



# niverso

## de la Tecnológica

ISSN: 2007-1450

**En este número encontrarás**

**Obtención de brotes in vitro  
en Agave potatorum Zucc**

**Comparación de tres métodos  
de extracción de compuestos volátiles de  
mango (*Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins)**

**Trayectoria laboral de egresados  
de Ingeniería en Desarrollo e  
Innovación Empresarial**

**Alternativa de tratamiento y aprovechamiento de  
biosólidos generados en un proceso de  
lodos activados de planta de tratamiento  
de aguas residuales de la Refinería  
Miguel Hidalgo de Tula Hidalgo, México**

Universidad Tecnológica de Nayarit  
Revista Científica Multidisciplinaria

Año X Volumen 2 Edición No. 29 Enero/Abril 2018

## DIRECTORIO

### GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT

L.C.P. Antonio Echevarría García  
Gobernador Constitucional

Mtro. Arturo Javier Robles González  
Secretaría de Educación

### UNIVERSIDADES TECNOLÓGICAS Y POLITÉCNICAS

Mtro. Alejandro Jaimes García  
Coordinador General

### UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE NAYARIT

M.C.A. José Andrés Rodríguez Domínguez  
Rector

M.A. Claudia Lucía Vega Virgen  
Secretaría Académica

C.P. Guillermina Ramírez Carrillo  
Directora de Administración y Finanzas

L.C.P. Martha Soltero Martínez  
Directora de Vinculación

Dr. Rodolfo Rosales Herrera  
Editor Responsable

M.C.E. Aracely Contreras de León  
Diseño Editorial

### EDITORES DE ÁREA

M.F. Livier Meza Cueto

M. en E.A. Pedro Vázquez Vázquez

M.C. Rosa Cristina Ávila Peña

M.I. Juan Carlos Llamas Negrete

M.C. Katia Nayely Ramos Santoyo

M.E. Silvia Ledesma Hernández

### CONSEJO EDITORIAL

Dra. Andrea Guevara Morales  
Instituto Tecnológico de Estudios  
Superiores de Monterrey

Dr. Antonio de Jesús Balvantín García  
Universidad de Guadajuato

Dr. Arturo Arvizu Mondragón  
Centro de Investigación Científica y  
de Educación Superior de Ensenada

Dr. Delfino Cruz Rivera  
Universidad Autónoma de Nayarit

Dr. Francisco Gerardo Barroso Tanoira  
Universidad Anáhuac Mayab

Dr. José Ángel Diosdado De la Peña  
Universidad de Guanajuato

Dr. Juan Ignacio Barajas Villarruel  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dr. Marco Antonio Chávez Arcega  
Nova Southeastern University

Dr. Martín Guerrero Posadas  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Dr. Pablo César Hernández Cerrito  
Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Rafael Ángel Rodríguez Cruz  
Universidad de Guanajuato

Dr. Ulises Figueroa López  
Instituto Tecnológico de Estudios  
Superiores de Monterrey

Dr. Victor Alfonso Alcantar Camarena  
Universidad Politécnica Bicentenario

Universidad Tecnológica de Nayarit  
Revista *UNIVERSO DE LA TECNOLÓGICA*  
Edición No. 29, Enero / Abril 2018  
Carretera Federal 200 Km. 9, C.P. 63780  
Tramo Xalisco-Compostela  
Xalisco, Nayarit, México  
Tel. 01.311.211.98.00 Ext. 1404  
[www.utnay.edu.mx/revista](http://www.utnay.edu.mx/revista)  
[universodelatecnologica@utnay.edu.mx](mailto:universodelatecnologica@utnay.edu.mx)

## ÍNDICE

### Artículo de Opinión

Aprenden diferente...  
Impacto de la Tecnología Educativa  
en la Educación Superior

Por Erika Soto González 3

### Artículo arbitrado

Obtención de brotes in vitro en  
Agave potatorum Zucc

Por Daniel Aguilar Jiménez, José Luis  
Rodríguez de la O y Humberto Herrera López 5

### Artículo arbitrado

Comparación de tres métodos de  
extracción de compuestos volátiles  
de mango (Mangifera indica L. Var.  
Tommy Atkins)

Por Salvador González Palomares,  
Rigoberto González Rodríguez y  
Antonio Hilario Lara Rivera 8

### Artículo arbitrado

Trayectoria laboral de egresados  
de Ingeniería en Desarrollo  
e Innovación Empresarial

Por Adriana Lucía Torres Hernández, Erika Soto  
González y María José Torres Hernández 11

### Artículo arbitrado

Alternativa de tratamiento y  
aprovechamiento de biosólidos  
generados en un proceso de lodos  
activados de planta de tratamiento de  
aguas residuales de la Refinería Miguel  
Hidalgo de Tula Hidalgo, México

Por Fausto Tovar León y Juan José Ángeles Meza 15

### Instrucciones para autor

22



Universidad Tecnológica de Nayarit  
Año X Vol. 2  
Enero-Abril 2018

*UNIVERSO DE LA TECNOLÓGICA* es una revista científica cuatrimestral de la Universidad Tecnológica de Nayarit que publica aportaciones originales sobre resultados de investigación de diferentes áreas del conocimiento, fundada en 2008 y disponible en el formato impreso con registro ISSN 2007-1450. También se encuentra albergada electrónicamente en [www.utnay.edu.mx/revista](http://www.utnay.edu.mx/revista)  
*UNIVERSO DE LA TECNOLÓGICA* Indexada en:



*UNIVERSO DE LA TECNOLÓGICA*, Año X, Vol. 2 Ed. 29, Enero-Abril 2018, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Tecnológica de Nayarit, a través de la Dirección de Vinculación. Carretera Federal 200 Km. 9, Tramo Xalisco-Compostela C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México. Tel. 01.311.211.98.00.

[www.utnay.edu.mx](http://www.utnay.edu.mx) [www.utnay.edu.mx/revista](http://www.utnay.edu.mx/revista)

Editor responsable: Rodolfo Rosales Herrera. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo en Trámite, ISSN: 2007-1450. Licitud de Título en Trámite. Licitud de Contenido en Trámite, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por los Talleres de Wixarika Gráfica SA de CV, Pisa No. 13, Fracc. Villas del Parque, C.P. 63173, Tepic, Nayarit. Este número se terminó de imprimir en Junio de 2018 con un tiraje de 1,000 ejemplares. *Universo de la Tecnológica* se distribuye en forma gratuita a nivel estatal: bibliotecas públicas y privadas, interior de la institución, empresas privadas, centros de investigación e instituciones de gobierno con las que existen convenios. Nivel nacional: Universidades Tecnológicas del país. Internacionalmente: Empresas y universidades de España, Francia y Canadá, con las que se realiza movilidad estudiantil.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización.

## Bienvenida Editorial

La industria 4.0 exige flexibilización de los procesos e individualización de las necesidades, expectativas de las personas; y la sostenibilidad de las organizaciones, de cualquier sector económico; es un proceso que está transformando todas las industrias como el transporte, la hotelería, las monedas, la banca y el mercado retail; en pocas palabras a toda la industria tradicional, también la educación superior en sus estructuras organizacionales, en sus procesos y estilos de la enseñanza.

El primer artículo de investigación se centra en la Mixteca poblana el *Agave potatorum* Zucc es empleado fuertemente para la elaboración de mezcal, utilizando plantas silvestres y sin técnicas de propagación para esta especie. Por ello, se indujo la multiplicación *in vitro* empleando como medio básico las sales inorgánicas de Murashige y Skoog; Encontrándose que, el mejor tratamiento para formar brotes vigorosos y uniformes *in vitro* con presencia de callo en la base, fue el tratamiento con BA y AIA.

En el el segundo estudio publicado se caracterizaron los compuestos volátiles en fruta de mango (*Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins) por tres métodos de extracción: microextracción en fase sólida (SPME), extracción líquido – líquido, y destilación-extracción simultánea (SDE); Con base en la mayor identificación y cuantificación de compuestos volátiles relacionados con el aroma y sabor de la fruta de mango, fue mejor la destilación-extracción simultánea.

La formación universitaria es el tema del tercer artículo arbitrado, que pretende desarrollar competencias profesionales que logren cumplir con las expectativas planteadas. La retroalimentación, a partir de la experiencia de los egresados del nivel superior de la Universidad Tecnológica de Nayarit en su integración al mercado de trabajo, permitirá comprender la pertinencia y congruencia de la formación académica brindada.

Finalmente, el último artículo de esta edición, se presentán los resultados de un estudio que se realizó en una planta de tratamiento de lodos activados, que procesa agua residual de una refinería de petróleo. Se presenta un análisis de alternativas clásicas, actuales y futuras enfocadas al dar solución a este desafío.

El Editor

# Aprenden diferente...

## Impacto de la Tecnología Educativa en la Educación Superior

Por: Erika Soto González

¿Cuántas veces hemos escuchado que los estudiantes no aprenden? ¿Qué no se les queda nada por más que estudian? Algunos docentes mencionan que los estudiantes son distraídos y que se aburren en clase. Contrario a ello, la tecnología educativa es vista como una práctica ética que tiene como fin facilitar y mejorar el desempeño de los estudiantes mediante el empleo de la tecnología. De tal forma que todos los estudiantes tengan la misma oportunidad de aprender y de mejorar su rendimiento académico, aunque aprendan diferente. En este artículo se presenta un abordaje acerca de la necesidad de aprovechar la tecnología educativa para afrontar el desafío de la nueva forma de aprender e incrementar el rendimiento educativo.

El avance tecnológico acelerado de la era del conocimiento, establece desafíos y oportunidades que son precisos de afrontar y aprovechar. La transformación que presenta la educación superior es muy importante y está marcada por las nuevas formas de aprendizaje a través del internet en todo el mundo. Ha provocado que los estudiantes busquen maneras más atractivas de aprender y que perciban pérdida de tiempo al estar varias horas en un salón de clases presenciales.



Haciendo que las instituciones de educación superior tengan la necesidad urgente de integrar la tecnología educativa para lograr el rendimiento académico que le genere las suficientes ventajas competitivas para elevar su posición en algún ranking mundial.

**La tecnología y la calidad educativa**

Los organismos internacionales como la UNESCO, tienen confianza en que la tecnología educativa contribuye a incrementar el alcance de la educación y la calidad de la misma. Por tanto, se apoyan en estrategias que pretenden acompañar y apoyar a las universidades en la integración de las tecnologías de la educación en su plan para mejorar la calidad y la inclusión educativa.

Con base en lo anterior, se puede determinar que la integración de la tecnología educativa se ha visualizado como una

política pública que coadyuva al rendimiento académico y cobertura escolar, así como al incremento de la calidad de la educación superior en México. De tal modo que el rol del docente debe girar primeramente en ética, valores y conocimientos digitales, asumiendo la responsabilidad de adquirir un nivel de competencias digitales elevado para aumentar la calidad educativa.

**La tecnología y el rendimiento académico**

Lo anteriormente expuesto, lleva a la reflexión de que es preciso reconocer que el rendimiento escolar no debe reducirse únicamente a criterios de evaluación, sino también a criterios de desempeño cognitivo, actitudinal y procedimental, siendo por ende, un fenómeno multifactorial.

Por tanto, la mejora del rendimiento académico depende de diversos factores, entre

ellos destacan: liderazgo de los directivos, los docentes, los estudiantes, la forma de evaluar, el currículo, la infraestructura, los recursos, el involucramiento de la familia de los estudiantes, el involucramiento de los empresarios, así como, las estrategias de enseñanza y aprendizaje empleadas. Dentro de estas últimas, se hace especial énfasis en el empleo de la tecnología para la mejora de las prácticas educativas. Es importante revisar que el desarrollo de la tecnología educativa y su esperanza en la mejora del rendimiento académico, ha sido el centro de diferentes investigaciones sobre experiencias educativas con tecnología. Universidades europeas y latinoamericanas han encontrado que la tecnología educativa favorece el aprendizaje de estudiantes con alguna discapacidad leve, dificultades de aprendizaje, trastornos de conducta, déficit de atención, problemas del habla y audición. De igual forma, lograron demostrar que la integración de

tecnología alineada a estilos de aprendizaje puede elevar los niveles cognitivos hasta un 75%. En México, las universidades que integraron tecnología en su proceso de enseñanza y aprendizaje, lograron predecir el 79% de éxito de los estudiantes, en cuanto a su rendimiento académico, medido en una prueba estandarizada a nivel nacional.

### Conclusiones

Las instituciones de educación superior son el espacio fértil para que se lleve a cabo la conjunción ideal de ciencia y tecnología. Organismos internacionales responsables de las políticas educativas continúan aportando para que la tecnología aplicada a la educación rinda frutos y se observe el impacto deseado en la mejora del aprendizaje de los futuros profesionistas del mundo y es importante continuar evidenciando científicamente dicho impacto.

Sin embargo, es preciso tener presente que la efectividad

de la tecnología en la mejora del rendimiento académico depende también de la forma en la que sea integrada al proceso de enseñanza y aprendizaje. Y ese nivel de integración dependerá del grado de compromiso de los líderes educativos. De tal modo, que los líderes educativos ocupan un rol crucial en la integración y aprovechamiento de la tecnología en la mejora del rendimiento académico. Son ellos los que deben estar abiertos a las nuevas tendencias y facilitar las condiciones para que los proyectos en ese enfoque, se pongan en marcha para bien de la universidad y sus estudiantes.

Finalmente, cabe destacar que el hecho, no es que los estudiantes de esta nueva generación no aprendan, sino que aprenden diferente, siendo ese el desafío de las instituciones de educación superior. De tal modo, que es preciso reflexionar... ¿Su universidad enseña diferente?



# Obtención de brotes in vitro en *Agave potatorum* Zucc

Obtaining in vitro shoots in *Agave potatorum* Zucc

Por: Daniel Aguilar Jiménez<sup>1</sup>, José Luis Rodríguez de la O<sup>2</sup> y Humberto Herrera López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo

Cómo citar: Aguilar, D., Rodríguez, J. & Herrera, H. (2018) Obtención de brotes in vitro en *Agave potatorum* Zucc. *Universo de la Tecnológica*. 10(2) p.p. 5-7

Dirección electrónica del autor de correspondencia: yolot777@hotmail.com

Recibido: 15 de Febrero 2018

Aceptado: 8 de Junio 2018

**RESUMEN:** En la Mixteca poblana el *Agave potatorum* Zucc es empleado fuertemente para la elaboración de mezcal, utilizando plantas silvestres y sin técnicas de propagación para esta especie. Por ello, se indujo la multiplicación in vitro empleando como medio básico las sales inorgánicas de Murashige y Skoog (1962) suplementado con 0.40 mg.litro<sup>-1</sup> de tiamina, 100 mg.litro<sup>-1</sup> de myo-inositol, 3 % de sacarosa, 0.7 % de agar y adicionando por separado los reguladores de crecimiento: 6-benzil-adenina (BA), kinetina (KIN) y 2-isopenteniladenina (2i-P) en 10 mg.litro<sup>-1</sup> combinados con ácido indolacético (AIA), ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) respectivamente en 0.3 mg.litro<sup>-1</sup>, ajustando la solución final a un pH de  $5.7 \pm 0.01$  para evaluar multiplicación y longitud de brotes. Encontrándose que, el mejor tratamiento para formar brotes vigorosos y uniformes in vitro con presencia de callo en la base, fue el tratamiento con BA y AIA.

**PALABRAS CLAVE:** Micropropagación, Agave, Ápice.

**Abstract:** In the Mixteca poblana the *Agave potatorum* Zucc is used strongly for the elaboration of mezcal, using wild plants and without propagation techniques for this species. Therefore, in vitro multiplication was induced using the inorganic salts of Murashige and Skoog (1962) as a basic medium supplemented with 0.40 mg.litro<sup>-1</sup> of thiamine, 100 mg.litro<sup>-1</sup> of myo-inositol, 3 % of sucrose, 0.7 % agar and adding separately the growth regulators: 6-benzyl-adenine (BA), kinetin (KIN) and 2-isopentenyladenine (2i-P) in 10 mg.litro<sup>-1</sup> combined with indoleacetic acid (AIA), naphthaleneacetic acid (ANA) and indole butyric acid (AIB) respectively in 0.3 mg.litro<sup>-1</sup>, adjusting the final solution to a pH of  $5.7 \pm 0.01$  to evaluate shoot multiplication and length. It was found that the best treatment to form vigorous and uniform shoots in vitro with the presence of callus in the base was the treatment with BA and IAA.

**Key Words:** Micropropagation, Agave, Apex.

## Introducción

En nuestro país, las especies del género *Agave* han jugado un papel fundamental para las personas desde tiempos remotos como una alternativa de producción tanto en zonas tropicales como áridas y semiáridas gracias a la diversidad de usos que se les pueden dar (Granados, 1999). Sin embargo, por falta de protocolos eficientes para su propagación muchas de estas especies no se pueden aprovechar de manera racional, y en muchos casos, varias de éstas se han encontrado en categoría de especies amenazadas o en peligro de extinción, principalmente las especies silvestres que además son sobreexplotadas. Respecto al *Agave potatorum* Zucc, es morfológicamente muy parecida a *Agave cupreata*, pero por falta de características consideradas como únicas ha presentado muchos problemas para su clasificación (Gentry, 1982). Sin embargo, es una planta ampliamente utilizada en la elaboración de mezcal en Oaxaca y varias regiones en la mixteca poblana, donde en éste segundo estado no se cuenta con instituciones que generen

sistemas de propagación eficientes para evitar que dicha planta empiece a escasear, principalmente de las regiones en donde se emplea para la elaboración de mezcal, pues los productores únicamente hacen uso de plantas que se encuentran de manera silvestres para su industrialización. Con base a lo anterior, el objetivo de éste trabajo fue determinar el mejor tratamiento que permita mayor tasa de inducción de brotes de *Agave potatorum* Zucc bajo condiciones in vitro.

## Materiales y Métodos

Origen de materia vegetal

Se obtuvieron plantas de *Agave potatorum* Zucc de 10 a 25 cm de longitud en los alrededores de Izúcar de Matamoros, Puebla. Las plantas se llevaron a un invernadero en la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, donde se establecieron en macetas de plástico de cuatro pulgadas color negro y se les aplicó un pre tratamiento fitosanitario durante cuatro semanas.

### Obtención de explantes

La obtención de explantes se realizó mediante la eliminación de hojas viejas y maltratadas así como raíces, de manera que quedará únicamente el tallo con ápice de crecimiento (1 a 2 cm de longitud) envuelto por 2 o 3 hojas tiernas.

### Desinfección de explantes

Los explantes obtenidos se lavaron con agua, jabón, tween 20 y agua estéril. Posteriormente en campana de flujo laminar, se colocaron en alcohol al 70 % por 3 minutos, después en hipoclorito de sodio al 10 % durante 10 a 15 minutos, y finalmente, se enjuagaron tres veces con agua de ósmosis estéril. Se retiraron las hojas tiernas que envolvían al ápice vegetal con ayuda de pinzas y bisturí estériles, dejando a cada explante con una longitud de 0.5 a 1 cm.

### Establecimiento in vitro

Los explantes obtenidos fueron colocados en frascos Gerber® de 5.5 x 6.8 cm en un medio de cultivo formado con las sales inorgánicas MS 100 % y suplementado con 0.40 mg·litro<sup>-1</sup> de tiamina, 100 mg·litro<sup>-1</sup> de mio-inositol, 2 mg·litro<sup>-1</sup> de BA, 3 % de sacarosa y 0.7 % de agar, ajustando la solución final a un pH de 5.7 ± 0.1. Todos los explantes sembrados permanecieron en el área de incubación por ocho semanas con un fotoperiodo de 24 horas de luz fluorescente y a una temperatura de 26 ± 2 °C.

### Multiplicación

Se emplearon brotes de 1 a 1.5 cm de longitud, obtenidos in vitro anteriormente, en un medio de cultivo constituido por las sales inorgánicas MS 100 % adicionadas con 0.40 mg·litro<sup>-1</sup> de tiamina, 100 mg·litro<sup>-1</sup> de mio-inositol, 3 % de sacarosa, 0.7 % de agar, y por separado de incorporaron los reguladores de crecimiento BA, KIN y 2i-P en 10 mg·litro<sup>-1</sup> combinados con AIA, ANA y AIB respectivamente en 0.3 mg·litro<sup>-1</sup>, ajustando la solución final a un pH de 5.7 ± 0.1.

### Análisis estadístico

Se consideró a cada frasco Gerber® con un brote de *A. potatorum* como unidad experimental, obteniendo así diez repeticiones por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza sobre las respuestas obtenidas y una comparación de medias mediante la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS, p=0.05). El paquete estadístico empleado fue Minitab 16.

### Resultados y Discusión

Para la proliferación y longitud de brotes por tratamiento, en este experimento se encontró que la combinación de BA y AIA originó mayor callo con una gran capacidad de regeneración en brotes de excelente vigor y buen tamaño con mayor uniformidad para continuar con su desarrollo y crecimiento in vitro mediante su transferencia a recipientes con nuevo medio de cultivo, en relación con los otros dos tratamientos (Figura 1).

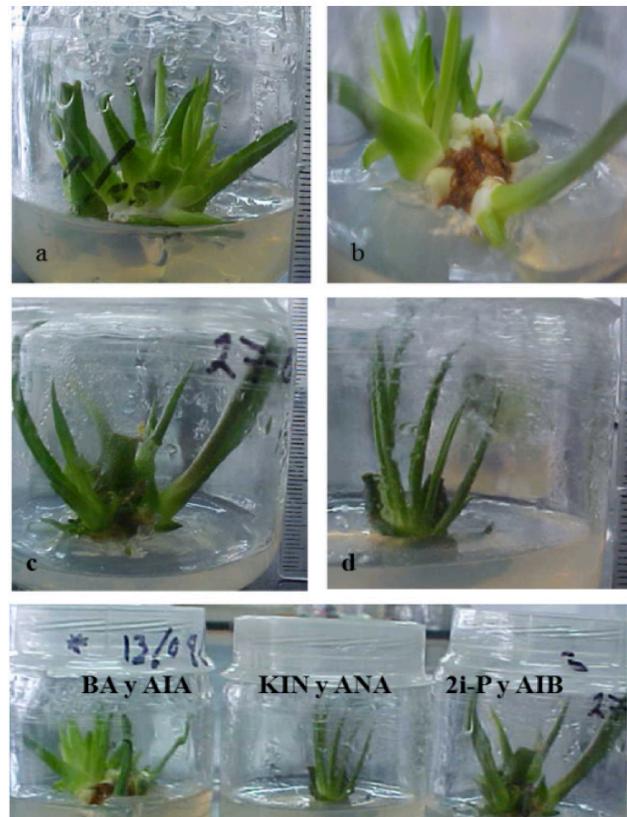


Figura 1. a) Brotación múltiple de *A. potatorum* con BA y AIA; b) Formación de callo en *A. potatorum* con BA y AIA; c) Brotes de *A. potatorum* originados con 2i-P y AIB; d) Brotes de *A. potatorum* originados con KIN y ANA; e) Vigor de brotes y hojas por cada tratamiento.

Donde BA y AIA con 10 y 0.3 mg·litro<sup>-1</sup> respectivamente, son reportados también por Barrales (2004) en la multiplicación de brotes de *Agave salmiana* Otto; y en esta investigación, BA y AIA, fueron estadísticamente superior al tratamiento de KIN y ANA, lo cual no concuerda con lo reportado por Rodríguez et al., (1996) en *Agave victoria-reginae* Moore, aunque en ésta ocasión la concentración de KIN fue de 10 mg·litro<sup>-1</sup> y no de 1 mg·litro<sup>-1</sup>, y lo único que favoreció fue la elongación de hojas, no

obstante muy delgadas; y aunque no se encontró significancia estadística con respecto a 2i-P y AIB en estas variables, las respuestas obtenidas son muy evidentes respecto a una mayor uniformidad de brotes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto final de cada tratamiento sobre cada variable en brotes desarrollados a partir de ápices de crecimiento vegetal de *Agave potatorum* Zucc.

| Tratamiento                 | No. de brotes | Longitud de brotes (cm) | No. de raíz | Longitud de raíz (cm) | Longitud de hoja (cm) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|
| BA 10 mg/L + AIA 0.3 mg/L   | 14.5 ± 2.5a   | 0.7 ± 0.1ab             | 0           | 0                     | 2.6 ± 0.3bc           |
| KIN 10 mg/L + ANA 0.3 mg/L  | 4 ± 1c        | 0.4 ± 0.1c              | 0           | 0                     | 2.95 ± .15ab          |
| 2i-P 10 mg/L + AIB 0.3 mg/L | 11 ± 2ab      | .75 ± .15a              | 0           | 0                     | 3.3 ± .3a             |

Respuestas de brotes in vitro en *Agave potatorum* Zucc., por tratamiento (Media aritmética ± Desviación estándar). Los tratamientos que tienen la misma letra, no son estadísticamente diferentes (DMS,  $p=0.05$ ).

Sin embargo, Vasquez (2006) reporta hasta 52 brotes de *Agave angustifolia* en ocho semanas de cultivo, los cuales alcanzaron una longitud de 3.1-4.1 cm en cuatro semanas empleando BA y AIA en las concentraciones aquí usadas, siendo estadísticamente superior al efecto de BA y AIA en estas variables para *Agave potatorum* Z. Además, también reporta que los brotes de *Agave angustifolia* desarrollaron raíces a las 16 semanas continuas en el mismo medio de cultivo, esto nos indica que los brotes de *Agave potatorum* no originaron raíces en ninguno de los tratamientos por falta de tiempo en el medio de cultivo ya que todos los tratamientos contuvieron auxina.

Aureoles *et al.*, (2008) menciona que las mejores concentraciones para tamaño de plantas en *Agave inaequidens* Koch fueron 1 y 3 mg.litro<sup>-1</sup> de BA, sin embargo no fueron igualmente favorables para su proliferación, lo cual nos da la razón en esta investigación, de que al usar una concentración más alta de BA favorecerá la multiplicación de brotes pero no así su tamaño, por lo tanto se debe decidir cuál es el objetivo del trabajo: multiplicación o crecimiento, y en base a esto optar continuar con un medio para multiplicación o cambiar por uno que

permita el crecimiento, siendo el medio básico MS una opción.

### Conclusiones

Se logró propagar in vitro la especie *Agave potatorum* Zucc mediante ápices en un medio básico MS 100 % (1962) adicionado con los reguladores de crecimiento: BA, KIN, 2i-P, AIA, ANA y AIB. El mejor tratamiento para la inducción de callo con textura compacta y con alta capacidad regenerativa en brotes

y con excelente vigor y mayor uniformidad fue el tratamiento con BA y AIA. También, se encontró que a mayor proliferación de brotes el tamaño de los mismos disminuye, y para ello, las combinaciones de citocininas con auxinas juegan un papel primordial en ésta especie micropropagada.

### Referencias bibliográficas

- Aureoles, R. F., Rodríguez De la O, J. L., Legaria, S. J. P., Sahagún, C. J., Peña, O. M. G. (2008). Propagación in vitro del "maguey bruto" (*Agave inaequidens* Koch), una especie amenazada de interés económico. *Revista Chapingo serie horticultura*, XIV (3):263-268.
- Barrales, L. A. (2004). Multiplicación, enraizamiento y aclimatación de plantas de *Agave pulquero* (*Agave salmiana* Otto) obtenidas in vitro. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 100 p.
- Gentry, S. (1982). *Agaves of continental North America*. The University of Arizona Press E.U.A. 670 p.
- Granados, S. D. C. (1999). *Los Agaves en México*. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco México. 225 p.
- Rodríguez, G. B., Gutiérrez, M. A., Acosta, D. B. (1996). Somatic embryogenesis of *Agave victoria-reginae* Moore. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 46:85-87.
- Villalobos, A. V. M., Mejia, M. J. M., Escobar, A. H. A. (1991). Micropropagación de opuntias y agaves. In: Roca, M. W.; Mroginski, L. A. *Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y aplicaciones*. CIAT. Colombia. p. 647-649.

# Comparación de tres métodos de extracción de compuestos volátiles de mango (*Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins)

Comparison of three methods of extracting volatiles *Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins  
(*Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins)

Por: Salvador González Palomares, Rigoberto González Rodríguez  
y Antonio Hilario Lara Rivera  
Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 293

Dirección electrónica del autor de correspondencia:  
chava1142@yahoo.com.mx

Cómo citar: González, S., González, R. & Lara, A. (2018) Comparación de tres métodos de extracción de compuestos volátiles de mango. *Universo de la Tecnológica*. 10(2) p.p. 8-10

Recibido: 26 de diciembre 2017  
Aceptado: 8 de junio 2018

**RESUMEN:** En este estudio se caracterizaron los compuestos volátiles en fruta de mango (*Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins) por tres métodos de extracción: microextracción en fase sólida (SPME), extracción líquido – líquido, y destilación-extracción simultánea (SDE). Estas frutas de mango se adquirieron de un campo de producción de Tomatlán, Jalisco. Se usó un cromatógrafo de gases – espectrómetro de masas (GC-MS) para la identificación y cuantificación de compuestos volátiles. Se identificaron 19 compuestos volátiles en fruta de mango. Con base en la mayor identificación y cuantificación de compuestos volátiles relacionados con el aroma y sabor de la fruta de mango, fue mejor la destilación-extracción simultánea. **PALABRAS CLAVE:** Compuestos volátiles, mango, cromatografía de gases.

**Abstract:** In this study, the volatile compounds in mango fruit (*Mangifera indica* L. Tommy Atkins variety) were characterized by three extraction methods: solid phase microextraction (SPME), liquid-liquid extraction, and simultaneous distillation-extraction (SDE). These mango fruits were purchased from a production field in Tomatlán, Jalisco. A gas chromatograph - mass spectrometer (GC-MS) was used for the identification and quantification of volatile compounds. 19 volatile compounds were identified in mango fruit. Based on the greater identification and quantification of volatile compounds related to the aroma and flavor of mango fruit, simultaneous distillation-extraction was better.

**KEY WORDS:** Volatile compounds, mango, gas chromatography.

## Introducción

Los estados de la república mexicana con mayor producción de mango son: Guerrero, Sinaloa, Nayarit, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Baja California Sur, Campeche, Colima, Durango, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas [1,2]. La fruta de mango tiene pulpa carnosa, sabor dulce y se usa en elaboración de aguas frescas, se consume directamente como fruta, se utiliza como verdura, y también se usa en dulces, preserves y encurtidos [2,3]. El sabor característico de la fruta de mango se debe a ciertos compuestos volátiles y no volátiles que contiene. Los compuestos volátiles pueden variar en las frutas de mango en función de la variedad, manejo agronómico y lugar de producción, entre otros factores [3]. La importancia de analizar los compuestos volátiles de las frutas y otros alimentos radica principalmente en conocer los componentes relacionados con el aroma y sabor, ya que al conocer los compuestos volátiles, se pueden establecer condiciones para conservarlos durante su almacenamiento o en algún proceso agroindustrial, y con ello conservar su aroma y sabor en los alimentos [4,5,6,7]. Los compuestos volátiles del mango, ya han sido estudiados por otros autores, que han encontrado monoterpenos, sesquiterpenos y compuestos volátiles oxigenados (aldehídos, alcoholes, ésteres y cetonas), [2,3,6]. Sin embargo, la identificación de compuestos volátiles del mango, puede variar también en función de los métodos de extracción utilizados [2].

Considerando estos aspectos, así como también reflexionando que Tomatlán, es el principal municipio del estado de Jalisco en cuanto a la mayor producción de mango Tommy Atkins [1], es cómo surgió esta investigación. Los métodos de extracción de compuestos volátiles que se compararon en esta investigación son la microextracción en fase sólida (SPME), extracción líquido – líquido, y destilación-extracción simultánea (SDE). La SPME es fácil de utilizar, no usa solventes, y se emplea una fibra para extraer los compuestos de la muestra contenida en un vial sumergido a calentamiento [4]. La extracción líquido – líquido no usa calentamiento, en este proceso se emplean solventes para extraer los compuestos de la muestra [2]. Por su parte, la SDE usa calentamiento y solventes en un destilador-extractor simultáneo para extraer los compuestos [5]. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la microextracción en fase sólida (SPME), extracción líquido – líquido, y destilación-extracción simultánea (SDE) con base en la identificación de compuestos volátiles de mango (*Mangifera indica* L. var. Tommy Atkins) de Tomatlán, Jalisco.

## Metodología

En este proyecto se utilizaron mangos maduros de la variedad Tommy Atkins, procedentes de un campo de producción de Tomatlán, Jalisco, México. Se realizó el lavado y desinfección de las frutas de acuerdo a las recomendaciones del Codex alimentarius [8]. Se determinó la humedad por el método AOAC 930.15/97 (AOAC, 2017), [9],

los sólidos solubles en un refractómetro Atago, y el pH en un pHmetro IQ Scientific modelo IQ 240 [2]. Las frutas de mango se licuaron en una licuadora para aplicar los siguientes métodos de extracción de compuestos volátiles.

**Microextracción en fase sólida (SPME):** se utilizó una fibra de extracción de carbowax/divinilbenceno (CW/DVB, 65  $\mu\text{m}$ ), (Supelco, Bellefonte, PA, USA), y viales de 40 ml. En cada vial se agregaron 20 ml del extracto de mango, y se selló herméticamente. Cada vial se incubó a 70 °C en un termobañó con agitación durante 30 min, después se insertó la fibra de SPME en el espacio de cabeza del vial durante 40 min. Por último, se retiró la fibra del vial y se insertó en un cromatógrafo de gases para analizar los compuestos volátiles del mango. Los análisis se llevaron a cabo con diez repeticiones ( $n=10$ ), [2].

**Extracción líquido – líquido:** se usaron embudos de separación de compuestos de 250 ml. En cada embudo se mezclaron 50 ml del extracto de mango y 10 ml de hexano y se dejó en reposo por 2 horas. La fase orgánica obtenida se envasó en un frasco de vidrio color ámbar y se conservó en refrigeración a 4 °C hasta continuar con los demás análisis ( $n=10$ ), [2].

**Destilación-extracción simultánea (SDE):** se usó un destilador-extractor simultáneo "Likens-Nickerson". En un matraz de este equipo se colocaron 50 ml del extracto de mango, y en el otro matraz del equipo se agregaron 50 ml de hexano ( $n=10$ ). Ambos matraces se calentaron a 50 °C. La fase orgánica se obtuvo después de 1 hora en estado líquido, ya que se condensó en el tubo en forma de "U" del equipo, por efecto del refrigerante (-5 °C). Las muestras se envasaron en frascos de vidrio color ámbar y se guardaron en refrigeración a 4 °C hasta que se realizaron los demás análisis [5,10].

**Concentración de compuestos volátiles del mango:** para los casos de la extracción líquido – líquido y la destilación-extracción simultánea, se realizó la concentración de compuestos volátiles en un sistema Kuderna-Danish acoplado a una columna vigreux. Cada muestra concentrada se depositó en un vial HP de 2 ml, provisto de un inserto de 100  $\mu\text{L}$  para su análisis en un cromatógrafo de gases [2].

**Análisis en cromatografía de gases:** se usó un cromatógrafo de gases acoplado a un detector selectivo de masas, GC-MS-HP6890/5973 (Agilent Technologies Wilmington, DE, USA), con una columna DB-5 (J & W Scientific, Folsom, CA) de 30 m de largo, 0.25 mm de diámetro y 1  $\mu\text{m}$  de espesor de película. La temperatura inicial del horno fue de 60 °C por 5 min, hasta alcanzar una temperatura de 250 °C. La temperatura del inyector fue de 220 °C, y la del detector de 260 °C. Se usó helio grado cromatográfico con un flujo de 0.8 ml/min, como gas de arrastre. La identificación de los compuestos volátiles del mango se realizó por comparación espectral de los picos del cromatograma de iones totales con los compuestos

de referencia de una biblioteca Wiley 275L del GC-MS. La cuantificación se efectuó con base en el porcentaje del área generado por el GC-MS correspondiente al pico de cada componente caracterizado en el cromatograma. Se aplicó un análisis de varianza ANOVA con  $p < 0.05$  a los datos de cuantificación de compuestos volátiles del mango por los tres métodos de extracción [2,5]. Asimismo, se realizaron las comparaciones de medias de Diferencia Mínima Significativa (DMS de Duncan con  $p < 0.05$ ).

## Resultados y discusión

**Análisis fisicoquímicos:** los mangos utilizados en este proyecto contenían 80% de humedad, 17% de sólidos solubles, y un pH de 3.7.

**Compuestos volátiles:** Entre los tres métodos de extracción estudiados, se analizaron 19 compuestos volátiles en fruta de mango de Tomatlán, Jalisco (tabla 1).

Tabla 1. Compuestos volátiles de mangos de Tomatlán, Jalisco ( $n=10$ ).

| Nombre del compuesto:       | Área (%):          |                    |                    |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                             | SPME:              | LLE:               | SDE:               |
| Pineno                      | 0.80 <sup>bc</sup> | 1.10 <sup>b</sup>  | 4.13 <sup>a</sup>  |
| Limoneno                    | 15.04 <sup>b</sup> | 15.09 <sup>b</sup> | 19.00 <sup>a</sup> |
| $\alpha$ -Terpinoleno       | 3.01 <sup>b</sup>  | 3.13 <sup>b</sup>  | 6.06 <sup>a</sup>  |
| D-Carvona                   | 4.11 <sup>c</sup>  | 14.09 <sup>b</sup> | 17.00 <sup>a</sup> |
| $\beta$ -Elemeno            | 0.10 <sup>bc</sup> | 0.99 <sup>b</sup>  | 8.00 <sup>a</sup>  |
| $\alpha$ - Bourboneno       | 1.11 <sup>c</sup>  | 2.60 <sup>b</sup>  | 7.53 <sup>a</sup>  |
| $\beta$ -Cubebeno           | 0.21 <sup>c</sup>  | 1.98 <sup>b</sup>  | 5.64 <sup>a</sup>  |
| $\alpha$ -Cubebeno          | 1.20 <sup>c</sup>  | 2.90 <sup>b</sup>  | 4.99 <sup>a</sup>  |
| Aromadendreno               | 0.40 <sup>c</sup>  | 1.75 <sup>b</sup>  | 3.80 <sup>a</sup>  |
| $\alpha$ -Humuleno          | 0.30 <sup>b</sup>  | 0.90 <sup>a</sup>  | 0.90 <sup>a</sup>  |
| Germacreño D                | 0.36 <sup>b</sup>  | 1.81 <sup>a</sup>  | 1.80 <sup>a</sup>  |
| Cis-cariofileno             | 1.50 <sup>b</sup>  | 2.00 <sup>a</sup>  | 2.06 <sup>a</sup>  |
| Linalool                    | 1.05 <sup>a</sup>  | 1.04 <sup>a</sup>  | 1.04 <sup>a</sup>  |
| 3-Careno                    | 1.00 <sup>b</sup>  | 2.03 <sup>a</sup>  | 2.01 <sup>a</sup>  |
| Verbenota                   | 1.01 <sup>b</sup>  | 1.93 <sup>a</sup>  | 1.88 <sup>a</sup>  |
| Germacreño A                | 1.00 <sup>b</sup>  | 1.73 <sup>a</sup>  | 1.80 <sup>a</sup>  |
| $\alpha$ -Muroloeno         | 1.06 <sup>b</sup>  | 1.43 <sup>a</sup>  | 1.50 <sup>a</sup>  |
| Trans-cariofileno           | 1.00 <sup>b</sup>  | 1.40 <sup>a</sup>  | 1.40 <sup>a</sup>  |
| $\gamma$ -Cadineno          | 0.40 <sup>b</sup>  | 1.40 <sup>a</sup>  | 1.39 <sup>a</sup>  |
| <b>Total de compuestos:</b> | <b>19</b>          | <b>19</b>          | <b>19</b>          |

Las letras en superíndice indican los resultados de los análisis estadísticos. La letra “a” es el valor más alto de la concentración de cada compuesto e indica diferencia significativa con las letras “b” y “c”.

El limoneno fue el compuesto más abundante en los mangos, lo cual coincide con el estudio de Rivera et al., (2017), [2]. El limoneno y D-carvona, son compuestos que han sido comúnmente encontrados en otros estudios de mango [2,3,6]. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres métodos de extracción, y fue mejor la destilación-extracción simultánea con base en la mayor identificación de compuestos volátiles del mango (tabla 1). La SDE es un método que normalmente favorece la extracción de compuestos volátiles de las frutas, ya que usa calentamiento y solvente al mismo tiempo para realizar el aislamiento de los componentes de las muestras. Algunos de los compuestos identificados en este estudio, coinciden con los que identificaron Moreno et al., 2010 [11], como son el pino, limoneno,  $\alpha$ -terpinoleno, D-carvona y 3-careno, en su trabajo “análisis del perfil de compuestos volátiles del mango (*Mangifera indica* L. var. *tommy atkins*) tratado por métodos combinados”. Los compuestos volátiles del mango pueden variar según el manejo agronómico, el lugar de producción, y los métodos de extracción e identificación de compuestos usados.

### Conclusiones

La destilación-extracción simultánea presentó un perfil de compuestos volátiles en frutas de mango más amplio en comparación con la microextracción en fase sólida, y la extracción líquido-líquido. En este sentido, la SDE fue el método más adecuado para la extracción de compuestos volátiles de mango de Tomatlán, Jalisco. Se recomienda seguir realizando estudios de análisis de compuestos volátiles de mango en otros estados de maduración, de otros lugares de producción y con otras condiciones en los métodos de extracción para realizar comparaciones con el presente estudio y con otros de más autores.

### Referencias bibliográficas

SAGARPA. (2018). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <https://www.gob.mx/sagarpa>

- Rivera, C.L.H., González, S.H.M., González, P.S., y Del Val, D.R. (2017). Identificación de compuestos volátiles en mango (*Mangifera indica* L. Var. *Tommy Atkins*) de Tomatlán, Jalisco. *Proyecta-Tec.* (7):11-14.
- Bender, R.J., Brecht, J.K., Baldwin, E.A., and Malundo, T.M.M. (2000). Aroma volatiles of mature-green and tree-Ripe 'Tommy Atkins' mangoes after controlled atmosphere vs. air storage. *Hort. Sciences.* 35(4):684-686.
- Cuevas-Glory, L.F., Ortiz-Vázquez, E., Centurión-Yah, A., Pino J.A., y Sauri-Duch, E. (2008). Desarrollo de un método por microextracción en fase sólida para el análisis de la fracción volátil de la miel de abeja de Yucatán. *Téc. Pec. Méx.* 46(4):387-395.
- González P.S., Rosales, R.T., Rivera, C.L.H., González, S.H.M., y Vázquez, G.E.S. (2013). Caracterización de compuestos volátiles de *Coffea arabica* L. variedad Borbón. *Universo de la Tecnológica. Universidad Tecnológica de Nayarit.* (14):13-16.
- Lebrun, M., Plotto, A., Goodner, K., Ducamp, M., and Baldwin, E. (2008). Discrimination of mango fruit maturity by volatiles using the electronic nose and gas chromatography. *Postharvest Biology and Technology.* 48(1):122-131.
- Belitz, H.D., Grosch, W., and Schieberle, P. (2004). *Food Chemistry (TR)*, 3a ed. Springer: Germany. 939-951.
- Codex Stan. (2017). Norma del Codex para el mango. <http://www.codexalimentarius.net>.
- AOAC. (2017). AOAC Official Method 930.15/97: Moisture in animal feed. *Official methods of analysis.*
- González-Palomares S. (2018). *Compuestos volátiles relacionados con el aroma y sabor de Tamarindo (Tamarindus indica L.) de Jalisco, México.* Libro de la Editorial Académica Española. Bubok Publishing S.L. 52 p.
- Moreno, A., León, D.F., Giraldo, G.A., Ríos, E. (2010). Volatile compounds profile analysis of mango (*Mangifera indica* L. var. *tommy atkins*) treated by combined methods. *Revista Colombiana de Química.* 39(1):61-72.

# Trayectoria laboral de egresados de Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial

Career path of graduates of Engineering in Development and Business Innovation

Por: Dra. Adriana Lucía Torres Hernández, M.A. Erika Soto González y Dra. María José Torres Hernández  
Universidad Tecnológica de Nayarit

Dirección electrónica del autor de correspondencia:  
adriana.torres@utnay.edu.mx

Cómo citar: Torres, A., Soto, E. & Torres, M. (2018) Trayectoria laboral de egresados de Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial. *Universo de la Tecnológica*. 10(2) p.p. 11-14

Recibido: 6 de marzo 2018  
Aceptado: 8 de junio 2018

**RESUMEN:** La importancia estratégica de la educación superior es evidente al reconocer y reflexionar en su vinculación con la transformación productiva del país. Por una parte la enseñanza pretende desarrollar y perfeccionar la adquisición de habilidades, competencias y aptitudes para desempeñarse en una profesión y por otra parte coadyuvar a los requerimientos de una sociedad que cambia constantemente debido a las innovaciones y avances en ciencia y tecnología. La formación universitaria pretende desarrollar competencias profesionales que logren cumplir con las expectativas planteadas. La retroalimentación, a partir de la experiencia de los egresados del nivel superior de la Universidad Tecnológica de Nayarit en su integración al mercado de trabajo, permitirá comprender la pertinencia y congruencia de la formación académica brindada por la Universidad tanto en el proceso de ingreso al mercado laboral como en su participación hacia los requerimientos de la sociedad a la cual se integra. (Estrella, Ponce, 2006)

**PALABRAS CLAVE:** Trayectoria laboral, competencia profesional, oportunidades de empleo, mercado laboral.

**Abstract:** The strategic importance of higher education is evident by recognizing and reflecting on its link with the productive transformation of the country. On the one hand, teaching aims to develop and improve the acquisition of skills, competencies and aptitudes to perform in a profession and, on the other hand, to contribute to the requirements of a society that is constantly changing due to innovations and advances in science and technology. The university training aims to develop professional skills that meet the expectations. The feedback, from the experience of graduates of the higher level of the Technological University of Nayarit in their integration into the labor market, will allow to understand the relevance and congruence of the academic training provided by the university in the process of entering the labor market and in its participation towards the requirements of the society to which it is integrated.

**KEY WORDS:** Career path, professional competence, job opportunity, working market.

## Introducción

Allendez Sullivan y Nayar (2009) afirman que la trayectoria laboral es “el recorrido de los diferentes puestos de trabajo y actividades profesionales que desarrollan los individuos, derivadas de la formación formal recibida, combinada con la adquirida en casa, o sea su historia personal, las relaciones personales que ha desarrollado, el género, el entorno político social al egreso de sus estudios, su primer empleo y las condiciones del mercado de trabajo que permitan explicar su movilidad social, económica y laboral” (p. 89)

Para las Universidades Tecnológicas de acuerdo al perfil profesional en competencias profesionales de la Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial, la formación formal pretende lograr las competencias profesionales que requiere el desempeño en el campo laboral en áreas de capital humano, financieras y de gestión comercial. Es decir, el egre-

sado deberá haber desarrollado las destrezas y actitudes que le permitan desempeñar actividades en su área profesional, adaptarse a nuevas situaciones y por último a transferir en caso necesario sus conocimientos, habilidades y actitudes hacia áreas profesionales próximas.

El perfil profesional señala dos competencias específicas para los egresados: Apoyar el desarrollo empresarial mediante la optimización del capital financiero y humano, para la consolidación de la organización. Diseñar planes comerciales acordes a las capacidades de la organización para mejorar su competitividad en el mercado.

El Ingeniero en Desarrollo e Innovación Empresarial de acuerdo al perfil profesional, podrá desempeñarse en empresas del sector industrial, en organismos financieros o en agencias de publicidad e investigación de mercado. Las ocupaciones profesionales donde podrá desempeñarse serán como: Di-

rector, Subdirector, Gerente, o Jefe de departamento de áreas de mercadotecnia, publicidad, relaciones públicas, capital humano, administración y finanzas, logística o distribución.

Posterior a finalizar sus estudios universitarios y el trámite para su titulación, el egresado deberá identificar las oportunidades de empleo que le permitan desempeñarse profesionalmente, esta acción estará limitada a las condiciones existentes en el mercado laboral. Uribe García (2006) visualiza al mercado laboral como un factor complejo, debido a que considera a la demanda laboral como una demanda derivada, al depender de lo que acontece en otros mercados por ejemplo el financiero, el de consumidores o de bienes.

Esta complejidad del mercado laboral deberá ser abordada por el egresado con la finalidad de identificar y obtener un empleo que le brinde una fuente de ingresos lo que será crucial para su bienestar social, independientemente de las posibilidades que le brinde en el desarrollo de capacidades y la posibilidad de acceso a una serie de beneficios que le brinden certidumbre durante su vida.

Las condiciones del mercado laboral podrían favorecer o no a determinada formación profesional, siendo esta última la base para la realización de diversas funciones ocupacionales y posteriormente para la adquisición de experiencia laboral. Casanova (2003) indica que indudablemente la formación profesional es la herramienta principal para brindar una serie de oportunidades de acceso al empleo, y además un factor que incrementa o mejora las competencias que brindan mayor posibilidad de conservar u obtener un mejor empleo (Jiménez, 2009).

Por esta razón resulta relevante comprender la pertinencia y congruencia de la formación académica brindada por la Universidad Tecnológica de Nayarit, específicamente siendo de interés de la Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial conocer las coincidencias del proceso de ingreso al mercado laboral con la formación académica brindada a los alumnos a través del conocimiento de la trayectoria laboral de los egresados. Todo ello con la finalidad de retroalimentar las estrategias de enseñanza aprendizaje y las metas diseñadas.

### Objetivo General

Identificar las tendencias en la trayectoria laboral del egresado de Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial de las generaciones 2013-2015 y 2014-2016.

### Materiales y métodos

La investigación se originó a partir del cuestionamiento: ¿Cuál es la trayectoria laboral del egresado de Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial desde que finalizó su titulación a la fecha actual? ¿Existe coherencia entre la trayectoria laboral del egresado y el perfil profesional aprobado por la C.G.U.T.?

De un total de 69 egresados de la carrera Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial de la generación 2013-2015 y 78 egresados de la generación 2014-2016. Se seleccionaron a partir de la aplicación de la fórmula para población finita un total de 55 participantes de la generación 2013-2015 y un total de 60 participantes de la generación 2014-2016. Posterior a la selección de los participantes se determina la realización de una investigación descriptiva, debido a su propósito de identificar conductas, hechos o situaciones respecto al objeto de estudio, sin exponer las razones de las causas que les dieron origen. Por otra parte, se abordará esta investigación con una perspectiva cuantitativa al pretender identificar una tendencia de la trayectoria laboral de los egresados (Bernal, 2006).

Se diseñó un cuestionario abordando las competencias profesionales aprobadas en el perfil profesional del Ingeniero en Desarrollo e Innovación Empresarial, para su desempeño en el campo laboral. Abordando también el número de empleos que se ha tenido a partir de su egreso y la descripción de los empleos que forman parte de su experiencia laboral. Para diseñar el instrumento a utilizar fue seleccionada la escala básica nominal que permitirá identificar diferentes categorías o alternativas de respuesta a seleccionar (Berenson y Levine, 1996).

El cuestionario fue elaborado a través de la herramienta en Google Drive con la finalidad de crear una dirección URL que sería compartida con la población de alumnos egresados por medio de la red social Facebook. Los alumnos egresados fueron seleccionados de forma aleatoria hasta completar el número determinado previamente, la encuesta fue enviada a través de un mensaje privado, solicitando la confirmación de su correo electrónico con el fin de verificar la confiabilidad de las respuestas recibidas.

### Resultados

De los alumnos egresados participantes de esta investigación, se registró un mayor porcentaje de participación de la generación 2014-2016 (67.9%). El 83% de los egresados expresaron dedicarse únicamente a trabajar después de terminar sus

estudios y titularse, mientras que el 15.1% combina el estudio y el trabajo. Solamente el 1.9% externó dedicarse al hogar.

El área en la que se han desempeñado laboralmente con mayor incidencia es en gestión comercial (59.6%). Mientras que el área financiera y de capital humano se coincide con el 13.5% cada una. El 13.4% restante corresponde a diversas áreas como Administración, educación y producción, áreas no reconocidas explícitamente en el perfil de egreso de la carrera.

El principal sector en el que se han desempeñado laboralmente los egresados de la Ingeniería es el industrial (39.6%), en segundo lugar en agencias de publicidad e investigación de mercados (22.4%), finalizando en organismos financieros (12%). Los egresados expresan desempeñarse en otros sectores (25.9%) describiendo opciones como telecomunicaciones y educación

Los departamentos donde se han desempeñado los egresados varían de la siguiente forma: Administración y finanzas (26.8%), mercadotecnia (18.5%), publicidad (13.4%), capital humano (8.2%), relaciones públicas y logística (8.2% respectivamente), ventas (7.2%), distribución (3.2%), docencia (2%). Externando otros con un 6.1%

El comportamiento respecto al número de empleos en que se han desempeñado a partir de que egresaron es del 37.3% (dos empleos), 35.3% (un empleo) y el 23.5% (tres empleos). Únicamente el 2% se autoemplea en publicidad digital, o ha expresado haber tenido hasta cuatro empleos.

El primer trabajo que describen los egresados, varía en nivel de jerarquía: el mayor porcentaje se observa en el nivel operativo con un 75% de incidencia, posteriormente en mandos intermedios el 13.6% encargándose de administrar el funcionamiento de las áreas o proyectos a los que fueron asignados, por último el 11.4% ocupando puestos directivos gerenciales

## Discusión

Noguera (2006) realiza una afirmación contundente respecto al significado de los universitarios que cuentan con un título profesional “la verdadera función de un título no es distinguir a los que saben, sino a los que pueden empezar a aprender en condiciones privilegiadas” (p. 55). El mercado laboral es un entorno competitivo que requiere de un mecanismo de selección que brinde o niegue una oportunidad de trabajo.

El egresado que cuenta con su título podría aspirar a oportunidades que le permitan comenzar a ejercer en condiciones más favorables.

Es destacable el hecho de que esta investigación puede corroborar que el 98.1% de los participantes se encuentran trabajando, y que además el 15.4% de ellos realiza a la par estudios.

El perfil profesional diseñado para la Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial, cumple en su mayoría con el objetivo y competencias que pretende desarrollar. Los egresados se incorporan al mercado laboral principalmente en las áreas consideradas: Gestión comercial 59.1%, capital humano 13.5% y financiera 13.5%.

Los sectores considerados por el perfil profesional correspondiente a la ingeniería (industrial, organismos financieros, agencias de publicidad e investigación de mercados), son percibidos en forma confusa por los egresados. Sus aportaciones indican la necesidad de ampliar la gama en el desempeño laboral donde se encuentran participando actualmente. Áreas como telecomunicaciones, educación, comercios no fueron visualizados por los egresados dentro de los sectores contemplados.

Monzó Arévalo (2006), afirmó que la competencia profesional implica la capacidad para realizar una tarea o actividad profesional, combinando en forma armónica diversos conocimientos, actitudes, valores y habilidades. Al expresar el perfil de egreso en término de competencias brinda la posibilidad de evidenciar si el nivel de desempeño alcanzado por el egresado coincide con su incorporación al mercado de trabajo. En este aspecto la percepción de los egresados con respecto a la competencia específica que consideran se ha desarrollado más en su trayectoria laboral es positiva y congruente. Siendo que, el 84.3%, consideran que una de ellas o ambas se han desarrollado durante su trayectoria.

## Conclusión

Uno de los objetivos de la Ingeniería en Desarrollo e Innovación Empresarial y de las metas de la Universidad Tecnológica de Nayarit, es la inserción exitosa de los egresados en el mercado laboral, de forma que puedan ser parte de una sociedad más productiva. A través del estudio realizado se identifica que el 98.1% de los egresados se encuentran laborando. Además se identifica cierto grado de estabilidad y constancia en el número de empleos en los que se ha participado, 72.6% de uno a dos empleos. Es importante señalar

que el 75% de los egresados iniciaron con un primer empleo en puestos operativos, mientras que el 25% se desempeñaron en su primer oportunidad en puestos con responsabilidad sobre un área ejerciendo dirección y control sobre actividades y personal a su cargo.

La diversidad de habilidades y conocimientos adquiridos durante su formación académica y experiencia de vida, se identifican dentro de los puestos de trabajo en los que se han desempeñado los egresados. Existiendo total coherencia entre el perfil de egreso y la vida laboral de los egresados.

### Referencias bibliográficas

- Allendez Sullivan, P. & Nayar, L. (2009). Mercado de trabajo, capacitación continua y trayectoria laboral de los profesionales de ciencias de la información, *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, nº 94-95, Enero-Junio 2009, pp. 85-104.
- Berenson, M. & Levine, D. (1996). *Estadística básica en administración: conceptos y aplicaciones*. México, D.F., México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. México, D.F., México: Pearson Educación.
- Casanova, F. (2003). *Formación profesional y relaciones laborales*. Montevideo, Uruguay: CINTERFOR.
- Estrella V. & Ponce L. (2006). *Impacto laboral de egresados universitarios y opinión de empleadores*. México, D.F., México: Porrúa.
- Jiménez, M. (2009). Tendencias y hallazgos en los estudios de trayectoria: una opción metodológica para clasificar el desarrollo laboral. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 11 (1). Recuperado de [http://redoe-iabc.mx/vol11no1/contenido-jimenez\\_html](http://redoe-iabc.mx/vol11no1/contenido-jimenez_html)
- Monzó, R. (2006) *Concepto de competencia en la evaluación educativa*. México, D.F., México: Publicaciones Cruz.
- Noguera, T. (2006). *Triunfa en tu primer trabajo*, México, D.F., México: Panorama Editorial.
- Uribe & García, J.(2006). *Ensayos de Economía aplicada al mercado laboral*. Cali, Colombia: Universidad del Valle o Programa Editorial.
- Varela, R. (2006). *Administración de la compensación: sueldos, salarios y prestaciones*. México, D.F., México: Pearson Educación.

# Alternativa de tratamiento y aprovechamiento de biosólidos generados en un proceso de lodos activados de planta de tratamiento de aguas residuales de la Refinería Miguel Hidalgo de Tula Hidalgo, México

Generated in a process of activated sludge from the wastewater treatment plant of the Miguel Hidalgo Refinery of Tula Hidalgo, Mexico

Por: Fausto Tovar León<sup>1</sup> y Juan José Ángeles Meza<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Tula Tepeji  
<sup>2</sup>PEMEX PTAR, Refinería Miguel Hidalgo

Dirección electrónica del autor de correspondencia:  
fausto.tovar@utt.edu.mx

Recibido: 12 de diciembre 2017  
Aceptado: 8 de junio 2018

Cómo citar: Tovar, F. & Meza, J. (2018) Alternativa de tratamiento y aprovechamiento de biosólidos generados en un proceso de lodos activados de planta de tratamiento de aguas residuales de la refinería Miguel Hidalgo de Tula Hidalgo, México. *Universo de la Tecnológica*. 10(2) p.p. 15-21

**RESUMEN:** Los biosólidos generados en procesos biológicos aerobios para el tratamiento de aguas residuales han representado un desafío referente a su reuso, tratamiento y/o disposición, para evitar afectaciones al medio ambiente y cumplir con las leyes sanitarias de cada país. El presente estudio se realizó en una planta de tratamiento de lodos activados que procesa agua residual de una refinería de petróleo. Se presenta un análisis de alternativas clásicas, actuales y futuras enfocadas al dar solución a este desafío. Se propone una solución en el que se aprovechan tanto materiales y energéticos, la cual, consistió en un proceso de digestión anaerobia por hidrólisis térmica de los biosólidos con el posterior aprovechamiento de lodos remanentes en la elaboración de ladrillos para la construcción que cumplen con normatividad internacional.

**PALABRAS CLAVE:** Biosólidos, ladrillos, lodos biológicos residuales, digestión anaerobia.

**Abstract:** The biosolids generated in aerobic biological processes for the treatment of wastewater have represented a challenge regarding their reuse, treatment and / or disposal, to avoid affecting the environment and comply with the sanitary laws of each country. The present study was carried out in an activated sludge treatment plant that processes wastewater from an oil refinery. An analysis of classic, current and future alternatives focused on solving this challenge is presented. A solution is proposed in which both materials and energy are used, which consisted of a process of anaerobic digestion by thermal hydrolysis of the biosolids with the subsequent use of remaining sludge in the construction of bricks for construction that comply with international standards.

**KEY WORDS:** Biosolids, bricks, residual biological sludge, anaerobic digestion.

## Introducción

La refinería Miguel Hidalgo cuenta con la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) la cual procesa la descarga denominada aceitosa, que proviene a su vez de lagunas de estabilización. Los constituyentes contaminantes principales son: materia orgánica, nitrógeno amoniacal, grasas y aceites, sustancias que contribuyen con la dureza y alcalinidad del agua así como fenoles. Dicha planta está diseñada para tratar un caudal promedio de 240 L/s. La PTAR de la refinería Miguel Hidalgo genera Lodos biológicos (aproximadamente 20 m<sup>3</sup>/d) provenientes de purga de biomasa del reactores biológicos aerobios los cuales se tratan en un filtro banda con la adición de polímero como agente floculante. En dichos lodos se han encontrado fracciones de hidrocarburos medios y pesados; así mismo, la norma NOM-052SEMARNAT-2005 señala que cualquier lodo generado por separación gravitacional de aceite/agua/sólidos durante el almacenamiento o tratamiento de aguas residuales de proceso y aguas residuales aceitosas de enfriamiento de refinerías de petróleo así

como lodos generados en unidades de tratamiento biológicos, se consideran residuos peligroso.

En la actualidad la refinería Miguel Hidalgo envía los lodos a confinamientos especializados, por lo que representa un costo significativo y existe la amenaza de falta de capacidad de recepción en dichos confinamientos. Por lo que una de opción es aplicar alguna alternativa de tratamiento, reuso y/o disposición para que demuestre su no afectación al medio ambiente.

Considerando lo descrito anteriormente, el presente proyecto tiene como finalidad proponer alternativas técnica y económicamente factibles para el tratamiento, reuso y/o disposición final de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la citada refinería de petróleo.

## Tendencias actuales y futuras de disposición de lodos biológicos

Los lodos biológicos producidos en plantas de tratamiento de aguas residuales están constituidos por varias sustan-

cias que incluyen compuestos orgánicos, nutrientes y patógenos los cuales en su mayoría afectan la salud pública y en medio ambiente. El proceso de lodos activados el cual produce lodos es comúnmente utilizado de manera global como proceso de tratamiento de aguas residuales, su disposición efectiva ha sido un problema debido a olores, presencia de patógenos y volúmenes grandes generados. Mientras que los tratamientos convencionales tales como la disposición en rellenos sanitarios, incineración o aplicación en suelos pueden operar de forma apropiada y son relativamente económicos, pero estos tratamientos han presentado problemas desde el punto de vista de normas y leyes ambientales y de percepción pública.

Como ejemplo, la construcción y operación de rellenos sanitarios ha sido restringida debido a la legislación en muchos países, debido a que contienen metales pesados entre otros componentes objetables, a pesar de que se han utilizado por muchas décadas. La disposición en rellenos sanitarios es una opción de disposición convencional ya no ha tenido aceptación pública y contribuye con la emisión de gases de efecto invernadero, aunado a las dificultades para su construcción y operación. Otro problema que se puede presentar es que los lixiviados ponen en riesgo la contaminación del suelo y del agua subterránea. La aplicación en suelos principalmente agrícolas es otra alternativa de disposición sin embargo se ha presentado problemas debido a la presencia de contaminantes orgánicos carcinogénicos y metales pesados que inciden en el suelo y en cultivos los cuales son bioacumulados, por lo que la aplicación en suelos no es considerada una opción sostenible para la disposición de lodos. La incineración es una opción que reduce significativamente el volumen de los lodos convirtiéndolos en ceniza, sin embargo, debido a los altos consumos de energía debido a la humedad del biosólido y bajo poder calorífico se requiere combustible adicional para operar los incineradores y las cenizas remanentes contienen sustancias peligrosas aunado a las substanciales emisiones que contribuyen con el efecto invernadero. Dado que las alternativas anteriores expuestas presentan problemas ambientales, sociales y económicas, es conveniente ver alternativas de reducción en la generación de biosólidos desde la fuente y opciones de reuso eficiente y así poder tener acceso adicional a incentivos de buenas prácticas de manejo de lodos. Además con un apropiado tratamiento, los biosólidos del lodo ricos en materiales orgánicos y nutrientes pueden

ser extraídos de manera adecuada y ser utilizados como fertilizantes. Dos enfoque principales se pueden tener en cuenta con referencia a los lodos 1) Pretratamiento para minimizar los tratamientos extensos y 2) Reciclaje y reuso de lodos residuales (S. H. Joo, 2015).

Por otra parte una publicación de la revista de la Asociación internacional del agua (IWA) considera que de acuerdo a las actuales tendencias y futuras el uso de biosólidos aplicados directamente en la agricultura se está volviendo un tanto cuestionable y costoso, ya que se requiere una alta calidad de lodos en relación al control de metales pesados, contaminantes emergentes y patógenos. Las nuevas tecnologías dentro del proceso de tratamiento están enfocadas a la reducción en la generación de lodos y en la utilización de procesos anaerobios preferibles sobre los aerobios. Tecnologías alternativas de tratamiento de aguas tales como el uso de microalgas para la remoción de nitrógeno y de fósforo están ganando atención por su potencial reemplazo de lodo biológico por biomasa a base de algas que puede ser utilizado para generar biocombustibles o biogás.

En la actualidad los biosólidos no son considerados como un residuo si no como una potencial fuente renovable de energía, nutrientes, materia orgánica y agua. Se tiene previsto que la recuperación de recursos de los biosólidos es la principal prioridad en su tratamiento y su manejo con especial énfasis en la extracción de energía por medio de digestión anaerobia y procesos térmicos, codigestión de lodos con otros nutrientes y otros residuos orgánicos para incrementar la producción de biogás, recuperación de fósforo y usos benéficos en la agricultura. Otras oportunidades de recuperación de materiales incluyen bioconversión de biosólidos en productos de valor como lo son: biopolímeros, bioplásticos, biopesticidas, biosurfactantes, biofloculantes y enzimas. La creciente demanda de nutrientes y energía hace que las tecnologías actuales estén enfocadas al aprovechamiento de estos requerimientos a partir de los biosólidos. La recuperación de fósforo es un buen ejemplo ya que reduce costos de energéticos y de materiales, así mismo minimiza los problemas del manejo y reduce la capacidad de eutrofización (IWA, 2014).

### Recuperación como estruvita ( $MgNH_4PO_4$ )

De acuerdo a investigaciones de mercado el valor del fósforo como un recurso hace que el costo de los insumos en

el proceso de su recuperación sea insignificante en tecnologías comerciales de precipitación de estruvita como lo son: Ostara Pearl, Crystalactor y Phosphaq. Se utiliza un proceso de cámara fluidizada ascendente (Ostara Pearl) el cual ha demostrado recuperar aproximadamente del 80 al 90 % de fósforo y del 10 al 50% de nitrógeno. Se ha producido un fertilizante conocido como Crystal Green producto de la transformación de nutrientes así mismo la tecnología Crystal Green pone especial atención al crecimiento óptimo de cultivos y reducción de pérdida de nutrientes por infiltración. La tecnología Crystalactor utiliza un reactor de lecho fluidizado el cual remueve efectivamente fosfato mediante cristalización, con un producto final en forma de cristales peletizados de fosfato; el equipo es un reactor cilíndrico que contiene material semilla normalmente cuarzo y una dosis efectiva es la fuerza que hace que se formen los cristales de fosfato en la cámara de peletizado. En un estudio piloto se alimentó una concentración de fósforo del 60 al 80 mg/L y fue removido por medio de la tecnología Crystalactor y los pellets generados son atractivos para las industrias en términos de limpieza y bajo contenido de metales pesados. El proceso Phosphaq es aplicado para la remoción de fósforo y nitrógeno mediante precipitación de estruvita, generando un producto final de alta calidad de acuerdo a regulaciones europeas (S. H. Joo, 2015).

### Recuperación de fosfato de calcio

El fósforo puede recuperarse como fosfato de calcio. Cuando el pH decrece con la adición de  $H_2SO_4$ , el  $CO_2$  es liberado y subsecuentemente se le adiciona  $NaOH$  y se incrementa el pH. El fósforo disuelto es entonces cristalizado como fosfato de calcio, produciendo pellets. Por lo que con este proceso el fósforo puede ser reutilizado. Se encontró que la calcita es la más efectiva para propiciar la recuperación de fósforo, así mismo se encontró que la recuperación de nutrientes está limitada a fósforo y nitrógeno mediante precipitación, los componentes remanentes de lodo que no pueden ser reusados o reciclados tienen que desecharse (Joo S.H., 2015).

### Desarrollo e implementación

#### Lodos biológicos

**Propuesta: digester anaerobio con hidrólisis térmica y reuso de biosólido en la elaboración de ladrillos.**

Discusión y selección: e requiere una alternativa que sea

factible desde el punto de vista técnico, económica y funcional para la planta PEMEX PTAR TULA, por lo que se analizan y discuten las alternativas resumidas en la tabla 1, las cuales fueron clasificadas como clásicas o en desuso, actuales y futuras. Referente a las alternativas clásicas o en desuso como lo es el vertido en océanos ha presentado problemas debido a la creciente generación de sustancias xenobioticas que implican un impacto ambiental dicha práctica se ha prohibido en los Estados Unidos a partir de junio de 1992. El vertido a rellenos sanitarios o monorrellenos previa estabilización, presenta problemas de lixiviados peligrosos por lo que existe una creciente legislación más estricta y oposición de la población en ciertos países, además de que en la actualidad los biosólidos son considerados más como un recurso que como un residuo, así pues, puede ser utilizado como una fuente de energía y potencial materia prima para recuperación de materiales como lo es el fósforo, nitrógeno, estruvita o fertilizante. En el caso de la estabilización con cal hidratada tiene la desventaja de que aumenta el volumen de sólido generado con la adición de cal hidratada y ha habido casos en el que se ha presentado la proliferación de patógenos.

Tabla 1.- Alternativas de tecnologías, reuso y/o disposición final de lodos biológicos.

| Etapa                | Tecnologías, reuso o disposición    | Observaciones   |
|----------------------|-------------------------------------|---|
| Clásicas o en desuso | Disposición en los océanos          | Prohibido en EUA desde junio de 1992  |
|                      | Vertido en rellenos sanitarios      | Problemas por lixiviados, manifestaciones sociales y legislación ambiental más rigurosa   |
|                      | Aplicación como mejorador de suelos | Requiere análisis previo del suelo y de los biosólidos, se dosifica de manera adecuada para no alterar la composición del suelo   |
|                      | Estabilización con cal              | Aumenta su peso del biosólido y es un tanto difícil su utilización para aplicación en suelo por que disminuye el nivel de nitrógeno y se han encontrado la proliferación de microorganismos |

| Etapa    | Tecnologías, reuso o disposición           | Observaciones  |
|----------|--|--|
| Actuales | Digestión anaerobia procesos clásicos      | Se recupera biogás, ocupan grandes espacios y el costo de inversión es relativamente alto  |
|          | Elaboración de ladrillos                   | Se han realizado ladrillos con biosólido y arcilla, así como de cenizas de lodo biológico incinerado. Con características estructurales y ambientales aceptables |
|          | Vermicomposteo                             | Ecologicamente factible pero es demasiado lenta y el proceso requiere manipulación de materiales por lo que es impráctico para plantas grandes                   |
|          | Aplicación como mejorador de suelos        | Actualmente las leyes ambientales, la oposición de la sociedad y la presencia de sustancias diversas están haciendo esta práctica un tanto difícil               |
|          | Secado térmico                             | Elimina humedad y elimina patógenos por lo que existe la posibilidad de ser utilizado como mejorador de suelos   |
|          | Digestión anaerobia con hidrólisis térmica | Menor costo de inversión, menor espacio y más eficientes que los procesos tradicionales de digestión anaerobia   |

|         |   |   |
|---------|---|---|
| Futuras | Elaboración de biopolímeros                       | En etapa de desarrollo  |
|         | Elaboración de biosurfactantes                    | En etapa de desarrollo  |
|         | Recuperación de energía y procesos más eficientes | Los reactores anaerobios están cada día siendo mejorados (eficiencia, costo, espacio)                       |
|         | Recuperación de fósforo y nitrógeno               | Recuperación material en forma de fertilizante, fosfato de calcio o estruvita con costos de reactivos bajos |

Fuente: Creación propia Tovar-León F.

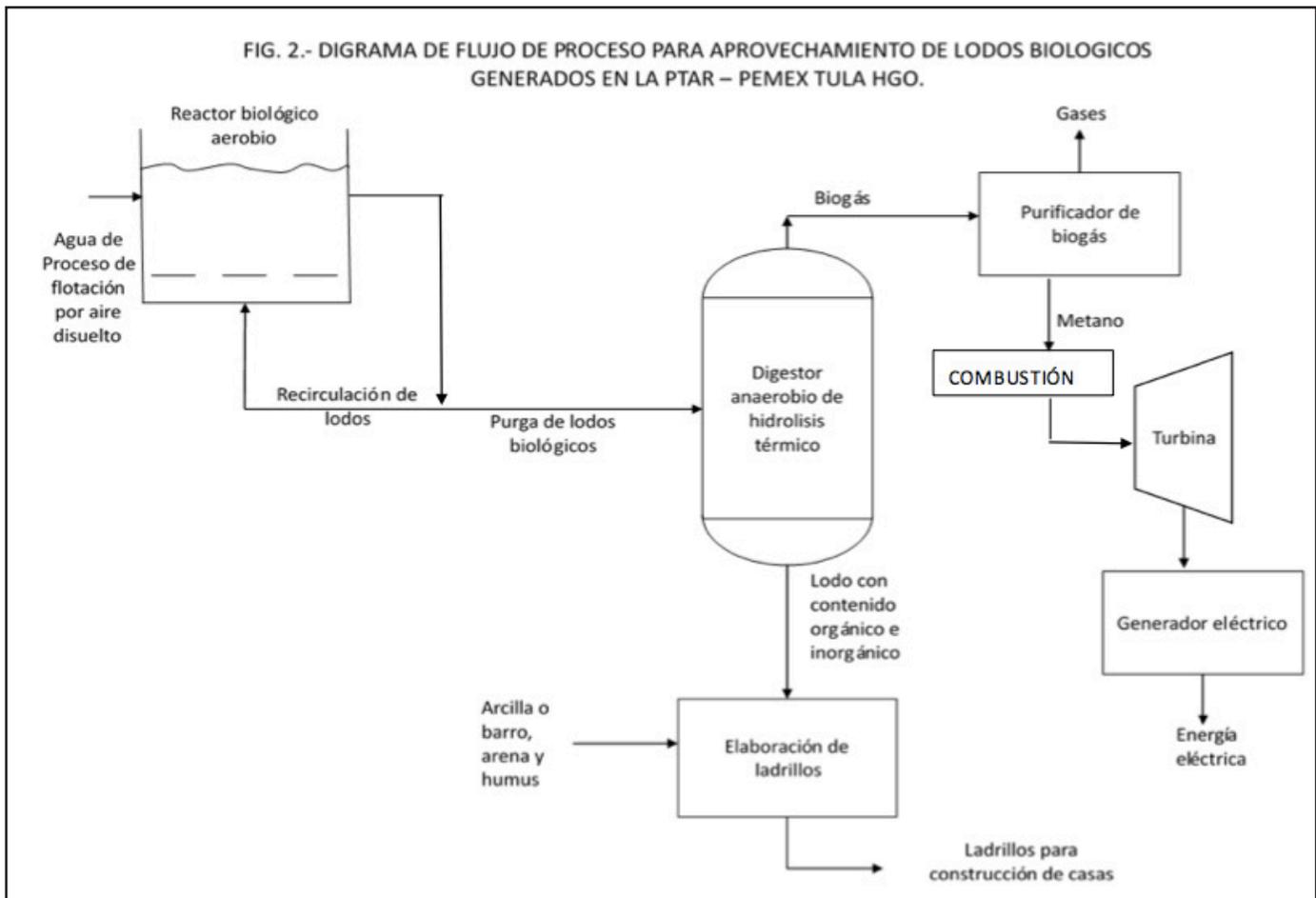
En el caso de su uso como mejoradores de suelos, áreas verdes o bosques a pesar de que ha sido una práctica de muy buena aceptación el mundo industrializado, sin embargo, en la actualidad, el vertido de sustancias más complejas y peligrosas hace que su práctica se vuelva nociva para el medio ambiente, al menos de que se tenga una estricta vigilancia de los contaminantes (por ejemplo metales pesados y salinidad) y de la dosificación adecuada de acuerdo al tipo de suelo. Como tecnologías actuales se tiene clasificado el secado térmico específicamente para lodos que tengan contaminantes químicos por debajo de las normas ambientales, el cual puede producir lodos estabilizados sin patógenos y baja humedad por lo que se puede tener un material listo para envío como mejorador de suelos o para ser alimentados a un incinerador que convierte el lodo en cenizas que pueden ser utilizadas para fabricar materiales de construcción o ladrillos; la desventaja es de que genera emisiones a la atmósfera y requiere filtros adicionales al proceso.

Una alternativa que aprovecha tanto materiales como energía es la digestión anaerobia misma que ha tenido mayor atención por investigadores y firmas de ingeniería la digestión anaerobia de lodos biológicos con hidrólisis térmica presenta ventajas económicas, de espacio y eficiencia sobre las tecnologías clásicas de digestión anaerobia tal es el caso de la instalación reciente de esta alternativa en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Capital de los Estados Unidos de América en el que se tiene planeado utilizar los lodos estabilizados como mejoradores de suelos.

El vermicomposteo es una alternativa viable desde el punto de vista ecológico y económico siempre y cuando se disponga de terreno dentro de la planta, pero tiene la desventaja de que toma en promedio de dos a tres meses el tiempo de producción de un lodo completamente estabilizado aún con sistemas cerrados de composteo a escala industrial que son un tanto más rápidos (en promedio 2 meses) pero se requiere una digestión adicional cuando el lodo contiene tóxicos.

Las tecnologías actuales referente a la elaboración de biopolímeros y biosurfactantes están aún en etapa de desarrollo y son muy prometedoras. Lo recuperación de materiales que ha tenido mayor desarrollo incluso la generación de patentes son las referentes a la extracción de fosforo y nitrógeno principalmente en forma de fertilizante, sulfato de calcio y estruvita con resultados exitosos incluso desde el punto de vista económico ya que se han utilizado precipitantes químicos de muy bajo costo. Con fundamento en lo arriba expuesto, se optó por seleccionar una digestión anaerobia de lodos con hidrólisis

térmica seguida de la utilización de biosólidos remanentes en la elaboración de ladrillos mezclados con arcilla. Esto permitirá utilizar el metano generado como fuente de energía en la generación de energía eléctrica y se podrá generar un producto de utilidad en el mercado. El proceso consisten principalmente en enviar el caudal de purga de los reactores biológicos aerobio a un proceso de digestión anaerobia por hidrólisis térmica en el que el biogás generado es purificado para producir metano de alta calidad y poder ser utilizado en un sistema de generación de energía eléctrica lo que implica un ahorro de energía que puede ser utilizada en la misma planta para consumo interno; los lodos generados con materia orgánica e inorgánica se envían a un proceso de elaboración de ladrillos mezclados con arcilla que pueden tener características aceptables por estándares de construcción nacionales o internacionales. Esta alternativa promete ser funcional y de buena eficiencia para este tipo de lodos generados en la PTAR PEMEX planta Tula (Figura 2).



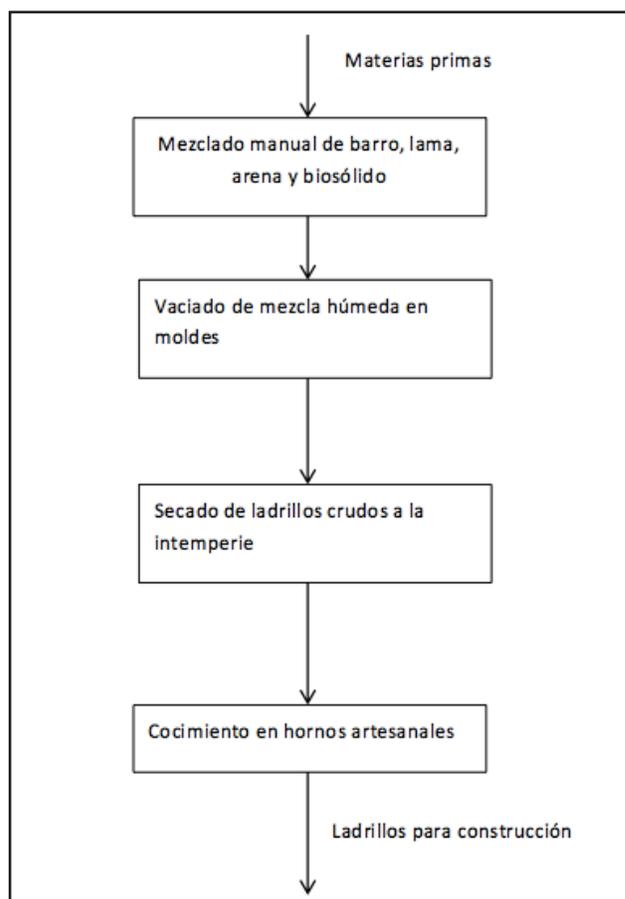
Alternativa de tratamiento y aprovechamiento de biosólidos generados en un proceso de lodos activados de planta de tratamiento de aguas residuales de la Refinería Miguel Hidalgo de Tula Hidalgo, México  
Fausto Tovar León y Juan José Angeles Meza pp. 15-21

### Propuesta: Elaboración De Ladrillos Con Biosolidos Descripción

Derivado de la consulta de una investigación reciente desarrollada en Melbourne Australia en el que fabricaron ladrillo con una mezcla de 50% de lodos biológicos y 50% de arcilla con propiedades físicas y mecánicas aceptables de acuerdo a estantándares de construcción de aquel país, en este caso los biosólidos utilizados fueron obtenidos de un proceso de estabilización de lodos biológico anaerobio en el que se aprovecha el metano generado como fuente de energía (Aruna Ukwatta, 2016). Se procedió a realizar pruebas de elaboración de ladrillos con lodos biológicos provenientes de los filtros banda de PEMEX PTAR Tula en el cual solo se les agrega polímero como agente floculante y espesante. Para esto, se decidió utilizar los ingredientes tradicionales de elaboración de ladrillo mezclados con diferentes porcentajes de lodo biológico (25 y 40% ) seguido del proceso habitual de cocción de ladrillos en los mismos hornos habituales, en una ladrillera de la Región de Actopan en el Estado de Hidalgo.

En la figura 3, se muestran las etapas para la elaboración de ladrillos de manera artesanal en el cual consiste en el mezclado manual de los ingredientes los cuales son barro, lama y arena adicionalmente se le incorpora nueva materia a base de biosólido, el mezclado se realiza de manera manual y se debe de mantener la humedad suficiente para que la mezcla sea manejable Posteriormente, la mezcla húmeda se vacía en los moldes especiales para ladrillo, el cual también se realiza de manera manual, de esta manera se procede a secado a la intemperie por un periodo de alrededor de aproximadamente dos semanas dependiendo del clima de la zona ; la siguiente etapa consiste en que los ladrillos crudos se introducen a un horno artesanal en el que se le suministra calor durante aproximadamente 12 h y más 3 días de cocción, finalmente los ladrillos se dejan enfriar en el mismo horno.

Fig. 3.- Etapas en la elaboracion artesanal de ladrillo con ingredientes tradicionales y un porcentaje de biosolido de Pemex Ptar Refinería Miguel Hidalgo



Fuente: Creación propia Tovar-León F.

### Sugerencias

Debido a que el proceso para elaborar ladrillos se efectuó de manera artesanal es necesario realizar estudios de caracterización físico-química de los biosólidos, barro, lama y arena de acuerdo a los bancos disponibles para poder preparar un ladrillo con calidad aceptable por estándares de construcción mexicana. Así mismo, se recomienda realizar pruebas de resistencia mecánica con métodos y estándares de construcción a los ladrillos producidos.

Otra opción es aplicar un proceso ya probado como lo es el propuesto por (Aruna Ukwatta, 2016) para obtener un ladrillo con características aceptables, con metodologías y pruebas establecidas por estándares de la construcción mexicanas o internacionales.

## Conclusiones

La normatividad nacional establece que se debe de aplicar la norma NOM-004-SEMARNAT-2002, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes físicos, químicos y patológicos para los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales, lo que significa que si PEMEX PTAR se encuentra dentro de dichos límites, los biosólidos estabilizados podrían ser utilizados como mejoradores de suelos. Sin embargo, también aplica la NOM-052-SEMARNAT-2005 en el que se establece que los lodos biológicos generados en procesos de tratamientos de aguas de la industria petrolera se consideran peligrosos, por lo que desde esta perspectiva se les debe de dar un tratamiento, reuso o disposición final como el propuesto en el presente trabajo en el que se recupera energía y se aprovecha el material remanente, lo que hace de esta alternativa una opción viable desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

## Agradecimientos

Agradezco el apoyo de la Dirección de Química Ambiental y a Directivos de la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, así como el apoyo del personal de la Refinería de Tula de Allende Hidalgo, México.

## Referencias bibliográficas

- Aruna Ukwatta, A. M. (Febrero de 2016). Variation in physical and mechanical properties of fired clay bricks incorporating ETP biosolids. (E. a. School of civil, Ed.)
- Atlatec, Diseño y construcción. (2000). Proyecto PEMEX Tula D-02/98; Manual de operación.
- Escalante-Estrada V.E., R.-C. E.-R.-V.-O. (2006). Operación y mantenimiento de plantas de lodos activados (Primera edición ed.). Jiutepec, Morelos, México: IMTA.
- Gerard, K. (1999). Ingeniería Ambiental. Colombia: McGraw Hill.
- Hailong Wang, S. L. (2008). Technological options for the management of biosolids. *Environmental Science and Pollution Research*, 308-317.
- IWA. (2014). Moving towards resource recovery. *Water 21*, Magazine of the international water association, 24,25.
- IWA. (2015). Blue plains delivers biosolids boost for DC Water. *Water 21*, 36,37.
- Joo S.H., F. D. (2015). Sustainable approaches for minimizing biosolids production and maximizing reuse options in sludge management: A review. *Journal of Environmental Management*, 158, 133-145.
- Metcalf and Eddy, Inc. (1991). *Wastewater engineering, Treatment disposal and reuse*. Estados Unidos de América: McGrawHill.
- Outwater A. B., T. B. (2015). Reuse of sludge and minor wastewater residual.
- R.Y. Surampalli, S. B. (1994). Microbiological stability of wastewater sludges from activated sludges systems. *Bioresource technology*, 49(3), 203-207.
- Santoyo, R. H.-A.-T.-C. (2010). Sales solubles y metales pesados en suelos tratados con biosólidos. *Revista chapingo, serie ciencias forestales y del ambiente*.
- Tay J.H., S. K. (1997). Resource recovery of sludges as a building and construction material - a future in sludge management. *Water Sci Technol*, 36, 259-266.
- Wang H., B. S. (2008). Technological options for the management of biosolids. *Environ Sci Pollut Res*, 15, 308-317.

## Universidad Tecnológica de Nayarit

### Coordinación Editorial / Instrucciones para autor

CONVOCA a la comunidad académica a presentar artículos originales de investigación en nuestra revista Universo de la Tecnológica, la cual se publica cuatrimestralmente.

UNIVERSO DE LA TECNOLÓGICA es una revista científica multidisciplinaria, publicada cuatrimestralmente, disponible en el formato impreso y publicación electrónica, con registro ISSN 2007-1450. La revista incluirá artículos originales de investigación. La recepción se encuentra abierta de manera permanente. Deberán ser trabajos NO mayor a tres autores. Se publicarán las aportaciones que a juicio del Comité Editorial y bajo el estricto arbitraje de especialistas cumplan el nivel y la calidad pertinente para ello; su contenido será responsabilidad única de los autores. Una vez sometido el artículo y aprobado, éste pasa a ser propiedad de la revista.

Los autores deben hacer mención el área en que consideran su trabajo sea arbitrado y ser presentados:

Procedimiento editorial

- Tecnologías y Ciencias Agropecuarias
- Tecnología y Ciencias de la Ingeniería
- Ciencias Sociales y Económicas
- Ciencias de la Información y Comunicación
- Ciencias Exactas

Los artículos recibidos en Universo de la Tecnológica, tienen una evaluación inicial de forma por parte de la Coordinación Editorial, para verificar que el artículo cumple con los lineamientos establecidos en las políticas editoriales de la revista. Una vez verificado se envía a los Editores de Área, quienes evalúan el perfil del artículo, si es aprobado se envía a revisores expertos en el área en la que suscribió el artículo.

Revisión de pares

Los nombres de los autores no son revelados a los revisores y viceversa. Este proceso de evaluación anónimo protege a los autores y los revisores de todo pre-juicio. Una vez que los árbitros aceptan la invitación a ser revisores, ellos examinan el manuscrito a fondo y envían el dictamen o sugerencias de posibles cambios o una recomendación firme sobre la conveniencia de publicar el documento.

La presentación de un manuscrito implica:

- Que el trabajo no está bajo consideración para su publicación en cualquier otro lugar.
- Que su publicación ha sido aprobada por todos los coautores, en su caso, así como por las autoridades responsables -implícita o explícitamente- en el instituto donde el trabajo ha sido llevado a cabo. Esto es justificado a través de una carta de postulación por el autor correspondiente.
- Es importante aclarar que ni el Editor, ni la revista Universo de la Tecnológica a través de la Universidad Tecnológica de Nayarit, serán legalmente responsable si se presenta alguna reclamación de indemnización por el trabajo aquí publicado. El único responsable es el autor correspondiente.

Formato del artículo

Para documentos realizados en formato .doc (Word), el texto debe ser escrito en letra Times New Roman a 12 pts., interlineado 2.0, en tamaño carta (21.5 × 28) cm. y foliadas, extensión mínima 3 cuartillas y un máximo de 8, incluyendo referencias bibliográficas. Se recomienda que la redacción del texto sea realizada en modo impersonal, incluso en el apartado de agradecimientos.

Preparación el manuscrito

Un manuscrito debe incluir las siguientes partes:

1) Página de título

Un título conciso e informativo, el nombre/s del autor/es, la afiliación/es, dirección/es de autor/es, la dirección de correo electrónico y teléfono del autor/es para mayor identificación de los autores. En cuanto al origen del artículo, los trabajos deben ser investigaciones terminadas, así mencionar

si el artículo es producto de una investigación, tesis de grado, entre otras. Si es resultado de una investigación, deben señalarse: el título del proyecto, la institución ejecutora, fase del proyecto, fecha de inicio y finalización.

## 2) Documento Principal

a) Título en español e inglés: El mismo título que figura en la página del título (ni el autor, ni los nombres de las afiliaciones, ni la dirección de autor/s se presentan en este apartado).

El título no se escribe con mayúsculas sostenida, se escribe solo con mayúscula inicial, debe ir centrado y en negritas.

b) Resumen en español e inglés menor a 150 palabras: Cada trabajo debe ir precedido de un resumen, estructurado en Introducción - Objetivos - Métodos - Resultados – Conclusiones y Discusión (estas palabras se incluyen en el número de palabras permitidas en el resumen).

c) Palabras clave en español e inglés: Debajo del resumen, enlistar de tres a cinco palabras derivadas del tema del manuscrito.

d) Abreviaturas: Las abreviaturas deben ser definidas la primera vez que se mencionan; si fuera esto en el resumen, entonces debe definirse otra vez en el cuerpo principal del texto y utilizar el acrónimo. Para las mediciones y los valores laboratorio se deben presentar utilizando el Sistema Internacional de Unidades (SI).

e) Introducción: Aquí se debe indicar el propósito de la investigación y hacer una breve revisión de la literatura pertinente, finalizando la sección con el objetivo del trabajo.

f) Materiales y Métodos: Esta sección debe seguir de la Introducción y proporcionar suficiente información para permitir la repetición del trabajo en condiciones similares.

g) Resultados: Se describen los resultados del estudio. Los datos deben ser presentados en la forma más concisa posible, en forma de figuras o tablas, aunque tablas muy grandes deben ser evitadas.

h) Discusión: Debe ser una interpretación de los resultados y su significado sobre el trabajo de otros autores.

i) Conclusiones: del proyecto y el contraste con el objetivo planteado en la investigación.

i) Las figuras y tablas: A fin de garantizar los más altos estándares para la calidad de sus ilustraciones, éstas deben de ir a una resolución de 300 dpi's. Las figuras tienen que ser claras y fáciles de leer. Figuras numeradas en número arábigo seguido de pie de figura para la parte inferior de cada una de ellas e insertadas dentro del cuerpo del artículo y no al final de éste.

Las tablas tienen que ser menores de 17 cm × 20 cm, enlistadas en números arábigos y deben tener un título y/o leyenda en la parte superior para explicarla o para explicar cualquier abreviatura utilizada en ella, del mismo modo deben estar insertas dentro del cuerpo del artículo.

## Citación

Cuando la cita tiene menos de 40 palabras se escribe inmersa en el texto, entre comillas y sin cursiva. Se escribe punto después de finalizar la cita y todos los datos.

Las citas que tienen más de 40 palabras se escriben aparte del texto, con sangría, sin comillas y sin cursiva. Al final de la cita se coloca el punto antes de los datos -recuerde que en las citas con menos de 40 palabras el punto se pone después-. De igual forma, la organización de los datos puede variar según donde se ponga el énfasis, al igual que en el caso anterior.

## Referencias

Se incorporan al final del documento, la exactitud de las referencias es responsabilidad de los autores. El estilo de citar de Universo de la Tecnológica está basado en el Manual de Publicaciones de la American Psychological Association (APA). Se recomienda consultar en la página del Centro de Escritura Javeriano Normas APA, en ella se presentarán las consideraciones más relevantes de la norma. Las citas en el texto deben seguir el formato de apellido del autor y fecha de la obra incluidas en paréntesis dentro de la oración.

Ejemplo: Con el uso del rastrojo disminuyen los gastos en la compra de forraje y de concentrados, lo que permite a las familias diversificar sus ingresos (Sharma, 1994).

Si la oración incluye el apellido del autor, sólo se escribe la fecha entre paréntesis.

Ejemplo: Sharma (1994) informa que con el uso del rastrojo disminuyen los gastos en la compra de forraje y de concentrados, lo que permite a las familias diversificar sus ingresos.

Cuando la obra manuscrito tiene entre dos y seis autores, se cita la primera vez con todos los apellidos de los autores y el año. Si se tiene que citar más veces, sólo se escribe el apellido del primer autor, seguido de la frase et al., y si son más de seis autores, se utiliza el apellido del primer autor, et al., y el año desde la primera mención.

La lista de referencias debe incluir únicamente las obras que son citadas en el texto y que han sido publicados. Las referencias deben estar en orden alfabético y numeradas.

- Nombre del autor y colaboradores separados por una coma (en su caso), comenzando con el apellido paterno, seguido con la inicial de los nombres. Año de la publicación entre paréntesis.

Título del libro en itálicas (cursivas). Ciudad de publicación, país y páginas totales. Al final se agrega el número de edición (de la segunda en adelante) seguida por dos puntos y nombre de la casa editorial.

- Ejemplos de algunas referencias;

Libros, forma básica:

1) Apellido, A. A. (Año). *Título*. Lugar de publicación: Editorial.

1) Damasio, A. (2000). *Sentir lo que sucede: cuerpo y emoción en la fábrica de la consciencia*. Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello.

Capítulos de libros:

Se referencia un capítulo de un libro cuando el libro es con editor, es decir, que el libro consta de capítulos escritos por diferentes autores.

1) Apellido, A. A., y Apellido, B. B. (Año). Título del capítulo o la entrada. En A. A. Apellido. (Ed.), *Título del libro* (pp. xx-xx). Ciudad, País: Editorial.

1) Molina, V. (2008). "... es que los estudiantes no leen ni escriben": El reto de la lectura en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. En H. Mondragón (Ed.), *Leer, com-prender, debatir, escribir. Escritura de artículos científicos por profesores universitarios* (pp. 53-62). Cali, Valle del Cauca: Sello Editorial Javeriano.

Artículos de revistas científicas, forma básica:

1) Apellido, A. A., Apellido, B. B., y Apellido, C. C. (año). Título del artículo. *Nombre de la revista, volumen* (número), pp-pp.

1) Cifra, M., Pokorn, J., Havelka, D., y Kucera, O. (2010). Electric field generated by axial longitudinal vibration modes of microtubule. *Bio Systems*, 100(2), 122-31.

Páginas web:

1) Apellido, A. A. (Fecha). *Título de la página*. Lugar de publicación: Casa publicadora. dirección de donde se extrajo el documento (URL).

1) Argosy Medical Animation. (2007-2009). *Visible body: Discover human anatomy*. New York, EU.: Argosy Publishing. Recuperado de <http://www.visiblebody.com>

Criterios para la evaluación de artículos

Las decisiones sobre publicación de los artículos recibidos estarán basadas en los siguientes criterios de evaluación:

- a) Relevancia científica
- b) Fundamentación científica
- c) Validez metodológica
- d) Manejo de referencias
- e) Evidencia de asociación directa con un proyecto de investigación, desarrollo o innovación
- f) Aplicabilidad

Forma de entrega

Los trabajos se envían por correo electrónico en Word, las gráficas y tablas en el procesador Excel, al Dr. Rodolfo Rosales Herrera, al correo electrónico: [universodelatecnologica@utnay.edu.mx](mailto:universodelatecnologica@utnay.edu.mx).

Universidad Tecnológica de Nayarit/

Coordinación Editorial

Tel. (311) 2119800 Ext, 1404

“Una Oportunidad para El Desarrollo de los Profesionales del Turismo y la Gastronomía”  
**Bienvenidos al Congreso de México y de las Américas**



**11 y 12 DE OCTUBRE**  
**TEPIC NAYARIT**

CONFERENCIAS MAGISTRALES  
SEMINARIOS  
PRESENTACIÓN DE CASOS EXPERIMENTALES  
MESAS REDONDAS  
PANELES MAGISTRALES  
TALLERES  
PONENCIAS EN MODALIDAD CARTEL  
CONCURSO DE FOTOGRAFÍA  
ACTIVIDADES CULTURALES  
CLÍNICAS DE ANIMACIÓN SOCIOCULTURAL  
ENCUENTROS PROFESIONALES

CUOTA DE RECUPERACIÓN  
SOCIOS AMESTUR : \$950.00  
GENERAL : \$1200.00

**INFORMES E INSCRIPCIONES**  
TEL: 01 (311) 211 98 00 Ext. 1900  
TEL DIRECTO: (311) 2 11 98 37  
EMAIL: [congreso7.animacion@utnay.edu.mx](mailto:congreso7.animacion@utnay.edu.mx)



