



ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen XXI

Número 41

Julio-Diciembre 2015

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas



« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Juan Pablo Quiñonez Rodríguez.



DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M. en A. Rubicel Cruz Romero
Secretario de Servicios Administrativos

L.C.P. Marina Moreno Tejero
Secretaria de Finanzas

M.C.A. Rosa Martha Padrón López
Directora de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Carolina Zequeira Larios
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M. en C. Andrés Arturo Granados Berber
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

Biól. Blanca Cecilia Priego Martínez
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

COMITE EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo
Editor en jefe

Dra. Carolina Zequeira Larios
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño
Editores asociados

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Coordinador editorial

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez
Corrector de pruebas

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez
Dis. Gráf. María Cristina Sarao Manzanero
Lic. Ydania del Carmen Rosado López
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García
Soporte técnico institucional

L.C.I. Francisco García Ulloa
Est. Lic. Idiomas, Ana Yuseth Pérez del Ángel
Traductor

Pas. Ing. Ambiental, Manuel Alberto Ek Pozo
Est. Ing. Ambiental, Adrián Hernández Magaña
Est. Lic. Biología Diana Beatriz Montero Hernández
Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

M. en C. Mirna Cecilia Villanueva Guevara
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco - México

Dr. Julián Monge Nájera
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro
Universidad de Valladolid (UVA) - España

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación semestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto en la siguiente dirección: www.revistas.ujat.mx; por otro lado se halla citada en:

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):
www.dgbiblio.unam.mx

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal):
www.latindex.unam.mx/index.html

Nuestra portada:

Actividades de investigación y conservación de recursos naturales en la División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo & Ydania del Carmen Rosado López; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Fotografías de:

Rafael Sánchez Gutiérrez (Coordinación de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT); del M.C.A. José Luis Ramos Palma.

KUXULKAB', año XXI, No. 41, julio-diciembre 2015; es una publicación semestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Lilia María Gama Campillo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Coordinador editorial de la revista, Fernando Rodríguez Quevedo; Kilómetro 0.5 de la carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 31 de julio de 2015.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

Este segundo número del 2015 de nuestra revista de divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, es el último que se publica de forma semestral. Ahora que nos encontramos en la era electrónica, tenemos oportunidad de realizar mejoras de forma más ágil y producir las publicaciones con otras herramientas de apoyo, además de tener cada vez más imágenes en el contenido. Sin embargo, es importante aclarar que aunque tenemos estas posibilidades a nuestro alcance, la permanencia de la revista está -como saben- vinculada a que los investigadores y estudiantes sigan considerando a *Kuxulkab'* como una opción de compartir el conocimiento.

La Secretaría de Investigación, Posgrado y Vinculación de nuestra universidad, busca continuamente estrategias para fortalecer las diferentes revistas que se publican; hoy en día y más que nunca se hace necesaria la socialización del conocimiento a través de la divulgación del mismo. Es importante mantener una sociedad informada a través de un lenguaje accesible, que fácilmente le permita identificar tanto aquellos desarrollos tecnológicos, como descubrimientos científicos o aplicación del conocimiento acreditado que están ocurriendo a nuestro alrededor.

En esta era, cuando el acceso a la información se está facilitando, se vuelve muy importante pensar en la calidad de la información, esto requiere de un compromiso con nuestros lectores y la búsqueda de investigadores que nos compartan datos y resultados de interés. Aprovecho para mencionar que sin duda, esta labor ha sido posible gracias al apoyo editorial así como a las personas que colaboran en nuestra División Académica y que se han sumado a este proceso, a quienes reiteramos nuestro agradecimiento.

Las seis contribuciones que se presentan en este número, sobre temas de contaminación, planeación y biodiversidad, reflejan el interés de la comunidad universitaria en atender las problemáticas regionales y dar respuesta con alternativas tecnológicas a algunas de estas inquietudes. Así mismo de forma muy sencilla tratamos de compartir temas que cada vez tomaran más relevancia con los escenarios futuros de cambios en el ambiente, como por ejemplo el polen que circula en nuestro entorno y que es causante de muchos problemas como el caso de alergias, donde se espera incrementarse debido a estos cambios en el ambiente, por lo que este número promete compartir con ustedes sin duda información interesante.

Lilia María Gama Campillo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Rosa Martha Padrón López
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

GENERACIÓN DE BIOGAS MEDIANTE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA DE EXCRETAS DE BORREGO	5
Marco Antonio Sarabia Méndez, José Ramón Laines Canepa & José Aurelio Sosa Olivier	
UNA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE: EL PAQUETE OPENAIR	11
Ofelia Rivera Sasso & Sergio Ramos Herrera	
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE PECES DE LA LAGUNA «EL ARRASTRADERO», PARAÍSO TABASCO, MÉXICO	17
José Luis Ramos Palma, Santiago Palma Avalos, Andrés Arturo Granados Berber, Daniel Sala Ruíz, Arturo Garrido Mora & Francisco Javier Félix Torres	
ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOSURFACTANTES OBTENIDOS DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO Y DEGRADADORAS DE PETRÓLEO	23
Ana Laura Severo Domínguez, Miguel Ángel Hernández Rivera, Reyna Lourdes Fócil Monterrubio & Marcia Eugenia Ojeda Morales	
AEROBIOLOGÍA: LA CIENCIA QUE ESTUDIA LOS GRANOS DE POLEN	29
Marcela Alejandra Cid Martínez, José Edmundo Rosique Gil & Reyna Lourdes Fócil Monterrubio	
ACCIONES DE SEGUIMIENTO PARA UNA EVALUACIÓN ESTRATÉGICA DE LA APLICACIÓN DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE TABASCO	35
Erika del Carmen Salazar Conde, Lilia Maía Gama Campillo, Jeiner Pascual Castellanos, Pedro Morales Hernández & Carlos Ramón Martín Vargas	

ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOSURFACTANTES OBTENIDOS DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO Y DEGRADADORAS DE PETRÓLEO

STUDY OF THE PRODUCTION OF BIOSURFACTANTS OBTAINED FROM NITROGEN FIXING BACTERIA AND DEGRADING OIL

Ana Laura Severo Domínguez¹✉, Miguel Ángel Hernández Rivera², Reyna Lourdes Fócil Monterrubio³ & Marcia Eugenia Ojeda Morales⁴

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería y Protección Ambiental de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Estudiante del área de remediación biológica de suelos contaminados con hidrocarburos, análisis y obtención de surfactantes de origen biológico. ²Doctor en Ciencias Químicas y profesor-investigador de la UJAT; Especialista en la investigación para la obtención de materiales y procesos para control ambiental. ³Maestra en Ciencias y profesor-investigador de la DACBiol-UJAT. ⁴Maestra en Ingeniería y Protección Ambiental y profesora-investigadora de la UJAT. Participa en proyectos del área de biotecnología.

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

✉ ana.severo@ujat.mx

Como referenciar:

Severo Domínguez, A.L.; Hernández Rivera, M.A.; Fócil Monterrubio, R.L. & Ojeda Morales, M.E. (2015). Estudio de la producción de biosurfactantes obtenidos de bacterias fijadoras de nitrógeno y degradadoras de petróleo. *Kuxulkab'*, XXI(41): 23-28, julio-diciembre.

Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>

<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

Resumen

Se realizó el análisis de producción de surfactantes biológicos de dos especies de bacterias del género *Azospirillum*, ya que ambas lograron la mayor disminución de tensión superficial (Fuentes, 2014). Ambas cepas se sometieron a análisis de producción durante ocho días, monitoreando producción de biosurfactante y unidades formadoras de colonia (UFC). Obteniendo para la cepa "*A. brasilense*" un crecimiento máximo de 75×10^6 UFC/mL y una producción de biotensoactivo de 5.5 g/L, mientras que la "*A. lipoferum*" obtuvo un crecimiento máximo 80×10^6 UFC/mL y una producción de 8.8 g/L. A las 72 horas la producción fue mayor en ambas especies. El conocer este tiempo de máxima producción tiene como principal ventaja disminuir costo referente al tiempo de establecimiento de los reactores para producción del biosurfactante y esto a su vez impacta directamente en la disminución de costos para remediaciones empleando el surfactante producido.

Palabras clave: *Azospirillum*, Biorremediación, *Lipoferum*, *Brasilense*.

Abstract

The analysis of biological surfactants production of two species of bacteria of the genus *Azospirillum*, since both achieved the greatest reduction in surface tension (Fuentes, 2014). Were subjected to analysis eight days production, it was quantified biosurfactant production and colony forming units (UFC). It "*A. brasilense*" was obtained maximum growth of 75×10^6 CFU/mL and production biotensoactivo 5.5 g/L while "*A. lipoferum*" obtained maximum growth 80×10^6 CFU/mL and a production of 8.8 g/L. At 72 hours the production was higher in both species. Know this period of maximum production have the main advantage decrease the time of establishment of the reactors for production of biosurfactant and this in turn has a direct impact on reducing costs for remediation using the surfactant produced.

Keywords: *Azospirillum*, Bioremediation, *Lipoferum*, *Brasilense*.

En este artículo se expone la evaluación de dos especies de bacterias del género *Azospirillum* ("*A. brasilense*" y "*A. lipoferum*"), las cuales tienen como características principales ser benéficas al momento en que las plantas absorben nitrógeno, ya que ellas se encargan de ayudar a que este elemento logre fijarse en dicha planta y las ayude a su crecimiento. Otra característica de estas cepas bacterianas es que poseen la facilidad de consumir hidrocarburo y para esta actividad dividen las moléculas grandes en pequeñas; finalmente la característica más importante de ambas cepas es que pueden producir biosurfactantes, que son también llamados tensoactivos. Éstos son moléculas que poseen la capacidad de interactuar con compuestos que contengan características similares a las del agua y con los que se comportan como aceites, y por lo tanto, ubicarse en la interfase de los mismos (imagen 1). Esta afinidad por las interfases es lo que les otorga sus principales características: disminuir la tensión superficial, reducir la tensión interfacial y aumentar la solubilidad para que en el caso de los hidrocarburos, puedan ser «consumidos» por las bacterias (Ron & Rosenberg, 2002; Raiger & López, 2009).

Los surfactantes presentan una amplia variedad de aplicaciones en productos de uso común como en fluidos de perforación, jabones, shampoos, pinturas, fármacos y procesos alimenticios; éstos compuestos también se han utilizado para remediar el ambiente (aguas y suelos) cuando existe contaminación con hidrocarburos. En los últimos trece años se ha descubierto un tipo de surfactante que posee mejores propiedades, su costo es mucho menor y también es más adecuado para su uso en el medio ambiente por su grado de biodegradabilidad, tal es el caso de los surfactantes de origen biológico (Banat *et al.*, 2000; Sustersick, 2004). Muchos microorganismos son capaces de sintetizar este tipo de compuestos y en ese caso, se los denomina «biosurfactantes» (Raiger & López, 2009).

Al respecto en este tema, en el 2012 se obtuvo y evaluó un surfactante biológico obtenido a partir del hongo "*Aspergillus terreus*"; dicho surfactante fue empleado para remediar suelos contaminados con hidrocarburos y al compararse con surfactantes de pino y naranja, se observó que la biorremediación del suelo utilizando biosurfactantes resultó mayor en un 28 % que los tratamientos con surfactantes que no eran de origen biológico (Severo & Rodríguez, 2012); Fuentes (2014) estudió surfactantes de origen biológico, obtenidos de cepas bacterianas hidrocarbonoclastas del género *Azospirillum*, dentro de sus investigaciones fueron seleccionadas dos especies del género considerando como criterio de elección la disminución de tensión superficial.

El presente escrito es resultado de un proyecto de investigación donde se realizó el análisis para saber quién de estas dos cepas logra producir más biosurfactante y en cuanto tiempo logra la máxima producción. Para lograr el objetivo principal del proyecto, se reactivaron y propagaron las cepas de "*A. brasilense*" y "*A. lipoferum*" empleando la técnica de estriado en superficie (Madigan *et al.*, 2013) y como medio de cultivo Rojo Congo (Rodríguez, 1982). Posteriormente se estableció un experimento "*in vitro*" a nivel matraz, basado en el diseño experimental completamente al azar de tipo factorial 1x2. El factor 1 comprendió el género de la bacteria hidrocarbonoclasta (género *Azospirillum*) y el factor 2, especies ("*A. brasilense*" y "*A. lipoferum*") con sus cuatro repeticiones (cuadro 1).

«Los surfactantes presentan una amplia variedad de aplicaciones en productos de uso común como en fluidos de perforación, jabones, shampoos, pinturas, fármacos y procesos alimenticios; también se han utilizado para remediar el ambiente (aguas y suelos) cuando existe contaminación con hidrocarburos»

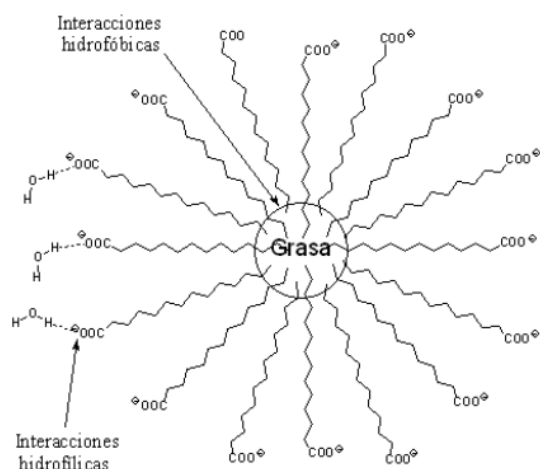


Imagen 1. Interacciones de los tensoactivos (Brunet, 2013).

Las cepas bacterianas hidrocarbonoclastas AZPB y AZPL previamente reactivadas en placas petri, fueron colocadas en medio líquido Kim (Kim *et al.*, (2000), el cual es considerado como medio de cultivo productor de surfactante preparado dentro de un biorreactor de vidrio de 500 mL previamente esterilizado, el cual constó con una entrada de aire acoplada con un filtro microbiológico a fin de evitar la entrada de microorganismos externos a las unidades experimentales. El sistema contó con un venteo atmosférico, así como una toma de muestra (Hernández-Rivera *et al.*, 2011) (imagen 2). El experimento fue establecido durante ocho días.

De manera diaria se extrajo muestras para conocer cuántas unidades formadoras de colonias (UFC) de cada cepa bacteriana existían en cada unidad experimental (biorreactor), para ello se empleó el método de recuento en placas por diluciones en serie (Madigan *et al.*, 2013). De igual manera se analizó la producción del biosurfactante, utilizando la siguiente metodología: se tomaron muestras de cada matraz en donde se estaba produciendo biosurfactante, considerando las debidas precauciones para evitar que se contaminaran los experimentos, dichas muestras de manera separadas fueron sometidas a las fases de extracción y purificación del biosurfactante (imagen 3).

Filtrado y centrifugado del caldo. El caldo muestreado de cada unidad experimental fue filtrado, para separar la biomasa existente, luego fue sometida a centrifugación a 2,500 revoluciones por minuto (rpm) durante 30 min para eliminar del caldo sólidos que aún estuvieran presente.

Lavado con acetona. Los sólidos suspendidos aún existentes en el caldo sobrenadante, fueron precipitados adicionando acetona fría en una relación caldo/acetona 1:1.2 respectivamente (Kim *et al.*, 2000). El precipitado obtenido se separó del sobrenadante mediante un embudo de separación, posteriormente la acetona se eliminó en rotavapor hasta sequedad (Almazán *et al.*, 2000), este proceso se realizó tres veces de manera consecutiva.

Lavado cloroformo-metanol. Se preparó la solución cloroformo-metanol en una relación 2:1. El caldo obtenido del lavado anterior, se mezcló con la solución preparada anteriormente en una relación 1:1, posteriormente se dejó reposar en un embudo de separación para obtener la fase de interés (fase menos densa) por medio de diferencia de densidades, este lavado se realizó tres veces y en su última repetición pasó a rotavapor para separar el solvente hasta sequedad y así obtener el biosurfactante (Mulligan *et al.*, 1989; Almazán *et al.*, 2000).

Cuadro 1. Diseño experimental.

Factor 1	Factor 2	Unidades experimentales
Género <i>Azospirillum</i> (AZP)	"A. brasilense" (AZPB)	AZPBR1
		AZPBR2
		AZPBR3
		AZPBR4
	"A. lipoferum" (AZPL)	AZPLR1
		AZPLR2
		AZPLR3
		AZPLR4

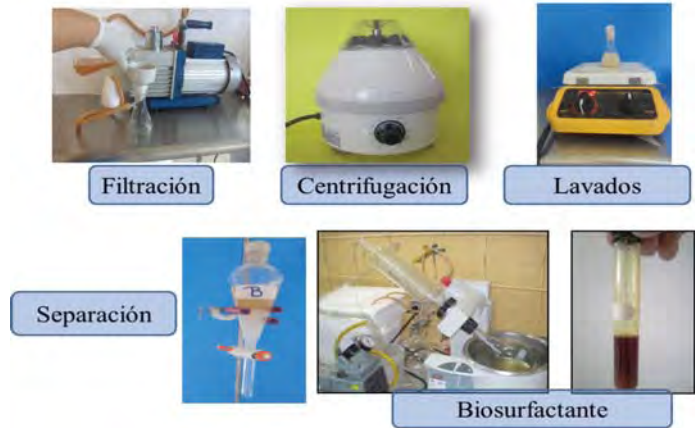
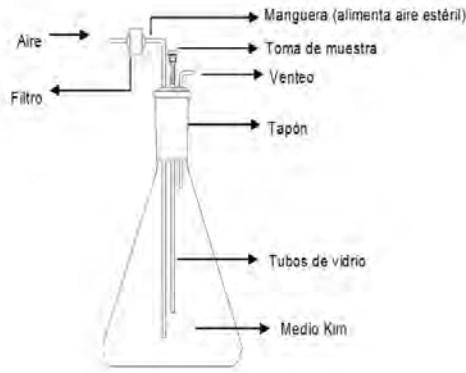
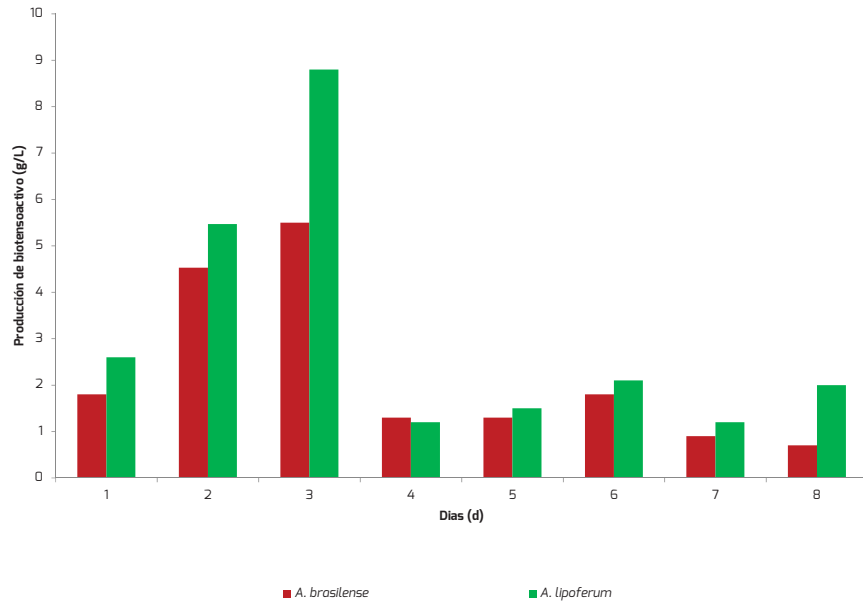


Imagen 2. Representación del biorreactor utilizado para la producción de surfactante (Hernández-Rivera *et al.*, 2011).

Imagen 3. Proceso de obtención del biosurfactante.

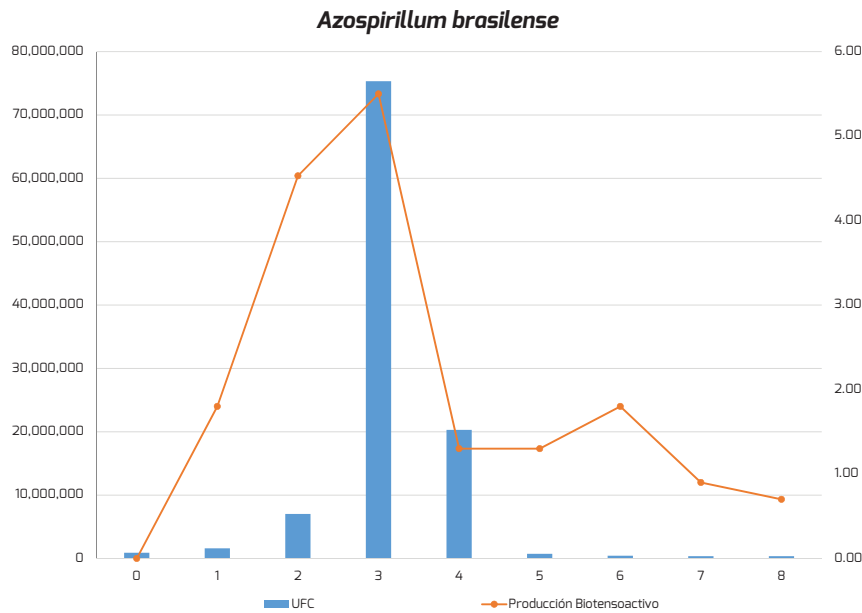
Severo *et al.*, (2015). *Kuxulkab'*, XXI(41); 23-28



Gráfica 1. Producción de biotensoactivo por las cepas "*A. brasilense*" y "*A. lipoferum*" en medio Kim; medias de los tratamientos, hay diferencia estadística significativa ($\alpha \leq 0.05$) particularmente "*A. brasilense*" en el día ocho.

Al finalizar la experimentación los resultados fueron sometidos al análisis de varianza, utilizando el procedimiento ANOVA del Statical System. Donde el análisis mostró, a las 192 h diferencias significativas entre los tratamientos ($r^2=0.66$, $\alpha=0.05$). Los resultados en la producción del biotensoactivos por ambas cepas bacterianas no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos durante las primeras 168 h de haber establecido el experimento.

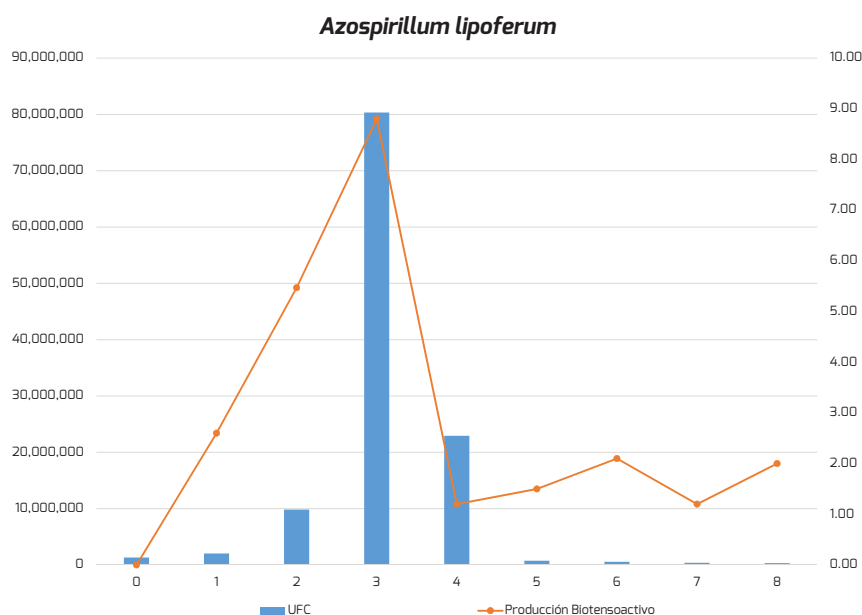
El tratamiento con "*A. lipoferum*" fue la que produjo mayor cantidad de biotensoactivo (gráfica 1). El crecimiento máximo de población microbiana para ambas especies de *Azospirillum*, se obtuvo a las 72 h de haber establecido el experimento en el medio Kim. La cepa "*A. brasilense*" tuvo un crecimiento máximo de 75×10^6 UFC/mL (gráfica 2) y una producción de biotensoactivo de 5.5 g/L, mientras que la "*A. lipoferum*" obtuvo un crecimiento máximo 80×10^6 UFC/mL y una producción de 8.8 g/L (gráfica 3). Al finalizar el experimento la población microbiana "*A. lipoferum*" fue de 33×10^4 UFC/mL y 2 g/L de producción biosurfactante, mientras que la población microbiana de "*A. brasilense*" fue de 35×10^4 UFC/mL con una producción de 0.7 g/L de biosurfactante (gráfica 2 y 3).



Gráfica 2. Comparación de la cinética de crecimiento de UFC/ml de AZPB y producción de biosurfactante g/L.

La capacidad de producción de biotensoactivo de "*Azospirillum brasilense*" puede compararse con la de "*Azotobacter chroococcum*" estudiada por Thavasi *et al.* (2010), la cual produjo un rendimiento de 4.6 g/L a las 96 h de haber establecido el bioensayo. En el mismo contexto, Pérez *et al.* (2010), reportaron a la cepa bacteriana fijadora de nitrógeno "*Stenotrophomonas sp*" con un rendimiento en la producción del biotensoactivo de 0.5 g/L en 288 h.

Si comparamos estos rendimientos, aunque en tiempos de producción diferentes, encontramos que existe una importante diferencia en las cantidades de biotensoactivo producidas, siendo considerablemente mejores los rendimientos de "*A. lipoferum*" y "*A. brasilense*". Tomando en cuenta los resultados anteriores se concluye que el tiempo de establecimiento ideal para obtener una máxima producción de biosurfactantes de las cepas AZPB y AZPL son las 72 h, logrando obtener mayor cantidad con la cepa AZPL.

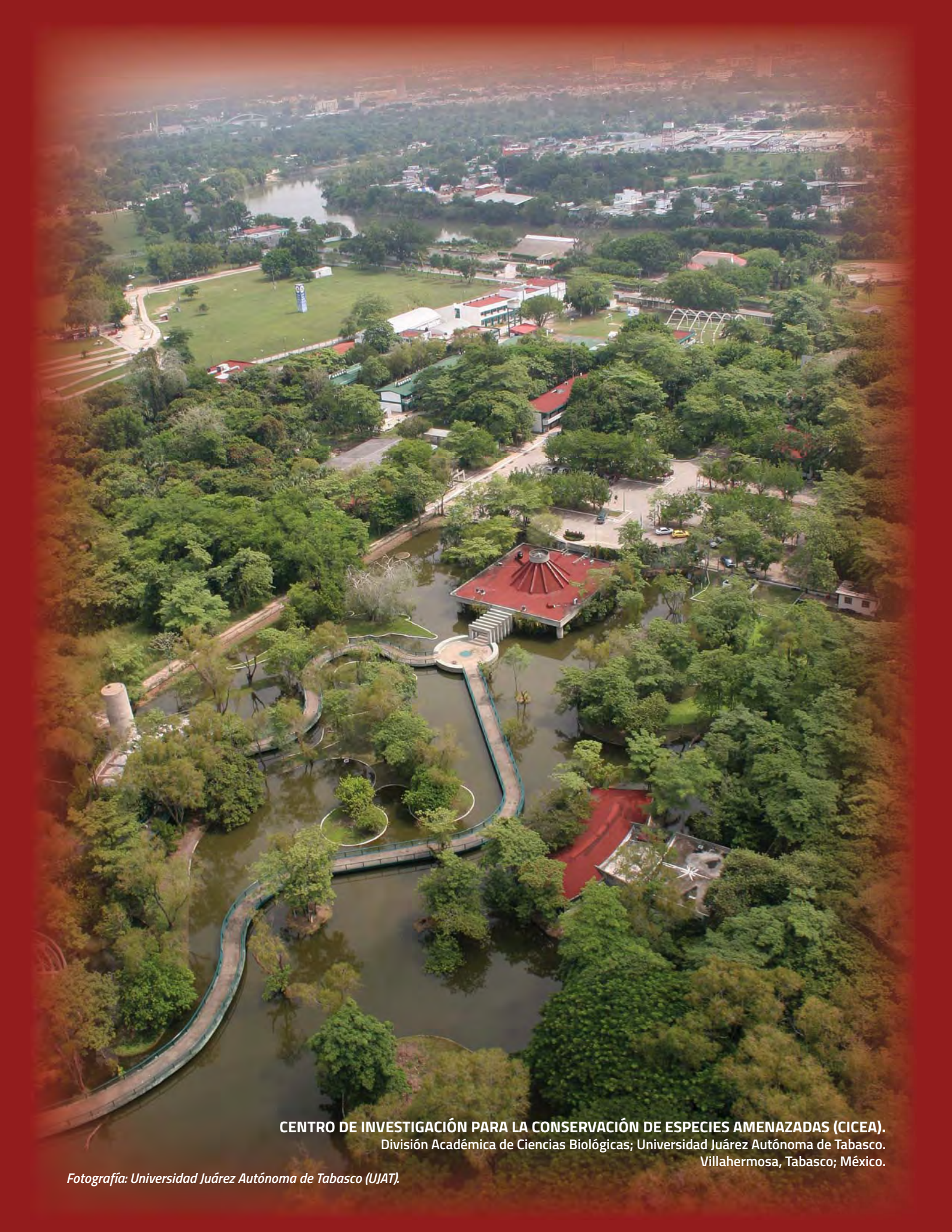


Gráfica 3. Comparación de la cinética de crecimiento de UFC/ml de AZPL y producción de biosurfactante g/L.

Es importante estudiar la cantidad que se produce de biotensoactivo de manera puntual, ya que el estudio demostró que la obtención de los surfactantes biológicos puede variar con respecto al tiempo, esto podría deberse a que en los tratamientos el sustrato no es renovado, por lo que se puede inferir que las bacterias podrían tener la capacidad ocupar los biotensoactivos como fuente de carbono y alimentarse de este. El conocer el tiempo de máxima producción tiene como principal ventaja disminuir costo referente al tiempo de establecimiento de los reactores para producción del biosurfactante, y esto a su vez impacta directamente en la disminución de costos para remediaciones empleando el surfactante producido.

Referencias

- Almazán, V.; González, J.M.; Pérez, J.J.; Dieguez, F.; Villaverde, M.J.; Pérez, G.; Joseph, N. & Gan, R.** (2000). Purificación e identificación de la naturaleza química de un tensioactivo producido por "*Pseudomonas aeruginosa*" Cepa Ido-330. *Revista Biología*, 14(2): 172-177
- Banat, I.M.; Makka, R.S. & Cameotra, S.S.** (2000). Potential commercial applications of microbial surfactants. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 53(1): 495-508
- Brunet Romero, E.** (2013). *Jabones y agentes tensoactivos*. España: Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de https://www.google.com.mx/url?url=https://www.uam.es/departamentos/ciencias/qorg/docencia_red/qo/l16/nota10.html&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=05z0VPzbPMnBggTkiIKACA&ved=OCBkQ9QEwAg&usg=AFQjCNEzVffqUL-IMRmpUo_hQRElyvQ
- Fuentes Domínguez, I.** (2014). *Obtención y caracterización de emulsificantes biológicos obtenidos de cepas bacterianas hidrocarbonoclastas fijadoras de nitrógeno* (Tesis inédita de Maestría). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México.
- Hernández-Rivera, M.A.; Ojeda-Morales, M.E.; Martínez-Vázquez, J.G.; Villegas-Cornelio, V.M. & Córdova-Bautista, Y.** (2011). Optimal parameters for "*in vitro*" development of the hydrocarbonoclastic microorganism "*Proteus sp.*". *Journal of soil science and plant nutrition*, 11(1): 29-43. Recovered http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-95162011000100003&lng=es&tlng=en. 10.4067/S0718-95162011000100003.
- Kim, H.S.; Jong, L.E. & Dong, L.T.** (2000). Purification and characterization of biosurfactants from "*Nocardia sp.*". *Biotechnol. Appl. Biochem.*, 31(1): 249-253
- Madigan M.T.; Martinko J.M.; Stahl D.A. & Clark D.P.** (2013). *Brock biology of microorganisms*. España: Pearson Higher education
- Mulligan, C.N.; G. Mahmoudides & B.F. Gibbs.** (1989). The influence of phosphate metabolism on biosurfactant production by "*Pseudomonas aeruginosa*". *J. Biotechnol.*, 12(1): 199-210
- Pérez, V.J.; Anaya, R.O.; Chang, S.C.; Membrillo, V.I. & Calva, C.G.** (2010). Producción de biosurfactantes por bacterias de vida libre fijadoras de nitrógeno crecidas en hidrocarburos. *Revista CENIC*, 41(1): 1-10
- Raiger, L.J. & López, N.** (2009). Los biosurfactantes y la industria petrolera. *Química Viva*, 3(8): 146-161
- Rodríguez Cáceres, E.A.** (1982). Improved medium for isolation of "*Azospirillum spp.*". *Appl. Environ. Microbiol.*, 44(4): 990-991
- Ron, E.Z. & Rosenberg, E.** (2002). Biosurfactants and oil bioremediation. *Environmental biotechnology*, 13(1): 249-252
- Severo Domínguez, A.L. & Rodríguez Méndez, S.C.** (2012). *Evaluación de un biosurfactante versus surfactante terpénico y orgánico en la biorremediación de suelos contaminados con petróleo* (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Cunduacán Tabasco, México.
- Sustersick Cañas, J.** (2004). *Síntesis y caracterización de un surfactante tipo gemelo* (Tesis inédita de Maestría). Instituto Politécnico Nacional. México.
- Thavasi, R; Jayalakshmi & T. Balasubramanian I.** (2010). Biodegradation of crude oil by nitrogen fixing marine bacteria "*Azotobacter chroococcum*". *Journal of Microbiology*, 11(1): 1123-1130



CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol



LABORATORIO DE ACUICULTURA TROPICAL.

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía de Rafael Sánchez Gutiérrez



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

+52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415
✉ kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com
🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.

