 68120, Oaxaca. ³Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, C.P. 04510, México. *Autor para correspondencia: jorgesantiago.urbina@gmail.com

El mezcal artesanal se caracteriza por su doble destilación en alambiques de cobre. Durante la segunda destilación el destilado es fraccionado en punta, cuerpo y cola. El objetivo del presente trabajo fue monitorear los compuestos volátiles durante la primera y segunda destilación de un lote de mezcal artesanal (maguey espadín). De cada litro de destilado se tomaron 100 mL de muestra. Los compuestos volátiles se determinaron por cromatografía de gases y el contenido de alcohol mediante densitometría digital. El flujo de destilación se midió con una probeta de 100 mL y un cronometro. El flujo en la primera destilación fue de 206-217 mL/min y en la segunda de 170 mL/min. En la primera destilación la concentración de alcohol inició en 45.34±5.07% y concluyó en 12.61±1.71% (v/v). En la segunda destilación, la fracción punta inició con 77.71% de alcohol y se cortó en 74.3% (v/v). Luego, la fracción cuerpo se colectó hasta 30.39% de alcohol (v/v) y la fracción cola hasta 14.44% (v/v). Las concentraciones de alcoholes superiores (450 mg/100 mL a.a.), ésteres (1731.86 a 883.77 mg/100 mL a.a.) y aldehídos (72.82 a 36.77 mg/100 mL a.a.) fueron más altas en las puntas, mientras que el metanol (239.11 a 362.16 mg/100 mL a.a.) y furfural (3 a 10 mg/100 mL a.a.) fueron mayores en las colas. Los compuestos volátiles mostraron diferentes concentraciones entre las fracciones punta, cuerpo y cola. Sin embargo, aunque las concentraciones absolutas de estos compuestos varíen, su comportamiento y relación con la concentración de etanol será la misma.

Palabras claves: *Mezcal artesanal; alambiques de cobre; destilación, compuestos volátiles.*

Keywords: *Artisanal mezcal; copper stills; distillation, volatile compounds.*

**DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA REVALORIZAR VINAZAS DE MEZCAL
ARTESANAL EN BIOFILTROS ANAEROBIOS CON SOPORTE
ORGÁNICO/INORGÁNICO**

**[TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT FOR REVALORIZED THE ARTESANAL
MEZCAL VINASSES IN ANAEROBICS BIOFILTERS WITH ORGANIC/INORGANIC
PACKING]**

Juan Manuel Viguera Cortés^{§1}, Marco Antonio Garzón Zúñiga¹ y Luis Antonio Uribe
Ordóñez¹.

¹Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo
Integral Regional (IPN CIIDIR DURANGO). Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II,
Teléfono: 55 57 29 6000 Ext. 82602 y 618 814 2091. [§]Autor para correspondencia:
mviguer@ipn.mx

La producción de mezcal artesanal y su aceptación a nivel mundial ha ocasionado incrementar su producción. Durante el proceso por cada litro de mezcal se producen hasta 15 L aguas residuales conocidas como vinazas. Estas se caracterizan por el alto contenido de materia orgánica de hasta 120 000 mg/L DQO, 50 000 mg/L DBO₅, $\geq 90^{\circ}\text{C}$, pH de 3 a 4 unidades y una diversidad de compuestos recalcitrantes. Estas son agresivas cuando son descargadas en cuerpos receptores. El objetivo de este trabajo fue revalorizar las vinazas en codigestión con aguas residuales municipales a 20 y 30% v/v para evaluar la producción de biocombustible y reducción de materia orgánica con biofiltros anaerobios (BAn) empacados con astilla de encino y tezontle, variando la carga hidráulica superficial (CHS) de 0.15 y 0.34 m³/m²d a 35°C, respectivamente. Los resultados mostraron que con 20% de vinazas y la primera CHS, se alcanzó el acondicionamiento de la biopelícula en 57 días y en 7 meses la producción de biogás con 7.06 L/d y 89% de remoción de DQO. Con 30% de concentración y segunda CHS se obtuvo un rendimiento de 9.06 L/d y 78% de remoción de DQO. El biogás alcanzó 56% de CH₄. Después de dos años de operación de los BAn con la segunda CHS han alcanzado 21.6 L/d biogás. Se concluye que las vinazas se revalorizaron al obtener biocombustible y remoción de materia orgánica con BAn y abre la posibilidad de aprovecharlos en el proceso de producción de mezcal para alcanzar criterios de sustentabilidad.

Palabras clave: *biocombustible, biofiltración anaerobia, vinazas de mezcal artesanal, remoción de materia orgánica*

Keywords: *Biofuel, anaerobic biofiltration, artisanal mezcal vinasses, organic matter removal.*

USO DEL BAGAZO RESIDUO DE LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL PARA GENERAR BIOGÁS

[USE OF BAGASSE WASTE FROM MEZCAL PRODUCTION TO GENERATE BIOGAS]

Ma. del Refugio Hernández¹, Blanca Estela Barragán², Iván Moreno³, Juan Manuel Viguera¹,
Marco Antonio Garzón Zúñiga^{1&}

¹Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR, Unidad Durango, Calle Sigma 119, 20 de noviembre II, 34220 Durango, Dgo, México. ²Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Avenida Wilfrido Massieu s/n, U P Adolfo López Mateos, 07738 Ciudad de México.

³Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Boulevard Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, México. & mgarzon@ipn.mx

Las reservas de combustibles fósiles son limitadas y su uso está asociado con el deterioro ambiental, por esta razón es necesario utilizar fuentes de energía alternativa basadas en el uso de recursos renovables como los residuos agroindustriales. En este sentido, el bagazo de mezcal es materia prima potencial para la producción de biocombustibles gaseosos. Sin embargo, al estar compuesto de tres fracciones: celulosa, hemicelulosa y lignina, que forman una estructura recalcitrante difícil de biodegradar. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de aplicar un pretratamiento con ácido sulfúrico, uno con solución alcalina y otro sin pretratamiento, sobre la biodegradabilidad del bagazo en un reactor de fermentación oscura y evaluar su producción de biogás. Los lotes de bagazo fueron alimentados a tres reactores SBR con mezclado, operados a 35 °C, pH de 5.5 y un TR de 21 d. Los sistemas se operaron por 11 ciclos. Los resultados mostraron que después de aplicar los pretratamientos el lote ácido incrementó la cantidad de celulosa haciéndolo más biodegradable. Lo cual se vio reflejado en la producción de biogás ya que el bagazo sin pretratamiento y con pretratamiento alcalino produjeron respectivamente 178 y 194 mL de biogás/L reactor, mientras que en el reactor con bagazo con pretratamiento ácido se generaron 291mL/L reactor. Por lo que se concluye que el bagazo de mezcal fue utilizado exitosamente como sustrato para la producción de biogás y que al aplicar un pretratamiento ácido su producción de biogás se incrementó en un 50%

Palabras clave: *Bagazo de mezcal; biocombustibles gaseosos; residuos agroindustriales; pretratamientos químicos; producción de biogás.*

Keywords: *Mezcal bagasse; gaseous biofuels; agro-industrial residues; chemical pretreatments; biogas production.*

LEVADURAS DE LOS MOSTOS DE FERMENTACIÓN DE MEZCAL TRADICIONAL
DE *Agave angustifolia* HAW.

[YEASTS OF TRADITIONAL MEZCAL FERMENTATION MUSTS OF
Agave angustifolia HAW.]

Adriana Palacios Jauri¹, Claudia López Sánchez¹, Felipe de Jesús Palma Cruz^{2*}, Marcos Pedro
Ramírez López³

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico. C. P. 68030. Oaxaca de Juárez Oaxaca. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico. C. P. 68030. Oaxaca de Juárez Oaxaca. ³Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ciencias Económico Administrativas. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico. C. P. 68030. Oaxaca de Juárez Oaxaca. *Autor para correspondencia: pcruz@itoaxaca.edu.mx

El Mezcal es una bebida alcohólica mexicana destilada del jugo fermentado de *Agave*. Recientemente, esta típica bebida mexicana ha ganado mucha atención en el comercio internacional. Esta bebida debe seguir cuatro pasos en su proceso de elaboración: cocción del *Agave*, molienda, fermentación y destilación. La identificación y el aislamiento de las levaduras es esencial para comprender mejor el proceso de fermentación. Este estudio se realizó a partir de dos mostos de fermentación de dos palenques, 1) de San Pedro Tezacoalco, Nochixtlán y 2) de San Isidro Tapanalá, Yautepec. Primero se realizó una purificación de los cultivos a partir de cultivos mixtos con la finalidad de obtener cultivos axénicos, posteriormente se sembraron en medios selectivos para realizar un aislamiento dirigido; las 15 cepas resultantes seleccionadas, fueron caracterizadas morfológicamente; y conservadas en glicerol al 10%, posteriormente por medio de fermentación de carbohidratos fueron identificadas hasta género. Como resultado, se lograron aislar 8 cepas de levaduras de la muestra 1 y siete de la muestra 2, y se identificaron tres géneros, en el caso de la muestra 1 se identificaron cinco cepas de *Candida*, una de *Kluyveromyces* y dos de *Saccharomyces*; en la muestra 2 se identificó una cepa del género *Candida*, dos de *Kluyveromyces* y dos *Saccharomyces*. Los consorcios microbianos que participan en la fermentación del mezcal artesanal son complejos especialmente en las diversas regiones de Oaxaca donde se encuentra una gran diversidad de flora y fauna y un proceso muy particular de elaboración de mezcal.

Palabras clave: *Agave*; aislamiento dirigido; levadura; mezcal.

Key words: *Agave*; directed isolation; yeast; mezcal.

ELABORACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO CON RESIDUOS DE BAGAZO DE *Agave angustifolia* HAW.

[ELABORATION OF A BIOPOLYMER WITH BAGASSE FIBERS OF *Agave angustifolia* HAW]

Eugenio Gutiérrez Jiménez¹, Elva Montero Toledo¹, Homero Caballero Sánchez², Francisco Emanuel Velásquez Hernández¹, Luis Alberto Hernández Osorio^{§1}.

¹Facultad de Ciencias Químicas - Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca -²Facultad de Odontología. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca Av. Universidad S/N. Ex-Hacienda 5 Señores, Oaxaca de Juárez C.P. 68000. [§]Autor para correspondencia:

luisosorio@uabjo.mx

El mezcal es la principal actividad agroindustrial en Oaxaca, se producen alrededor de catorce millones de litros. La producción del mezcal presentó un incremento anual del 74% respecto al año 2021, lo que genera un aproximado de doscientos cuarenta mil toneladas de bagazo, el cual no es tratado y principalmente es abandonado en los cultivos de maguey; sin embargo, esta práctica provoca el deterioro del ecosistema, principalmente la corrosión de los suelos donde se vierte. El objetivo del trabajo es generar un biopolímero de fibras de bagazo proveniente del *Agave angustifolia* HAW. Las fibras fueron recolectadas después de su destilación y transportadas en contenedores de plástico, las muestras de bagazo fueron previamente tratadas mediante secado solar y lavadas con agua destilada a 90 °C durante 45 minutos para la neutralización de carbohidratos residuales. Posteriormente, el bagazo fue pulverizado en un mortero hasta la obtención de la textura deseada. Para la elaboración del biopolímero se sintetizó una matriz a base de almidón, glicerina, agua y ácido acético a diferentes concentraciones, una vez alcanzadas las concentraciones óptimas, se incorporó el bagazo tratado en la formulación. La mezcla fue depositada en moldes y se dejó reposar a temperatura ambiente durante 48 horas. Se obtuvieron seis prototipos con diferentes concentraciones de aditivos, Los seis prototipos demuestran que las fibras de bagazo son materia orgánica tratable para formar productos alternativos y aumentar su valor, Así también, se observó que el prototipo 4 presentó una textura viable, resistencia y elasticidad intermedia.

Palabras clave: *bagazo; fibras; biopolímero; residuo.*

Keywords: *bagasse; fibers; biopolymer; residue.*

Eje temático 4: Agave y salud



ENCAPSULACIÓN DE *Saccharomyces boulardii* POR SECADO POR ASPERSIÓN
UTILIZANDO AGAVINAS DE *Agave angustifolia* HAW

[ENCAPSULATION OF *Saccharomyces boulardii* BY SPRAY DRYING USING
AGAVINS OF *Agave angustifolia* HAW.]

Liliana Kelly Vigil Cuate¹, Sandra Victoria Avila Reyes¹, Brenda Hildeliza CamachoDíaz¹,
Antonio Ruperto Jimenez Aparicio¹, Perla Osorio Díaz¹, Paz Soledad Robert Canales²,
Martha Lucia Arenas Ocampo¹

¹Instituto Politécnico Nacional-Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI-IPN).
Km 6 carretera Yautepec-Jojutla, Col. San Isidro, CP 62731, Yautepec, Morelos, México.
Teléfono: 735 3942020, 735 3941896; ²Universidad de Chile, Dr. Carlos LorcaTobar 964,
Independencia, Región Metropolitana, Santiago de Chile, Chile. Autor para correspondencia
kvigilc1800@alumno.ipn.mx

Los fructanos de agave o agavinas han demostrado tener características adecuadas como material encapsulante y fuente de carbono para probióticos como *Saccharomyces boulardii*. El secado por aspersión es el método de encapsulación más utilizado en la industria alimentaria debido a su flexibilidad, bajo costo y alto rendimiento. El objetivo de este trabajo fue encapsular *S. boulardii* con agavinas de *Agave angustifolia* HAW. por secado por aspersión. Se utilizó un diseño factorial 2³ con dos concentraciones de agavinas (5 y 10%) y tres temperaturas de entrada (70, 90 y 110 °C) para realizar la encapsulación. Se analizó la caracterización morfológica de los encapsulados utilizando un microscopio electrónico de barrido de alta resolución (FE-SEM) y se determinó la viabilidad de *S. boulardii* antes y después de la encapsulación utilizando el método de cultivo de microgota en placas de agar YPD. Los encapsulados obtenidos mostraron un tamaño de partícula promedio entre 1.74 µm - 3.9 µm con forma esférica, superficie irregular y sin fracturas o grietas, lo cual indica que las agavinas producen una pared que no es frágil pero que además mantiene la viabilidad de *S. boulardii*. En conclusión, utilizando agavinas como material pared, se obtuvieron encapsulados pequeños que aseguran la viabilidad de *S. boulardii* a una temperatura de entrada menor a 110° C y con un rendimiento entre 63–77 %, mayor al obtenido con otro tipo de materiales de encapsulación (19- 59%).

Palabras Clave: FE-SEM; probióticos; prebióticos, agavinas

Keywords: FE-SEM; probiotics; prebiotics, agavins

**PRODUCTO DE PANIFICACIÓN FUNCIONALIZADO CON FIBRAS DE BAGAZO
IMPREGNADAS CON CÚRCUMA**

**[FUNCTIONALIZED BAKERY PRODUCT WITH BAGASSE FIBERS IMPREGNATED
WITH TURMERIC]**

Guadalupe Alejandra Alarcón Martínez¹, Carolina Buitrago Arias¹, Rita Martínez Valerde¹,
Brenda Hildeliza Camacho Díaz^{§1}

¹Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional, Carretera
Yautepec-Jojutla, Km 6, Calle CEPROBI No. 8, Yautepec, Morelos C.P. 62731. Autor para
correspondencia: bcamacho@ipn.mx

El pan es de los productos con mayor demanda de consumo en México, el 37% de los hogares los consumen por lo menos una vez a la semana. Debido a que las tendencias actuales buscan que los productos alimentarios cuenten con características nutricionales que aporten beneficios a la salud, es necesario desarrollar matrices alimentarias adicionando compuestos bioactivos con capacidad antioxidante. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue la adición de antioxidantes a un pan utilizando como ingrediente fibras de bagazo de *Agave angustifolia* HAW con capacidad antioxidante impregnadas con cúrcuma al 2% (p/v). La impregnación de la fibra de bagazo de agave se realizó en una solución acuosa durante 24h a temperatura ambiente y posterior secado en estufa a 40°C. El bagazo con cúrcuma fue adicionado al 10%/Kg de masa, posteriormente se realizó una evaluación sensorial y de aceptabilidad con panelistas no entrenados a través de un análisis del grado de satisfacción y una escala hedónica de nueve puntos. Los resultados mostraron una aceptabilidad y percepción del producto similar al pan control (sin fibras) por parte de los panelistas. Posteriormente, el análisis químico proximal del pan permitió determinar que el contenido de azúcares en el pan antioxidante fue mayor por la adición de fibras. Sin embargo, los demás parámetros evaluados no presentaron diferencias significativas. Las fibras de bagazo funcionalizadas con antioxidantes mejoraron sus propiedades nutrimentales sin afectar de forma significativa los atributos sensoriales del pan.

Palabras clave: *Antioxidantes; pan; alimento funcional; bagazo de agave*

Keywords: *Antioxidants; bread; functional food; agave bagasse.*

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL MEZCAL

[FORMULATION AND EVALUATION OF NEW PRODUCTS DERIVED FROM MEZCAL]

Jorge Luis Nicolás Cruz¹, Jose Luis Martínez Cruz¹, Lizbeth Pinacho Gómez¹, Leidy Laura Cruz de la Cruz^{§1}

¹Universidad de la costa – Ingeniería en Agroindustrias. Carretera al Libramiento Paraje de Las Pulgas S/N, C.P. 71600, Pinotepa Nacional, Oaxaca. Teléfono: (954) 181 2666. [§]Autor por correspondencia: leidycruz@uncos.edu.mx

El Mezcal es una bebida alcohólica destilada que se produce en México, es obtenida de los azúcares fermentados de las cabezas de agave de diferentes especies. Oaxaca es el principal estado productor de mezcal a nivel nacional. En el presente trabajo se formularon y desarrollaron cuatro productos: licor, crema, mermelada y helado a base de mezcal y yaca (*Artocarpus heterophyllus*). El objetivo fue darle un valor agregado al mezcal a partir de diferentes formulaciones de los productos procesados. Se realizó una evaluación sensorial con cuarenta y cinco panelistas, utilizando una escala hedónica de cinco puntos (1= me disgusta mucho, 3= ni me gusta ni me disgusta, 5= me gusta mucho), donde se evaluando los atributos: color, olor, sabor, consistencia, textura y aceptación global. Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial fueron superiores a tres que indica aceptación en todos los atributos. El licor de mezcal con yaca obtuvo una aceptación global de 4.0 ± 0.603 , que indica me gusta. La crema de mezcal con yaca tuvo 3.9 ± 0.863 , indicando la misma tendencia en la aceptación global. La mermelada de mezcal con yaca obtuvo una mayor aceptación global con 4.5 ± 0.757 . El helado de mezcal con yaca obtuvo una calificación de 3.8 ± 0.851 . Los resultados de la evaluación indican que los productos fueron sensorialmente aceptados por parte del público, lo que permitiría ampliar la gama de productos y sabores (exóticos) derivados del mezcal con un mayor valor agregado, suponiendo una alternativa para los pequeños productores que venden únicamente el mezcal.

Palabras clave: *Mezcal; yaca; evaluación sensorial; desarrollo de productos.*

Keywords: *Mezcal; jackfruit; Sensory evaluation; product development.*

**EVALUACIÓN CITOTÓXICA Y BIOCOMPATIBILIDAD DE UN EXTRACTO
ESTANDARIZADO DE *Agave angustifolia* HAW OBTENIDO MEDIANTE
MICROONDAS**

**[CYTOTOXIC AND BIOCOMPATIBILITY EVALUATION OF A STANDARDIZED *Agave
angustifolia* HAW EXTRACT OBTAINED BY MICROWAVING]**

Herminia López Salazar §, Brenda Hildeliza Camacho Díaz, Martha Lucía Arenas Ocampo y
Antonio R. Jiménez Aparicio

Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional, P.O. Box 24,
Yauatepec 62730, Morelos, Mexico. Teléfono: (735) 3942020. Autor para correspondencia:

§hlopezs1300@alumno.ipn.mx

Agave angustifolia HAW se emplea para el tratamiento de diversas enfermedades. Se han obtenido diversos extractos para evaluar su actividad biológica, sin embargo, la citotoxicidad ha sido poco estudiada para este tipo de agave. El objetivo de este estudio fue determinar la biocompatibilidad *in vitro* de un extracto estandarizado a base de glucósido de β sitosterol de *A. angustifolia* obtenido por microondas. Metodología: Se emplearon seis concentraciones (0.01, 0.1, 1, 10, 100, 500 $\mu\text{g/ml}$) del extracto de *A. angustifolia* con 124,76 mg de glucósido de β sitosterol/g peso seco del extracto. Las concentraciones pasaron 48 h de contacto con los fibroblastos dérmicos humanos (HDF) para evaluar su citotoxicidad mediante el ensayo colorimétrico de sulforodamina (SRB). Los resultados mostraron, que la viabilidad de HDF no fue afectada por las concentraciones del extracto empleadas. En cambio, se observó que en las concentraciones de 100 y 500 $\mu\text{g/ml}$ del extracto, mostraron un incremento en el porcentaje de viabilidad, arriba del control. La concentración de 500 $\mu\text{g/ml}$ del extracto mostró un incremento del 24% en la población de HDF. Conclusiones: El extracto estandarizado a base de glucósido de β sitosterol de *A. angustifolia* obtenido por microondas no presentó evidencia de citotoxicidad. El extracto obtenido puede ser considerado biocompatible y ser un promotor de la proliferación de fibroblastos en el proceso de cicatrización de heridas de difícil cierre.

Palabras clave: *Extracción asistida por microondas; glucósido de β -sitosterol; proliferación de fibroblastos.*

Keywords: *Microwave-assisted extraction; β -sitosterol glycoside; fibroblast proliferation.*

**DETERMINACIÓN DE FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS EN EXTRACTOS
FRACCIONADOS DE AGAVE HENEQUENERO Y MEZCALERO.**

**[DETERMINATION OF FRUCTOOLIGOSACCHARIDES IN FRACTIONATED
EXTRACTS FROM HENEQUEN AND MEZCAL AGAVE LEAVES]**

*Mariela García Aguilar¹, Tania González Flores¹ Areli Flores Morales² y Angeles Sánchez Contreras¹.

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), unidad sureste. Tablaje Catastral 31264 Km 5.5 Carretera Sierra Papacal- Chuburna Puerto Parque Científico Tecnológico de Yucatán CP: 97302 Mérida, Yucatán, México.

²TecNM-Instituto Tecnológico del altiplano de Tlaxcala Km. 7.5 Carretera Federal San Martín Texmelucan-Tlaxcala. San Diego Xocoyucan, Tlaxcala C.P. 90122.

Correspondencia: msanchez@ciatej.mx

Los residuos de la cadena productiva del mezcal y fibras de henequén, pueden ser una alternativa para el desarrollo de nuevos procesos enfocados a la obtención fructooligosacáridos (FOS), como una alternativa de diversificación de la agroindustria del agave. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las hojas de 4 diferentes variedades de Agaves de uso industrial para fibras (*A. fourcroydes* var. sack ki, *A. sisalana* Perrine ex) y mezcal (*A. angustifolia* var. cimarrón amarillo y *A. angustifolia* HAW var. Telcruz) para determinar su posible uso como fuentes de recuperación de FOS. Se prepararon extractos acuosos obtenidos de las hojas frescas (a 60 °C, 30 min, 150 rpm) en relación sólido-liquido(1:6). La caracterización bromatológica de las hojas mostró diferencia significativa en el contenido de grasa y fibra de las hojas de *A. fourcroydes*, alcanzando también el mayor contenido de Sacarosa (S: 2.03+0.3 g/L). Mientras que el contenido de glucosa (G:1.14+0.05 g/L) fue mayor en las hojas de *A. sisalana*. Después de la concentración de los extractos por filtración tangencial (poro 3 y 10 kDa), se encontró que la fracción de 3kDa tuvo la mayor concentración de FOS. El análisis de HPTLC CAMAG®, evidenció una mayor recuperación de kestosa y nistosa en las fracciones de *A. fourcroydes* var. sack ki. Con estos resultados se puede proponer una alternativa de uso de las hojas de *A. fourcroydes* var. sackki o la fracción acuosa proveniente del desfibrado, como fuente alternativa para la recuperación de FOS.

Palabras clave: Hojas de agave, fructooligosacáridos, filtración tangencial.

Keywords: Agave leaves, fructooligosaccharides, tangential filtration.

CINÉTICA DE FERMENTACIÓN DE *Saccharomyces sp.* AISLADAS DE *Agave Angustifolia* HAW

[FERMENTATION KINETICS OF *Saccharomyces sp.* ISOLATED FROM *Agave Angustifolia* HAW]

Alejandra Natalia Pineda Valdivieso¹, Arnel Salvador Vásquez López¹, Elisa Velasco Vasquez¹, Edmar de Jesús Díaz García², Iván García Montalvo¹, Diana Matías Pérez¹, Carlos Francisco Varapizuela Sánchez¹, Alma Dolores Pérez Santiago¹, Marco Antonio Sánchez Medina^{&1}

¹Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca. Av. Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030. ²CONACyT-Centro de investigación Facultad de Medicina. UNAM-UABJO de la Facultad de Medicina y Cirugía, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Autor para correspondencia: marco.s.medina@itoaxaca.edu.mx

Las levaduras *Saccharomyces sp.*, obtienen la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa, por tal razón es utilizada en la producción de bebidas alcohólicas fermentadas. En procesos industriales, se utilizan cepas con número de ciclos de propagación limitado por modificaciones genéticas, debiendo sustituirse después de un determinado tiempo, generando costos adicionales a la producción. El objetivo de este estudio fue identificar una cepa con características de comportamiento fermentativo similares a las levaduras comerciales con biodisponibilidad para su uso. Se analizaron 3 cepas *Saccharomyces sp.* aisladas de agave en diferentes etapas de la producción del mezcal; crudo, cocido y molido, las cuales fueron inoculadas en caldo papa dextrosa para evaluar la cinética de crecimiento, agotamiento de azúcares y grado alcohólico probable respecto a una cepa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* (BE-134). La cinética de crecimiento se determinó mediante conteo en cámara de Neubauer durante 72 horas, al igual que la cinética fermentativa por refractometría. La cepa aislada de maguey cocido presentó mayor número de células que el control en todas las muestras, con una diferencia de 2.5×10^7 células/mL de sus máximos alcanzados. La cepa aislada de maguey crudo mostró una producción de grado alcohólico probable más eficiente que el resto de las cepas. Los resultados se sometieron a un análisis estadístico (Games-Howell $p \leq 0.05$) concluyendo que la cepa aislada del maguey cocido muestra mayor similitud con la levadura comercial BE-134. No existe diferencia significativa del comportamiento de las cepas aisladas respecto al control exceptuando la del maguey molido.

Palabras clave: *Agave Angustifolia* HAW; fermentación; Levadura.

Keywords: *Agave Angustifolia* HAW; Fermentation; Yeast

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE AGUAMIEL (*Agave salmiana*) Y
XOCONOSTLE (*Opuntia SP*)**

**[ELABORATION A DRINK BASED ON MEAD (*Agave salmiana*) AND XOCONOSTLE
(*Opuntia SP*)]**

Areli Flores Morales^{1§}, Azeem A. Cervantes Avelar¹, Ángeles Sánchez Contreras², Lucía E. Mendoza Medina¹, Verónica Reyes García

¹Tecnológico Nacional de México- Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. Km. 7.5 Carretera Fed. San Martín Texmelucan; Tlaxcala. ²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), unidad sureste. Tablaje Catastral 31264 Km 5.5 Carretera Sierra Papacal- Chuburna Puerto Parque Científico Tecnológico de Yucatán CP: 97302 Mérida, Yucatán. §Autor para correspondencia: floresafm@hotmail.com

El aguamiel, obtenido del maguey de pulque, por su contenido de oligosacáridos y otros constituyentes, se le considera un producto beneficio para la salud, al igual que el xoconostle, rico en fibra y compuestos antioxidantes. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una bebida a base de aguamiel de *Agave salmiana* y jugo de xoconostle (*Opuntia sp*). El aguamiel fue concentrado por evaporación (reducción a 40%) y el jugo del fruto de xoconostle fue pasteurizado, ambos se utilizaron para realizar 3 formulas (V/V %): 80-20 (198); 30-70 (620); 40-60 (108). En una prueba doble ciego, codificada se aplicó a 30 jueces no entrenados, para realizar una evaluación afectiva de preferencia por ordenamiento y una prueba analítica descriptiva prueba hedónica de nivel de agrado para conocer los perfiles de sabor, textura, olor y apariencia de las bebidas. Se determinó: Color, pH, acidez, °Brix, se realizó análisis microbiológicos. Se encontró una preferencia por los jueces para la formulación codificada como 108, donde se puede observar que en los atributos de color, olor, sabor y apariencia, su grado de aceptación promedio es 8.5 y este es un valor que se identifica dentro de la escala hedónica como: me gusta mucho. La bebida 108 con 40/60 aguamiel/jugo de xoconostles, tuvo 14 de °Brix, pH 4.96, acidez 1.71% equivalentes de ácido cítrico. La preferencia de la formulación de bebida 108, se basó en que la relación del aguamiel y jugo de xoconostle, provee a la mezcla un equilibrio de dulzor y acidez en combinación adicionalmente se obtiene una fuente de antioxidantes y potencial prebiótico. La vida de anaquel para la bebida funcional evaluada fue de 40 días. No se presentaron cambios significativos respecto a; °Brix, acidez, color y apariencia, tampoco se encontraron microorganismos.

Palabras clave: *Maguey pulquero, xoconostle, edulcorantes.*

Key words: *Maguey pulquero, xoconostle, Sweeteners*

**EFFECTO ANTI PROLIFERATIVO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Agave americana*
SOBRE LA LÍNEA CELULAR MCF-7**

[ANTI-PROLIFERATIVE EFFECT OF THE ETHANOLIC EXTRACT OF *Agave americana* ON THE MCF-7 CELL LINE]

Dulce María Villanueva Castillo¹, Claudia López Sanchez^{§2}, Felipe de Jesús Palma Cruz¹, María de Socorro Pina Canseco³, Haydee Leonor Lazcares Contreras¹.

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México. ³Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Medicina. Centro de Investigación UNAM-UABJO. Ex Hacienda de Aguilera S/N, Sur. C. P. 68020. San Felipe del Agua, Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México. [§]Autor para correspondencia: claudia.lopez@itoaxaca.edu.mx (Claudia López Sánchez)

La importancia medicinal de los agaves se debe en gran medida a la producción de diversas biomoléculas, entre las que destacan las saponinas esteroidales, cuya concentración varía con la especie de *Agave* y la edad de la planta. El cáncer de mama, es uno de los principales cánceres a nivel mundial y nacional, por tanto, es relevante encontrar nuevas formas de combatirlo. Este estudio, evaluó el efecto inhibitorio de diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Agave americana* L. sobre la línea celular MCF-7 (cáncer de mama humano ATCC HBT-22). El extracto se obtuvo a partir de pencas, fraccionadas y secadas en el laboratorio, en estufa a 50°C, hasta lograr un peso constante; se maceraron en etanol absoluto por un lapso de 72 horas; el extracto resultante se concentró en rota vapor. La línea celular MCF-7 fue sembrada en placas para cultivo celular de 96 pozos. El efecto anti proliferativo del extracto etanólico de *Agave americana*, se probó en concentraciones de 1, 10 y 20 µg/mL; el efecto se observó a las 24 horas, realizando una tinción con cristal violeta (al 1%), dicho efecto se midió en un espectrofotómetro a 595 nm. El estudio se realizó por triplicado utilizando como control negativo solo células y el positivo H₂O₂. La concentración que presentó el mayor efecto fue de 20 µg/mL con un porcentaje de 78.8 % de inhibición del crecimiento celular. La actividad antiproliferativa del extracto crudo de *Agave americana* es potencialmente terapéutica contra células cancerosas.

Palabras clave: *Cáncer; Agave; línea celular MCF-7.*

Keywords: *Cancer; Agave; MCF-7 cell line.*

FRUCTANOS DE AGAVE EN ESPECÍMENES EMBLEMÁTICOS DE OAXACA: *Agave angustifolia* HAW. y *Agave potatorum* ZUCC.

[AGAVE FRUCTANS IN OAXACA’S EMBLEMATIC SPECIMENS: *Agave angustifolia* HAW. and *Agave potatorum* ZUCC.]

Ruth E. Márquez-López^{§1}, Patricia A. Santiago-García¹, Mercedes G. López²

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación Para el Desarrollo Integral Regional—Unidad Oaxaca, Oaxaca 71230, Mexico ²Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN—Unidad Irapuato, Guanajuato 36824, Mexico. [§]Autor para correspondencia:

ruthmarquez.26@gmail.com

A pesar del reconocimiento de *Agave tequilana* Weber var. Azul como materia prima para la producción de tequila y la obtención de prebióticos, existen otras especies de Agave de gran relevancia en México. Oaxaca contiene una gama sorprendente de especies de agave; *Agave angustifolia* HAW. y *Agave potatorum* ZUCC. son dos ejemplares clásicos con gran potencial comercial. En este estudio, examinamos la fluctuación de fructanos en estas dos especies durante su vida en el campo (de 1 a 6 años). Primero, analizamos su diversidad morfológica en función de las características vegetativas. Posteriormente, los extractos de fructanos fueron analizados por TLC, FTIR y HPAEC-PAD para identificar carbohidratos. Los análisis multivariados de los parámetros morfológicos indicaron una divergencia morfológica entre las dos especies. Además, encontramos que la concentración de carbohidratos simples y fructanos, así como el grado de polimerización (DP) de fructanos, cambiaron durante el desarrollo de la planta. La glucosa, la fructosa y los fructooligosacáridos (FOS) fueron más abundantes en *A. potatorum*, mientras que *A. angustifolia* mostró una mayor cantidad de sacarosa y fructanos con un DP alto. Finalmente, se construyeron mapas de calor utilizando los perfiles de HPAEC-PAD; los cuales fueron muy útiles para establecer una correlación fácil entre la edad y los tipos de carbohidratos presentes en los extractos de fructanos. Este estudio es una importante contribución al conocimiento de la diversidad de agaves mexicanos.

Palabras clave: *agave; fructanos; edad; grado de polimerización; HPAEC-PAD.*

Keywords: *agave; fructans; age; degree of polymerization; HPAEC-PAD*

ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN LICOR DE MANGO CV. 'ATAULFO NIÑO'

[PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF A BABY MANGO LIQUEUR CV. 'ATAULFO']

Solis-Jacinto Emmanuel^{§1}; Jiménez-Hernández Javier^{1,2}; Salazar Ricardo³, Maldonado-Astudillo Yanik I.^{1,2}

¹Universidad Autónoma de Guerrero - Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas s/n. Ciudad Universitaria Sur, Col. La Haciendita, 39090. Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México. ²Centro de Innovación, Competitividad y Sostenibilidad (CICS). Universidad Autónoma de Guerrero. Calle Pino S/N Col. El Roble, 39640. Acapulco, Guerrero, México. ³CONACyT-Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Javier Méndez Aponte No. 1, Fracc. Servidor Agrario, 39070. Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México. [§]Autor para correspondencia: emsoja59@gmail.com

El mango (*Mangifera indica* L.) es un fruto originario de la India; dicho fruto se produce en climas tropicales y subtropicales. Dentro de los principales cultivares se encuentra cv. 'Ataulfo', el cual se produce en México, principalmente en Chiapas dónde posee una denominación de origen, así como en Colima y Guerrero. Una categoría de este mango es el cv. 'Ataulfo niño', que se describe como un fruto pequeño y con un peso menor a 118 g, y presenta una semilla atrofiada; debido a estas características no cumple las demandas que el mercado requiere, por lo que representa una pérdida económica para los productores. Una alternativa de aprovechamiento de este fruto es la producción de licor, el cual tiene una alta demanda (4.4 L per cápita por año) en el mercado. El objetivo de esta investigación fue elaborar y caracterizar un licor utilizando mango cv. 'Ataulfo niño' y un mezcal joven de agave papalote (*Agave cupreata*), maguey endémico del estado de Guerrero. Se caracterizaron frutos de madurez fisiológica (MF) y de madurez de consumo (MC) que mostraron SST de 21.23 y 26.86 °Brix, así como un índice de sabor de 41.10 y 87.5 respectivamente. Se elaboró licor de mango con dos formulaciones y se determinaron los componentes volátiles (etanol, metanol, aldehídos, furfural y alcoholes superiores) mediante cromatografía de gases. Ambas formulaciones se apegaron a las especificaciones de la NOM-199-SCFI-2017. El licor de mango cv. 'Ataulfo niño' representa una oportunidad prometedora para la aprovechar un recursos subutilizado y poco valorado.

Palabras clave: Mango Ataulfo; licor; maguey cupreata.

Keywords: Ataulfo Mango; liqueur; maguey cupreata.

USO DE AGUAMIEL PARA LA PRODUCCION DE FRUCTOOLIGOSACARIDOS POR FERMENTATION EN MEDIO SOLIDO

USE OF AGUAMIEL FOR FRUCTOOLIGOSACCHARIDES PRODUCTION BY SOLID-STATE FERMENTATION

Diana B. Muñoz-Márquez¹, Juan C. Contreras-Esquivel², Raúl Rodríguez- Herrera² and Cristóbal N. Aguilar^{2*}

¹Group of Bioprocesses. Food Research Department, School of Chemistry, University Autonomous of Coahuila, 25280, Saltillo, Coahuila, México. *Autor para correspondencia: cristobal.aguilar@uadec.edu.mx

La fructosiltransferasa (FTasa), también conocida por algunos autores como fructofuranosidasa, es una enzima que cataliza la síntesis de fructooligosacáridos (FOS) a partir de sacarosa como sustrato. La FTasa tiene aplicaciones industriales para la producción de FOS, principalmente, es de origen fúngico producido por hongos del género *Aspergillus*. Varios trabajos han demostrado las ventajas de la fermentación en estado sólido (SSF) para la producción de enzimas, sin embargo, pocos estudios utilizan SSF para la producción simultánea de FOS y de FTasas. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de FTasa y FOS en SSF utilizando aguamiel como medio de cultivo y *Aspergillusoryzae* DIAMF como cepa productora. Se definieron las condiciones de cultivo de SSF a través del diseño de Box-Hunter y Hunter. Los factores significativos se optimizaron cuando se empleó una metodología de superficie de diseño y respuesta (RSM) de Box-Behnken. La actividad enzimática máxima (FTasa) (1347 U/L) se obtuvo con una temperatura de incubación (32 °C), densidad de empaquetamiento (0,7 g/cm³), mientras que la tasa de inóculo y el pH inicial no tuvieron influencia significativa en la respuesta. Se obtuvo un alto rendimiento en la producción de FOS (25 g/L a 24 h de cultivo), demostrando las grandes ventajas que representa la tecnología microbiana de fermentación en estado sólido.

Palabras clave: *aguamiel, fructooligosacáridos, fermentación en estado sólido*

Key words: *aguamiel, fructooligosaccharides, solid-state fermentation*

SECADO POR ASPERSIÓN DE LA LEVADURA CAT4-2E UTILIZANDO FRUCTANOS DE AGAVE Y MALTODEXTRINA COMO AGENTES ENCAPSULANTES

SPRAY DRYING OF CAT4-2E YEAST USING AGAVE FRUCTANS AND MALTODEXTRIN AS ENCAPSULATING AGENTS

Jorge Alejandro Santiago Urbina^{*1}, Patricia Araceli Santiago García², Delia Soto Castro³, Denia Robles López¹, María Fernanda Rivera López¹, Martimiana Hernández Santiago¹.

[*jorgesantiago.urbina@gmail.com](mailto:jorgesantiago.urbina@gmail.com)

¹Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca. Av. Universidad S/N, San Pablo Huixtepec, C.P. 71265, Oaxaca. ²Instituto Politécnico Nacional, CIDIIR Unidad Oaxaca, Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71230, Oaxaca. ³CONACyT-Instituto Politécnico Nacional, CIDIIR Unidad Oaxaca, Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71230, Oaxaca.

El secado por aspersión es una técnica empleada en la conservación de microorganismos, en donde el agente encapsulante juega un papel importante en el porcentaje de viabilidad. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de 2 formulaciones de agentes encapsulantes a base de maltodextrina y fructanos de agave sobre la viabilidad de la levadura CAT4-2E secada por aspersión. La cepa de levadura CAT4-2E fue aislada de la fermentación natural del mezcal de la destilería Capotlán. Una solución de levaduras (90 mL a 1×10^8 cél/mL) fue encapsulada con 10 g de una mezcla de fructanos: maltodextrina en una relación 80:20 (Tratamiento 1) y fructanos: maltodextrina 70:30 (Tratamiento 2), las soluciones se secaron usando un secador por aspersión YAMATO ADL311S a temperaturas de entrada y salida de 110 y 70 °C, respectivamente. La concentración celular se determinó antes y después del secado y se calculó el porcentaje de viabilidad. La capacidad fermentativa de las levaduras secas se determinó en jugo de maguey espadín. Los porcentajes de viabilidad de las levaduras fueron de $78.96 \pm 0.43\%$ con el tratamiento 1 y de $83.56 \pm 3.10\%$ con el tratamiento 2. Después de la fermentación, las levaduras secas alcanzaron una concentración celular de 1×10^8 células/mL, similar a la concentración de las levaduras frescas. Las levaduras secas de los tratamientos 1 y 2 produjeron 4.72 ± 0.17 y $4.76 \pm 0.07\%$ de etanol, respectivamente, mientras que las levaduras frescas generaron $4.07 \pm 0.03\%$ alc. vol. Los resultados sugieren que los fructanos de agave en combinación con maltodextrina en las concentraciones evaluadas representan una alternativa para el encapsulamiento de levaduras.

Palabras claves: *Fermentación, levaduras autóctonas, microencapsulamiento.*

Keywords: *Fermentation, autochthonous yeasts, microencapsulation.*

**DIFERENCIACIÓN RÁPIDA DE ESPECIES DE AGAVES MEDIANTE SUS
INDICADORES METABÓLICOS USANDO HP-TLC**

**[FAST AGAVE DIFFERENTIATION BY THEIR METABOLIC FEATURES THROUGH
HP-TLC ANALYSIS]**

Luis Francisco Salomé Abarca*¹, Ruth Esperanza Márquez López², Patricia Santiago García²,
Mercedes G. López*¹

¹Centro de Investigación y Estudios avanzados del IPN-Irapuato, México. ²Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca, México. * Autor para correspondencia: luis.salome@cinvestav.mx;
mercedes.lopez@cinvestav.mx

Los fructooligosacáridos (FOS) son oligómeros de fructosa, llamados fructanos, con grado de polimerización (GP) de 3 a 11 unidades. Los FOS de agave, agavinas, son de gran interés por sus efectos prebióticos y su relación con bebidas alcohólicas destiladas. El entendimiento de su metabolismo está limitado por factores analíticos como tiempos largos de análisis. El análisis de una muestra por cromatografía de intercambio aniónico de alta resolución-detección amperométrica (HPAEC-PAD) puede demorar hasta 80 min. No obstante, la cromatografía decapa fina de alta resolución (HP-TLC) representa una alternativa rápida y más económica para cumplir tal propósito. El objetivo de este estudio fue demostrar el potencial de HP-TLC mediante análisis multivariado en la caracterización rápida de fructanos de *Agave potatorum* y *A. angustifolia* crecidos en el estado de Oaxaca. HPAEC-PAD se utilizó como técnica de referencia y se comparó con HP-TLC en términos de categorización de muestras y validación de modelos. HPAEC-PAD mostró una clara separación de muestras de ambas especies. Esta técnica determinó que *A. potatorum* posee mayor contenido de fructosa/glucosa, mientras que *A. angustifolia* posee más sacarosa. Se determinó una correlación entre la variación de agavinas y la edad del agave. Azúcares simples y GP3–GP5 disminuyeron, mientras que otros GPs mayores aumentaron conforme aumentó la edad del agave. El análisis HP-TLC mostró resultados similares a los de HPAEC-PAD, pero produjo mejores modelos. Por tanto, el HP-TLC es una buena técnica complementaria o independiente para la caracterización rápida de FOS de agavinas, de diferentes especies y de una región geográfica determinada.

Palabras clave: *quimiometría; anilina; tiempo de análisis.*

Keywords: *chemometrics; aniline; analysis time.*

Eje temático 5: Sociedad y cultura



BIOPIRATERIA EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL MEZCAL

[BIOPIRACY IN THE MEZCAL PRODUCTIVE CHAIN]

Haidi Medina Martínez¹, Cynthia Ruiz Villalobos², José Herrera Camacho³, Liliana Márquez Benavides³§.

¹Consortio de Ingeniería SOAAMI, Oaxaca. ²Aventureros del Mezcal, Oaxaca.

³Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Tarímbaro, Michoacán. Teléfono (443) 3.22.35.00 ext. 5219. §Autor para correspondencia: liliana.marquez@umich.mx

La biopiratería es la práctica de explotar el conocimiento indígena tradicional o la biodiversidad de países en desarrollo, por países desarrollados que exportan y patentan estos bienes sin dar crédito ni compensación a los dueños originales. En otras palabras, mediante esta práctica algunos individuos (usualmente empresas transnacionales) reivindican los derechos de propiedad intelectual en los ámbitos de la biotecnología o la agricultura sin compensación. Existen numerosos reportes de biopiratería en México patentados en otros países: el frijol enola, la flor de nochebuena, el procedimiento para aprovechar la corteza de tepezcohuite, etc. En el caso de la cadena productiva del mezcal, mientras que no existen publicaciones arbitradas al respecto, sí existen reportes no oficiales de biopiratería a lo largo de ella. El objetivo de este trabajo fue examinar el papel de los conocimientos tradicionales y las expresiones culturales en la biopiratería de la cadena productiva del mezcal, y evaluar hasta qué punto están protegidos por derechos de propiedad intelectual. La biopiratería en esta cadena se identificó en el extranjero por el caso de siembra agaves en Australia y California (EEUU), pero también dentro del mismo territorio nacional, mediante la extracción de agaves endémicos para producción de mezcal en otras zonas geográficas.

Palabras clave: *Biopiratería; propiedad intelectual; cadena productiva.*

Keywords: *Biopiracy; intellectual property; productive chain.*

**PRÁCTICAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE MEZCAL.
ANÁLISIS ETNOGRÁFICO EN VILLA SOLA DE VEGA**

**[SUSTAINABLE PRACTICES OF MEZCAL PRODUCTION AND CONSUMPTION.
ETHNOGRAPHICAL ANALYSIS IN VILLA SOLA DE VEGA]**

José Refugio Arellano Sánchez¹, Margarita Santoyo Rodríguez¹, Dasniel Olivera Pérez^{§1}

¹ Centro de Estudios Sociológicos, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Mario de la Cueva, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Ciudad de México. Telf. 56229470, Ext. 8456. [§] Autor para correspondencia:

dasnieloliveraperez@gmail.com

El mezcal es una bebida tradicional de México, cuya producción ha crecido en los últimos años, al tiempo que se ha incrementado su demanda. La ponencia describe la adopción de prácticas sostenibles de producción y consumo de mezcal. En específico, analiza los estilos de vida asociados al mezcal, tanto los tradicionales como los derivados de la incidencia del crecimiento del mercado. Para ello se utilizó el método etnográfico en el municipio Villa Sola de Vega, Estado de Oaxaca, entre el 21 al 28 de octubre de 2022. El levantamiento de información incluyó la aplicación de más de 50 entrevistas a maestros mezcaleros, jimadores, trabajadores, administrativos, artistas y autoridades; así como la observación no participante en más de 20 espacios de producción, comercialización y socialización asociadas al mezcal: palenques, casas mezcaleras, cultivos de agave, mercados, celebraciones, escuelas, entre otros. El registro, procesamiento y análisis de la información se llevó a cabo a través de una guía de investigación cualitativa basada en herramientas de representación del conocimiento. Los resultados obtenidos evidencian las contradicciones entre, por una parte, prácticas culturales asociadas a la producción familiar y cooperativa del mezcal ancestral, la comercialización comunitaria y un estilo de consumo y uso simbólicamente diverso; y por otra, la expansión de formas productivas de mezcal artesanal, el incremento de la competencia, y el encarecimiento del acceso para el consumo. Todo lo anterior da cuenta de un proceso de transformación/resistencia cultural impulsado por factores económicos, que inciden desfavorablemente en la sostenibilidad de las formas de vida tradicional.

Palabras clave: *Sostenibilidad; estilos de vida; producción; consumo; mezcal*

Keywords: *Sustainability; lifestyles; production; use and consumption; mezcal*

GEORREFERENCIACIÓN DE PALENQUES MEZCALEROS EN EL DISTRITO SOLA DE VEGA

[GEOREFERENCING OF PALENQUES MEZCALEROS IN THE DISTRICT OF SOLA DE VEGA]

Ibeth Cortés Ángeles^{§1}, Jesús Alberto Camacho Montoya¹, Wilfrido García Ventura¹, Ignacio Carlos López Morales¹, Marinella Stollenwerk Cavallaro¹, Jesús Francisco Martínez Blas¹

¹Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca (UTSSO). Magnolias S/N, Barrio La Soledad. Municipio de Villa Sola de Vega, C. P. 71400 Oaxaca. Teléfono: 951 569 6812. [§]Autor de correspondencia: the.23hibeth@gmail.com

El establecimiento de palenques para la producción de mezcal en el distrito de Sola de Vega ha aumentado significativamente por la demanda de esta bebida y por ende la popularidad de conocer el proceso de producción. El objetivo de esta investigación fue georreferenciar palenques mezcateros para tener un inventario de la existencia de estos lugares en el distrito con su respectiva caracterización de producción. Se realizaron entrevistas a cada uno de los palenqueros del distrito para su posterior caracterización y para datos de control se llevó un registro de coordenadas con ayuda de un navegador de mano (GPS Garmin xTrex ®) con mapas de base mundial precargados. El total de fábricas de mezcal es de 197, de los cuales, 78 producen de forma ancestral, 110 artesanal y 9 industrial. En palenques de producción ancestral están conformados por integrantes de la familia en su totalidad, quienes producen artesanalmente cuentan con terceros en su proceso y tiene convenios con intermediarios para la comercialización, en el caso de los industriales, tres cuentan con registros de marca propia para su comercialización a nivel nacional y uno exporta. Debido a estas características identificadas se obtuvo un mapa de palenques con su respectiva georreferencia que muestra información sobre el tipo de producción de interés tanto para visitantes como investigadores.

Palabras clave: *Sola de Vega; Palenques; Georreferenciación; Mezcal; Mapa.*

Keywords: *Sola de Vega; Palenques; Georeferencing; Mezcal; Map.*

**LOS PRODUCTORES TRADICIONALES DE MEZCAL: FIGHTING FOR SPACE IN
THE DENOMINATION OF ORIGIN OF MEZCAL**

**[TRADITIONAL MEZCAL PRODUCERS: FIGHTING FOR SPACE IN THE
DENOMINATION OF ORIGIN OF MEZCAL]**

Dan Klooster

Department of Environmental Studies. University of Redlands 1200 E. Colton Ave. Redlands,
CA, 92373. +1 909 748 8642 Daniel_Klooster@Redlands.edu.

Según la FAO, una Denominación de Origen (DO) exitosa crea estructuras participativas inclusivas en las que productores tradicionales ayudan a definir su producto y diferenciarlo de los competidores globales. En una región geográfica distinta, una DO exitosa genera beneficios económicos para los productores tradicionales, protege los valores socioculturales distintivos del producto y preserva las cualidades ambientales de la región, tales como el paisaje y la biodiversidad. El mezcal tradicional continúa siendo producido por muchos magueyeros y palenqueros (destiladores) rurales a pequeña escala, a menudo indígenas, que ejercen un conocimiento altamente local de manejo, horneado, fermentación y destilación del agave; una DOM exitosa debe proteger a dichos productores y sus valores socioculturales. Esta presentación se basa en entrevistas con productores de mezcal y otros actores en la cadena productiva maguey-mezcal para resumir sus experiencias y perspectivas sobre cómo las reglas del DOM dan forma a su participación en un mercado globalizado, homogeneizando sus productos y muchas veces reduciéndolos a maquiladoras para las compañías internacionales de licores. También identifica algunas de las estrategias que están desarrollando para mantener su espacio en un mercado globalizado de mezcal moldeado por la Denominación de Origen del Mezcal. La producción tradicional de mezcal no está bien protegida por el DOM; en contraste con el ideal de la FAO, la producción tradicional de mezcal sigue existiendo a pesar de la DOM, no gracias a ella.

Palabras clave: *Denominación de Origen; Denominación de Origen de Mezcal; mezcal tradicional.*

Key Words: *Denomination of Origin; Denomination of Origin of Mezcal; traditional mezcal*

EL CONOCIMIENTO TRADICIONAL DEL MAGUEY Y MEZCAL Y SU RELACIÓN CON LA ACADEMIA EN GUERRERO

[TRADITIONAL KNOWLEDGE OF MAGUEY AND MEZCAL AND ITS RELATIONSHIP WITH ACADEMIA IN GUERRERO]

Guillermina Barrientos Rivera¹, Elías Hernández Castro², Emir Lenin Serafin Higuera³, Juan Suárez Sánchez¹, Héctor Ramón Segura Pacheco^{§4}

¹Maestría en Ciencias en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Km 10.5 Autopista Texmelucan-Tlaxcala, México. C.P. 90120. ²Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, Carretera Iguala-Tuxpán km 2.5, Iguala de la Independencia, Guerrero, México, CP.40052.4. ³Doctorado en Ciencias en Recursos Fitogenéticos para zonas Áridas, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro, Buena Vista Saltillo, Coahuila, México, CP.25315. ⁴Centro de Innovación, Competitividad y Sostenibilidad, Universidad Autónoma de Guerrero. Calle Pino s/n, Col. El Roble, Acapulco, Guerrero. Teléfono: (744) 1234016. [§]Autor para correspondencia: hsegurapa@gmail.com

La producción de mezcal es la principal actividad económica asociada a los agaves en México. La creciente demanda de mezcal pone en riesgo a las poblaciones de agave y la producción de esa bebida espirituosa. El objetivo fue documentar el conocimiento tradicional que productores guerrerenses de pequeña escala tienen en relación con, por ejemplo, las prácticas agronómicas, los aspectos ecológicos imbricados en estas, los diferentes usos de los magueyes, las costumbres y tradiciones alrededor de la producción de agave y mezcal, así como las acciones que llevan a cabo para preservar el conocimiento tradicional que se ha construido. Se exploró la relación de esos factores con la investigación científica. El estudio se realizó en las regiones Centro (cinco localidades de dos municipios) y Norte (tres localidades de dos municipios) del estado de Guerrero entre enero 2017 y marzo 2018, mediante entrevistas semiestructuradas a productores de maguey-mezcal, así como recorridos de campo y observación participante. A pesar de la importancia económica y socioambiental de la producción del maguey y de mezcal en el área de estudio, el binomio agave-mezcal se encuentra amenazado debido a la sobreexplotación de los otrora abundantes magueyes silvestres, por lo que los productores consideran fundamental integrarse a la dinámica de producción y conservación, no solo de las plantas, sino de los conocimientos y valores comunitarios que permiten mantener viva la larga tradición de producir maguey y mezcal; ámbito donde la comunidad científica puede desempeñar un papel relevante en apoyo de este esfuerzo.

Palabras clave: *Apropiación social; perspectiva tradicional; Agave angustifolia; Agave cupreata; mezcal.*

Keywords: *Social appropriation; traditional perspective; Agave angustifolia; Agave cupreata; mezcal.*

USOS MEDICINALES DEL AGAVE EN GANADO DE TRASPATIO Y HUMANOS EN COMUNIDADES DE GUERRERO, MEXICO

[MEDICINAL USES OF AGAVE IN BACKYARD CATTLE AND HUMANS IN COMMUNITIES OF GUERRERO, MEXICO]

Jesús González Gómez¹, Elías Hernández Castro^{§1}, José Luis Valenzuela Lagarda³, Abisaí Josué García Mendoza⁴, Mariana Espinosa Rodríguez², Juan Elías Sabino Lopez¹.

¹Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local Unidad Tuxpan. Carretera Iguala-Tuxpan, km 2.5 Iguala de la Independencia, Guerrero. ²Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Unidad Guadalupe, Iguala de la Independencia. ³Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, UAGro. Florencio Villarreal, Guerrero. ⁴Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. [§]Autor para correspondencia: 12206@uagro.mx

Los agaves tienen diferentes usos en riesgo de perderse, por lo que es importante rescatar y preservar ese conocimiento. El objetivo del trabajo fue analizar la importancia de los usos medicinales de plantas del género *Agave*, así como su influencia sobre la atención primaria de salud de sus habitantes y en el cuidado del ganado de traspatio. Se realizó un estudio etnobotánico mediante observación participativa y aplicación de entrevistas abiertas y semiestructuradas a 39 informantes en dos comunidades mezcaleras de la región Montaña del Estado de Guerrero entre los meses de agosto de 2022 a febrero de 2023. Se determinó el valor de uso de especies (IVU) y el nivel de uso significativo Tramil (UST). Se identificaron dos especies con fines medicinales, las cuales corresponden a *Agave angustifolia* HAW. y *Agave cupreata* Trel. Se registró que ambas especies son usadas para tratar siete afectaciones a la salud en humanos, igualmente ambas especies se usan para el tratamiento de tres afectaciones en la salud del ganado de traspatio. Así mismo, se encontró que la parte más utilizada de las plantas son las hojas y que se emplean cuatro métodos para el tratamiento de las afectaciones. *Agave angustifolia* registro los valores más altos de (IVU) y Tramil (UST) para el tratamiento de afectaciones a la salud en humanos para cada comunidad mientras que *Agave cupreata* registro los valores más altos de (IVU) y Tramil (UST) en el tratamiento de afectaciones en la salud en el ganado de traspatio para cada comunidad.

Palabras clave: *Agave*; medicina tradicional; etnobotánica; usos.

Keywords: *Agave*; traditional medicine; ethnobotany; uses.

**EXPANSIÓN DE MONOCULTIVOS DE AGAVE Y SU IMPACTO EN UN PAISAJE
ICÓNICO DE OAXACA, MÉXICO**

**[AGAVE MONOCULTURES EXPANSION AND ITS IMPACT ON AN ICONIC
LANDSCAPE OF OAXACA, MEXICO]**

Carlos Augusto Torres Barragán ^{§1}, Elvira Durán Medina¹

Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-IPN-OAXACA). Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, C.P. 71230. Teléfono: (951) 5170610 Ext. 82748. [§]Autor para correspondencia: augusto.torres007@gmail.com

Los agaves son de gran valor económico y cultural en México. Su cultivo y aprovechamiento se remonta a la época prehispánica como complemento de la agricultura de temporal y fuente de múltiples productos, lo que contribuyó al desarrollo de poblaciones humanas de ambientes áridos. Forman parte de la cultura y conocimiento tradicional de pueblos originarios que han coevolucionado con el paisaje. El paisaje biocultural Mitla-Yagul (PBMY) posee atributos que desde la prehistoria han dado identidad a sus pobladores. Sin embargo, los valores bioculturales de este paisaje enfrentan amenazas, como la expansión de monocultivos de agave. Por ello, el objetivo de este trabajo fue analizar el proceso de expansión de los monocultivos de agave y sus impactos sociales y ecológicos en el PBMY por medio de 25 entrevistas informales a los actores clave, recorridos de campo y análisis de cambios con SIG del periodo 2002 – 2022. El cultivo de agave se intensificó en la última década, incremento un 600% principalmente como monocultivo, remplazando 200 ha de vegetación nativa y abarcando tierras en descanso, parcelas agrícolas tradicionales y pastizales. El manejo actual del agave impulsado únicamente por el valor económico ha provocado deforestación en áreas de conservación y amenaza la seguridad alimentaria de las poblaciones locales. Estrategias comunitarias como las ADVC están contribuyendo a frenar su expansión, sin embargo, se requiere más apoyo que contribuya al empoderamiento local, a reconocer el valor biocultural del agave y a reorientar el manejo hacia prácticas tradicionales que favorezcan al ecosistema y la economía local.

Palabras clave: *Sistema ecológico social; agricultura tradicional; seguridad alimentaria; cultivo comercial.*

Keywords: *social ecological system; traditional agriculture; food security; cash crop.*

**INNOVACIÓN SOCIAL FRENTE A LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN: CASOS
MEZCAL DEL ESTADO DE MÉXICO Y RAICILLA DE JALISCO**

**[SOCIAL INNOVATION AS A RESULT OF ORIGIN DENOMINATION: CASES OF
MEZCAL FROM THE STATE OF MEXICO AND RAICILLA FROM JALISCO]**

Karina Jacqueline Poot Rodríguez ^{§1} y Patricia Mercado Salgado¹

¹Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma del Estado de México- Paseo Universidad, Universitaria, C.P. 50130 Toluca de Lerdo, Méx. Tel. (722) 2131374 y (722) 2149411. [§]Autor para correspondencia: pootkarina@gmail.com

Las bebidas obtenidas del destilado de agave como el mezcal y la raicilla, son representativas de México por su arraigo cultural, vinculadas al territorio donde se producen por contar con recursos locales y condiciones únicas que les permite alcanzar la Denominación de Origen (DO). Dicha distinción ofrece protección a productos con calidad de origen, así como la oportunidad para los productores de participar en el mercado si se cumple con estándares establecidos en normas oficiales, sin embargo, detrás de esta buena oportunidad, se hacen visibles limitaciones que enfrentan los productores interesados en continuar con prácticas tradicionales preservadas por generaciones. Por lo anterior, esta ponencia tiene como objetivo visibilizar prácticas de innovación social que se desarrollan en la producción de mezcal y raicilla frente a la DO. Lo anterior mediante un enfoque cualitativo, aplicando la técnica de entrevistas a profundidad realizadas a una muestra de tres productores de mezcal en Zumpahuacán, Estado de México y tres productores de raicilla en Mixtlán, Jalisco. Los resultados reflejan prácticas de innovación social como: establecer relaciones de confianza, formación de redes, trabajo colaborativo, así como estrategias organizativas. En ambos casos se evidencia el trabajo articulado y la participación entre actores vinculados al territorio. Se concluye que las prácticas de innovación social promovidas por los productores evidencian resultados positivos en ambos casos.

Palabras clave: *innovación social; mezcal; raicilla; calidad de origen*

Keywords: *social innovation; mezcal; raicilla; quality of origin*

CARACTERIZACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN LA INDUSTRIA DEL MEZCAL EN OAXACA

[CHARACTERIZATION OF ORGANIZATIONS INVOLVED IN THE MEZCAL INDUSTRY]

María Julieta Aguilar Ávila^{1#}, Jorge Antonio Silvestre Acevedo Martínez¹, Ángel Saúl Cruz
Ramírez², Paul Ramírez Sanches¹.

¹Instituto Nacional de México, Instituto Tecnológico de Oaxaca. Av. Ing. Victor Bravo Ahuja No. 125 esq. Calz. Tecnológico. C.P.68030. Oaxaca de Juárez, Oax. Teléfono: (951)5015016, ext. 203, 205. ²Instituto 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. 82786.

[#]Autor para correspondencia: julyet_28@hotmail.com

El agrupamiento de los individuos en organizaciones cobra importancia desde la familia, hasta grandes corporaciones; estas cumplen roles para alcanzar objetivos coordinados, transforman, reúnen y están desarrolladas para resolver problemas. En Oaxaca la industria del mezcal es una de las actividades que dinamiza la economía. Se ha convertido en una estructura completa con la necesidad de conformar organizaciones que trabajen para mejorar las condiciones del sector. Dichas organizaciones se han constituido en: organismos certificadores, sistema producto, mujeres del mezcal, clúster del mezcal, instituto sensorial y la cámara nacional de la industria del mezcal. Sin embargo, se desconoce sus funciones específicas, cómo están integradas y la manera en que están logrando beneficios para la industria. El objetivo de este trabajo consistió en elaborar la caracterización de las seis principales organizaciones del mezcal en Oaxaca durante el periodo de julio 2022 a mayo 2023. Con el propósito de promover la consolidación de las organizaciones con productores de mezcal, gobierno y sector académico. La investigación sugirió un diseño cualitativo que consistió de 12 entrevistas semiestructuradas a los agentes clave de las 6 organizaciones; la organización y participación en 3 foros de discusión; 10 reuniones de trabajo y 2 talleres de capacitación. El resultado fue la caracterizaron mediante una matriz de objetivos de cada organización contrastada con los eslabones de la cadena productiva maguey-mezcal. Se visualizó el trabajo activo y conjunto para la promoción y protección de la calidad del mezcal oaxaqueño, así como la visibilización del trabajo de las mujeres de la cadena productiva.

Palabras clave: *Organizaciones; caracterización; Bebidas Alcohólicas; industria; toma de decisiones.*

Keywords: *Organizations; characterization; Alcoholic Beverages; industry; Decision Making*

**PERCEPCIÓN DEL USO DEL MATERIAL RESIDUAL AGAVÁCEO COMO APÓSITO
EN COMUNIDADES AGAVERAS**

**[PERCEPTION OF THE USE OF AGAVACEA WASTE MATERIAL AS APPOSITE IN
AGAVE PRODUCING COMMUNITIES]**

Mayela Alhelí García de Alva Magos¹, Brenda Hildeliza Camacho Díaz², Juan Antonio Carmona García^{1,3}, Luz Arcelia García Serrano¹.

§¹Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del IPN. ²Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN. ³Future Team México. § Autor para correspondencia: mayela_g11@hotmail.com

En el 2019, se estiman 335.6 mil toneladas de bagazo residual de agave a partir de la industria tequilera. Actualmente existen propuestas del uso de biomateriales apósitos con alternativas médicas en el campo de la regeneración de tejidos. Sin embargo, no se evalúa el interés por el uso de este tipo de productos. El objetivo de esta investigación fue valorar el grado de satisfacción percibido por usuarios y el comportamiento general frente a la adopción de un material apósito a partir de compuestos agaváceos residuales como protector solar en dos comunidades agaveras de Morelos (Tlalquiltenango) y Jalisco (Arandas). Se realizó un estudio observacional y descriptivo transversal en grupos con diferentes actores dentro del proceso de bebidas alcohólicas. En la recolección de datos se utilizó un cuestionario tipo escala Likert con 13 reactivos para determinar la percepción de los usuarios. Se valoraron las características de conocimiento del cuidado y protección solar, así como la aceptación del material. Se realizó una valoración global de satisfacción frente al comportamiento del apósito. La percepción de interés de los actores en promedio alcanzó el 95%, destacando la adaptabilidad, facilidad y comportamiento positivo del apósito. La satisfacción global de los actores fue superior a 8 en una escala ordinal de 0 a 10, el 90% se sintió muy satisfecho con la facilidad de aplicación del apósito, el 87% opinó que el apósito agaváceo le proporcionaba tranquilidad frente a la exposición solar. Por lo tanto, el material apósito agaváceo proporcionó un elevado grado de satisfacción en los diferentes encuestados.

Palabras clave: *Agave; material residual; apósito; percepción.*

Keywords: *Agave; waste materials; dressing; perception.*

LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL DE LOS PRODUCTORES DE MEZCAL DE SANTIAGO MATATLÁN, OAXACA: UN ANÁLISIS DESDE SUS GRUPOS DE INTERÉS

[CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY OF MEZCAL PRODUCERS IN SANTIAGO MATATLÁN, OAXACA: A STAKEHOLDER ANALYSIS]

Eder Cristian Gopar López^{§1}, Marcos Pedro del Carmen Ramírez López¹, Jorge Antonio S. Acevedo Martínez¹, Armando Luna Fuentes¹

¹Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Oaxaca. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030 Oaxaca. Tel: (951) 501 50

16 [§]Autor para correspondencia: edercristiangopar@gmail.com

La agroindustria del mezcal experimenta un crecimiento significativo que tiene repercusiones tanto en el medio ambiente como en la sociedad. Como resultado, los productores de mezcal asumen una responsabilidad y compromiso con los grupos que se relacionan. El objetivo de la investigación fue analizar la responsabilidad social empresarial de los productores de mezcal de Santiago Matatlán desde la interacción que estos guardan con sus grupos de interés. El enfoque utilizado en esta investigación es mixto y se basa en el diseño DEXPLIS. Para la recolección de información se emplearon diversos instrumentos, como la revisión documental, la observación, las guías de entrevista, el cuestionario, el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25. Los resultados obtenidos revelaron la identificación y descripción de once grupos de interés que interactúan con los productores de mezcal. Además, se llevó a cabo un análisis detallado del compromiso de los productores con cada uno de estos grupos. Este estudio permitió comprender mejor cómo los productores de mezcal en Santiago Matatlán asumen su responsabilidad social empresarial, considerando las expectativas y necesidades de los grupos de interés involucrados. En conclusión, la responsabilidad social empresarial en la agroindustria del mezcal sirve como base para el desarrollo de estrategias y acciones que promuevan un impacto positivo en el medio ambiente y la sociedad.

Palabras clave: *Grupos de interés; Compromiso; Responsabilidad Social Empresarial*

Keywords: *Stakeholders; Commitment; Corporate Social Responsibility*

**REDES DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO EN LA AGROINDUSTRIA DEL
MEZCAL DE SANTIAGO MATATLÁN, OAXACA, MÉXICO**

**[COOPERATION AND DEVELOPMENT NETWORKS IN THE MEZCAL
AGROINDUSTRY OF SANTIAGO MATATLAN, OAXACA, MEXICO.]**

Armando Luna Fuentes^{§1}, Cynthia Cruz Carrasco¹, Marcos Pedro Del Carmen Ramírez López¹,
Eder Cristian Gopar López¹.

¹Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Oaxaca. Avenida Ing. Víctor
Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030 Oaxaca. Tel: (951) 501 50 16

[§]Autor para correspondencia: armando.luna@live.com.mx

En el mundo las condiciones de cooperación y desarrollo son cada vez más ríspidas. En la agroindustria del Mezcal los nuevos esquemas de cooperación empresarial ayudan a enfrentar las carencias económicas y sociales de las comunidades productoras. Esta investigación tuvo como objetivo general analizar la relación entre las redes de cooperación y el desarrollo de la agroindustria del mezcal del municipio de Santiago Matatlán. El método ocupado fue el Hipotético-Deductivo, el alcance fue descriptivo, analítico y correlacional con un enfoque Mixto (Cualitativo y Cuantitativo). Para la recolección de información se generaron instrumentos como la entrevista y el cuestionario, analizados en el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25, aplicando el método de juicio de expertos. El estudio presenta un análisis de normalidad y de correlación que identifica factores claves para las redes de cooperación, como son: financiamiento, producción y mano de obra, mercado, nuevas formas de administración, cursos de capacitación y aprendizaje en conjunto, valores políticos-administrativos, así como ambiental. En conclusión las redes presentan una vinculación horizontal, con propósitos financieros, de gestión y capacitación técnica, en el ámbito geográfico la producción se vende 60% Local 20% Nacional y 20% Internacional, el mercado se encuentra en el rango de los 18 a 45 años, la conexión para la cooperación es familiar, la capacitación formal se da dentro de red, la mano de obra proviene de municipios aledaños, el conocimiento se transmite de generación en generación y se comparte con el círculo vinculado, influyendo positivamente al desarrollo de la agroindustria en el municipio.

Palabras clave: *Cooperación; Redes de Cooperación; Desarrollo*

Keywords: *Cooperation; Cooperation Networks; Development*

**DESAFÍOS DE LA SUCESIÓN FAMILIAR GENERACIONAL EN LA FABRICACIÓN
DE MEZCAL ARTESANAL: ESTUDIO DE CASO**

**[CHALLENGES OF GENERATIONAL FAMILY SUCCESSION IN THE
MANUFACTURE OF ARTISANAL MEZCAL: A CASE STUDY]**

Juan Carlos Delgado Cortés¹, Ricardo Chávez Martínez², María del Rosario Cortés Castillo^{2,3}

¹Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Derecho. Ciudad Universitaria S/N, Coyoacán, 04510 Ciudad de México. ² Instituto Politécnico Nacional – Escuela Superior de Comercio y Administración Tepepan- Anillo Periférico Sur no. 4863, Ampliación Tepepan, 16020 Ciudad de México. ³Autor para correspondencia: mrcortes@ipn.mx

Las empresas familiares se caracterizan por tener procesos de transición complejos que pueden considerarse barreras a superar para el desarrollo y expansión, donde la sucesión debe ser un proceso planeado que facilite al sucesor la incorporación paulatina. El objetivo de esta investigación exploratoria y descriptiva es conocer los desafíos que enfrenta una microempresa familiar productora de mezcal artesanal en su proceso de sucesión de primera, segunda y tercera generación ubicada en Santiago Matatlán, Oaxaca durante el periodo 1960 a 2022. Mediante un estudio de caso con muestreo no probabilístico se aplicó una entrevista a profundidad a los familiares de la primera generación y a los responsables de la segunda y tercera generación de dos productoras de mezcal artesanal, así como un cuestionario semiestructurado a tres proveedores y tres clientes que han mantenido relación con la microempresa durante un periodo de 50 años. Los resultados arrojan que a pesar de contar con los recursos naturales para el crecimiento del negocio, existe escasa capacidad comercial, estratégica y logística, así como oportunismo y baja tolerancia al riesgo en asumir retos que impulsen el negocio, sobre todo en aquellos identificados por la tercera generación, lo anterior, derivado por los usos y costumbres, los cuales han afectado el desarrollo de la empresa. Los resultados encontrados pueden contribuir a brindar una visión a las microempresas productoras que faciliten el desarrollo del negocio a través de la integración de familiares en segunda o tercera línea con capacidades que complementen las áreas de oportunidad de la organización.

Palabras clave: *Sucesión familiar, empresas familiares, negocios rurales, mezcal artesanal, teoría de los recursos y capacidades*

Keywords: *Family succession, family businesses, rural businesses, artisanal mezcal, theory of resources and capabilities*

**LA POSIBLE HIBRIDACIÓN DEL PAISAJE AGAVERO Y FORESTAL-URBANO, EN
EL ÁREA METROPOLITANA DE JIQUILPAN-SAHUAYO, MICH.**

**[THE POSSIBLE HYBRIDIZATION OF THE AGAVERO AND FOREST-URBAN
LANDSCAPE IN THE METROPOLITAN AREA OF JIQUILPAN-SAHUAYO, MICH.]**

Omar Ernesto Roque Bernal*¹

¹ Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo – Licenciatura de Gestión y Administración Pública (UCEMICH-LGAP). Avenida Universidad 3000, Col. Lomas de la Universidad, Municipio Sahuayo, C.P. 59103, Michoacán. Tel. 353-532-0762, ext. 1412. *Autor para correspondencia: oeroque@ucemich.edu.mx

Este es un análisis teórico-prospectivo de la posible hibridación del paisaje agavero y forestal-urbano, en la conurbación Jiquilpan-Sahuayo, perteneciente a la región de la Ciénega del Chapala, Mich. Se busca la comprensión del paisaje, a través del uso de la categoría de hibridación o paisaje híbrido, actualmente usado en los estudios urbanos, pero que tiene injerencia en los estudios del paisaje. Se analizó su dinámica y transformación histórica, análisis diacrónico que ayudó a entender su connotación actual; permitiendo con ello, un posterior análisis sincrónico, y proponer escenarios de las posibles trayectorias hacia donde se podrían dirigir los esfuerzos de desarrollo en la región, reflejados en el paisaje. Estos centros urbanos son los de mayor influencia en la región, cuya relación no está exenta de conflictos, que podrían escalar a las dinámicas y procesos de cimentación de su paisaje. Por un lado, hay el interés por apostarle a una producción agavera, que reproduzca lo logrado por la región agavera jalisciense que tanto éxito ha generado en la producción tequilera y en su nombramiento de patrimonio paisajístico; y por otro, se opta por una orientación ecológica, alineada a proyectos relacionadas con el cuidado vegetal y la reforestación urbana, con miras a alcanzar un nombramiento similar (Ciudad Árbol). Proyectos con implicaciones de desarrollo interesantes. De darse ambos, crearían un cambio radical en el paisaje, creando un híbrido, que será parte de la futura área metropolitana. Un proceso así, debe ser planificado, para evitar un desorden en el ámbito territorial, implicaciones señaladas en este estudio.

Palabras clave: Paisaje, agave, forestal, hibridación, Jiquilpan-Sahuayo.

Keywords: Landscape, agave, forestry, hybridization, Jiquilpan-Sahuayo.

**LAS PRESIONES INSTITUCIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE AGAVE EN
OAXACA**

[INSTITUTIONAL PRESSURES ON AGAVE PRODUCTION IN OAXACA]

Sergio Enrique González Venegas¹, Gricelda Juárez Luis².

¹Instituto 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 ²Autor para correspondencia: enrique.gve85@gmail.com. ²El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) - Unidad Campeche. Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, Lerma Campeche, Campeche. C.P. 24500, Teléfono: 01 (981) 127 37 20

La producción de agave en el estado de Oaxaca es un sector en crecimiento debido al incremento de la demanda para la producción de mezcal. Esta actividad agrícola está experimentando transformaciones en su organización social, las prácticas de cultivo y formas de comercialización. El objetivo de este estudio es describir las presiones institucionales normativas y miméticas que los productores están experimentando en la producción de agave. La teoría institucional sugiere que actuar de acuerdo con las normas y expectativas del entorno institucional mejora la posibilidad de supervivencia de una organización, así como proteger o mejorar su legitimidad. Existen tres tipos de presiones en un mismo campo institucional: coercitivas, normativas y miméticas. A través de un método cualitativo, se obtuvieron datos de 30 unidades productoras de agave en Oaxaca, México. Los resultados muestran que las presiones normativas se manifiestan como la exigencia de los clientes por un mayor volumen de demanda de agave cultivado y silvestre. Ante esto los productores están expandiendo su superficie de cultivo con la renta de terrenos y contratos de trabajo “a medias”, así mismo establecen viveros con agaves silvestres. Las presiones miméticas se expresan en la replicabilidad de las prácticas de cultivo como: la instalación de viveros, expansión de cultivos, diversificación de especies sembradas y formas de comercialización: auto consumo y venta local. El isomorfismo institucional contribuye a entender porque las presiones normativas y miméticas influye en el comportamiento institucional de los productores para que puedan participar y permanecer en el mercado.

Palabras clave: *presiones normativas; presiones miméticas; producción de agave; comercialización; producción agrícola.*

Keywords: *normative pressures; mimetic pressures; agave production; commercialization; agricultural production.*

**ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE AGAVES CON USO
ALIMENTICIO EN OAXACA**

**[CURRENT STATUS OF TRADITIONAL KNOWLEDGE OF EDIBLE AGAVES IN
OAXACA]**

Adonicam Santiago-Martínez*, Gabino Alberto Martínez-Gutiérrez^a, Aleyda Pérez-Herrera^{a,b}

^a Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca, Hornos Av. 1003, Nochebuena, Santa Cruz Xoxocotlán 71230, Oaxaca, México. ^b Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Insurgentes Sur Av., 1582, 03940 Ciudad de México, México. * Autor para correspondencia: asantiagom1501@alumno.ipn.mx

El género Agave ha sido parte importante de la cultura, tradición y alimentación de muchos habitantes de los pueblos de Mesoamérica durante siglos. En México existen 159 especies de agaves, de las cuales 129 son endémicas con hasta 40 formas de uso por 27 grupos étnicos. El uso más importante; excluyendo al del mezcal, es para la alimentación humana. Oaxaca cuenta con la mayor diversidad de agaves del mundo, y preserva en sus diversos grupos étnicos un valioso conocimiento tradicional de agaves. Con el objetivo de conocer su aporte a la alimentación humana, se desarrolló una revisión del conocimiento tradicional de agaves en los grupos étnicos de Oaxaca. Se realizó una búsqueda en base de datos científicas de artículos relacionados con el uso de Agaves en Oaxaca. Se recopiló, sistematizó y analizó la información existente de los agaves útiles en la alimentación. Los resultados muestran evidencia de usos alimenticios de agaves en 10 grupos étnicos del estado. Las partes del agave con usos alimenticio son: botones florales, escapo floral en desarrollo, las “piñas” y aguamiel. Estas partes del agave se preparan en guisos (flor), tortillas (escapo), asados (escapo y hojas), en dulce (“mezontle” de la “piña”) y como bebidas (aguamiel y pulque). Se concluye que la revalorización de los usos tradicionales de los agaves ayuda a complementar la alimentación humana de los habitantes de zonas rurales y a enriquecer su dieta.

Palabras clave: *Agave; Oaxaca; alimentación; grupos étnicos.*

Keywords: *Agave; Oaxaca; feeding; ethnic groups.*

DENOMINACIÓN DE ORIGEN "MEZCAL": ¿DESARROLLO SOSTENIBLE O TRAMPA DE POBREZA?

[MEZCAL APPELLATION OF ORIGIN: SUSTAINABLE DEVELOPMENT OR POVERTY TRAP?]

Diana Dessiree Xiqui Vega

Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University. Couture Links 653, 9000. Autor para correspondencia: dessiree.xiqui@gmail.com

La Denominación de Origen Mezcal ha generado controversia debido a sus múltiples impactos ambientales, sociales y económicos. Este trabajo se centra en analizar los efectos de la Denominación de Origen Mezcal en el desarrollo sostenible de comunidades y pequeños productores de mezcal en Oaxaca, así como en explorar su potencial para crear una trampa de pobreza multidimensional. Para ello, se ha desarrollado un marco conceptual basado en teorías relevantes, identificando cinco dimensiones clave para evaluar la contribución de una Denominación de Origen al desarrollo sostenible. Mediante un análisis de contenido de información proveniente de fuentes primarias y secundarias, se ha integrado una narrativa que aborda beneficios económicos, participación local, sustentabilidad social-ecológica y capacidades institucionales relacionadas con la producción de mezcal. Para analizar la la narrativa obtenida, se utilizaron herramientas como el pensamiento crítico y diagramas causales, junto con softwares gratuitos como NVIVO, Kumu y hojas de cálculo de Excel. En los resultados se observa que la Denominación de Origen Mezcal está vinculada a procesos de exclusión, distribución desigual de beneficios, pérdida de conocimientos locales y deterioro medioambiental, generando bucles de retroalimentación negativa, por lo que puede decirse que existe un riesgo claro de que la denominación refuerce la trampa de pobreza multidimensional que afecta a los pequeños productores mezcaleros. En vista de ello, resulta necesaria y urgente una reorientación de las normativas y prácticas implicadas si se pretende establecer una producción de mezcal verdaderamente sustentable.

Palabras clave: *Denominaciones de Origen; Mezcal; Trampa de la Pobreza; Diagramas Causales; Desarrollo Sustentable.*

Key words: *Appellations of Origin; Mezcal; Poverty Trap; Causal Loops; Sustainable Development*

**MEZCAL ARTESANAL, GÉNERO Y SUSTENTABILIDAD: GENEALOGÍA DE UNA
FAMILIA OAXAQUEÑA**

**[ARTISANAL MEZCAL, GENDER AND SUSTAINABILITY: GENEALOGY OF A
OAXACAN FAMILY]**

Raquel Ramírez Castillo^{§1}, Verónica Vázquez García¹, Martín Hernández Juárez¹, Dora Lilia Guzmán Cruz².

¹Colegio de Postgraduados- Campus Montecillo (COLPOS-MONTECILLO). Carretera México- Texcoco km.36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. Teléfono: (55)58045900 Ext. 1850. [§]Autora para correspondencia: ramirez.raquel@colpos.mx

²Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIDIIR-IPN-OAXACA). Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230, Oaxaca. Teléfono: (951) 5170610 Ext. 82786

El incremento en la demanda internacional de mezcal y el consecuente aumento en su producción tiene implicaciones locales en lo social, económico y ambiental, esferas en las que la participación de las mujeres no ha sido suficientemente reconocida. El objetivo de esta ponencia es analizar con perspectiva feminista, las transformaciones en la producción de mezcal a lo largo del tiempo, así como los retos que esto representa para su sustentabilidad. En el estudio participaron cuatro generaciones de la familia Hernández Martínez (HM) provenientes de la comunidad zapoteca de San Baltazar Guelavila, Oaxaca, México. Se realizaron entrevistas, talleres y una encuesta con sus integrantes, además de entrevistas con autoridades e informantes clave de la localidad y el estado. Los resultados muestran que la familia HM tiene una estructura patriarcal en el sentido de que los hombres son poseedores de la tierra, el palenque y el dinero producto de la venta de mezcal, al tiempo que el trabajo de las mujeres en la generación de riqueza es poco valorado. Asimismo, la producción de mezcal enfrenta el reto de la sustentabilidad en torno a tres recursos naturales: especies de maguey silvestre, leña y agua. La generación más joven (12-25 años) es consciente de esta problemática, abriendo la posibilidad de transformarla en aras de la igualdad de género y la sustentabilidad en la producción de la bebida.

Palabras clave: *mezcal; feminismo; recursos naturales; trabajo; beneficios.*

Key words: *mezcal; feminism; natural resources; labor; benefits.*

**EL MAGUEY TEPEZTATE (*AGAVE MARMORATA*) EN SAN ISIDRO TAPANALA,
YAUTEPEC, OAXACA: EXPLORANDO SU CICLO DE VIDA Y SIGNIFICADO
CULTURAL**

**[THE MAGUEY TEPEZTATE (*A. MARMORATA*) IN SAN ISIDRO TAPANALA,
YAUTEPEC, OAXACA: EXPLORING ITS LIFE CYCLE AND CULTURAL
SIGNIFICANCE]**

Verónica Barriga Altamirano[§], Raúl Enríquez Valencia¹, Felipe Palma Cruz¹, Claudia López Sánchez¹

¹Instituto Tecnológico de Oaxaca, Ing. Víctor Bravo Ahuja 125, esq. Calz. Tecnológico, Centro, Oaxaca de Juárez, CP 68030, Tels.: (951) 501 5016. tec_oax@itoaxaca.edu.mx.

[§]Autor para correspondencia: vbarrigaaltamirano@gmail.com

El objetivo del presente trabajo es conocer la importancia sociocultural, biológica y bioquímica del maguey tepeztate (*A. marmorata*) en el contexto de la comunidad campesina y mezcalera de San Isidro Tapanala, Yautepec, Oaxaca. Para obtener la información se realizaron análisis de laboratorio, recorridos de campo mediante la técnica de transecto, y se aplicaron cinco entrevistas semiestructuradas a personas clave de la localidad. Se concluye que el maguey tepeztate (*Agave marmorata*) es el símbolo biocultural más representativo de la comunidad mezcalera de San Isidro Tapanala, debido a su enorme plasticidad simbólica que deriva de su soberbia y majestuosa floración y escape floral (el cual llega a medir más de diez metros), además de su característico color verde oscuro con tonos claros y brillantes destacan de entre la maleza seca y gris durante la temporada de sequía. Recientes hallazgos de laboratorio, sitúan al maguey tepeztate con cepas únicas y distintivas durante el proceso de fermentación, las cuales le dan un sabor impar y excepcional en el mundo de los mezcales artesanales de Oaxaca. Por lo anterior, el maguey tepeztate juega un papel preponderante en el ciclo agrícola, mezcalero y socioreligioso de la comunidad de San Isidro Tapanala.

Palabras clave: *maguey tepeztate, biocultura, paisajes mezcaleros, dinámica campesina.*

Keywords: *maguey tepeztate, bioculture, mezcal landscapes, campesino dynamics.*

IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS GENÉRICAS EN MUJERES DEL SECTOR MEZCALERO ARTESANAL EN OAXACA

[IDENTIFICATION OF GENERIC COMPETENCIES IN WOMEN THE ARTISANAL MEZCAL SECTOR IN OAXACA]

Juana Yolanda López Cruz¹, Ma. Del Carmen Belmont Chacón², Laura Andrómeda Fonseca
Monterrubio²

¹Instituto 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. Teléfono: (951) 5170610 Ext. 82747. ¹Autor para correspondencia: jllopez@ipn.mx. ²Instituto Politécnico Nacional-Unidad Profesional Interdisciplinaria de ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA). Avenida Té 950, Col. Granjas México, Iztacalco, Ciudad de México, C.P. 08400. Teléfono: (55) 61304158.

Los conocimientos tradicionales que requieren en el sector mezcalero en Oaxaca, por lo general son adquiridos por tradición oral, transmitidos de generación en generación y desarrollados por *aprender-haciendo*. La participación de las mujeres se ve limitada y no es valorada totalmente. El objetivo de este trabajo fue plantear una metodología para determinar los conocimientos y habilidades que las mujeres mezcaleras requieren en las fases del proceso productivo y determinar las competencias genéricas que necesitan para que se les permita una mayor participación en la totalidad del proceso productivo del mezcal artesanal, que su talento contribuya a proporcionar un valor agregado a este proceso. En la primera fase, se consideró como unidad de análisis tres palenques ubicados en la localidad de Santa Catarina Minas y la metodología fue cualitativa, documental y de campo. En la cual se definió el modelo para identificar las competencias.

En la segunda fase, a partir de dicho modelo, se identificaron las competencias genéricas críticas (Orientación al logro; Impacto e Influencia, etc.) y de soporte (Orientación al cliente; Experiencia, etc.) del rol de Maestro y Maestra Mezcaleros, para posteriormente comprobar mediante un panel de expertos y una guía de entrevista de incidentes críticos las competencias necesarias para desempeñar dicho rol.

Derivado de lo anterior, se puede concluir que las mujeres son poseedoras del conocimiento tradicional y se puede demostrar que las competencias genéricas identificadas llevan a las mujeres mezcalera a tener un desempeño sobresaliente en todas las fases del proceso productivo del mezcal tradicional que impacta en el bienestar económico familiar y comunitario.

Palabras clave: *mezcal artesanal, Participación de la mujer, competencias básicas profesionales.*

Key words: *artisanal mezcal, Women participation, basic professional skills.*

Eje temático 6: Regulación jurídica



AGAVE DE SAHUAYO MICHOACÁN: LINEAMIENTOS PÚBLICOS DE PROTECCIÓN TERRITORIAL

[AGAVE OF SAHUAYO MICHOACÁN: PUBLIC GUIDELINES FOR LAND PROTECTION]

Noé Casas Ruíz^{1&}, Jorge Armando Núñez Alfaro²

¹Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, Coordinación de Estudios Políticos y Gestión Social, Av. Universidad 3000, Lomas de Universidad, C.P. 59103 Sahuayo de Morelos, Michoacán. ²Instituto Tecnológico de Jiquilpan, Departamento de Ciencias de la Tierra, Arquitectura, Carretera Nacional S/N, KM 202, Centro, C.P. 59510 Jiquilpan de Juárez, Michoacán. & Autor para correspondencia: ncasas@ucemich.edu.mx

La creciente demanda de bebidas espirituosas, como tequila y mezcal, a nivel mundial provocan incrementos considerables de plantaciones de agave en territorios con denominación de origen. La región Ciénega de Michoacán es un ejemplo de este fenómeno. Las plantaciones de agaves del municipio de Sahuayo han aumentado de forma notable de 66ha en 2016 a 170ha hasta diciembre del 2022. Estas plantaciones no son reguladas ni supervisadas por autoridades municipales, son solo vigiladas por asociaciones de productores o representantes de empresas quienes solo verifican el establecimiento desde un enfoque agronómico, sin considerar afectaciones ambientales o cambios de uso de suelo. Esto ha provocado alteraciones en el territorio como pérdida de cobertura vegetal al realizar desmontes con maquinaria pesada, también se tienen registros de erosión de suelo y mayor escorrentía superficial; causando inundaciones y azolves como los registrados el 6 de junio del 2022 afectando varias colonias de la zona oeste de Sahuayo. Se ha observado desplazamiento y pérdida de especies vegetales y animales que afectan a los centros de población contiguos a las plantaciones, situación que se hace evidente con reportes y quejas ciudadanas ante el ayuntamiento. Estas afectaciones han generado pérdidas materiales y económicas a vecinos de las colonias afectadas; así como al municipio que ha destinado alrededor de 1 millón de pesos de forma emergente para atender las afectaciones. Para la colecta de información reportada se realizó una revisión documental, entrevistas y un foro público de análisis del ciclo productivo del agave con representación de diversos actores. Por lo que este trabajo presenta la primera etapa del diseño de una política pública que busca atender las afectaciones asociadas a plantaciones de agave desde un enfoque público, considerando el desarrollo de lineamientos que regulen el establecimiento de plantaciones de agave a nivel municipal con orientación de conservación y sostenibilidad; tomando como referente las acciones realizadas en Atotonilco, Jalisco con el programa Islas de Bosques, que busca acciones de mitigación del cambio climático o bien la Certificación Agave Responsable Ambiental implementada en el estado de Jalisco.

Palabras clave: *Agave; política pública; territorio; paisaje; conservación.*

Keywords: *Agave; public policy; territory; landscape; conservation.*

**EL PRIVILEGIO DE OSTENTAR LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN MEZCAL:
CASO DE MORELOS.**

**[THE PRIVILEGE OF HOLDING A DENOMINATION OF ORIGIN: THE CASE
STUDY OF THE STATE OF MORELOS]**

Tania Indira Portillo -Ayala^{1&}, Brenda Hildeliza Camacho-Díaz¹, Luz Arcelia García-Serrano²

¹Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional, Carretera Yautepec-Jojutla, Km 6, Calle CEPROBI No. 8, Yautepec, Morelos C.P. 62731. ²Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, CIEMAD, 30 de Junio de 1520 s/n, La Laguna Ticoman, Gustavo A. Madero, 07340 Ciudad de México. [&]Autor para correspondencia: tportilloa2000@alumno.ipn.mx

Las Denominaciones de Origen fueron creadas como formas jurídicas para garantizar la calidad de un producto, protegerlo de imitaciones y competencia desleal, también es la relación entre las características de suelo, clima, saberes locales, y la articulación entre tradición e innovación. Empero, algunas de ellas se han convertido en una forma de exclusión y monopolio, de quienes poseen una marca con esta distinción a diferencia de los que no gozan de estos privilegios. Tal es el caso del Estado de Morelos que en el 2018 “recibió” la Denominación de Origen mezcal para 23 municipios, sin que se haya podido utilizar hasta el día de hoy, como resultado de recursos legales aplicados por empresas mezcaleras de Oaxaca, que cuestionan la existencia de cultivos de agave, la tradición, cultura y arraigo de la producción de mezcal en Morelos; por ello el objetivo de esta investigación fue demostrar que Morelos cuenta con los recursos históricos, culturales y de producción para utilizar la denominación de origen mezcal, se recopiló información histórica, mediante entrevistas y visitas a productores, documentación con imágenes, y mapeo de cultivos de agave. Se demostró que Morelos es productor de la bebida alcohólica destilada “Mezcal” desde el siglo XVIII de forma artesanal a baja escala, manteniendo vigente su producción en 7 municipios, con cultivos de agave endémicos de la región, esto le otorga el derecho a ostentar la denominación de origen mezcal en Morelos.

Palabras clave: *Denominación de Origen; mezcal; Morelos; tradición, agave.*

Keywords: *Denomination of Origin; mezcal; Morelos; tradition; agave.*

VENTAJAS DE OBTENER LAS INDICACIONES GEOGRÁFICAS PARA OAXACA

ADVANTAGES OF OBTAINING GEOGRAPHICAL INDICATIONS FOR OAXACA

María Isabel Chagoya Méndez¹

¹Asesora Jurídica del Comité Nacional del Sistema Producto Maguey Mezcal. González Ortega 408, Colonia Centro, Oaxaca de Juárez, Oax. C.P. 68000. Teléfono (951) 5163771.

Autor de correspondencia: isabel_chagoya@hotmail.com

El mezcal actualmente es muy cotizado a nivel internacional, su demanda incluso ha llegado a superar al tequila y pese a que la producción en Oaxaca representa el 70% de la producción, este porcentaje ha venido disminuyendo y esto se debe a que diversos estados desean ser beneficiados con la producción del mezcal, por lo que solicitan ser incluidos dentro de la denominación de origen, esto además de ocasionar interminables demandas, también ha afectado directamente a la producción de agave, el cual ha sido utilizado por algunos estados que cuentan indebidamente con ambas denominaciones de origen ya sea Tequila o Mezcal, para abastecerse de materia prima, y con ello producir uno u otro producto, generando de esta manera, una práctica desleal de comercio que concluye en un engaño para el consumidor final. Diversos diputados que han planteado la creación de leyes para la protección de los agaves, estas leyes no han procedido, debido a que, por tratarse de leyes secundarias, no pueden estar por encima de nuestra constitución. Por lo que, al obtener Oaxaca las Indicaciones Geográficas⁽¹⁾ obtiene múltiples beneficios que la Denominación de Origen Mezcal no prevé, tal como sería el caso de la protección total del territorio oaxaqueño, destacando la buena reputación que ha caracterizado a Oaxaca en la producción del Mezcal; así mismo jurídicamente procede la protección de nuestro agave, y por ende la aprobación de las leyes secundarias, beneficiando con ello sobre todo a los productores de agave y mezcal quienes por lo general son los más desprotegidos. De igual manera, se podrá obtener entre otros benéficos, estímulos fiscales por ser una zona determinada con características y orografía diferente a los demás estados.

Palabra clave: *Indicaciones geográficas; mezcal; denominación de origen mezcal.*

Keywords: *Geographical Indications for Oaxaca; mezcal; denomination of origin mezcal.*

⁽¹⁾ Son definidas como: 1) el reconocimiento de una zona geográfica que sirve para designar un producto como originario de la misma; 2) Una referencia que indica un producto como originario de la misma, o 3) una combinación del nombre de un producto y una zona geográfica. Siempre y cuando determinada calidad, características o reputación del producto se atribuyan al origen geográfico de alguno de los siguientes aspectos: materias primas, procesos de producción o factores naturales y culturales.

Eje temático 7: Economía y desarrollo industrial



HÁBITOS DE CONSUMO Y CRITERIOS DE DECISIÓN EN UNA BEBIDA TRADICIONAL COMO EL MEZCAL

[CONSUMPTION HABITS AND DECISION DRIVERS IN A TRADITIONAL BEVERAGE: MEZCAL]

Oxana Lazo Zamalloa¹, Sergio Erick García Barrón^{§2}.

¹Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), Carretera Estatal Sta. Inés
Tecuexcomac Km 1.5 Tepetitla, Tlaxcala, México CP 90700

²Biotecnología Industrial, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del
Estado de Jalisco (CIATEJ, UNIDAD ZAPOPAN), Camino Arenero No. 1227, El Bajío, CP
45019, Zapopan, Jalisco, México. [§]Autor para correspondencia: segarcia@ciatej.mx

Actualmente el consumo de Mezcal a nivel nacional e internacional ha crecido significativamente. Existen distintas variables que influyen la elección y consumo de un producto, entre las que se encuentran las variables extrínsecas, intrínsecas y los hábitos de consumo. Sin embargo, en el caso del mezcal, no está claro el rol que tienen dichas variables. En ese sentido, en este trabajo, se encuestaron Cuatros-cientos consumidores de mezcal. Cien participantes en cada una de las siguientes ciudades: Ciudad de México, Guadalajara, Oaxaca y Puebla. La encuesta consistió en recabar datos sociodemográficos, lugar de consumo, tipo de mezcal que se consume, momento del día de consumo, atributos extrínsecos (región de origen, etiqueta, marca y precio) y, atributos intrínsecos (como el sabor y el tipo de agave) del producto. La información fue analizada mediante un Análisis Factorial Múltiple. Los resultados mostraron que en cada ciudad existen hábitos de consumo y criterios distintos. Oaxaca y Ciudad de México mostraron mayor tendencia a un consumo de Mezcal de pechuga y añejado en fiestas y reuniones en casa, mientras que Puebla consume el Mezcal reposado con gusano en restaurantes y Guadalajara el Mezcal tradicional blanco en bares. Esto indica que, aun siendo consumidores del mismo país, la región de origen direcciona el hábito de consumo y las características que estos consideran para el consumo de una bebida tradicional como el Mezcal.

Palabras clave: *Comportamiento del consumidor; bebidas tradicionales; elección de producto; atributos extrínsecos; atributos intrínsecos.*

Keywords: *Consumer behavior; traditional beverages; product choice; extrinsic attributes; intrinsic attributes.*

**REDES SOCIALES EN LA CADENA DE VALOR AGAVE - MEZCAL EN EL DISTRITO
DE MIAHUATLÁN, OAXACA**

**[SOCIAL NETWORKS IN THE AGAVE - MEZCAL VALUE CHAIN IN THE DISTRICT
OF MIAHUATLÁN, OAXACA]**

Maribel Vásquez-Vásquez¹, Ma. Carmen Ybarra-Moncada¹, María Magdalena Rojas-Rojas^{2§},
José de Jesús Brambila-Paz³, Lyzbeth Hernández-Ramos³, Nancy Toriz-Robles¹.

¹Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5,
Carretera México-Texcoco, C.P. 56230, Chapingo, Estado de México, México.

^{2§}Investigadora CONAHCYT, Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Universidad
Autónoma Chapingo, km 38.5, Carretera México-Texcoco, C.P. 56230, Chapingo, Estado de
México, México. Autora de correspondencia: magda.r.rojas@gmail.com

³Colegio de Posgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco C.P. 56230, Montecillo,
Texcoco Estado de México, México.

La transferencia de conocimiento e innovación entre los productores de agave mezcalero es fundamental para la competitividad de la cadena de valor en la región de Miahuatlán, Oaxaca. El objetivo de la investigación fue identificar las relaciones que guardan los actores clave de la cadena de valor agave-mezcal, para realizar el intercambio de información y transferencia de conocimiento de las actividades principales en la cadena, mediante el análisis de redes sociales. Se encuestaron a 11 viveristas, 24 productores de agave y 28 productores de mezcal (actor que incluye envasadores y comercializadores). Con la información adquirida se generaron los indicadores del análisis de redes sociales y las redes de nodos para cada uno de los eslabones de la cadena de valor mediante el software UCINET. Los resultados evidencian que el eslabón de viveristas presentó una densidad de 21.81%, formó una red no dirigida y la centralidad fue de 0.20. Los productores de agave mostraron una densidad de 5.7%, conformaron una red dirigida, el grado de entrada fue 20.14% y de salida 15.8%. Para productores de mezcal la densidad fue de 7.3%, presentaron una centralidad de 15.5%, lo que significa que los vínculos se centraron en pocos nodos. Se concluye que pocos nodos forman pequeñas redes donde se observan flujos de información y se destacan nodos importantes que permiten gestionar las redes de manera eficiente para cada eslabón de la cadena, promoviendo la integración del resto de los nodos a la red.

Palabras clave: *vinculación entre actores, red de información, productor de agave, productor de mezcal, cadena de valor agave-mezcal.*

Keywords: *linkage between actors, information network, agave producer, mezcal producer, agave mezcal value-chain.*

LA CADENA DE SUMINISTRO SUSTENTABLE EN LA COMERCIALIZACIÓN DE MEZCAL

[THE SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN OF MEZCAL MARKETING]

Roberto Miguel Nieto García¹, Arcelia Toledo López^{§1}.

¹Instituto 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. 82786. [§]Autor para correspondencia: artoledol@ipn.mx

En la industria del mezcal, los mezcales artesanales son los de mayor demanda por la calidad y variedad de sus agaves. El comercializador es el eslabón de la cadena de suministro que define en gran medida las estrategias de producción y comercialización. Sin embargo, cuando la cadena de suministro no se orienta a la sustentabilidad ambiental hay serias afectaciones al medio ambiente. Lo que dificulta el acceso a la principal materia prima como los agaves silvestres no domesticados. Esto lleva a la industria buscar estrategias de intensificación agrícola de agaves domesticados, ocasionando cambios de uso de suelo de hábitat de especies nativas por monocultivo de agaves, afectando directamente a los productores, mientras que los comercializadores tienen otras opciones de destiladores en la cadena. El objetivo fue describir las prácticas de sustentabilidad ambiental que realizan los comercializadores de la cadena de suministro del mezcal en Oaxaca. Se encuestaron 121 comercializadoras de mezcal artesanal de los Valles Centrales de Oaxaca. Mediante un análisis de clúster jerárquico usando el método de Ward con puntuaciones Z y de K-medias se identificaron 5 clústeres de variables y pertenencia que caracteriza a las prácticas de sustentabilidad ambiental de la cadena de suministro del mezcal: responsabilidad ambiental, alternativas en el transporte, eficiencia en ruta, eficiencia en carga, intención de reciclaje. Las prácticas que más realizan los comercializadores es la eficiencia de carga (37.19%), y la de menor práctica es la intención de reciclaje.

Palabras clave: *sustentabilidad ambiental, mezcal, comercializadores, Oaxaca*

Keywords: *environmental sustainability, mezcal, marketers, Oaxaca*

VENTAJAS DE LA INTEGRACIÓN ECONÓMICA DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MEZCAL EN EL ESTADO DE GUERRERO

[ADVANTAGES OF THE ECONOMIC INTEGRATION OF SMALL MEZCAL PRODUCERS IN THE STATE OF GUERRERO]

Ana Mercedes González Espinosa¹, Laura Elena Garza Bueno¹, Ignacio Caamal Cauich², Jaime Arturo Matus Gardea¹, Silvia Xóchitl Almeraya Quintero¹.

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km. 36.5 Carretera México – Texcoco, Montecillo, Estado de México, CP 56264 Teléfono (595) 9520200 Ext. 1800. ²Universidad Autónoma Chapingo Campus, Central Km. 38.5 Carretera México – Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México CP 56230. Teléfono (595) 9521500 Ext. 1665 y 1666. Autor para correspondencia: amge_10@hotmail.com

Los productores de San Miguel de las Palmas, Huitzuc de los Figueroa, Guerrero, han sido apoyados desde 2020 por el Programa Sembrado Vida (PSV) para ampliar sus siembras de maguey mezcalero. Se espera un incremento de producción y productividad en esta localidad y otras del municipio. Ante ese escenario se visualizan tres vías para comercializarlo: vender la piña de maguey, transformarla en mezcal de forma individual o procesarlo de manera colectiva atendiendo estándares de calidad homogéneos. Siendo esta última la más atractiva, en virtud de que el mezcal y su producción artesanal han tomado mucho auge entre los consumidores. Con la finalidad de elegir la mejor opción se realizó, en conjunto con los productores, un análisis de la relación costo beneficio de estas. Los resultados muestran la viabilidad del proyecto y el incremento de las ganancias de los 48 productores que formaron parte del ejercicio sería superior al 100%, comparado con la venta de las piñas y el mezcal de forma individualizada. Si optan por la creación de una fábrica de mezcal que mantenga las características artesanales y logren estándares de calidad, envasado y comercialización del volumen esperado de más de 150 mil lts al año. La formulación del proyecto de inversión y el análisis de los resultados con los productores permitió que ellos valoraren las ventajas de la integración económica, comprometiéndose a impulsar el proyecto, sumando más productores y elaborar un plan de trabajo para la implementación de la empresa de fabricación de mezcal artesanal 100% agave.

Palabras clave: Guerrero, mezcal, integración económica, proyección financiera.

Keywords: Guerrero, mezcal, economic integration, financial projection.

**ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA DE AGAVE MEZCALERO EN
OAXACA, MEDIANTE EL MODELO ARIMA**

**[ESTIMATION OF THE PLANTED AREA OF AGAVE MEZCALERO IN OAXACA,
USING THE ARIMA MODEL]**

Angel Saul Cruz Ramirez^{§1}, Gabino Alberto Martínez Gutiérrez¹, Isidro Morales García¹,
Cirenio Escamirosa Tinoco¹.

¹Instituto 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. 82786. [§]Autor para correspondencia: angelsaul@gmail.com

A nivel nacional, el estado de Oaxaca ocupa el primer lugar en la producción de mezcal y se considera a los Valles Centrales y Sierra Sur, como las regiones con mayor superficie sembrada de Agave principalmente *A. angustifolia* HAW. Sin embargo y debido al aumento en la demanda mundial del mezcal, los municipios productores de Agave han mostrado un comportamiento errático, para entender este proceso en los últimos años, los modelos Autorregresivos Integrados de Media Móvil (ARIMA) han demostrado ser herramientas eficaces para el análisis y la predicción de datos de series de tiempo en una amplia gama de sectores. Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo, estimar la superficie sembrada de Agave mezcalero en los siete municipios de mayor importancia con esta especie utilizando modelos ARIMA con datos del período 2003-2021. Los datos fueron proporcionados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera del 2003 al 2021 y los municipios de estudio fueron seleccionados de acuerdo a lo indicado por el censo de productores 2011 (OEIDRUS, 2011) como los principales productores de Agave. La información se analizó en el programa estadístico R versión 4.1.2.(2022) y se encontró que para los años 2022-2024 habrá una tendencia al alza en la superficie sembrada en los municipios de Nejapa de Madero, San Carlos Yautepec, San Dionisio Ocotepec, Tlacolula de Matamoros y una tendencia a la baja en Miahuatlán de Porfirio Diaz, lo cual confirma que la superficie de producción muestra un comportamiento cíclico a través del tiempo. En los municipios de Santiago Matatlán y San Pedro Quiatoni, los datos disponibles no proporcionaron información suficiente para realizar estimaciones precisas utilizando los modelos ARIMA.

Palabras clave: *Agave, Superficie Sembrada, Modelos estadísticos y Series de Tiempo.*

Keywords: *Agave, Sown Area, Statistical Model and Time Series.*

Eje temático 8: Sustentabilidad y medio ambiente



ANÁLISIS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE *Agave angustifolia* EN DOS
COMUNIDADES OXAQUEÑAS

[ANALYSIS OF *Agave angustifolia* PRODUCTION SYSTEMS IN TWO OAXACAN
COMMUNITIES.]

Claudia Roxana Juárez López

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.

Autor para correspondencia: clauroxjl@gmail.com

La planta del agave tiene un significado económico y cultural en el estado de Oaxaca. Uno de los productos derivados del agave es el mezcal, cuya demanda ha crecido un 700% en los últimos diez años. Este auge ha provocado una expansión e intensificación de la siembra de *A. angustifolia* HAW (maguey espadín). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue comparar las acciones agroecológicas empleadas en dos tipos de producción de *maguey espadín* en Santiago Matatlán y San Agustín Amatengo, Oaxaca. Se entrevistaron a diez productores en cada comunidad con el sistema productivo: monocultivo y policultivo. Se identificaron nueve acciones agroecológicas aplicadas 1. Policultivo, 2. Rotación de cultivos, 3. Fertilización orgánica, 4. Control biológico de plagas, 5. Manejo integral de malezas, 6. Labores mínimas de labranza, 7. Obras de conservación de suelo y agua, 8. Descanso de tierras, 9. Escalonamiento de agave. Los resultados muestran que los productores de San Agustín Amatengo realizan más prácticas agroecológicas que en Santiago Matatlán. Las acciones de fertilización con estiércol y el intercalado de cultivos fueron las más empleadas dentro de los sistemas productivos. La mayor parte de los productores de agave con un sistema de monocultivo (65%) reportaron que realizaron de 2 o 3 acciones agroecológicas (fertilización orgánica, escalonamiento de agave y obras de conservación del suelo y agua); y la mayoría de los productores (81%), con un sistema de policultivo, realizaron de 6 a 8 acciones. En conclusión, las acciones agroecológicas aplicadas en ambas comunidades se consideran estrategias adecuadas para conservar y mejorar el equilibrio ecológico de los sistemas productivos.

Palabras clave: *Agave; agroecosistema; monocultivo; agroecología, maguey espadín.*

Keywords: *Agave; agroecosystem; monoculture; agroecology, maguey espadín.*

**POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE
PLANTACIONES DE *Agave cupreata* (TREL. ET BERGER) EN GUERRERO**

**[EDAPHOCLIMATIC POTENTIAL FOR THE ESTABLISHMENT OF *Agave cupreata*
PLANTATIONS (TREL. ET BERGER) IN GUERRERO]**

Jorge Huerta Zavala¹, Mariana Espinosa Rodríguez², Alicia Sarmiento Villagrana¹, Rafael Ochoa Miranda³, Elías Hernández Castro^{1*}

¹Doctorado en Sostenibilidad de los Recursos Agropecuarios (FCAA-UAGro), Campus Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Gro. ²Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local (FCAA-UAGro), Campus Tuxpan: Km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Gro.

³Innovaciones El Cedral S. C. Edificio A8, Paseos del Valle, Iguala, Guerrero.

*Autor para correspondencia ehernandez@uagro.mx

Guerrero es uno de los tres estados productores de mezcal a partir de la especie silvestre *Agave cupreata*. La alta extracción de *Agave cupreata* ha ocasionado una disminución de las tasas poblacionales en un 50 %, por lo que se le ha incluido en la lista roja de especies amenazadas en la categoría “*en peligro de extinción*”. En este estudio se definieron áreas con potencial edafoclimático para el establecimiento de plantaciones de *Agave cupreata* en el estado de Guerrero. Se realizaron recorridos a campo, recolectándose material de herbario y caracterizando 51 ejemplares, además de la revisión de 123 ejemplares de herbario. En cada sitio se recabó información de las poblaciones de *A. cupreata* donde se presentaron características agronómicas para su producción, con lo cual se determinaron los requerimientos agronómicos y edafoclimáticos de la especie. Esta información fue capturada en una base de datos, misma que fue integrada y procesada con el programa ArcGIS 10.3.1 para generar la cartografía de las áreas con potencial edafoclimático por medio de sistemas de información geográfica. Los resultados cartográficos indican que la Región Centro posee 336,297.07 ha, la Región Montaña posee 277,241.16 ha y la Región Norte cuenta con 238,201.61 ha con potencial óptimo para las plantaciones de *A. cupreata*; estas coinciden con las áreas de mayor producción y tradición en la producción de mezcal en el estado. Se sugiere incluir variables agroecológicas que permitan definir las mejores áreas para el manejo sostenible de esta especie.

Palabras clave: *Magüey ancho; SIG; cartografía.*

Keywords: *Wide magüey; GIS; mapping.*

**HALOBACTERIAS DE LA RIZÓSFERA DE *Agave potatorum* ZUCC. Y SU
EFICIENCIA PARA SECUESTRAR SODIO**

**[HALOBACTERIA FROM THE RHIZOSPHERE OF *Agave potatorum* ZUCC. AND ITS
EFFICIENCY TO SEQUESTER SODIUM]**

Jessie Hernández-Canseco^{1*}, Angélica Bautista-Cruz², Teodulfo Aquino-Bolaños², Edgar García-Sánchez²

¹Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlán, Oaxaca, México, 71230. ²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlán, Oaxaca, México. *Autor de correspondencia: jhernandezc2014@alumno.ipn.mx

Las halobacterias son microorganismos que sobreviven en altas concentraciones de NaCl. Este grupo de bacterias incluye géneros promotores del crecimiento vegetal que son de gran importancia en la adaptación de las plantas a la salinidad en el suelo. El objetivo de este estudio fue aislar halobacterias de la rizosfera de *A. potatorum* e identificar los aislados más eficientes para secuestrar Na⁺. Se colectaron muestras de suelo rizosférico de 5 plantas en la localidad de San Pablo Villa de Mitla. Se incubaron en una solución salina estéril y se hicieron diluciones seriadas extendiendo 100 µl de cada dilución en medio R2A suplementado con NaCl (3-30%). 72 h después se tomaron las colonias distintas entre sí y se sembraron por estriado en placa para obtener cepas puras las cuales se describieron macroscópica y microscópicamente. La captura de Na⁺ *in vitro* se evaluó mediante espectrofotometría de absorción atómica en llama. Los aislados más eficientes se identificaron mediante un análisis de varianza ANOVA y prueba de comparación múltiple Tukey (p<0.05). Se hallaron 16 aislados halotolerantes que mostraron diversas morfologías coloniales, en su mayoría fueron bacterias Gram positivas. Todos los aislados presentaron una tolerancia moderada a la salinidad (3%-10% NaCl). Los aislados M12 y M5 capturaron la mayor cantidad de iones Na⁺ *in vitro* (7.51 y 6.10 ppm respectivamente). Por su habilidad para capturar el Na⁺, estos aislados tienen el potencial para ser utilizados como biofertilizantes y mejorar el crecimiento de *A. potatorum* en suelos degradados por salinidad.

Palabras clave: *agave; halobacterias; captación de sodio.*

Keywords: *agave, halobacteria, sodium capture.*

ORIGEN Y DESTINO DEL DI-ETILHEXIL FTALATO EN UNA TEQUILERA MEDIANA

[ORIGIN AND FATE DI-ETHYLHEXYL PHTHALATE IN A MEDIUM TEQUILA FACTORY]

José Tomás Ornelas-Salas^{1,2*}, Juan C. Tapia-Picazo¹ and Antonio De Leon-Rodríguez³

¹Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Tecnológico Nacional de México, Av. Adolfo López Mateos 1801, Ote. Fracc. Bona Gens, C.P. 20256, Aguascalientes, Ags., México. ²Universidad Autónoma de Guadalajara, Av. Patria 1201, Lomas del Valle 3^a Sección, Zapopan, Jalisco, C.P. 45129, México. ³División de Biología Molecular, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, Camino a la Presa San José 2055, CP 78216, San Luis Potosí, S.L.P. México.

* Autor para correspondencia: tornelas@edu.uag.mx

Los ftalatos son compuestos sintéticos que se utilizan como aditivos en la fabricación de plásticos a los que les confieren flexibilidad y durabilidad. Por no unirse covalentemente al polímero, los ftalatos pueden migrar a los alimentos o bebidas por contacto. El di-etilhexil ftalato (DEHP) ha sido detectado en bebidas alcohólicas. El DEHP es un disruptor endocrino causante de problemas reproductivos en mamíferos. El objetivo de este trabajo es identificar el origen y destino del DEHP durante la producción de tequila blanco en una empresa mediana (producción de 0.3 a 1 millón de litros de tequila al año). Se analizaron los materiales de cada operación unitaria de tres lotes de producción industrial. Para cuantificar el DEHP se utilizó un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas. Para identificar cambios significativos entre la cantidad de DEHP que ingresa y sale en cada etapa de producción se utilizó la prueba *t-Student*. El DEHP fue detectado en el agave (0.110, 0.0736 y 0.052 mg/kg, para los lotes 1, 2 y 3, respectivamente), agua de extracción (0.010, 0.0113 y 0.035 mg/kg, para los lotes 1, 2 y 3, respectivamente), grasa lubricante (27.08 mg/kg) y en los sellos de neopreno (375.85 mg/kg) de la torre de destilación y los alambiques. La extracción y destilación fueron las operaciones en donde aumentó el contenido de DEHP, es decir donde se aporta DEHP no atribuible a los materiales que ingresan a la etapa de producción. El tequila presentó una concentración de DEHP 0.268, 0.246 y 0.200 mg/kg en cada uno de los tres lotes analizados, estos valores se encuentran por debajo del límite permitido que es 1.5 mg/kg. La mayor cantidad de DEHP se encontró en el bagazo, vinaza y flemaza que generaron 0.942 mg de DEHP por cada litro de tequila producido. El DEHP presente en el tequila producido por esta empresa no representa un riesgo para la salud de los consumidores, pero sí contribuye a generar un problema ambiental de contaminación circular ya que el DEHP que sale del proceso a través de los desechos no se elimina pues en el trabamiento de vinazas y en el composteo de bagazo.

Palabras clave: *Disruptores endocrinos; agave; tequila, ftalato, DEHP.*

Keywords: *Endocrine disruptors; agave; tequila; phthalate; DEHP.*

HONGOS MICORRIZICOS EN *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck subsp. *Salmiana*

[MYCORRHIZAL FUNGI IN *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck subsp. *salmiana*]

López González Itzhak Emmanuel^{1*}, Angélica Bautista-Cruz¹

¹Instituto 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. 82786. *Autor para correspondencia: ilopezg2103@alumno.ipn.mx

El cultivo de *Agave salmiana* ha sido clave en el desarrollo de las culturas mesoamericanas, en especial en la Mixteca Alta de Oaxaca (México) donde han usado esta especie para controlar los procesos de erosión en laderas con pendientes pronunciadas. El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares comerciales (HMA) en combinación con fertilizantes de liberación lenta (FLL) en el crecimiento de *A. salmiana* en suelos degradados por la erosión hídrica. El HMA utilizado fue Glumix granulado ® y el FLL fue Osmocote plus ®. El ensayo se estableció en ocho parcelas bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar utilizando plantas de dos años. Las variables respuesta fueron: altura de la planta (AP) número de hojas (NH) y diámetro de tallo (DT). Con referencia al control, el tratamiento compuesto por FLL y HMA (T6) incrementó 48.6 % el NH, un 23.4% el DT y un 21.3% la AP. Con respecto al control, el DT incrementó 32.9% con la aplicación de FLL y 33.6% con FLL+MIC. La AP aumentó 103.7% con OS, y 50.6% con FLL+MIC. El NH incrementó 57.1% con FLL, 7.1% con MIC, y 100.0% con FLL+MIC. En conclusión, el estudio demuestra que la combinación de hongos micorrízicos arbusculares comerciales (HMA) y fertilizantes de liberación lenta (FLL) tiene un efecto positivo en el crecimiento del *Agave salmiana* en suelos degradados. Estos tratamientos promovieron un aumento significativo en todas las variables en comparación con el grupo de control.

Palabras clave: *Biofertilización; Agave; suelos degradados; Mixteca Alta Oaxaqueña; crecimiento vegetal.*

Keywords: *Biofertilization; Agave; degraded soils; Mixteca Alta Oaxaqueña; plant growth.*

**VULNERABILIDAD ANTE EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA
DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL *Agave var. oaxacensis*.**

**[VULNERABILITY TO THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE POTENTIAL
DISTRIBUTION OF *Agave var. oaxacensis*]**

Luis Jiménez-García^{1*}, Yuliana Grisel García -Martínez², Claudia Ballesteros-Barrera¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa Departamento de Biología, Departamento de Biología, Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa 09340, México, D.F.

²Instituto de Ecología A.C. INECOL. Carretera antigua a Coatepec No. 351, El Haya, C.P. 91073, Xalapa, Ver., México

Correspondencia: luponero1112 @hotmail.com

Los impactos del cambio climático afectan los rendimientos, producción y distribución de los cultivos del *Agave americana var. oaxacensis*, recientemente se ha potenciado debido a su importancia económica como materia prima para bebidas alcohólicas, ha sido asignada dentro de Denominación de origen. Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue evaluar las regiones con tendencia ambientalmente idónea para la distribución potencial de *Agave americana var. oaxacensis*, en el estado de Oaxaca para el presente y el futuro (2041-2060), bajo los escenarios SSP (Vías socioeconómicas compartidas) 2 4.5 y 5 8.5, utilizándose dos modelos de circulación general (GCM). Nuestros resultados bajo el periodo 2041-2060, del modelo de Centro Nacional de Investigaciones Meteorológicas (CNRM) se observaron regiones ambientalmente idóneas del 100% en Asunción Nochixtlán, Chalcatongo de Hidalgo, Concepción Buenavista, Magdalena Mixtepec, para este modelo se esperan disminución de las condiciones idóneas de 65.6% (11257.3 km²) en otras regiones, mientras que el modelo del Centro Modelo de Medio Ambiente Global (HadGEM3) las regiones idóneas fueron San Andrés Sinaxtla, San Juan Yucuita, Santa María Nduayaco, en este modelo disminuyen la idoneidad ambiental de 69.2 % (11878.2 Km²) en otras regiones, por lo cual es necesario un plan de manejo sostenible para poder conservar, proteger y potenciar su cultivo.

Palabras clave: *Denominación de origen; agave; sustentabilidad.*

Keywords: *Denomination of origin; agave; sustainability.*

AUGE MEZCALERO Y DEUDAS DE EXTINCIÓN

MEZCAL BOOM AND EXTINCTION DEBTS

Alfonso Valiente-Banuet^{1,2}

¹Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior Universitario s/n Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Ciudad de México, México. ²Centro de Ciencias de la Complejidad. Circuito Cultural Universitario s/n, Ciudad Universitaria C.P. 04510, Ciudad de México, México.

En este trabajo se presenta un análisis basado en teoría de redes acerca de los efectos del auge mezcalero sobre la biodiversidad que se caracteriza por tener un crecimiento exponencial en su producción y en la sobre explotación de magueyes y leña. El objetivo de este trabajo fue determinar el impacto de estas actividades y determinar si existe un umbral crítico de pérdida de especies en donde un ecosistema no se recupera conduciéndolo a su colapso. El estudio se llevó a cabo en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Documentamos cuantitativamente cómo la sobre explotación de leña y agaves puede impactar redes de facilitación y éstas afectar las de polinización y dispersión de semillas produciendo cascadas de co-extinción y colapsar el ecosistema. Con una red de facilitación, constituida por 50 especies nodriza y 90 especies facilitadas obtuvimos la dependencia existente entre especies para el establecimiento. Conociendo esta interdependencia, se realizaron simulaciones de co-extinción por la destrucción de los sitios de regeneración de las diferentes especies, así como el posible efecto de la reducción del recurso floral de los agaves que alimentan a murciélagos nectarívoros por casi 7 meses. Los resultados muestran que con una disminución de tan solo el 16% de las especies nodriza se desencadena la extinción del 24% de las especies facilitadas, lo cual indica que el ecosistema colapsa cuando la disponibilidad de hábitat de especies nodriza es reducido a menos del 76% de su extensión. Los resultados indican que el auge mescalero constituye la mayor amenaza actual a la diversidad biótica y cultural en ecosistemas áridos. Así mismo, y aún y cuando la interdependencia de las redes ecológicas es indicativo de la fragilidad del ecosistema, nuestros resultados son la base para elaborar una propuesta sustentable de producción de mezcal que actualmente ya se implementa en Sonora, Tamaulipas, Guerrero, Querétaro, Puebla y Oaxaca.

Palabras clave: *Auge mezcalero; cascadas de coextinción; colapso ecosistémico; deudas de extinción; redes de interacción.*

Keywords: *Mezcal boom; co-extinction cascades; ecosystem collapse; extinction debts; interaction networks.*

ELEMENTO CONSTRUCTIVO UTILIZANDO BAGAZO DE MAGUEY: BASES PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA CADENA DE VALOR

[CONSTRUCTION ELEMENT USING MAGUEY BAGASSE: FOUNDATIONS FOR THE SUSTAINABILITY OF THE VALUE CHAIN]

Iván Vera Romero^{1,2}, Saúl Leonardo Hernández Trujillo¹, Berenice Farfán Heredia¹, Roberto Briones Flores³, Luis Bernardo López Sosa¹.

¹Universidad Intercultural Indígena de Michoacán (UIIM). Carretera Huecorio Km 3 S/N. Sin Colonia. Pátzcuaro, Michoacán. CP 61614. ²Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo (UCEMich). Av. Universidad 3000. Col. Lomas de la Universidad. Sahuayo, Michoacán. CP 59103. ³Instituto Tecnológico Superior de Uruapan (ITSU). Uruapan-Carapan No. 5555, Col. La Basilia, Uruapan, Michoacán. CP 59103.
Autor para correspondencia: ivera@ucemich.edu.mx; ivan.vera@uiim.edu.mx

La producción de mezcal en la región Ciénega en el estado de Michoacán, genera bagazo que es un residuo orgánico que no tiene un manejo adecuado, por lo tanto, genera contaminación al medio ambiente. Este bagazo de maguey es principalmente vertido a cielo abierto en predios aledaños a las mezcaleras artesanales (*vinatas*), el cual suele quemarse o degradarse naturalmente. Lo que genera contaminación al medio ambiente, tanto en el suelo, como en el aire al quemarse y emitir gases nocivos. En este trabajo se realiza una propuesta de un uso alternativo del bagazo de maguey residual, mediante la elaboración de un elemento constructivo en forma de bloque. Se evalúa el impacto ambiental a través del software libre *OpenLCA v.1.10.3* mediante el análisis de la emisión del dióxido de carbono equivalente (CO₂e) y se compara contra otros elementos constructivos comerciales como el tabique rojo y bloques. Analizando bloques con 6 mezclas diferentes con tierra local, bagazo y 2 distintos aglutinantes comerciales (cemento *Portland*: A1 y cal: A2), bajo la técnica *Bloque Tierra Comprimida* (BTC). Las mezclas poseen concentraciones en volumen de estos aglutinantes en las siguientes proporciones: M1(A1:14.29%-A2:0.00%), M2(A1:25.00%-A2:0.00%), M3(A1:0.00%-A2:14.29%), M4(A1:0.00%-A2:25.00%), M5(A1:12.50%-A2:12.50%) y M6(A1:7.14%-A2:7.14%). Los resultados muestran que los bloques con bagazo generan menos dióxido de carbono en su proceso de elaboración; sobre todo aquellos que no contienen cemento y que la presencia de cal es poca o nula, por ejemplo, 1.3083 kg de CO₂e por debajo del valor de un tabique rojo cerámico realizado en México. Por lo que se recomiendan para ser una posible incorporación a la cadena de valor del mezcal artesanal producido en la región.

Palabras clave: *Bagazo de maguey; impacto ambiental; elemento constructivo; dióxido de carbono.*

Keywords: *Magwey bagasse; environmental impact; constructive element; carbon dioxide.*

**TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA Y MANEJO AGROFORESTAL DE MEZCALERAS
PARA LA ELABORACIÓN DE RAICILLA EN EL ESTADO DE JALISCO**

**[AGROECOLOGICAL TRANSITION AND AGROFORESTRY MANAGEMENT OF
‘MEZCALERAS’ FOR THE PRODUCTION OF RAICILLA IN THE STATE OF
JALISCO]**

María Magdalena Padilla del Muro^{1§}, Alan Heinze¹, José de Jesús Hernández López², Dánae Cabrera Toledo³, Oassis Felipe Huerta Galván⁴, Pedro Jiménez Gurría⁵, Jhony Navat Enriquez Vara¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., Zapopan, Jalisco; ²El Colegio de Michoacán, La Piedad, Michoacán. ³Centro Universitario De Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco; ⁴Paisaje Biocultural, Mascota, Jalisco; ⁵Mezonte, Guadalajara, Jalisco §Autor para correspondencia: magda.padilladm@gmail.com

El monocultivo de agave y su modelo agroindustrial de producción ponen en riesgo la riqueza biológica y cultural ligada a los territorios que se encuentran dentro de las denominaciones de origen de los destilados de agave. Ante esto, diversos son los grupos, iniciativas y proyectos que buscan modelos alternativos de manejo y producción para preservar el patrimonio biocultural en torno a estas bebidas tradicionales. Compartimos la experiencia de una comunidad de aprendizaje constituida por familias de manejadores de agave y pequeños productores de raicilla de la costa en Cabo Corrientes, Jalisco, que bajo un método de investigación-acción participativa, han emprendido el camino hacia una transición agroecológica de las ‘mezcaleras’ (nombre que se le da a las plantaciones de agave en la región). A partir de metodologías participativas como el diálogo de saberes, el intercambio de experiencias y talleres prácticos, tanto a nivel de comunidad como de colaboraciones interinstitucionales, se promueve la implementación de prácticas agroecológicas, como son la preservación del, cada vez más escaso, manejo agroforestal de las mezcaleras y el manejo integrado de plagas y enfermedades. A partir del acompañamiento, algunas familias productoras ya implementan estrategias como el trapeo de plagas, la producción y aplicación de caldos minerales y biofertilizantes, además de la propagación de agaves nativos por semilla. Es de suma importancia fortalecer la organización de estas familias de pequeños productores y continuar articulando redes colaborativas que contribuyan a frenar su desplazamiento por la expansión de monocultivos de grandes productores, y a no repetir la lógica agroextractivista en sus agroecosistemas y tabernas tradicionales.

Palabras clave: *Transición agroecológica; agave; mezcalera; raicilla; sistema agroforestal*

Keywords: *Agroecological transition; agave; mezcalera; raicilla; agroforestry system.*

DINÁMICA DE LA SUPERFICIE PLANTADA DE *Agave angustifolia* HAW A NIVEL MUNICIPAL EN OAXACA

[DYNAMICS OF THE PLANTED AREA OF *Agave angustifolia* HAW AT THE MUNICIPAL LEVEL IN OAXACA]

José Luis Santiago Jiménez ^{§1}.

¹Comisión Nacional de las Zonas Áridas – Oficina de Enlace Técnico VI. Libramiento Norte S/N, Agencia Agua Dulce, C.P. 69005, Huajuapán de León, Oaxaca. Teléfono: (951) 117 3261.

[§]Autor para correspondencia: jose.santiago@conaza.gob.mx

Con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la superficie plantada total (SPT) de agave en el periodo 2010 – 2023, se estimaron las Tasas de Crecimiento Media Anual (TCMA) para los 149 municipios agaveros, de los cuales 30 municipios (20.1%) tienen el 80.6% de la SPT (9,448.77 de 11,726.69 hectáreas en 2023). De los 30 municipios 16 tienen TCMA positiva, 14 con TCMA negativa y de los 119 municipios (79.9%), 53 presentan TCMA positiva y 66 TCMA negativa. La SPT ha disminuido en este periodo a una TCMA de 1.6%, pero el crecimiento se ha concentrado en los municipios de Sitio de Xitlapehua, San Juan Guelavía, San Miguel Tenango, Santa Ana, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Yogana, San Pedro Mártir Quiachapa, San Lucas Quiavini, Santiago Matatlán, San Pedro Quiatoni, San Vicente Coatlán, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo, San Juan Lachigalla, San Pablo Villa de Mitla, San Juan del Río y San Luis Amatlán, los cuales presentan TCMA desde 23% hasta 0.3%. El municipio agavero más importante es Miahuatlán de Porfirio Díaz con una SPT de 1,771.3 hectáreas en 2023 y una TCMA de 10.7% (189 hectáreas/año) seguido de Santiago Matatlán con 715.5 hectáreas y una TCMA de 4.1%. Estas dinámicas de crecimiento son útiles para la implementación de normatividad relacionada con el establecimiento de plantaciones nuevas, con el valor agregado a la producción, con la generación de ingresos y empleos para el medio rural y en general con el desarrollo sustentable de esta cadena productiva.

Palabras clave: TCMA; Estadística; Agave; Oaxaca.

Keywords: AAGR; Statistics; Agave; Oaxaca.

DETECCIÓN DE *Agave angustifolia* Y *Agave cupreata* CON TÉCNICAS GEOMÁTICAS
EN GUERRERO, MÉXICO

[DETECTION OF *Agave angustifolia* AND *Agave cupreata* WITH GEOMATIC
TECHNIQUES IN GUERRERO, MEXICO]

Luis Alberto Olvera Vargas ^{§1}, Joaliné Pardo Nuñez¹, Noé Aguilar Rivera²

¹CONAHCYT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). Normalistas 800, Colinas de la Normal, C.P. 44270, Guadalajara, Jalisco. Tel. 333 345 5200. ²Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Córdoba, Ver. [§]Autor para correspondencia: lolvera@ciatej.mx

El agave es una planta considerada como un producto agrícola y forestal, tiene un valor económico y cultural, por la obtención de bebidas de mezcal y tequila. Guerrero, ha reportado un incremento en la superficie de agave en más de 1.000 hectáreas en los últimos 5 años. Sin embargo, este crecimiento ha generado una expansión e intensificación en la siembra y producción de la *Agave* spp. (Asparagaceae) donde se usan técnicas agrícolas de producción inadecuadas. Es por ello, que el objetivo de este trabajo es localizar espacialmente el *Agave cupreata* Trel. & Berger y *Agave angustifolia* HAW., a través del uso de sistemas de información geográfica (SIG), teledetección y espectroradiometría, para la identificación de ambientes diversificados del agave (silvestre o cultivado) que fortalezcan los procesos agroproductivos y potencialicen los subproductos obtenidos del cultivo. Con un espectroradiómetro Apogee PS-100 se obtuvo firmas espectrales de *A. angustifolia* y *A. cupreata* en diferentes estados fenológicos y la información se escaló a imágenes de satélite a través de una clasificación SAM (Spectral Angle Mapper). Se encontró que la superficie potencial del cultivo de agave es superior a lo reportado por fuentes oficiales en más de 25 mil hectáreas. Los cálculos realizados con tecnologías geomáticas poseen una precisión del 91 % en la identificación de áreas adecuadas para el aprovechamiento y conservación de estas dos especies de importancia económica usadas para la producción de una bebida de relevancia nacional e internacional como es el mezcal.

Palabras clave: *agave, aprovechamiento, espectroradiometría, SAM, teledetección.*

Keywords: *agave, harvesting, remote sensing, SAM, spectroradiometry.*

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE TRES SUSTRATOS PARA LA GERMINACIÓN DE MAGUEY JABALÍ (*Agave convallis* TREL).

Daniel García Rojas¹, Mónica Reyes Reyes¹, Alexis Aldair Núñez Reyes¹, Maricruz Pérez Vargas¹, Yareth Liduvina Núñez Reyes¹, Jesús Eduardo Amaya Rafael¹, Carlos Omar Espinoza Román².

¹Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca. Magnolias S/N, Barrio de la Soledad, Villa Sola de Vega Oaxaca. C.P. 71410. Tel. 951-569-68-12.

²Paralelo 45 SAPI de C.V. Amsterdam No. 240, Int. Piso 4. Col. Hipódromo Condesa, Cuauhtémoc, C.P. 06100, CDMX. Autor para correspondencia: alexis.nz.reyes@gmail.com

El maguey jabalí (*Agave convallis* Trel.) es una especie endémica de México que tiene potencial para la producción de mezcal y sus residuos son aprovechados para la obtención de fibras y biocombustibles. Sin embargo, su propagación es limitada por la escasez de semillas y la baja tasa de germinación. En este estudio, se evaluaron los efectos de tres sustratos: bagazo de maguey, fibra de coco y peat moss sobre la germinación de semillas de maguey jabalí (*A. convallis*) bajo condiciones controladas. Se midieron los parámetros fisicoquímicos de los sustratos, como el pH, la conductividad eléctrica, la capacidad de retención de agua y la porosidad. Los resultados mostraron que el sustrato bagazo de maguey presentó las mejores características para la germinación de maguey jabalí, con un pH de 6.2, una conductividad eléctrica de 0.8 dS/m, una capacidad de retención de agua del 82% y una porosidad del 92%. El sustrato de fibra de coco fue el menos adecuado, con un pH de 7.8, una conductividad eléctrica de 0.2 dS/m, una capacidad de retención de agua del 28% y una porosidad del 44%. El sustrato de peat moss tuvo un comportamiento intermedio, con un pH de 6,5 una conductividad eléctrica de 0.8 dS/m, una capacidad de retención de agua del 70% y una porosidad del 76%. Se concluye que el bagazo de maguey es el más recomendable para la germinación de semillas de maguey jabalí, ya que favorece la retención de agua, y por su porosidad y poca compactación el hipocotilo del agave puede emerger con facilidad y la aireación necesarias para el desarrollo radicular.

Palabras clave: Agave; sustrato; germinación; humedad; textura; densidad.

**IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS SUSTENTABLES EN LA DESTILERÍA DE
MEZCAL ARTESANAL CAPOTLÁN**

**[IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE PRACTICES IN THE CAPOTLÁN
ARTISANAL MEZCAL DISTILLERY]**

Héctor Luis Hernández Sánchez¹, Eliot Ruiz San Germán, Yolanda Santiago Felipe, Jorge
Alejandro Santiago Urbina^{*1,2}

¹Agropecuaria y Sector Primario Tonalá S.P.R DE R.L. Mezcal CAPOTLÁN. Maya No.
20, San Antonio Arrazola, Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71233, Oaxaca. ²Universidad
Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca. Av. Universidad S/N, San Pablo
Huitepec, Zimatlán, C.P. 71265, Oaxaca. *Autor para correspondencia:

jorgesantiago.urbina@gmail.com

El crecimiento de la industria del mezcal implica un mayor uso del suelo, agave, agua, energía y generación de residuos, lo que conlleva a la implementación de prácticas de producción ambientalmente proactivas. El objetivo del presente trabajo fue implementar prácticas sustentables en la producción de mezcal artesanal en la destilería Capotlán. En primer lugar, se definieron prácticas sustentables como la recuperación, tratamiento y reuso de vinazas y bagazo; recuperación de energía; uso de energías renovables; recuperación de agua de lluvia; cultura de separación de residuos sólidos; reforestación de especies maderables usadas en el proceso de producción; y contribución al empleo local. Para el tratamiento y uso de las vinazas se implementó un biodigestor de bolsa de geomembrana de PVC de 10 m³ de capacidad para la producción de biogas. El efluente generado en el biodigestor es empleado como abono para un huerto orgánico. También, las vinazas se donan a una empresa para la elaboración de ladrillos. El bagazo generado es usado para la elaboración de composta. Se implementó un sistema de captación de agua de lluvia con una extensión de 300 m², la cual es usada en la destilación del mezcal y otras áreas del palenque. Se instaló un panel solar de cuatro módulos de 450 W cada uno, el cual ayuda a amortizar el pago de energía eléctrica. La implementación de las prácticas sustentables en Capotlán han permitido la formación de recursos humanos, obtención de un reconocimiento como palenque sustentable otorgado por COMERCAM, y el agradecimiento de los clientes.

Palabras claves: *sustentabilidad, mezcal artesanal, Capotlán*

Keywords: *sustainability, artisanal mezcal, Capotlán.*

3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional **AGAVE** MEZCAL

“Hacia la sustentabilidad”

Sede: Centro Cultural y de Convenciones de Oaxaca
28, 29 y 30 - Septiembre 2023



PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCAL: CONSUMO DE ENERGÍA

[PRODUCTION PROCESS OF MEZCAL: ENERGY CONSUMPTION]

Artemio Pérez-López¹, Yesenia Manilla-Tellez¹, Eleazar Aguirre-Mandujano¹; Carlos Alberto Villaseñor-Perea²

¹Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco km. 38.5, Texcoco, Estado de México, 56230, México. ²Posgrado en Ingeniería y Uso Integral del Agua, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco km. 38.5, Texcoco, Estado de México, 56230, México.

Autor para correspondencia: aperezl.dia@gmail.com

El proceso artesanal de producción de mezcal está compuesto por una serie de operaciones unitarias de transporte, acondicionamiento o transformación de la materia prima, en este caso el maguey mezcalero, para obtener mezcal. Algunas de estas operaciones requieren del suministro de energía, proveniente principalmente de leña, para convertir los azúcares presentes en el maguey en compuestos fermentables. El cocimiento también ayuda a suavizar y realzar los sabores del maguey, aportando características distintivas al mezcal final. Se midieron las temperaturas, en diferentes puntos en el horno, con sensores tipo K conectados a un sistema de adquisición de datos marca GRAPHTEC GL240, el cual se programó en computadora personal para registrar datos de forma continua durante la duración del proceso. Los cálculos se realizaron empleando los principios de la termodinámica y leyes de conservación de la materia y energía. Los resultados indican que la eficiencia energética del horno de cocción está en función de factores como: la especie y cantidad de leña empleada como combustible; el tipo de suelo donde se encuentra el horno, su aislamiento, geometría y dimensiones; la especie y cantidad de maguey empleado; el tipo y espesor del aislamiento superior. La eficiencia en el intercambio de energía entre el combustible y el maguey es baja, aproximadamente un 10 % del calor suministrado es aprovechado para el cocimiento. Consecuentemente, la mayor cantidad de calor se pierde por transferencia hacia los alrededores del horno. Estos resultados sugieren innovaciones en la operación de cocimiento para reducir el consumo de recursos naturales.

Palabras clave: *Mezcal artesanal; procesos; cocción; consumo de energía; innovación.*

Keywords: *Artisanal mezcal; process; cooking; energy consumption; innovation.*

3er Congreso Nacional y 1er Congreso Internacional **AGAVE** MEZCAL

“Hacia la sustentabilidad”

Sede: Centro Cultural y de Convenciones de Oaxaca
28, 29 y 30 - Septiembre 2023



Instituto Politécnico Nacional
CIDIR Unidad Oaxaca



APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LAS VINAZAS, OAXACA, MÉXICO

[INTEGRAL USE OF THE VINASSES, OAXACA, MEXICO]

Raúl Gómez Vázquez^{§1}, Carlos Javier Escudero Santiago²

¹Facultad de Turismo y Gastronomía, Universidad La Salle Bajío. Blvd Torres Landa Pte 1002, Las Américas, C.P. 37150, León, Guanajuato. Teléfono: (477) 712 3700.

²Departamento de Biotecnológicas y Ambientales, Universidad Autónoma de Guadalajara. Avda. Patria 1201, Lomas del Valle, C.P. 45129, Zapopan, Jalisco. Teléfono: (33) 3648 8824.

[§]Autor para correspondencia: r.g.vazquez91@gmail.com

Dentro de las necesidades tanto ambientales como sociales de los productores de mezcal resulta imperante generar estrategias que posibiliten alternativas viables para el aprovechamiento integral de las vinazas que producen al elaborar el destilado. Ante dichas atenuantes, se planteó como objetivo diseñar una propuesta de manejo integral de los residuos derivados de la producción de mezcal en comunidades de los Valles Centrales de Oaxaca. Para poder realizar una primera radiografía del territorio desde un enfoque socioproductivo participativo se implementó la Investigación Acción Participativa (IAP) como herramienta metodológica del periodo (agosto 2022- abril 2023). Se trabajó con 6 palenques, de los cuales el 33% no les parece primordial el tratamiento de los residuos ya que su fin es el económico, para el 77% restante tienen iniciativas relacionadas con la bioconstrucción. Por otra parte, se observó que en el 100 % de los palenques desconocen algún tratamiento para las vinazas líquidas. En la continuidad del trabajo, se realizará un análisis fisicoquímico de dichos residuos.

Palabras clave: *Vinazas; mezcal; valles centrales; Oaxaca, IAP*

Keywords: *Vinasses; mezcal, central valleys, Oaxaca, PAR*

INDICADOR COMPUESTO DE SUSTENTABILIDAD DE *Agave tequilana*

[COMPOSED INDICATOR OF *Agave tequilana* SUSTAINABILITY]

Esteban Valtierra-Pacheco^{1§}, Lusmila Herrera-Pérez²,

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Posgrado en Estudios del Desarrollo Rural. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de Texcoco, México. C.P. 56264. Teléfono 595-1071807. ²Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Facultad de Ingeniería Ambiental. 21 Sur No. 1103, Barrio Santiago, Puebla, Puebla. México. C.P. 72410. §Autor para correspondencia: evaltier@colpos.mx

El tequila es la bebida alcohólica más representativa de México y, a partir de 1992, se inició el “Boom del Tequila” en muchos otros países. La elevación de la demanda propició el incremento del monocultivo de *Agave tequilana* Weber var. Azul, trayendo consecuencias negativas sociales, económicas y ambientales. El objetivo del estudio fue evaluar el grado de sustentabilidad del cultivo de *Agave tequilana* bajo dos tipos de agroecosistemas: monocultivo y policultivo a través de 15 indicadores específicos que se agruparon en un Indicador Compuesto de Sustentabilidad del *Agave tequilana* (ICSAT), elaborado con base en el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Se aplicó una encuesta a una muestra aleatoria de productores de agave del municipio de Tequila, Jalisco y se distribuyó de forma igual: 25 productores de agave que practican monocultivo y 25 policultivo. Los resultados muestran que el policultivo es más sustentable que el monocultivo en 13 de los 15 indicadores evaluados: número de prácticas agroecológicas, relación beneficio/costo, rendimiento del agroecosistema, porcentaje de materia orgánica en el suelo, diversificación agropecuaria, índice de adaptación y alternativas productivas, relevo intergeneracional, índice de conocimiento del agroecosistema, control del proceso productivo por arrendamiento, índice de ocupación del terreno, organización de productores, dependencia de capital externo y dependencia de agroquímicos. El policultivo alcanzó un nivel de sustentabilidad de 77.06 % del ICSAT, en tanto que el monocultivo tuvo 58.43 %. Se concluye que el policultivo de *Agave tequilana* es más sustentable que el monocultivo.

Palabras clave: *monocultivo, policultivo, industria tequilera, prácticas agroecológicas.*

Keywords: *monocropping, policropping, tequila industry, agroecological practices.*

**IMPORTANCIA DEL AGAVE EN EL MARCO DE COMPROMISOS
INTERNACIONALES DE BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**[IMPORTANCE OF AGAVE WITHIN THE FRAMEWORK OF INTERNATIONAL
COMMITMENTS ON BIODIVERSITY AND CLIMATE CHANGE]**

Ana Barragán Rocha

Directora del proyecto Vida y Campo, Cooperación Técnica Alemana (GIZ)

El cambio climático y la pérdida de la biodiversidad nos han demostrado que la suma de acciones locales tiene un impacto global. Estas acciones pueden ser en favor o en contra del bienestar colectivo. Actualmente nos enfrentamos a una triple crisis planetaria: cambio climático, pérdida de biodiversidad y contaminación; que pone en riesgo el suministro de los recursos naturales que necesitamos para subsistir. México es firmante de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que busca la coordinación entre países para evitar la crisis climática y sus efectos, y del Convenio sobre la Diversidad Biológica, que busca la coordinación entre países para realizar acciones que eviten la pérdida de la flora y fauna. El auge del mezcal tiene un rol importante en ambas. La alta demanda del agave para producir esta bebida ha tenido impactos positivos en la economía de comunidades históricamente marginadas; sin embargo, la falta de prácticas de sostenibilidad para el manejo de poblaciones silvestres y su cultivo está teniendo fuertes impactos en el medio ambiente. Estos pueden ser solventados con coordinación entre instituciones, sectores y comunidades ya que muchas de las soluciones ya existen. La cooperación entre países y dentro de países para el manejo del agave mezcalero será importante para que México pueda cumplir con las metas internacionales a las que está comprometido.

Palabras clave: *Calentamiento global; Naciones Unidas; Producción de Agave y Mezcal; Sustentabilidad.*

Keywords: *Global warming; United Nations; Agave and Mezcal production; Sustainability.*

MEMORIA DE RESÚMENES

Responsable editorial

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

©Editores

Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez
Dr. Isidro Morales García
M. en C. María Yescas León

©Para la presente edición

CIIDIR Unidad Oaxaca
Hornos No. 1003, Col. Noche Buena,
Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México. C.P. 71230.



CIIDIR
OAXACA

© 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

www.ipn.mx

Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México. C.P. 71230

www.ciidiroaxaca.ipn.mx / correo electrónico: ciidiroaxaca@ipn.mx

Teléfono: (951) 517 0610 Ext. 82700