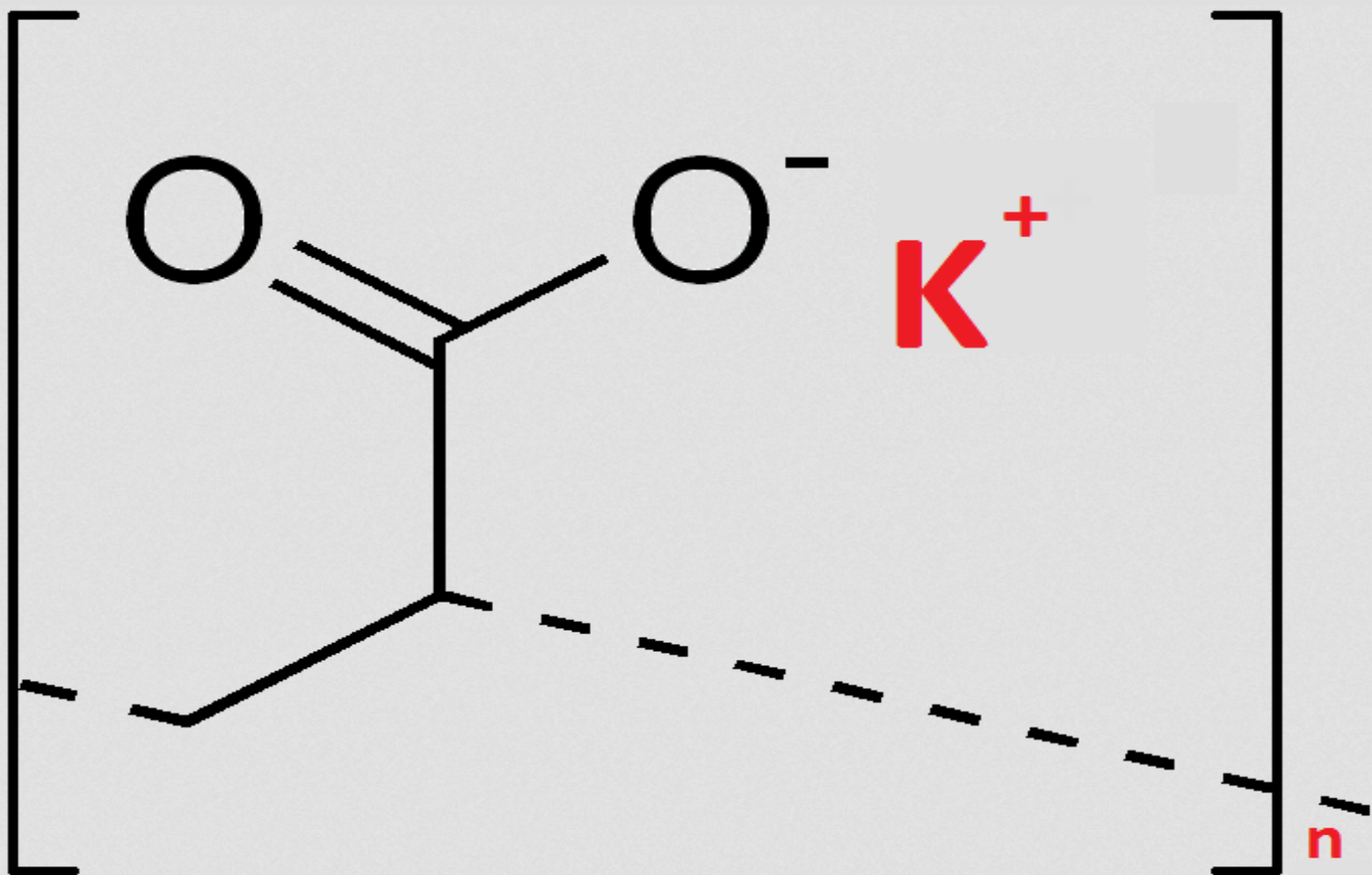




PCTI

Revista Científica de Divulgación, Publicación cuatrimestral



Poliacrilato de potasio: uso eficiente de agua y nutrientes en el cultivo de ornamentales

Impacto de los fenómenos hidrometeorológicos sobre los ecosistemas costeros

La lombricultura de traspatio una alternativa viable para zonas rurales y suburbanas

Compuestos de alto valor agregado a partir de microalgas y



DIRECTORIO

DIRECTOR GENERAL Y EDITOR

Dr. Héctor Nolasco Soria
 hnolasco@pcti.mx
 hnolasco2008@hotmail.com
 pctihnolasco@gmail.com

SUSCRIPCIONES Y CIRCULACIÓN

M.en C. Laura Patricia Alzaga Mayagoitia
 lauraalzaga@hotmail.com

COMITÉ REVISOR

Dr. Fernando Vega Villasante
 Universidad de Guadalajara

Dra. Olimpia Carrillo Farnés
 Universidad de La Habana

M.enC. Laura Alzaga Mayagoitia
 INTERCACTI

M.en C. Miguel Ánges Salas Marrón
 ASICADES

OFICINAS

Guasinapí No. 180, Esq. Aquiles Serdán
 Col. Guaycura
 La Paz, Baja California Sur
 México, 23090
 Tel: (612) 124 02 45

CONTENIDO

Página

Poliacrilato de potasio: uso eficiente de agua y nutrientes en el cultivo de ornamentales	1
Impacto de los fenómenos hidrometeorológicos sobre los ecosistemas costeros	5
La lombricultura de traspatio una alternativa viable para zonas rurales y suburbanas	9
Compuestos de alto valor agregado a partir de microalgas y cianobacterias	13

Misión

La Academia de Ciencia, Tecnología e Innovación, A.C., es una organización de la sociedad civil, conformada por académicos, científicos y tecnólogos de todo el territorio nacional organizados en Coordinaciones estatales, regionales, un Consejo Directivo y un Órgano de Gobierno que promueven desarrollo de la ciencia la tecnología y la innovación en México. Promueven la vinculación del sector Ciencia y Tecnología con el sector público, social y productivo de México; Construye y Administra la Cartera Nacional de Demandas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CANDECTI) y la Cartera Nacional de Oferta Científica, Tecnológica y de Innovación (CANOCTI), mantiene un sistema electrónico de información sobre temas de ciencia, tecnología e innovación dirigido a contactos en todo el país, que forman parte del poder legislativo y ejecutivo de México, así como miembros del sector académico, científico, de ONG's y de la sociedad en general interesados en promover el desarrollo sustentable de México, basado en el conocimiento.

Visión

La Academia de Ciencia, Tecnología e Innovación, A.C., será un reconocido coadyuvante del desarrollo sustentable de México, basado en el conocimiento, a través de impulsar la consolidación del sector educativo, científico, tecnológico y de innovación a favor del desarrollo de los sectores sociales, productivos y públicos de México. Tendrá una relación estrecha con el Congreso de la Unión, los H. Congresos Locales y dependencias del Poder Ejecutivo Federal, Estatal y Municipal, así como en las instituciones de educación superior, centros de investigación, organismos empresariales y sociales, empresas de base tecnológica y ONG,s en México. Será un instrumento reconocido de divulgación del quehacer científico y tecnológico de México y estará disponible para todo el mundo a través de sus servicios electrónicos de comunicación y su portal de Internet.

Poliacrilato de potasio: uso eficiente de agua y nutrientes en el cultivo de ornamentales



Samuel Bustamante Bahena¹, Oscar Gabriel Villegas Torres¹, Martha Lilia Domínguez Patiño²,
María Andrade Rodríguez¹, Irán Alía Tejacal¹, Héctor Sotelo Nava¹

UAEM, ¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, ²Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería.

voscar66@yahoo.com.mx

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of irrigation interval, the concentration of the nutrient solution and the substrate on the development of plants of Belén nueva guinea "Bright White". The objective was to evaluate the effect of the irrigation interval (3, 6, 8, 10 d), the concentration of the nutrient solution [40, 60, 80 and 100% concentration, based on the Steiner (1984)] and substrate (S1 and S2) on the development of plants, which were the study factors in a full factorial arrangement 42 x 2. Interaction with greater positive influence on the quality of the plants of Bethlehem "Bright White" was the combination of irrigation interval of 6 d, with the substrate S2 [mixture of 60% coconut fiber, 20% tepojal and 20% leave composta (v/v)] and the universal nutrient solution (Steiner, 1984) at 60% concentration. The irrigation interval d 6 was made possible by the presence of 400 ml of gelatinized nutrient solution with potassium polyacrylate in the substrate, whereby there was a reduction of 32.35% consumptive use.

Keywords: polyacrylate, hydrogel, consumptive use, development, substrate, nutrient solution.

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto del intervalo de riego (3, 6, 8, 10 d), la concentración de la solución nutritiva [40, 60, 80 y 100 % de

concentración, con base en la de Steiner (1984)] y del sustrato (S1 y S2) sobre el desarrollo de las plantas de Belén nueva guinea "Bright White", los cuales fueron los factores de estudio en arreglo factorial completo 42 x 2. La interacción con mayor influencia positiva sobre la calidad de las plantas fue la combinación del intervalo de riego de 6 d, con el sustrato S2 [mezcla de 60 % fibra de coco, 20 % tepojal y 20 % tierra de hoja (v/v)] y la solución nutritiva universal (Steiner, 1984) a 60 % de concentración. El intervalo de riego de 6 d fue posible gracias a la presencia de 400 mL de solución nutritiva gelatinizada con poliacrilato de potasio en el sustrato, con lo cual existió una reducción del uso consuntivo de 32.35 %.

Palabras clave: poliacrilato, hidrogel, uso consuntivo, desarrollo, sustrato, solución nutritiva.

Área temática: Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias

Problemática

En las unidades morelenses de producción de ornamentales, bajo cubierta plástica, prevalece el uso de contenedores y de soluciones nutritivas aplicadas al sustrato con presión (Osuna y Ramírez, 2009). Esta forma de riego conlleva al uso excesivo de agua con la consecuente pérdida de nutrimentos, mismos que contaminan el suelo y los mantos freáticos. La utilización de polímeros superabsorbentes

(hidrogeles), como el poliacrilato de potasio, puede ser una alternativa viable en la reducción y aprovechamiento del agua en la agricultura; estos polímeros tienen la capacidad de absorber grandes cantidades de agua y liberarla de forma controlada y paulatina, al mezclar el hidrogel con el suelo se logra aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad del vital líquido por filtración, además se disminuye la evaporación de la misma, se mejora la actividad biológica y la producción del suelo (Rojas et al, 2006). La problemática es la escasa información sobre el efecto que tiene gelatinizar solución nutritiva y mezclarla con el sustrato para producir plantas ornamentales en contenedor, por lo cual, es importante realizar investigaciones al respecto y con ello generar una alternativa para el uso eficiente del agua y los nutrientes en la producción de esta clase de plantas, y que al mismo tiempo repercuta en una reducción significativa en la emisión de fertilizantes al ambiente.

Usuarios

Dependencias federales como la SAGARPA, Dependencias estatales relativas al desarrollo agrícola, productores de las diferentes regiones del país..

Proyecto

En Morelos, el cultivo de plantas ornamentales en contenedor es una de las cinco áreas estratégicas de producción del sector agropecuario (García et al., 2009). El Belén nueva guinea (*Impatiens hawkeri*) es de gran importancia ya que ocupa el tercer lugar entre las ornamentales producidas en contenedor (Cabrera et al., 2006).

El objetivo fue evaluar el efecto del intervalo de riego (3, 6, 8, 10 d), la solución nutritiva [40, 60, 80 y 100 % de concentración con base en la de Steiner (1984)] y el sustrato [S1 (80

% tierra de hoja/20 % agrolita)] y S2 (60 % fibra de coco/20 % tepojal/20 % tierra de hoja)] sobre el desarrollo y uso consuntivo de las plantas de Belén nueva guinea variedad Bright White (Figura 1) de la serie Ovation. El experimento se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UAEM. Cada uno de los sustratos se mezcló con 400 mL de solución nutritiva gelatinizada con poliacrilato de potasio (20 gL⁻¹). En cada riego, por planta se emplearon 400 mL de solución, humedeciendo uniformemente el sustrato; el excedente se recolectó en un recipiente dispuesto en la base del contenedor y la diferencia entre el volumen de riego inicial y el volumen recuperado constituyó el uso consuntivo por tratamiento. Las plantas testigo se regaron cada tres días con las diferentes soluciones; en este caso, el sustrato no contuvo solución nutritiva gelatinizada. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones en arreglo factorial de tratamientos 42 x 2. La unidad experimental fue un contenedor de plástico de 15.24 cm (6 pulg) con una planta. Se evaluaron variables morfológicas y materia seca. En la interacción entre los factores, sólo cinco de las 32 combinaciones posibles confirieron superioridad estadística a las plantas con base en el mayor número de variables afectadas positivamente. Éstas fueron: 1) intervalo de riego (IR) 3, sustrato (ST) S2 y concentración de la solución nutritiva (SN) 40; 2) IR 6, ST S1, SN 40; 3) IR 6, ST S2, SN 60; 4) IR 8, ST S2, SN 60; 5) IR 10, ST S2, SN 100. Con respecto al uso consuntivo (L planta⁻¹), en IR 3 se utilizaron 3.06; IR 6, 2.07; IR 8, 1.76; IR 10, 1.42. La disminución en el uso del agua, por consiguiente de solución nutritiva, fue de 32.35 % (IR 6), 42.48 % (IR 8) y 53.59 % (IR 10). Con el IR de 6 d se obtuvieron plantas con características adecuadas que demanda el consumidor. Villegas et al. (2012) reportan que con una disminución en el uso consuntivo de 33.09 %, gracias al uso de solución nutritiva gelatinizada en el sustrato, se obtuvieron plantas de lilis, híbrido tipo oriental (*Lilium auratum* x *Lilium speciosum*), con buenas

características para su comercialización. Se considera que las variables no afectadas por la interacción de segundo grado son modificadas por los factores principales, por lo que se debe considerar su efecto. Al respecto, IR, ST y SN tuvieron efecto diferencial sobre la concentración de clorofila, diámetro de tallo, volumen de raíz y peso de materia seca de los órganos de la planta.

Con relación a IR, el regar las plantas cada tres días favoreció la concentración de clorofila; sin embargo, el diámetro de tallo y el peso de la materia seca de toda la planta, así como de la de tallo y hojas, fueron estadísticamente similares en todas las plantas sin importar el IR, pero el volumen de raíz se incrementó 23.6 % y 56.30 % el peso de la materia seca de la raíz cuando las plantas se regaron cada 6 d con respecto a las plantas del resto de los tratamientos. Las plantas cultivadas en el ST S2 presentaron 15.20 % menos clorofila que las plantas en el ST S1, pero tuvieron mayor

diámetro de tallo (10.23 %) y volumen de raíz (44.17 %), pero la producción de materia seca fue similar, desde el punto de vista estadístico, sin importar el sustrato donde crecieron las plantas. El S2 no tiene la misma composición recomendada por Cabrera et al. (2006), pero representa una alternativa a la problemática ecológica provocada por la extracción de tierra de hoja. La SN al 60 % incrementó 7 % la concentración de clorofila, el diámetro de tallo (aunque esta variable no fue estadísticamente diferente al diámetro de las plantas nutridas con la SN al 40 %), el peso de la materia seca de las raíces (33.33 %) y de la planta completa (14.60 %); los resultados anteriores confirman lo reportado por Douglas (1999) al decir que las plantas de Belén nueva guinea requieren ser nutridas con soluciones no muy concentradas para evitar toxicidad por macro y micronutrientes.

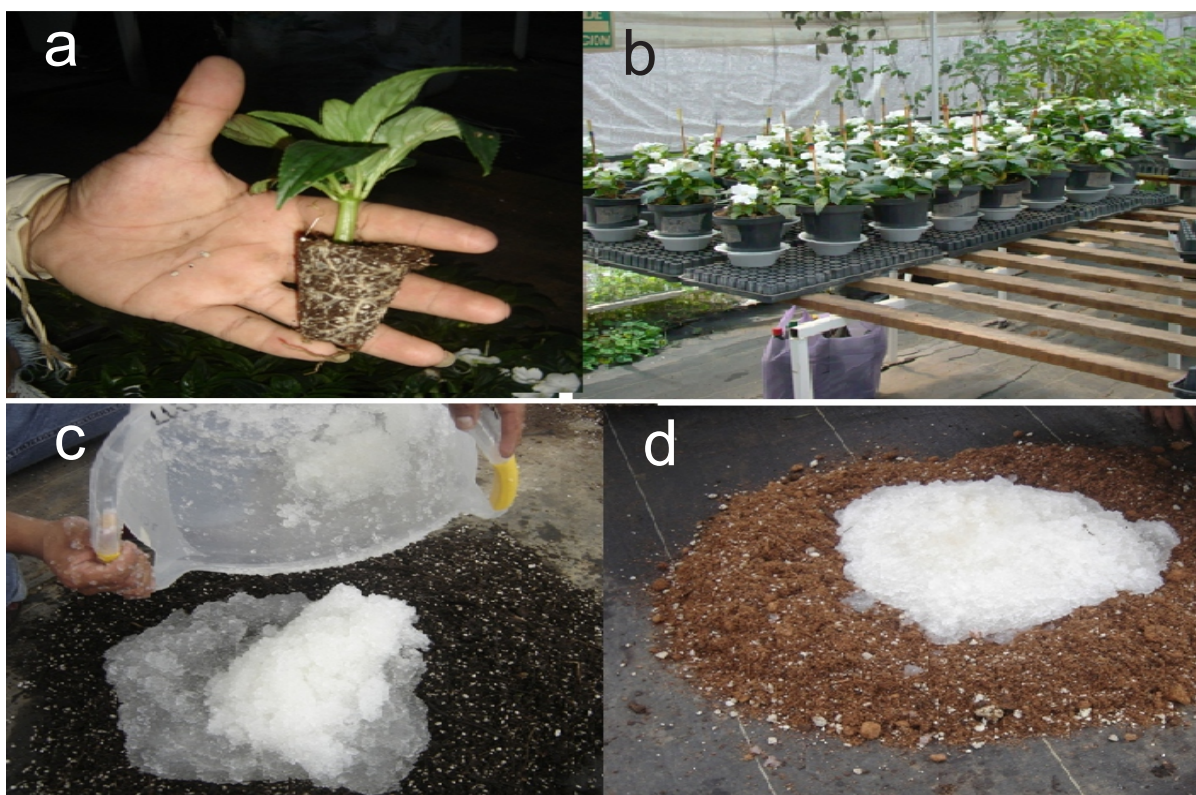


Figura 1. A). Esqueje enraizado de belén nueva guinea variedad Bright White; B). Contenedores de 15.24 cm usados como unidad experimental; C). Solución nutritiva gelatinizada lista para mezclarse con el Sustrato 1 (80 % tierra de hoja/20 % de agrolita, v/v); D). Solución nutritiva gelatinizada lista para mezclarse con el Sustrato 2 (60 % fibra de coco/20 % tepojal/20 % tierra de hoja, v/v).

Al considerar los resultados anteriores, se puede decir que la interacción con mayor influencia positiva sobre la calidad de las plantas de Belén "Bright White" fue la combinación del intervalo de riego de seis días, con el sustrato S2 y la solución nutritiva universal (Steiner, 1984) al 60 % de concentración. El intervalo de riego de seis días fue posible gracias a la presencia de 400 mL de solución nutritiva gelatinizada con

Cuadro 1. Efecto de la interacción entre el intervalo de riego, el sustrato y la concentración de la solución nutritiva en altura y número de tallos por planta, área foliar y peso seco del tallo de Belén (*Impatiens new guinea*) "Bright White", cultivada en contenedor.

Factores		AP	NT	AF	PMST	
IR	ST	SN				
3	S2	100 ²	7.12a	4.25a	136.87c	0.22a
		80	6.37a	2.25a	254.14bc	0.31a
		60	6.37a	2.75a	321.19ab	0.25a
		40	7.00a	4.25a	452.68a	0.44a
6	S1	100	6.75ab	4.25a	134.75b	0.29a
		80	5.50b	4.25a	130.74b	0.28a
		60	7.87a	4.50a	201.64b	0.38a
		40	7.80a	6.50a	371.07a	0.34a
6	S2	100	7.50a	2.00b	203.94a	0.34a
		80	6.00a	3.50ab	138.89a	0.28a
		60	7.20a	5.50a	190.60a	0.28a
		40	7.84a	3.50ab	141.06a	0.41a
8	S2	100	5.56b	2.12a	133.99a	0.18b
		80	5.87ab	3.75a	141.58a	0.29ab
		60	7.90a	5.00a	121.81a	0.53a
		40	6.51ab	3.00a	142.13a	0.24b
10	S2	100	7.83a	5.66a	159.38a	0.40a
		80	6.15a	2.25b	130.85a	0.27a
		60	8.33a	3.66ab	137.15a	0.21a
		40	6.50a	3.00ab	152.62a	0.32a

²Valores con la misma letra en columna, para cada intervalo de riego y sustrato, son iguales según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); IR, intervalo de riego en días; ST, sustratos: S1, mezcla de 80 % tierra de hoja y 20 % agrolita (v/v); S2, mezcla de 60 % fibra de coco, 20 % tepojal y 20 % tierra de hoja (v/v); SN, solución nutritiva en diferente porcentaje de concentración con base en la de Steiner (1984) considerada como 100 %. AP, altura de planta (cm); NT, número de tallos por planta; AF, área foliar (cm²); PMST, peso de materia seca del tallo (g).

poliacrilato de potasio en el sustrato, con lo cual existió una reducción del uso consuntivo de 32.35 %.

Impacto socioeconómico

El poliacrilato de potasio como agente gelatinizante de la solución nutritiva que forma parte del sustrato permite incrementar el intervalo de riego disminuyendo el agua y solución nutritiva usada en el cultivo de ornamentales en contenedor. El ahorro de agua puede variar de 30 a 40 % y de nutrimentos de 40 a 60 % en función de la especie y condiciones ambientales. El hecho de no regar continuamente, disminuye la cantidad de agua perdida por percolación y de fertilizantes por lixiviación, lo cual repercute en menos gasto por estos dos conceptos. El menor uso de agua sin someter a las plantas a estrés por déficit hídrico repercute en menos presencia de enfermedades radicales y emergencia de maleza en los contenedores.

Referencias

Cabrera R., J.; J. C. Alcántara N.; E. Sánchez M.; A. E. Hernández M.; L. Granada C. 2006. Producción de Belén *Impatiens* spp. en Morelos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Zacatepec. Folleto técnico número 25. Zacatepec, Morelos, México. 13 p.

Douglas A., B. s/f. Commercial production of new guinea impatiens. Horticulture Information Leaflets. North Carolina State University. [En línea]. Disponible en: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-526.html> (Consultado el 16 de diciembre de 2012).

García P., F.; S. Ramírez R.; F de J. Osuna C.; T. Ocampo O. 2009. Enfermedades de las principales ornamentales en Morelos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Zacatepec. Folleto técnico número 39. Zacatepec, Morelos, México. 30 p.

Osuna C., F. de J.; S. Ramírez, R. 2009. Calidad y acondicionamiento del agua usada en sistemas hidropónicos y de fertirriego en Morelos. Folleto técnico número 38. SAGARPA-INIFAP. Zacatepec, Morelos, México. 39 p.

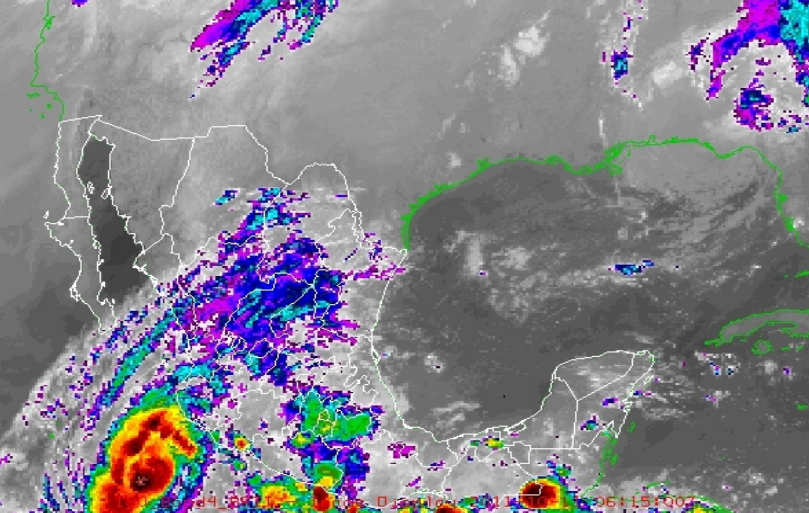
Rojas de Gascue, B., M. Ramírez; R. Aguilera; J. L. Prin; C. Torres. 2006. "Los hidrogeles polímeros como potenciales de reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos". Revista Iberoamericana de Polímeros 7(3):199-210.

Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-649. In: Proceedings of Sixth International Congress on Soilless Culture. International Society for Soilless Culture. Lunteren, The Netherlands.

Villegas T., O. G., C. M. Acosta D., H. Sotelo N., E. Agustín M., M. Andrade R., A. D. Hernández F., S. Moreno L. 2012. Concentración iónica total de la solución nutritiva y sustratos en la producción de lili (Lilium sp.) "maru", en contenedor. pp. 55-71. In: Acosta D., C. M.; O. G. Villegas T.; I. Alía T.; M. Andrade R.; D. Guillén S.; V. López M. (eds.). Tópicos selectos de horticultura. Trillas-Universidad Autónoma del Estado de Morelos. D. F., México.



Impacto de los fenómenos hidrometeorológicos sobre los ecosistemas costeros



Julio Cesar Morales Hernández, Fátima Maciel Carrillo González, Víctor Manuel Cornejo López,
Luis Manuel Farfán Molina, Jorge Téllez López

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa, miguelmurguia@gmail.com

Abstract

The aim of this study is to assess the impacts that have caused hydrometeorological phenomena (HP) in terrestrial ecosystems, using as a type case the Banderas Bay region. From the database of National Hurricane Center NHC tropical cyclone (TC) that affected the region to see an impact and damage assessment. By analyzing satellite images it will analyze land cover change on coastal ecosystems and their relationship with HP.

Keywords: hydrometeorological phenomena, tropical cyclone, impact.

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar los impactos que han ocasionado los fenómenos hidrometeorológicos (FH) en los ecosistemas terrestres, usando como caso tipo a la región de Bahía de Banderas. A partir de la base de datos del Centro Nacional de Huracanes (NHC por sus siglas en inglés) sobre los ciclones tropicales (CT) que afectaron a la región, para observar su impacto y evaluación de daños. Mediante el análisis de imágenes satelitales se analizará el cambio de cobertura vegetal en los ecosistemas costeros y su relación con los FH.

Palabras clave: fenómenos hidrometeorológicos, ciclones tropicales, impacto.

Área temática: Área 3. Medicina y Ciencias de la Salud.

Foto: ©Copyright Ambro

Problemática

El inminente cambio climático global advierte grandes alteraciones en los ecosistemas mundiales, provocando gran incertidumbre respecto a las implicaciones a nivel regional y local, pues es evidente que afectará a las comunidades humanas que de ellos obtienen bienes y servicios para su subsistencia e intercambio. Este tema es de vital importancia en países que dependen fuertemente de recursos naturales, es decir, de los países tropicales en vías de desarrollo (Houghton, et al. 1990, 1992). Algunos de estos fenómenos han tenido efectos catastróficos, como sucedió con los huracanes Gilberto en 1988, Roxana en 1994, Paulina y Rick en 1997, Mich en 1998, Kenna en 2002 e Isidore en 2003 (Cornejo, 2005a).

Para resolver los retos del mañana, es indispensable entender la evolución y efectos de los desastres del pasado el cual representa una gran oportunidad para evaluar y aprender de los errores cometidos y en la reconstrucción mitigando los riesgos que originan estos desastres, por lo que es importante hacer evaluaciones que contribuyan al buen funcionamiento en esta zona y al desarrollo colectivo para lograr un equilibrio y bienestar común (Rosengaus, 1998).

Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

Usuarios

Las dependencias federales como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Secretaría de Gobernación (SEGOB), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), dependencias estatales y municipales de Protección Civil, además de investigadores en el área de ciencia de la tierra y la sociedad en general interesada en los fenómenos hidrometeorológicos.

Proyecto

La región de Bahía de Banderas es frecuentemente amenazada por CT donde la mayoría de ellos provienen de los mares del Pacífico Sur Mexicano, que es la zona ciclo

genética más activa del mundo (Cornejo, 2005b). Esta zona es fuertemente influenciada por ciclones y tormentas eléctricas (González, et.al. 2007a) (ver Figura 1). El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto que tienen los ciclones tropicales en la zona costera de Bahía de Banderas (BADEBA), utilizada como caso tipo, para de esta forma analizar el riesgo, evaluar y proponer medidas de prevención antes, durante y después del evento meteorológico.

La metodología incluye la consulta a fuentes oficiales (CNH-USA y SMN-México) para la generación de una base de datos de las trayectorias e intensidades de los ciclones y la precipitación asociada a ellos que afectaron a la región de BADEBA. Adicionalmente se realizará la caracterización climática de la zona con los

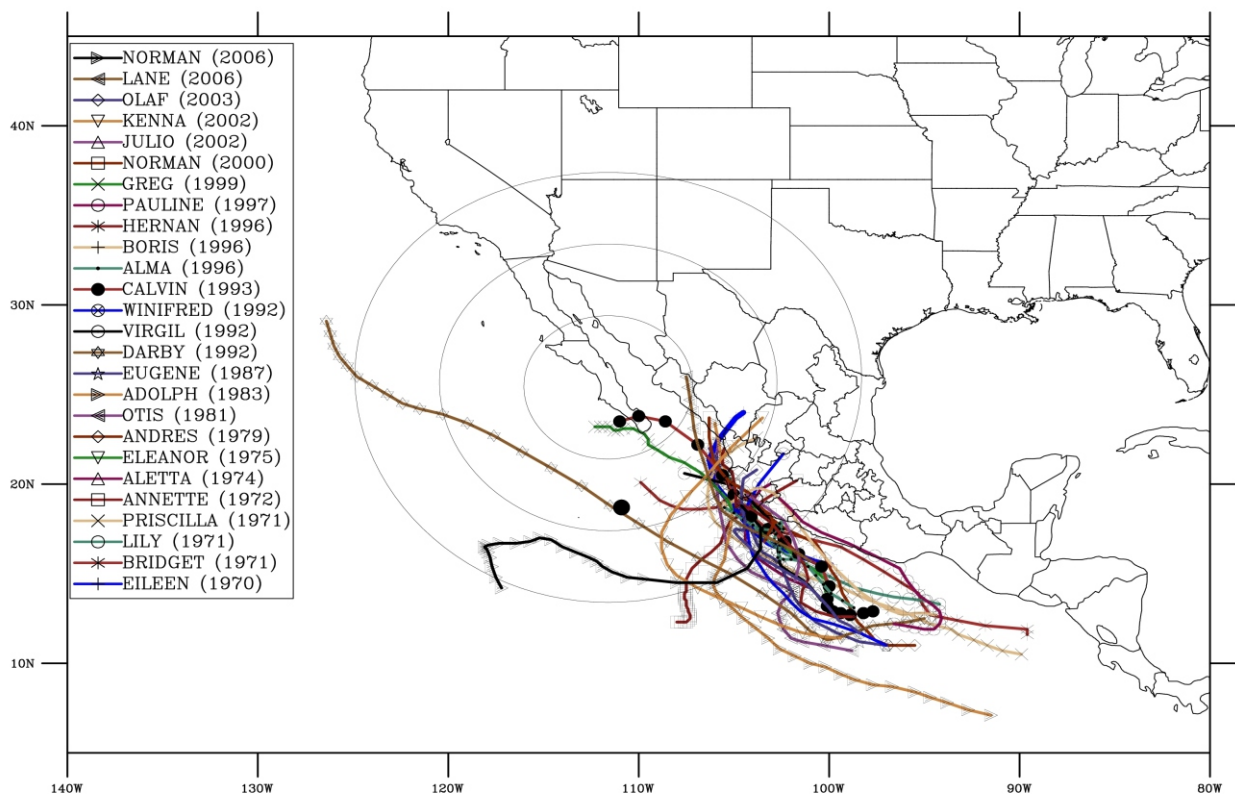


Figura 1. Influencia de Ciclones Tropicales en la Región de Bahía de Banderas en el periodo de 1970-2006. Fuente NHC, Elaboración Propia.

datos de la red de estaciones meteorológicas de la costa se obtendrán las variables meteorológicas de precipitación (mm), vientos (Km/h) y temperatura de superficie (°C), involucradas con los meteoros con y su correlación con los incendios forestales en el temporada de secas.

Como parte de los resultados relevantes, con base en los datos oficiales del CNH y SMN, se obtuvieron las listas de las trayectorias de los CT que afectaron la región de BADEBA, con las que se trabajó con las imágenes satelitales del paso del FH, para posteriormente con un software IDV 3.0 (Unidata) se trazó la trayectoria de los eventos (Figura 2). Además, con los datos de la red de estaciones del Centro de Estudios Meteorológicos de la Costa, se realizaron mapas de campo de viento-temperatura de acuerdo a la metodología propuesta por Correa (2007), para la región de BADEBA (Fig. 3). Por último, con las imágenes satelitales se trabajó la cobertura vegetal de los años 1979-1982-1990-2000, para observar el cambio de uso de suelo de los ecosistemas costeros y su correlación con los impactos de los FH.

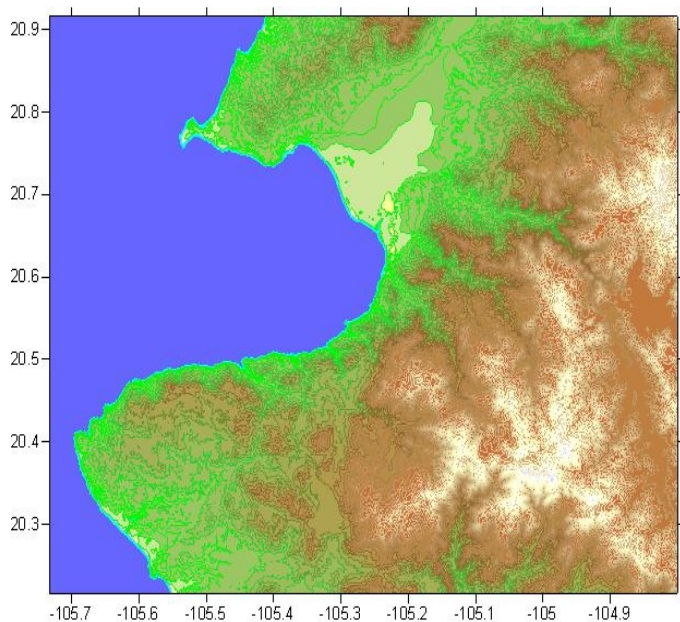


Figura 2. Zona de estudio de la Región de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco. Fuente Mapa Digital de Elevación-INEGI, Elaboración Propia.

Con los resultados obtenidos sobre el impacto de CT como son Eeilen, Eugene, Hernán, Norman, Kenna, etc., solo por mencionar algunos, y las lluvias asociadas a estos eventos en la región de BADEBA, se observa que no es necesaria una relación directa a la intensidad y paso del CT sobre la zona para que se registren lluvias intensas y viceversa. Es importante destacar que la intensidad del evento ciclónico no es un factor correspondiente para producir precipitaciones considerables, pues incluso un sistema de baja presión en el Pacífico Mexicano (Alvarado, 2002) puede producir consecuencias como las precipitaciones de 210 mm registradas en unas horas en Puerto Vallarta, en donde una de las múltiples consecuencias fue el colapso del puente que divide a Nayarit de Jalisco.

En conclusión, diversos eventos (FH) han afectado gravemente en la región de BADEBA, como son el derrumbé de puentes, carreteras y el aumento de la marejada que afecta a los pequeños comercios establecidos en la franja costera, sin necesidad de alcanzar el nivel de CT, sino solo como tormentas locales severas que junto con la vulnerabilidad de la zona influyen en efectos drásticos en la región de BADEBA (González, et.al. 2007b). De acuerdo al análisis de datos realizado en este estudio, se observa que ningún CT entró directamente a la región de BADEBA, pero sus efectos de marea, precipitación y viento tuvieron afectaciones considerables como sucedió con el Huracán Kenna. Debe considerarse que la topografía, el cambio de uso de suelo y las malas decisiones por la autoridades competentes de reubicar a la población que se encuentra en zonas de riesgos, incrementan el impacto de los FH. No se descarta que un CT entre directamente a la región de BADEBA, como ha ocurrido en otras zonas costeras como Acapulco con el Huracán Pauline (1997).

Los resultados de este trabajo aportarán información para el estudio de la dinámica atmosférica de la zona de BADEBA, la cual puede emplearse en otras zonas costeras del

país, además de realizar una caracterización climática de la zona, incorporando comportamiento de viento-temperatura las cuales están involucradas con los meteoros y su correlación con los incendios forestales en el temporada de secas, el cual afecta gravemente a varias regiones del país. Los resultados obtenidos hasta el momento han sido útiles, colaboración con protección civil municipal, para prevenir efectos por CT y en temporal de secas evitar la propagación de incendios forestales en los ecosistemas costeros y las zonas agrícolas en la región de BADEBA.

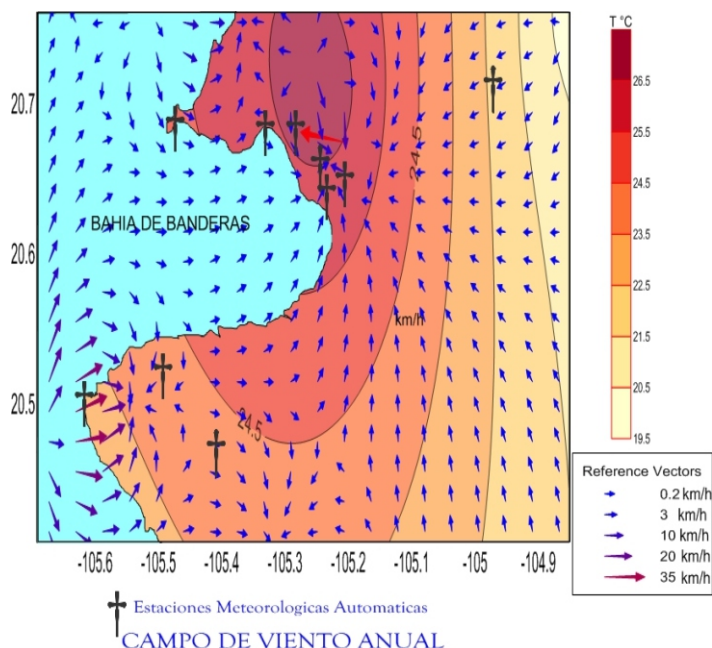


Figura 3. Campo de viento-Temperatura de la región de Bahía de Banderas. Fuente Red de Estaciones Meteorológicas del Centro Universitario de la Costa, CEMCO. Elaboración Propia.

Impacto socioeconómico

Este trabajo aportará información sobre el comportamiento de los fenómenos hidrometeorológicos en la zona de estudio para salvaguardar a la población y los recursos naturales. Si se considera que año con año

diversas zonas de México (Pacífico, Caribe y Golfo) están expuestas ante estos FH, los tomadores de decisiones podrán actuar con mayores elementos de información, de manera más adecuada. Los fenómenos meteorológicos, al impactar en las zonas costeras afectan las vías de comunicación, la infraestructura turística, la vivienda; de igual forma, el aumento de lluvias en diferentes regiones agrícolas puede afectar seriamente las cosechas y plantaciones, lo que generará ondas inflacionarias en los productos básicos en México; por lo anterior el estudio de la dinámica costera permitirá reducir estos efectos que afectan a la sociedad y sus actividades socioeconómicas en las zonas costeras de México.

Referencias

- Alvarado Luis, F, Alfaro, Erick J.: Frecuencia de los ciclones tropicales que afectaron a Costa Rica durante el siglo XX. 2003. Top. Meteor. Oceanografía. Vol. 10, Pag.1-11
- Cornejo-López, Víctor Manuel. 2005 "Influencias de los Ciclones Tropicales en las variables oceanográficas en el Pacífico Oriental. Tesis de Maestría Ciencias de la Tierra. Universidad de Guadalajara. Diciembre, 2005.
- Correa, Mauricio; Zuluaga, Claudia; Palacio, Carlos; Pérez, Juan y Jiménez, José. Acoplamiento de la atmósfera libre con el campo de vientos locales en una región tropical de topografía compleja. caso de estudio: Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia. Dyna [en línea] 2009, vol. 76 [citado 2013-02-07]. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=49612069003>. ISSN 0012-7353.
- González-Ruelas, María Elena; Fátima Maciel Carrillo González y Virginia Martínez Hernández, 2007. Efecto del Huracán Kenna sobre los espigones en Bahía de Banderas, Nayarit- Jalisco, México. Aleph Zero.
- Houghton, J. T., et al. 1990. Climate Change: The ipcc Scientific Assessment: Cambridge University Press.
- Houghton, J. T., et al. 1992. Climate Change 1992. In: The Supplemental Report to the ipcc Scientific Assessment, Cambridge University Press, 200 págs.
- Rosengaus, M. M. 1998. Efectos destructivos de los ciclones tropicales. MAPFRE RE, ITSEMAP, IMTA. Ed. MAPFRE, S.A. México, D. F.
- The Unidata Program Center is a member of the UCAR Community Programs, is managed by the University Corporation for Atmospheric Research, and is funded by the National Science Foundation. Integrated Data Viewer (IDV) copyright (C) 1997-2012.



La lombricultura de traspatio una alternativa viable para zonas rurales y suburbanas .



Othoniel López Toledo y Antonio Jesús Díaz Rondero

Universidad Autónoma de Baja California Sur, Egresados del Programa de Posgrado.

ecoloto46@hotmail.com

Abstract

The objective was to design and establishing a backyard vermiculture type, with the culture of Californian red worm (*Eisenia foetida*), with the following steps: a). Selection of agricultural products, b). Pre-compost, c). Preparation of the seed bed, d). Sowing the worm e). Production of the worm and biofertilizers, establishing environmental conditions for their development. Achieved the adaptation process of the worm to the climatic conditions of place and the establishment of a breeding stock that could be distributed in new production units in rural areas. It is possible to generate a profit from the sale of organic fertilizer in the order of 10,000.00 pesos per month and help the recycling of organic waste and pollution.

Keywords: worm sustainable development, rural, *Eisenia foetida*, biofertilizers .

Resumen

El objetivo fue diseñar y establecer un lumbricario de traspatio tipo, con la siembra de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), siguiendo los siguientes pasos: a). Selección de los subproductos agropecuarios, b). Precomposteo, c). Preparación de la cama de siembra, d). Siembra de la lombriz e). Producción de la lombriz y biofertilizantes, estableciéndose las condiciones ambientales para su desarrollo. Se logró el proceso de adaptación de la lombriz a las condiciones

climáticas del lugar y el establecimiento de un pie de cría susceptible de ser distribuido en nuevas unidades de producción en el medio rural. Además generar ganancias por la venta de fertilizantes orgánicos por el orden de 10.000.00 pesos mensuales y ayudar al reciclaje de desechos orgánicos y contaminación ambiental .

Palabras clave: lombricultura desarrollo sustentable, zonas rurales, *Eisenia foetida*, biofertilizantes.

Área temática: Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

Problemática

En la actualidad la crisis económica se esta viendo reflejada directamente en el bajo poder adquisitivo que enfrentan las familias campesinas y del medio suburbano, por la falta trabajo y actividades económicas rentables que ayuden a mejorar el nivel económico de esta población altamente marginada. Una alternativa que ayudaría a mejorar el nivel económico de este sector es la lombricultura de traspatio, la cual ha jugado un papel muy importante, para el aprovechamiento y transformación de desechos agropecuarios en alimentos para el consumo de la familia o en otros productos que tienen utilidad en el hogar, por lo que es necesario rescatar los conocimientos tradicionales utilizados en el

Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

manejo del traspatio y poder convertirlo en una fuente productora de alimentos que contribuya a buscar la autosuficiencia alimentaria familiar. Es importante señalar que, las familias campesinas tradicionalmente se han dedicado a la crianza de especies menores, principalmente, para la producción de carne y huevo; lamentablemente, la baja producción no proporciona la cantidad de nutrimentos indispensables para la alimentación suficiente de la familia. En los últimos años, con el auge que ha tenido la agricultura ecológica, se ha visto a la lombricultura como una herramienta importante en la transformación de los subproductos agropecuarios, la cual es una respuesta simple y económica, ya que permite transformar el estiércol de los animales domésticos, las basuras orgánicas y los subproductos agrícolas en fertilizantes orgánicos y en proteína de origen animal. Por otro lado la eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico

Usuarios

Las dependencias federales Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Economía y dependencias de los estados encargadas de la agricultura, medio ambiente y desarrollo, agricultores, comunidades rurales y las familias mexicanas.

Proyecto

La lombricultura (lombricomposta o vermicomposta) se define como la técnica de procesamiento y transformación de

residuos orgánicos en biofertilizantes por la acción del metabolismo de la lombriz en condiciones controladas (Schuldt 2004, Schuldt et al 2007, Infoagro 2013). De esta transformación se obtiene un biofertilizante conocido como humus, producto de la ingestión, digestión y excreción de la materia orgánica por la lombriz. También se logra una proteína representada por la propia biomasa de la lombriz que crece y se reproduce, mientras realiza la transformación de la materia orgánica. Además, es un tratamiento rápido, y a muy bajo costo, de los contaminantes orgánicos.



Figura 1. Preparación de las camas de siembra en cultivos de traspatio.

El lombricompost, vermicompost o humus de lombriz; es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Su elevada solubilización, debido a la acción enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino. El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). Absorbe los

compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas) debido a su capacidad de absorción. El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas. La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro (Schuldt 2006, Infoagro 2013).



Figura 2. Ejemplar de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) (izq.) y siembra en camas de traspatio (der).

El cultivo tipo se desarrolló en un lumbricario de traspatio ubicado en la población del Centenario, Municipio de La Paz, Baja California Sur, México y consiste en una unidad de producción con dos módulos de 6 m² cada uno (Figura 1). Los pasos metodológicos incluyeron:

- Caracterización de la producción de subproductos agropecuarios en la unidad de producción.
- Precompostado: La elaboración de composta se realizó con una mezcla de estiércol de borrego, estiércol de conejo en un volumen ajustado el consumo para mantener la alimentación ad libitum de la lombriz. La mezcla fue humedecida hasta obtener una humedad del 60 a 70%, se cubrió con plástico, cada 5 días se revisó el contenido de humedad y se volteó la composta para acelerar al proceso de fermentación. A los 30 días de iniciado el proceso de compostaje, se obtuvo una textura suave y un color marrón; a este tiempo la composta tuvo las condiciones apropiadas para que las lombrices crecieran (pH de 6,5 a 7,5 y temperatura estable de 20°C). El suministro de materia prima para el composteo se obtuvo de la propia

unidad de producción (un pie de cría de 8 borregos y cuatro conejos suficientes para satisfacer la necesidades de la unidad de producción).

c) Preparación de la cama de siembra: La preparación de la cama para la siembra de las lombrices consistió de un cuadro de 1.20 m de ancho por 5 m de largo y se colocaron tablas costeras de 35 cm de alto para evitar que se extendiera la composta; el suelo se cubrió con plástico, para evitar que la cama fuera invadida por raíces y sobre éste se colocó una capa de composta de 20 cm.

d) Siembra de lombriz: el pie de cría original de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) (Fig. 2) fue traído del lumbricario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Saltillo, Coahuila, México), lográndose en esta unidad de producción la adaptación a las condiciones climáticas de estado de Baja California Sur. Esta especie es la más utilizada en lombricultivos (Schuldt et al 2005a). La siembra de las lombrices se realizó agregando de 2.5 a 3 lombrices por metro cuadrado de cama, esto se realizó por la mañana, para poder observar el proceso de aclimatación durante 24 horas, se verificó que no hubiera lombrices muertas. Para proteger a las lombrices del sol, las camas se cubrieron con una casa de malla sombra, además de aprovechar la sombra de arboles de nim. El suministro de alimento nuevo se realizó cuando la cama estaba completamente invadida de lombrices jóvenes y la parte superior completamente desintegrada. Se incorporó composta nueva en columnas de 5 cm en cada alimentación. La cosecha de lombrices se realizó de 2 a 3 meses después de la siembra.

Como parte de los resultados relevantes del presente estudio se incluye que la producción de lombriz se está utilizando como multiplicador del pie de cría para expansión del lumbricario; así mismo para la venta de pie de crías a otras unidades de producción. Por su parte, la producción de biofertilizante (humus líquido) fue de 180 litros por mes (Figura 3) que se comercializa razón de 10.00 pesos/litro, para su aplicación en jardinerías, en cultivos de especie ornamentales y en árboles frutales, con potencial de uso en agricultura orgánica (Tabla 1). Por otro lado se obtuvo una producción de aproximadamente de 2 toneladas de humus sólido para su venta como biofertilizante orgánico. Como resultado de este proyecto ya se han establecido dos lumbricarios de traspatio, con

las mismas características, en la Colonia 2 de Abril y en el Rancho Los Arados, en la región de La Sierra de los Dolores Municipio La Paz, BCS, con apoyo de la Secretaria de Trabajo del Gobierno del Estado de Baja California Sur. Los productos obtenidos es estas unidades de traspatio son utilizados para la fertilización de huertos familiares, lo que ha significado una alternativa viable de desarrollo de esta zona rural.

En conclusión, el integrar la lombricultura a nivel de unidad familiar (autoconsumo) es barato, requiere de poca mano de obra, un espacio reducido para su establecimiento, reduce la proliferación de fauna nociva, evita la acumulación de desechos orgánicos y genera satisfactores económicos.



Fig.ura 3. Recolección de humus líquido.

Tabla 1. Analisis de Humus líquido	
pH	7.9
Conductividad eléctrica	15.0 ds/m
N-Nitritos	2.0 mg/L
N-Nitratos	89.0 mg/L
N-Amonio	0.5 mg/L
Fósforo	220 mg/L

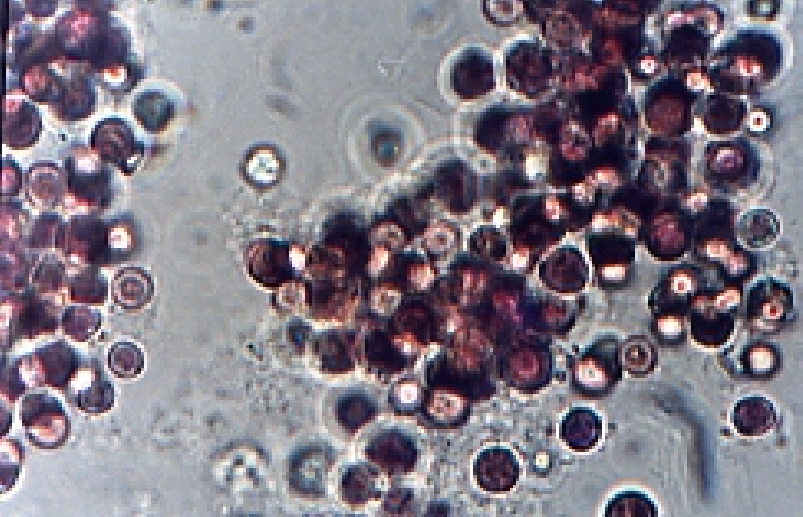
Impacto socioeconómico

La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, ya que contribuye a la fertilización, aireación, mejora la estructura y formación del suelo. El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo, cuya calidad determina su precio del mercado (Compagnioni y Putzolu 1985). Por su parte, la carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz como ingrediente para producir concentrados de excelente calidad (García 1978, Rejon et al 1996, Rodríguez et al 1996, Librado 1997, Vargas et al 2000). El humus de lombriz puede ser utilizado en actividades agrícolas intensivas, para jardines o para los comercios dedicados a su reventa. Al productor que le permitiría obtener ingresos a través de la comercialización de los productos

obtenidos o bien hacer uso de los residuos para la obtención de un fertilizante orgánico para su autoconsumo. Un lombricario de una hectárea produce entre 50 a 70 toneladas de nitrógeno por año, aprovechable tanto en la agricultura como en la ganadería, aparte de contribuir al reciclaje de los desechos orgánicos. La utilización de los biofertilizantes en los sistemas productivos es una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite una producción a bajo costo, no contamina el ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad. Por lo anterior la lombricultura se presenta como una alternativa sustentable de desarrollo para las comunidades de rurales de México, digna de ser tomada en cuenta dentro los programas y planes de desarrollo gubernamentales.

Referencias.

- A Compagnioni, L., Putzolu, G. (1985) Cría moderna de lombrices y utilización rentable de humus. Devenchi, S.A.; Barcelona, España. (pp. 51-64)
- García, G.F. (1978) Utilización de la lombriz roja (*Helodrilus Foetidus*) como sustrato parcial de proteína en la alimentación de gallinas ponedoras. Tesis de licenciatura. UACH; Chapingo, México. (78p).
- Infoagro. 2013. La lombricultura. <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm>
- <http://www.manualdelombricultura.com/manual/index.html>
- Librado, P.M. (1997) La producción de aves de traspatio y su autosuficiencia alimentaria para las familias campesinas en el municipio de Cuyoaco, Puebla. Tesis licenciatura. CESDER; Zautla, Puebla, México. (75 p).
- Rejón A.M.J., A.F. Dajer, N. Honhold (1996) Diagnostico comparativo de la ganadería de traspatio en las comunidades Texán y zacalá de la zona henequera del estado de Yucatán. Veterinaria México 27(1), 49-55.
- Rodríguez, B.J.C., C.E. Allaway, G.J. Wassink, J.C. Segura, T. Rivera (1996). Estudio de la avicultura de traspatio en el municipio de Dzununcán, Yucatán. Veterinaria México 27(2), 215-219.
- Schuldt, M., 2004. Lombricultura fácil. Work Graf, La Plata, 153 págs.
- Schuldt, M., 2006. Lombricultura. Teoría y práctica. Mundi-Prensa, Madrid, 307 págs.
- Schuldt, M., Rumi, A., Gutierrez-Gregoric, D., 2005a. Estimación de la capacidad de porte en lombricultivos de *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) con distintas materias orgánicas. Rev. Arg. Prod. Animal 25(1-2): 101-109.
- Schuldt, Miguel, Rodolfo Christiansen, Luis A. Scatturice y Juan P. Mayo. 2007. Lombricultura. Desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de temperie (Vermiculture. Development and adaptation to diverse climatic conditions) .REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. ISSN 1695-7504, 2007 Volumen VIII Número 8, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807/080720.pdf>
- Vargas López S., A.R. García Martínez, H.R. Palma Guaneros, M. Librado Pérez (2000) Integración de la lombricultura en la producción de aves de traspatio en Puebla, México. Fundació Càtedra Iberamericana. Libro Actas IV Congreso SEAE. Cordova, Veracruz, México.



Compuestos de alto valor agregado a partir de microalgas y cianobacterias

Bertha Olivia Arredondo Vega, Rosa Nallely Vázquez Pérez y Fredy Hernández Uribe

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C (CIBNOR)

kitty04@cibnor.mx, kittybcs2005@yahoo.com.mx

Abstract

Microalgae and cyanobacteria are unicellular photosynthetic organisms that are found in different habitats. They are capable of accumulating metabolites such as essential fatty acids ω 3 and ω 6, pigments and others, which have application in different fields of research and biotechnology. The objective was to cultivate *Porphyridium cruentum* (phycoerythrin), *Neochloris oleoabundans* (fatty acids, biodiesel), *Haematococcus pluvialis* (astaxanthin) and *Spirulina maxima* (fatty acids and phycocyanin) under the following conditions: temperature $23 \pm 1^\circ \text{C}$, light cycle-12:12 dark, light intensity ($100 \mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) pH 7.5-8 (microalgae) and 10.5-11.0 (*Spirulina maxima*); continuous aeration with CO_2 pulses. For the extraction and quantification of metabolites, standardized protocols, in our laboratory, were applied. Scaling is suggested massive environmental conditions for biomass rich in these components to give them added value in different products.

Keywords: microalgae, cyanobacteria, metabolites, value added.

Resumen

Las microalgas y cianobacterias son organismos unicelulares fotosintéticos que se localizan en diferentes habitats. Son capaces de acumular metabolitos como los ácidos grasos esenciales ω 3 y ω 6, pigmentos entre otros, que tienen aplicación en diferentes campos de investigación y biotecnología. El objetivo del

trabajo fue cultivar *Porphyridium cruentum* (ficoeritrina), *Neochloris oleoabundans* (ácidos grasos, biodiesel), *Haematococcus pluvialis* (astaxantina) y *Spirulina maxima* (ácidos grasos y ficocianina) en las siguientes condiciones: temperatura $23 \pm 1^\circ \text{C}$, ciclo luz-oscuridad 12:12, intensidad luminosa ($100 \mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$); pH 7.5-8 (microalgas) y 10.5-11.0 (*Spirulina maxima*); aireación continua con pulsos de CO_2 . Para la extracción y cuantificación de los metabolitos se aplicaron los protocolos previamente estandarizados en nuestro laboratorio. Se sugiere el escalamiento masivo en condiciones ambientales para obtener biomasa rica en estos componentes para darles un valor agregado en diferentes productos.

Palabras clave: microalgas, cianobacterias, metabolitos, valor agregado.

Área temática: Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

Problemática

A pesar de contar con especies de microorganismos con potencial aplicación para la obtención de biomasa y metabolitos de interés, se requiere establecer las condiciones de cultivo para su posterior escalamiento de producción. En el Programa de Acuacultura del CIBNOR, el Laboratorio de Biotecnología de Microalgas está enfocado hacia el estudio de cepas de microalgas nativas de la región y/o del país, por lo que desde el 2008 se

retomó el aislamiento de éstos de diferentes cuerpos de agua. Tras su adaptación al laboratorio y a diferentes medios de cultivo y temperatura, se ha requerido atender la problemática del escalamiento de algunas de ellas en condiciones ambientales para su valoración y rendimiento anual en la calidad de la biomasa, así como en la producción de lípidos (con potencial para la obtención de biodiesel), ácidos grasos esenciales (ARA, EPA, DHA) y pigmentos (astaxantina, ficocianina y ficoeritrina).

Usuarios

Las dependencias federales como la Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Economía (SE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT), Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación.

Proyecto

Desde la antigüedad, los microorganismos han desempeñado un papel importante en la alimentación del humano. Su consumo data desde hace miles de años, en China se remonta al año 2700 a.C., los griegos y los romanos los usaban como alimento, forraje, medicina y en cosmética. En México, los aztecas recolectaban del lago de Texcoco la Spirulina (que denominaban cocol, tecuitlalt o amomoxtle) misma que formó parte de su dieta (Arredondo-Vega y Vázquez-Duhalt, 1992; Arredondo-Vega, 2005). Las microalgas y cianobacterias son organismos unicelulares fotosintéticos que habitan diferentes ambientes acuáticos como el marino, salobre, dulceacuícola así como el terrestre. Juegan un papel importante en la cadena trófica ya que constituyen el alimento de especies larvianas de peces, crustáceos y moluscos. Se les considera responsable de la

mitad de la productividad primaria global en los ecosistemas marinos. Actualmente se reconoce la importancia de distintas especies de microalgas como fuente natural de aceite para la conversión a biodiesel así como para la obtención de compuestos susceptibles de ser considerados como ingredientes funcionales, tales como: los ácidos grasos esenciales altamente insaturados (HUFA, por sus siglas en inglés) de la familia ω -3 y ω -6: ARA (C20:4 ácido araquidónico), EPA (C20:5 ácido eicosapentaenoico) y DHA (C22:6 ácido docosahexaenoico); antioxidantes (liposolubles como carotenoides y tocoferoles); antioxidantes (hidrosolubles como los polifenoles, el complejo de las ficobiliproteínas -ficocianina y ficoeritrina- y vitamina C). Las ficobiliproteínas tienen varios usos, como colorante natural para cosmética y en alimentos, como sonda fluorescente en técnicas fluorométricas. Por otro lado, estudios recientes han demostrado sus propiedades como hepatoprotectoras, antiinflamatorias y antioxidantes, así como en el uso en terapias para el tratamiento de algunos tumores cancerígenos y en el tratamiento de leucemia (Simo et al, 2005). Otros metabolitos de interés los constituyen los polisacáridos sulfatados que presentan propiedades antivirales, los esteroides como antimicrobianos, ácidos grasos con actividad antibiótica (Ozdeimer et al., 2004; Mendiola et al., 2005, 2007).

Basado en lo antes mencionado, el objetivo del trabajo se centró en cultivar en condiciones de laboratorio, tres microalgas de diferente hábitats (Fig. 1) (*Porphyridium cruentum*, *Nannochloropsis oculata*, *Neochloris oleoabundans*, *Haematococcus pluvialis*) y la cianobacteria *Spirulina maxima*, para evaluar la producción de los pigmentos y así como el biodiesel. En el caso del biodiesel, la calidad se estima a partir del perfil cuantitativo de los ácidos grasos de las microalgas y se aplica la ecuación desarrollada por Bamgboye y Hansen (2008). Las condiciones metodológicas del estudio incluyeron:



Figura 1. Sitios de muestreo de microalgas nativas de nuestra región. A) Salinera del Puerto de Pichilingue (*Dunaliella* sp.), B) Estanques CIBNOR (diatomeas).

Organismos y condiciones de cultivo. *Porphyridium cruentum* (UTEX 161), *Nannochloropsis oculata* (UTEX LB2164),

Neochloris oleoabundans (UTEX 1185) y *Spirulina maxima* (UTEX LB 2342) fueron adquiridas de The Culture Collection of Algae y mantenidas en el cepario del CIBNOR. *Haematococcus pluvialis* fue donada por el Dr. Fábregas de la Universidad de Santiago de Compostela, España en 1995. Los medios de cultivo utilizados fueron f/2 (Guillard y Ryther, 1962) para *P. cruentum*, *N. oculata* y *N. oleoabundans*; Bold 3N (UTEX) para *H. pluvialis* y Jourdan (2006) para *S. maxima*. Las condiciones de cultivo aplicadas fueron a temperatura $23\pm 1^\circ\text{C}$, ciclo luz-oscuridad 12:12, intensidad luminosa ($100 \mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$); pH 7.5-8 (microalgas) y 10.5-11.0 (*Spirulina maxima*); aireación continua con pulsos de CO_2 .

Análisis de la biomasa y metabolitos. Las biomásas de las microalgas y la cianobacteria se cosecharon por centrifugación (2500 rpm/10 min/ 10°C) y se lavaron con formato de amonio (*N. oculata* y *P. cruentum*) y con agua destilada

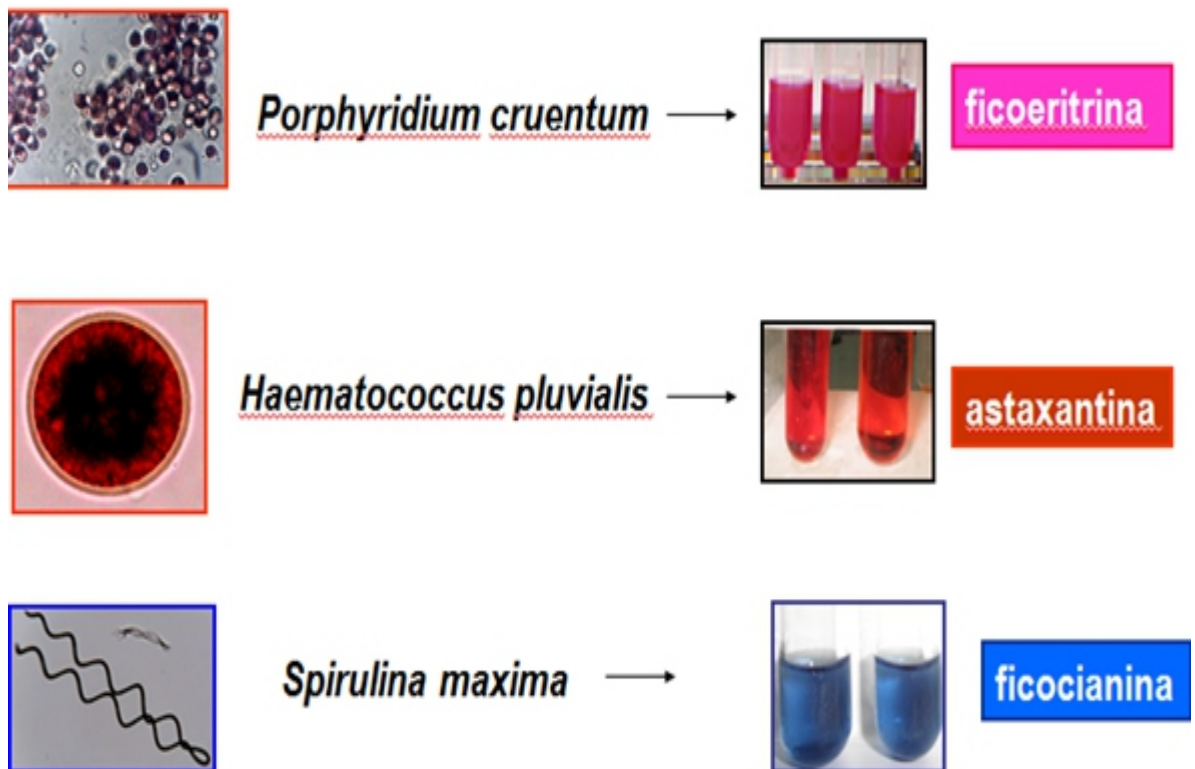


Figura 2. Pigmentos extraídos de *P. cruentum*, *H. pluvialis* y *S. maxima*.

(*N. oeloabundans*, *H. pluvialis* y *S. maxima*) para eliminar las sales y se liofilizaron para posteriormente analizar de acuerdo a los protocolos previamente estandarizados (Arredondo Vega y Voltolina, 2007). Para estimar el número de cetano en el biodiesel obtenido de las microalgas *N. oculata* y *N. oeloabundans* se aplicó la ecuación definida por Bamgboye y Hansen (2008). Como parte de los resultados más relevantes, en la figura 2 se muestran los pigmentos extraídos de *P. cruentum* en donde la ficoeritrina estuvo entre 18 y 20% del peso seco; en *H. pluvialis* la astaxantina estuvo entre el 12-15% del peso seco y en *S. maxima* la ficocianina estuvo entre el 18-20% de su peso seco. El biodiesel obtenido a través de la reacción de esterificación de los ácidos grasos de *N. oculata* (A) y *N. oeloabundans* (B) se muestra en la figura 3. En cuanto a la estimación del CN (cetane number) se obtuvo que para el caso de *N. oculata* estuvo entre 52 ± 1 y para *N. oeloabundans* entre 54 ± 1 . De acuerdo a los estándares de nuestro país los valores de CN deben de estar entre 52 y 55, por lo que los resultados obtenidos con las microalgas cultivadas quedan dentro del rango aceptado.

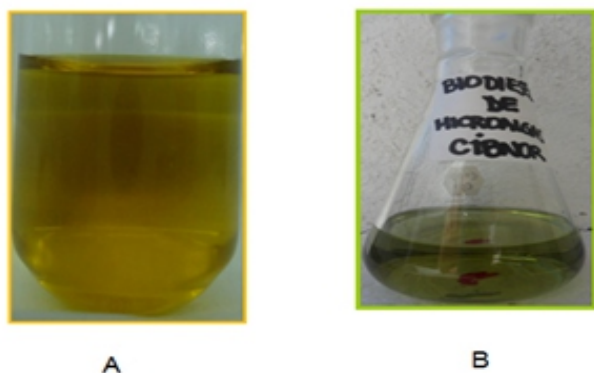


Figura 3. Biodiesel obtenido de (A) *N. oculata* y (B) *N. oeloabundans*

Impacto socioeconómico

El estudio de microalgas y cianobacterias de diferentes hábitats resulta importante por las siguientes razones: 1) El cultivo masivo en un plano industrial puede ser un

recurso atractivo para la valoración de zonas áridas y semiáridas como lo es el Estado de Baja California Sur. 2) Además, de la producción de aceite que podría utilizarse para la obtención de biodiesel y/o como grado alimenticio, se puede obtener cantidades considerables de proteína para ser utilizada como complemento alimenticio para el hombre. 3) Otros compuestos de alto valor agregado se pueden extraer de la biomasa de las microalgas, son los ácidos grasos esenciales como el ARA, EPA y DHA que pueden utilizarse como complemento alimenticio o incorporarlas en leche en polvo para niños. 4) La extracción de pigmentos como los carotenos, la ficocianina y ficoeritrina pueden utilizarse en la industria de los alimentos como colorantes naturales así como complemento alimenticio para el hombre, por su capacidad antioxidante.

El Programa de Acuicultura del CIBNOR, cuenta con el Laboratorio de Biotecnología de Microalgas altamente calificado para el escalamiento para la producción de lípidos (con potencial para la obtención de biodiesel), ácidos grasos esenciales (ARA, EPA, DHA) y pigmentos (astaxantina, ficocianina y ficoeritrina)..

AGRADECIMIENTOS

Proyecto fiscal AO.2 y CONACYT-PROINNOVA clave 935.

Referencias

- Arredondo Vega, B. O. y Vázquez Duhalt, R. (1992). Aplicaciones biotecnológicas del cultivo de microalgas. *Ciencia y Desarrollo XVII* (98): 99-111.
- Arredondo Vega, B. O., Band, C. J. y Greene Yee, A. (1994). *Porphyridium cruentum*: una microalga roja con alto potencial biotecnológico. *Ciencia y Desarrollo XX* (117): 51-57.
- Arredondo Vega, B. O. (2005). Las microalgas y los productos de alto valor agregado. *Rev. Panorama Acuícola* 10(5): 20-24.
- Arredondo Vega, B. O y Voltolina, D. (editores) (2007). *Métodos y herramientas analíticas en la evaluación de biomasa microalgal*. Publicaciones CIBNOR. 97 págs. Bamgboye, A. I. and Hansen, A. C. (2008). Prediction of cetane number of biodiesel fuel from fatty acid methyl ester (FAME) composition. *Int. Agrophysics* 22: 21-29.
- Güllard, R.R.L. and Rytner, J.H. (1962). Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve). *Can. J. Microbiol.* 8:229-239.
- Jourdan, J. P. (2006). *Manuel de culture artisanale pour la production de Spiruline*. Cultivez votre Spiruline. 1-146 pp.
- Mendiola, J.A., Marín, F.R., Hernández, F., Arredondo, B. O., Señorans, F. J., Ibáñez, E. and Reglero, G. (2005). Characterization via liquid chromatography coupled to diode array detector and tandem mass spectrometry of supercritical fluid antioxidant extracts of *Spirulina platensis* microalga. *J. Sep. Sci.* 28: 1031-1038
- Mendiola, J.A., Torres, C. F., Toré, A., Martín-Alvarez, P.J., Santoyo, S., Arredondo, B. O., Señorans, F. J., Cifuentes, A. and Ibáñez, E. (2007). Use of supercritical CO₂ to obtain extracts with antimicrobial activity from *Chaetoceros muelleri* microalga. A correlation with their lipidic content. *European Food Res. Technol.* 224:505-510
- Ozdemir, G., Karabay, N.U., Dalay, C.M., Pazarbasi, B. (2004). Antibacterial activity of volatile component and various extracts of *Spirulina platensis*. *Phyt. Res.* 18: 754-757.
- Simo, C., Herrero, M., Neusü, C., Pelzing, M., Kenndler, E., Barbas, B., Ibáñez, E., Cifuentes, A. (2005). Characterization of proteins from *Spirulina platensis* microalga using capillary electrophoresis-ion trap-mass spectrometry and capillary electrophoresis-time of flight-mass spectrometry. *Electrophoresis* 26: 2674-2683.

Instrucciones de autor

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Revista científica de divulgación, NÚMERO ISSN 2007-1310, Indizada al LATINDEX

Los artículos científicos, de divulgación, que se publican deben estar basados en cualquiera de los siguientes casos:

- Propuesta de proyecto científico, tecnológico o de innovación, para resolver una problemática con impacto socioeconómico en México.
- Proyecto científico, tecnológico o de innovación, ya ejecutado y exitoso que haya resuelto una problemática con impacto socioeconómico en México
- Propuestas de política pública para fortalecer el desarrollo sustentable de México, basado en el conocimiento.

Aunque el artículo trate una temática local debe presentarse en el contexto nacional o al menos regional.

Los artículos pueden derivarse de los siguientes tipos de proyecto: 1. Investigación; 2. Desarrollo tecnológico; 3. Innovación; 4. Formación de recursos humanos; 5. Infraestructura científica y tecnológica; 6. Divulgación científica y tecnológica; 7. Políticas públicas para el desarrollo de México, basado en el conocimiento.

Los artículos deberán tener como máximo 5-6 cuartillas (24 líneas, 260 palabras por cuartilla, aproximadamente) de texto, Times New Roman de 12 puntos, con interlínea doble y con márgenes de 2.5 cm. Sin demérito de su calidad científica, los textos deben ser escritos en lenguaje para todo público. Los documentos deben contener las referencias científicas más importantes (mínimo 5, máximo 10), referidas en el texto y listadas en la bibliografía. En un archivo anexo enviar tres figuras a color (gráficos, fotografías, esquemas, dibujos y como última opción tablas cortas). Las figuras o tablas deben estar referenciadas en el texto y deben tener un pie de figura o tabla explicativo, descrito de forma breve y de fácil comprensión.

Los documentos deben tener siguientes secciones y orden:

Título

Autor/Institución

Resumen (objetivos, métodos, resultados relevantes, conclusiones en 6-10 líneas).

Palabras clave

Abstract (6-10 líneas).

Key Words.

Área temática.

Problemática que atiende.

Usuarios/beneficiarios.

Proyecto (objetivos, métodos, resultados relevantes, discusión, conclusiones).

Impacto socioeconómico. Hasta esta sección, MÁXIMO 5 CUARTILLAS

Elementos adicionales a considerar en los artículos sometidos para publicación

Ilustraciones

Las ilustraciones —incluye fotografías— se entregarán digitalizadas en 427 x 640 pixeles, con un tamaño mínimo de 15cm en su lado mayor. El material gráfico —dibujos o esquemas—, deberán ser elaborados en Corel Draw u otro programa similar y en cualquiera de los siguientes formatos: tif o jpg. No se aceptan imágenes que provienen de Internet, sin la autorización expresa del autor de la imagen, y sin que tengan la calidad requerida. En total las imágenes, gráficos y tablas referidas en el texto no deben ser mayores a tres.

Nota: se recomienda enviar una ilustración de alta definición 683 x 1024 pixeles, para usarse como portada en la versión electrónica en el portal del PCTI. La fotografía o imagen debe ser llamativa y sobre la temática del artículo.

Tablas

Se recomienda usarlas de manera excepcional. De haberlas, deberán ser referidas en el texto, tener únicamente los datos imprescindibles, con el propósito de que el lector las comprenda con facilidad. Cada una de las tablas deberá contener un número de identificación, numeradas en forma consecutiva, con un título descriptivo. De ser necesario, se incluirá al pie una nota explicativa. Las tablas deben enviarse además en archivo Excel.

Referencias bibliográficas

Las referencias generales, destinadas a ampliar en su conjunto la información que se proporciona al lector, no requieren ser citadas en el texto. Las específicas, que destacan algún punto de particular importancia, deberán ser únicamente las 10 más importantes y citadas en el texto por el primer apellido del autor y del coautor (de existir) seguido(s) por el año de publicación escrito entre paréntesis, como en: Martínez (2009), o en López y Martínez (2009). Si hubiera más de dos autores, la referencia se hará como en el caso anterior, pero señalando únicamente el apellido del primer autor, seguido de la expresión y cols., como en Martínez y cols. (2010) ó et al. dentro de paréntesis (Martínez et al., 2010). Si es necesario diferenciar dos o más trabajos del mismo autor publicados en un mismo año, se utilizarán letras minúsculas consecutivas al lado del año, en letra cursiva, como en: Martínez (2010a), Martínez (2010b). El número de referencias no deberá ser mayor a 10. Las fichas bibliográficas correspondientes a las referencias generales y específicas se agruparán al final del artículo, en orden alfabético y de acuerdo con el apellido del primer autor. El texto del artículo hasta la bibliografía no debe ser mayor a 6 cuartillas a doble espaciado.

Los artículos y anexos deberán ser enviados (en el formato electrónico requerido) al Editor de la revista, acompañados de una carta (en formato electrónico) del autor de correspondencia solicitando su publicación. Con el objeto de facilitar la labor de corrección y la comunicación con el autor, las páginas del artículo deberán estar numeradas. Las propuestas de artículo deben de enviarse exclusivamente por vía electrónica a: hnoasco2008@hotmail.com

ÁREAS TEMÁTICAS: todas las áreas temáticas, usar la clasificación del SNI.

Los artículos son sometidos a arbitraje por pares académicos de reconocido prestigio.



PCTI

Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México.



La ciencia, la tecnología e la Innovación al servicio de la sociedad mexicana

Órgano Oficial de Divulgación
de la AMECTIAC



Contacto: hno lasco2008@hotmail.com, hno lasco@pcti.mx