



# Memoria Congreso Virtual de Comunicación de la Ciencia II

**DRA. BLANCA DEL ROSARIO MARTÍN CANCHÉ**  
**DR. MAXIMILIANO VANOYE ELIGIO**  
**DR. ELIEZER DEL JESÚS CASADO RAMÍREZ**  
**DR. JOSÉ LUIS GUILLÉN TAJE**  
COMPILADORES

**Este libro se presenta para la lectura y la reflexión de las propuestas de investigación contenidas en cada capítulo presentado por los autores.**

El contenido de cada trabajo ha sido responsabilidad de cada autor (es), en cuanto a su originalidad.

# **Memoria Congreso Virtual de Comunicación de la Ciencia II**

**DRA. BLANCA DEL ROSARIO MARTÍN CANCHÉ**

**DR. MAXIMILIANO VANOYE ELIGIO**

**DR. ELIEZER DEL JESÚS CASADO RAMÍREZ**

**DR. JOSÉ LUIS GUILLÉN TAJE**

COMPILADORES

BLANCA DEL ROSARIO MARTÍN CANCHÉ  
MAXIMILIANO VANOYE ELIGIO  
ELIEZER DEL JESÚS CASADO RAMÍREZ  
JOSÉ LUIS GUILLÉN TAJE

Edición Primera – Mayo 2025



Título: Memoria Congreso Virtual de Comunicación de  
la Ciencia II

ISBN: 978-9942-7302-7-5

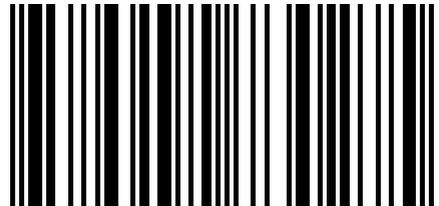
Dra. Blanca del Rosario Martín Canché  
Dr. Maximiliano Vanoye Eligio  
Dr. Eliezer del Jesús Casado Ramírez  
Dr. José Luis Guillén Taje  
Compiladores

Sello Editorial: Red Internacional de Investigación en Ciencias  
Sociales y Humanidades.

Crédito imagen de portada: Pete Linforth en Pixabay

Páginas: 81

ISBN: 978-9942-7302-7-5



9789942730275

# Prólogo

# Memoria Congreso Virtual de Comunicación de la Ciencia II

En este capítulo de libro, los autores hacen referencia a los grandes problemas que enfrenta la humanidad hoy en día, como lo es la alimentación, uso de energías limpias y sostenibles, y cuidado del medio ambiente. Los problemas mencionados se abordan en esta obra a través en tres secciones: Sector agroalimentario, Energías limpias y Mitigación de cambio climático. La primera sección nos acerca sobre la producción de una forma sustentable de frutas y hortalizas mediante el uso de acolchados y el valor agregado que tienen a nivel nacional e internacional. En la segunda sección se presentan distintas aplicaciones para aprovechar las energías limpias y sostenibles con la finalidad de para sustituir las energías convencionales, mediante la utilización materia orgánica de la región, así como la aplicación de estas en viveros, en el sector apícola y ganadero. Finalmente, la última sección titulada “Mitigación de cambio climático” nos habla de los manglares y su diversidad, la importancia ecológica, económica y social que poseen. De igual manera, aborda diferentes métodos experimentales que utilizan microorganismos beneficiosos como una fuente alternativa de lípidos para la producción de biodiésel, evaluando la eficacia de distintos espectros de luz en el ámbito de

energías renovables. Mientras que una investigación comenta sobre la generación de los residuos sólidos que se generan por la Pymes. En general, el capítulo considera significativamente cada una de las aportaciones de los autores en conjunto como un todo para trazar un camino hacia la sustentabilidad.

**Dra. Blanca del Rosario Martín Canché**  
COORDINADORA GENERAL

# Introducción

El empleo de las energías renovables en México presenta múltiples aprovechamientos en distintas regiones debido al potencial de los recursos naturales; como la luz solar, el viento, la biomasa y el agua (Etchevers et al., 2016), ya que, gran parte de los alimentos de consumo provienen del suelo, de los cuales han sufrido cambios significativos en sus propiedades químicas, físicas y biológicas debido a diversas actividades humanas. La preocupación de dichos problemas ambientales ha ganado relevancia en los últimos años debido al aumento de prácticas en procesos industriales, el sistema de transporte, y otras actividades humanas, lo que lo ha posicionado como un tema de interés público (Mejías et al., 2016; Montece & Naranjo, 2023). En este contexto, las energías renovables, que aprovechan los recursos naturales, han surgido como una alternativa clave, ya que disminuyen la dependencia de combustibles fósiles e impulsan el uso de tecnologías para su aprovechamiento, tal como afirman Moreira et al. (2021). En la actualidad, las energías renovables se han aplicado de diversas maneras en muchas partes del mundo, integrándose en sector primario para estimular el uso de las energías limpias, contribuyendo tanto a la sostenibilidad como a la mitigación del cambio climático (Méndez, 2024). En el ámbito de la seguridad alimentaria, también se han implementado mejoras tecnológicas en los sistemas de riego (Mossande et al., 2015). Por otro lado, el uso del agua para la agricultura y la ganadería enfrenta restricciones cada vez mayores debido a la escasez de este recurso vital. No obstante, la introducción de tecnologías renovables ha permitido una distribución más eficiente del agua, al mismo tiempo que contribuyen a la mitigación del cambio climático (Fines et al., 2021). También existen otras alternativas para la producción de energía tal como lo señalan Caballero & Collantes (2022), afirmando que posible realizar actividades agropecuarias y, al mismo tiempo, producir energía mediante aerogeneradores y/o paneles solares en la misma área, en un proceso conocido como agrovoltaica. Al analizar los casos a nivel global y nacional, se destaca que la biomasa es el recurso más investigado, debido a su inmenso potencial y rentabilidad, ya que se encuentra en prácticamente todos los rincones del mundo. Su uso se ha enfocado en mejorar los cultivos mediante subproductos como los biofertilizantes, lo que ha permitido reducir significativamente el empleo de fertilizantes químicos. Estos últimos no solo deterioran la fertilidad del suelo, sino que también afectan negativamente al medio ambiente y la salud. Sin embargo, López et al. (2022) demostraron que, el uso de abonos orgánicos en combinación con hongos micorrízicos arbusculares es eficaz para la recuperación del suelo y la mejora de la calidad en cultivos, superaron el 80% de colonización total como una alternativa viable para sustituir la fertilización sintética. Aunado a lo anterior, las

energías renovables presentan múltiples aplicaciones, mismas que se han convertido en una alternativa sustentable, para la seguridad alimentaria y actividades propias del sector primario, con la adopción de buenas prácticas agrícolas, experimentales, entre otros, aprovechando al máximo los recursos naturales e impulsando su productividad en el marco del desarrollo sustentable.

## Referencias

- Caballero, M. A., & Collantes, R. D. (2022). Energías renovables: alternativas para el sector agropecuario en Panamá. *Revista Científica Semilla del Este*, 3(1), 43-65.
- Etchevers, J. D., Saynes, V., Sánchez, M. M., & Roosevelt, F. D. (2016). Manejo sustentable del suelo para la producción agrícola. *Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México. Biblioteca Básica de Agricultura, Colegio de Postgraduados. México*. pp, 63-79.
- López-Morales, M. L., Leos-Escobedo, L., Alfaro-Hernández, L., & Morales-Morales, A. E. (2022). Impacto de abonos orgánicos asociados con micorrizas sobre rendimiento y calidad nutracéutica del pepino. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(5), 785-798.
- Mejías-Brizuela, N., Orozco-Guillén, E., & Galán-Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 27-41.
- Méndez Duran, J. H. (2024). Energía solar en la agricultura: un estudio de caso de la parroquia de Majúa, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 14427-14440.
- Montece, A. M. T., & Naranjo, W. P. P. (2023). Análisis de generación en sistemas de energía híbridos usando el biogás para suministro eléctrico. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e285-e285.
- Moreira, Y. A. R., Arauz, W. M. S., & Quiroz, A. M. V. (2021). Factibilidad del sistema fotovoltaico para suministro eléctrico autosustentable. *Dominio de las Ciencias*, 7(6), 1485-1498.
- Mossande, A. R., Brown Manrique, O., Mujica Cervantes, A., Mata Rodriguez, C., & Osorio León, I. (2015). Riego por goteo con energía solar para el tomate en Cavaco, Benguela, Angola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2), 11-17.

# Índice

## Capítulo I

### Sector agroalimentario

Características del rendimiento en brassicas cultivadas en el valle de Mexicali por efecto del tipo de acolchado.....	14
Productos y subproductos de frutales que promueve el programa Sembrando Vida en Campeche .....	21
Desarrollo de un módulo de crianza automatizado para aves de traspatio .....	29

## Capítulo II

### Energías limpias

Desarrollo de un biodigestor para la producción de biogás, a partir de estiércol ovino.....	35
Sistema de riego por microaspersión fotovoltaico para tres viveros de Carludovica Palmata Ruiz & Pav. (Palma de Jipi) .....	40
Optimización Energética: Un Modelo Experimental de Energía Solar Fotovoltaica en Observatorios Apícolas, Campeche, México .....	48
Eficiencia de un huerto demostrativo con el uso de Biofertilizantes, en Escárcega Campeche, México .....	54

## Capítulo III

### Mitigación de cambio climático

Manglares mexicanos: Un tesoro natural en riesgo .....	61
Residuos sólidos que genera la sociedad y las Pymes en la localidad de Escárcega.....	68
Efecto de diferentes tipos de luz en el cultivo in vitro de microalgas como fuente renovable de energía .....	74

### Evaluación

# Capítulo I

## Sector agroalimentario

# CARACTERÍSTICAS DEL RENDIMIENTO EN BRASSICAS CULTIVADAS EN EL VALLE DE MEXICALI POR EFECTO DEL TIPO DE ACOLCHADO

## PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF BRASSICAS GROWN IN THE MEXICALI VALLEY BY THE EFFECT OF MULCHING TYPE

Fidel Núñez-Ramírez<sup>1\*</sup>, Blancka Yesenia Samaniego Gámez<sup>1</sup>, Samuel Samaniego Gámez<sup>1</sup>, Raúl Enrique Valle Gough<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, 21705, Mexicali, Baja California, México.

\*Autor de Correspondencia: Fidel.nunez@uabc.edu.mx

### Resumen

El objetivo de este estudio fue identificar el efecto de cuatro acolchados de suelo sobre la biomasa fresca y su distribución en plantas brassicas. El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas distribuidas en bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela principal fueron cuatro tipos de suelo acolchados: acolchado plástico color negro, acolchado plástico color blanco, acolchado con paja de trigo y suelo desnudo; por otro lado la subparcela estuvo compuesta por dos cultivos de brassicas: brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y coliflor (*Brassica oleracea* var. *botritis*). Los resultados encontrados mostraron que en ambos cultivos, las plantas cultivadas en suelo con acolchado plástico blanco produjeron un mayor peso fresco y rendimiento, mientras que aquellas producidas en suelo desnudo, ambos parámetros fueron menores. Por otro lado, produjeron solo en brócoli, el índice de cosecha fue afectado negativamente por el acolchado con paja de trigo. Los resultados obtenidos en este estudio local proveen de información para obtener mayores rendimientos

utilizando suelos con acolchado plástico color blanco.

Palabras clave: Plasticultura, Brocoli, Coliflor, paja de trigo

## Abstract

The objective of this study was to identify the effect of mulching on fresh biomass and its distribution in brassica plants. The experimental design used was split plots distributed in random blocks with four replications. The main plot consisted of four types of mulched soil: black plastic mulch, white plastic mulch, wheat straw mulch and bare soil; on the other hand, the subplot consisted of two brassica crops: broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). The results found showed that in both crops, plants grown in soil with white plastic mulch produced a higher fresh weight and yield, while those produced in bare soil, both parameters were lower. On the other hand, they produced only broccoli, the harvest index was negatively affected by mulching with wheat straw. The results obtained in this local study provide information for obtaining higher yields using soils with white plastic mulch.

Keywords: Plasticulture, Broccoli, Cauliflower, Wheat Straw

## Introducción

En los últimos años, en el valle de Mexicali, ubicado al noroeste de México, ha surgido la necesidad de cambio de cultivos tradicionales por otros de mayor beneficio económico. Entre estos últimos destacan los cultivados en época de invierno como lo son las brassicas. Hortalizas como el brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*), la coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.), la col de bruselas (*Brassica oleracea* var. *Gemmifera*) y el repollo (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*) han incrementado su superficie de siembra en este lugar 1. Este tipo de cultivos hortícolas pueden incrementar el rendimiento económico por superficie cultivada, resultando en una buena alternativa para los agricultores locales.

El uso de tecnología de riego ha demostrado ser útil en alcanzar mayores rendimientos en una diversidad de cultivos 2. Sin embargo, la inclusión de los acolchados en suelo con materiales orgánico e inorgánicos, es un complemento adicional que de integrarse para acrecentar aún más el rendimiento o precocidad en la producción de cultivos 3. Estudios realizados en diversos cultivos como chile (*Capsicum annuum*) 4, fresa (*Fragaria × ananassa*, Duch.) 5, tomate (*Solanum lycopersicum* L.) 6 entre otros, han sido ejemplo de ello.

El uso de los acolchados de suelo presenta ventajas al modificar el ambiente radicular en donde crecen las plantas. Algunas de las modificaciones son el incremento en la temperatura del mismo 7, modificación de la disponibilidad de elementos minerales 8, mantenimiento de humedad por mayor tiempo 9, entre otros. Sin embargo, dichas modificaciones del suelo impactan de diferente forma el desarrollo de los cultivos 10. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue identificar el efecto de diferentes tipos de acolchado sobre las características de rendimiento en dos brassicas (brócoli y coliflor) cultivadas en el valle de Mexicali, al noroeste de México.

## **Materiales y Métodos**

El estudio se realizó en la temporada de invierno del año 2023-24. El experimento se estableció en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicada en el valle de Mexicali, al noroeste de México. El experimento se estableció bajo un diseño de parcelas divididas distribuidas bloques al azar. La parcela principal estuvo constituida por cuatro tipos de acolchados: acolchado plástico color negro, acolchado plástico color blanco, acolchado con paja de trigo y suelo desnudo; por otro lado la subparcela estuvo compuesta por dos cultivos de brassicas: brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y coliflor (*Brassica oleracea* var. *botritis*).

El trasplante se realizó sobre camas levantadas a 20 cm, con un ancho superior de 60cm y distancia entre las mismas de 180 cm. Se utilizó un sistema de riego por goteo con goteros separados a 20 cm. Ambos cultivos fueron trasplantados el 29 de septiembre de 2023 sobre los tratamientos ya instalados. Así mismo, recibieron el mismo manejo de fertilización (320, 90, 200, 38 y 15 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, respectivamente), control de plagas (repelentes orgánicos y químicos) y malezas (cultural, manual y químico).

La cosecha se realizó a los 100 días después del trasplante. Se cosecharon ocho plantas de cada cultivo de la parte central de cada subparcela. Se obtuvo el peso por planta completa y peso fresco del florete. Con esos datos se obtuvo la relación de parte cosechada (órgano de interés) versus planta completa. Los valores de cada cultivo fueron analizados por separado. Se les realizó análisis de varianza a través de MINITAB14. Parte. Cuando el análisis mostró diferencias significativas, se realizó prueba de medias utilizando Tukey ( $P < 0.05$ ).

**Tabla 1**

*Efecto del tipo de acolchado sobre las características del rendimiento en brócoli y coliflor*

Tratamiento (Brocoli)	Peso por planta (g)	Peso por florete (g)	Peso de hojas (g)	Índice de cosecha
Acolchado plástico negro	2,092 ±(575)ab	457 ±(203)ab	1,635 ±(409)a	0.20 ±(0.06)a
Acolchado plástico blanco	2,234 ±(504)a	489 ±(141)a	1,745 ±(392)a	0.21 ±(0.03)a
Acolchado con paja de trigo	2,024 ±(520)b	393 ±(140)bc	1,630 ±(400)a	0.19 ±(0.03)b
Suelo desnudo	1,734 ±(338)c	372 ±(113)c	1,362 ±(254)b	0.21 ±(0.03)a
Probabilidad	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.005
Tratamiento (Coliflor)	Peso por planta (g)	Peso por florete (g)	Peso de hojas (g)	Índice de cosecha
Acolchado plástico negro	2,782 ±(530)a	871 ±(221)a	1,911 ±(442)a	0.31 ±(0.06)
Acolchado plástico blanco	2,674 ±(538)ab	818 ±(350)a	1,855 ±(281)a	0.29 ±(0.08)
Acolchado con paja de trigo	2,497 ±(638)b	643 ±(245)b	1,854 ±(540)a	0.30 ±(0.39)
Suelo desnudo	2,028 ±(428)c	458 ±(246)c	1,570 ±(274)b	0.21 ±(0.09)
Probabilidad	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.081

## Resultados

La tabla 1, muestra el efecto de los tipos de acolchados sobre los cultivos de brócoli y coliflor. En general, el peso de biomasa fresca por planta completa y el peso por florete resultó mayor cuando se acolchó el suelo con plástico de color blanco y en menor medida con paja de trigo y finalmente en suelo desnudo. El suelo desnudo resultó con una menor producción de hojas que el resto de los tipos de acolchados. La relación entre la biomasa fresca total de la planta y el florete cosechado como órgano de interés en brócoli modificó el índice de cosecha. De tal manera que el menor índice de cosecha fue para las plantas cultivadas con acolchado de paja de trigo.

Por otro lado, para el caso de las plantas de coliflor, el mayor peso fresco de planta completa fue para el suelo acolchado con plástico de color negro, seguido por el suelo acolchado con paja de trigo y finalmente el suelo desnudo. Para el caso del peso fresco del florete, los mayores valores fueron para las plantas cultivadas con acolchado

plástico, seguidas por aquellas acolchadas con paja de trigo y finalmente las cultivadas en suelo desnudo. El peso de las hojas de coliflor fue mayor en los tratamientos con suelo acolchado y menor en el suelo desnudo. Finalmente en este cultivo, el índice de cosecha no resultó afectado.

## Discusión

La modificación del rendimiento por el uso de los acolchados en suelo fue evidente en ambos cultivos. Sin embargo, el modo de afección fue de diferente manera para cada cultivo. Si bien utilizando el acolchado plástico superó en rendimiento de biomasa fresca total de las plantas y el peso fresco de los floretes cosechados, al tratamiento de suelo acolchado con paja de trigo, el color del plástico fue de gran importancia. Estudios realizados en Chile refrendan los resultados encontrados en este estudio 4. En este sentido, el tipo de color crea un microambiente diferente que puede hacer actuar a las plantas de diferente manera 11.

Las plantas de brócoli y coliflor, aunque pertenecen a la misma familia de las brassicas, tienen un hábito de crecimiento muy particular y diferente. Las plantas de coliflor tienden a envolver el florete con sus hojas, mientras que el brócoli lo expone al sol a temprana edad. Lo anterior puede verse modificado al utilizar los diferentes colores de acolchado plástico. En general, el plástico negro transfiere una mayor energía al suelo, mientras que el color blanco refleja la luz impidiendo calentar el suelo 7 5. Lo anterior puede traer como consecuencia una diferencia en el crecimiento radicular de las plantas 12 o un comportamiento diferente de transpiración de las mismas 9, y en consecuencia modificar el índice de cosecha.

## Conclusiones

El crecimiento y desarrollo de las brassicas (brócoli y coliflor) responden de forma diferente al tipo y color de acolchado de suelo utilizado. Así mismo, la respuesta de las plantas para incrementar el índice de cosecha es diferente en ambos cultivos. Más estudios son necesarios para identificar el momento fenológico en el cual el índice de cosecha empieza a cambiar de acuerdo a cada tipo de acolchado en la producción de brassicas cultivadas en el valle de Mexicali.

## Referencias

- Atlas Agroalimentario. (2020). Atlas agroalimentario 2020. <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/11/Atlas-Agroalimentario-2020.pdf>
- Biswas, T., Bandyopadhyay, P. K., Nandi, R., et al. (2022). Impact of mulching and nutrients on soil water balance and actual evapotranspiration of irrigated winter cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *Agricultural Water Management*, 263, 107456. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107456>
- De Pascale, S., Dalla Costa, L., Vallone, S., Barbieri, G., & Maggio, A. (2011). Increasing water use efficiency in vegetable crop production: From plant to irrigation systems efficiency. *HortTechnology*, 21(3), 301–308. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.3.301>
- Díaz-Pérez, J. C. (2010). Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: Effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. *HortScience*, 45(8), 1196–1204. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.8.1196>
- Kader, M. A., Senge, M., Mojid, M. A., & Ito, K. (2017). Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. *Soil and Tillage Research*, 168, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.01.001>
- Luo, H., Xu, H., Chu, C., He, F., & Fang, S. (2020). High temperature can change root system architecture and intensify root interactions of plant seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2020.00160>
- Ma, D., Chen, L., Qu, H., Wang, Y., Misselbrook, T., & Jiang, R. (2018). Impacts of plastic film mulching on crop yields, soil water, nitrate, and organic carbon in northwestern China: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 202, 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.02.001>
- Mendonça, S. R., Ávila, M. C. R., Vital, R. G., Evangelista, Z. R., Pontes, N. de C., & Nascimento, A. dos R. (2021). The effect of different mulching on tomato development and yield. *Scientia Horticulturae*, 275, 109657. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109657>
- Rutz, T., Coolong, T., Srinivasan, R., et al. (2023). Use of insect exclusion row cover and reflective silver plastic mulching to manage whitefly in zucchini production. *Insects*, 14(11), 863. <https://doi.org/10.3390/insects14110863>
- Shiukhy, S., Raeini-Sarjaz, M., & Chalavi, V. (2015). Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. *International Journal of Biometeorology*, 59(8), 1061–1066. <https://doi.org/10.1007/s00484->

014-0919-0

- Snyder, K., Grant, A., Murray, C., & Wolff, B. (2015). The effects of plastic mulch systems on soil temperature and moisture in Central Ontario. *HortTechnology*, 25(2), 162–170. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.2.162>
- Tarara, J. M. (2000). Microclimate modification with plastic mulch. *HortScience*, 35(2), 169–180. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.2.169>

## PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE FRUTALES QUE PROMUEVE EL PROGRAMA

### SEMBRANDO VIDA EN CAMPECHE

## FRUIT PRODUCTS AND BY-PRODUCTS PROMOTED BY THE SEMBRANDO

### VIDA PROGRAM IN CAMPECHE

*Juan Manuel Ortega Almeyda<sup>1</sup>, Edith González Lazo<sup>1</sup>, Jimmy Ricardo Mier Guerra<sup>1</sup>, Blanca del Rosario Martín Canché<sup>1</sup> y Maximiliano Vanoye Eligio<sup>1\*</sup>*

*<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/ITS de Escárcega. Calle 85 s/n entre 10B, Col. Unidad Esfuerzo y Trabajo I. Escárcega, Campeche*

*\*Autor de correspondencia: [maxvanoye@itsescarcega.edu.mx](mailto:maxvanoye@itsescarcega.edu.mx)*

## Resumen

El Programa Sembrando Vida en México tiene la finalidad de contribuir al bienestar social de sembradoras y sembradores a través del impulso de la autosuficiencia alimentaria. Por lo que promueve el cultivo de frutales en distintas partes del país. Por ello, en la presente investigación se tuvo como objetivo identificar los frutales que el programa promueve en el sur de Campeche, así como los tipos de presentación y métodos de conservación que se les han aplicado a nivel nacional e internacional. El trabajo se logró mediante la aplicación de una entrevista a productores inscritos al programa Sembrando Vida y mediante una revisión de literatura. Los resultados indican que en estado se promueven principalmente seis frutales, siendo los cítricos y la guayaba los de mayor cultivo. Los productores locales no aplican ningún método de conservación a los frutos que producen. Por ello, es importante que la academia y el sector primario colaboren para la generación de productos alimentarios y contribuyan a los programas estratégicos nacionales e internacionales.

Palabras clave: Programa Sembrando Vida, Frutales, Campeche.

## Abstract

The Sembrando Vida Program in Mexico aims to contribute to the social well-being of farmers by promoting food self-sufficiency. It therefore promotes the cultivation of fruit trees in distinct parts of the country. Therefore, it promotes the cultivation of fruit trees in various parts of the country. Therefore, the present research aimed to identify the fruit trees that the program promotes in southern Campeche, as well as the types of presentation and conservation methods that have been applied to them at national and international level. The work was achieved through the application of an interview to producers enrolled in the Sembrando Vida program and through a literature review. The results indicate that there are mainly six fruit trees promoted in the state, with citrus and guava being the most widely grown. Local producers do not apply any conservation method to the fruits they produce. It is therefore important that academia and the primary sector collaborate to generate food products and contribute to national and international strategic programmes.

Keywords: Sowing Life Program, Fruit Trees, Campeche

## Introducción

El Programa Sembrando Vida (PSV) promovido por el Gobierno de México, tiene la finalidad de contribuir al bienestar social de sembradoras y sembradores a través del impulso de la autosuficiencia alimentaria, con acciones que favorezcan la reconstrucción del tejido social y la recuperación del medio ambiente, a través de la implementación de parcelas con sistemas productivos agroforestales<sup>1</sup>. La iniciativa del PSV nace con el gobierno actual, debido a que el Estado Mexicano ha puesto mayor énfasis en el apoyo a la agricultura de exportación y menos a la pequeña agricultura, mayor gestión en los alimentos importados, lo que promueve mayor pobreza a más de tres millones de productores, además se suman las políticas económicas neoliberales, programas agroalimentarios burocratizados e inefectivos y mal aplicados, entre otros factores que afectan a los pequeños productores<sup>2,3</sup>. En el estado de Campeche, el PSV tiene la misma finalidad que en el país, busca rescatar el campo, regenerar las comunidades y reactivar la economía local para radicar la pobreza rural y la degradación ambiental. Y con ello generar bienestar con respeto a la naturaleza y a la biodiversidad cultural. El PSV benefician 19,600 personas de

las que el 62% es población indígena<sup>4</sup>. En 2021, la Secretaría de Bienestar informó que más de 19 mil sembradoras y sembradores plantarán 15 millones 410 mil nuevos árboles maderables y frutales, además de agroindustriales y especias, entre los que sobresalen, árboles maderables como cedro, caoba, ramón o capomo, maculis, palo de rosa, cachahua y ciricote, y de frutales como pithaya, mango, aguacate, guanábana y plátano, además de agroindustriales como achiote, cacao, nopal, moringa y pistache, así como especias entre las que destacan pimienta, canela, chicle y pimienta negra<sup>5</sup>. En el año 2023 se informó que el total de beneficiarios para Campeche es de 20,160 productores<sup>6</sup>. Para el año 2024, el programa tendrá cobertura en distintos estados del país, entre ellos Campeche, que junto a otros estados se tiene la meta de alcanzar 1,139,372.5 ha<sup>7,8</sup>. Como se mencionó anteriormente, el objetivo de Sembrando Vida en 2024 es contribuir a la producción de las hectáreas de los trabajadores a través de sistemas agroforestales, con el cultivo de milpa intercalada entre árboles frutales e incentivar a las y los trabajadores del campo a comenzar y sostener una producción agroforestal en combinación con los cultivos tradicionales, árboles frutales y maderables, programa que está diseñado para las personas que habitan localidades rurales o con rezago social<sup>9</sup>. En base a lo anterior, el objetivo de la investigación fue identificar los frutales que promueve y gestiona el Programa Sembrado Vida en el sur de Campeche y el valor agregado que se les ha dado mediante una revisión de literatura.

## **Materiales y métodos**

El estudio se realizó en el municipio de Escárcega, Campeche, ubicado en el sur del estado. Se entrevistaron a productores inscritos en el Programa Sembrado Vida en comunidades pertenecientes al municipio (Matamoros, Libertad, López Mateo y Constitución). La entrevista consistió en conocer el o los frutales que cultiva en su parcela, el valor agregado que le dan a los frutos y las hectáreas destinadas para el programa. De igual forma, se realizó una revisión de la literatura disponible sobre el valor agregado que actualmente presentan los frutos que cultivan los productores inscritos al programa. Esta revisión incluyó la revisión de libros, documentos y publicaciones de base científica en los Journal Citation Reports (JCR), Latindex, Scielo, entre otras bases de datos y directorios de revistas científicas. Además, involucró otras fuentes, como informes de estudios locales en México y bases de datos disponibles. Cualquier omisión de literatura relevante disponible no fue intencional.

## Resultados y discusión

En total se entrevistaron a 54 productores inscritos en el Programa Sembrando Vida, 39 fueron del sexo masculino y 15 del femenino. Los resultados indican que son seis frutales a los que se dedican a producir: Anona, Cítricos, Guanábana, Guayaba, Pitaya y Zapote. El 74% de los productores mencionó que los cítricos son lo que cultivan principalmente, mientras que la anona es la de menor cultivo (13%). En promedio los productores cultivan de dos a tres frutales en su parcela. El 100% de los productores comentó que no le dan un valor agregado a la producción que obtienen, esto puede ser debido al desconocimiento del potencial agroindustrial que puede encerrar los frutos tropicales de la región como ha sido expuestos en distintas investigaciones<sup>10,11,12</sup>. Los productores manifestaron que solo elaboran aguas frescas en la temporada del fruto correspondiente y la venta de frutos es local o en la cabecera municipal.

Respecto a los productos que se han elaborado y comercializan por distintas empresas a partir de los frutos de la región se identificaron diferentes tipos de presentación y métodos de industrialización (Tabla 1). Se puede observar que el fruto de anona y chicozapote solo se aprovechan en temporada, ya que no se identificó para ellos ningún método de conservación y empresa que lo oferte en ninguna presentación. Los cítricos y la guayaba son los frutos de mayor comercialización en distintas presentaciones.

**Tabla 1**

*Formas de comercialización y métodos de conservación de frutales del sureste de México*

Fruto	Presentación	Método de conservación	Referencia
GUANABANA <i>Annona muricata</i> L.	Pulpa, polvo, jugo.	Congelación-refrigeración pasteurización conservadores, liofilización	13,14,15,16,17,18,19,20,21,22, 23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37.
CHICOZAPOTE <i>Manilkara zapota</i> L.	Aguas frescas	De temporada	
CITRICOS	Nectar, jugo, mermeladas, licor, polvo, dulces, pulpa deshidratada	Pasteurización, congelación, lío-filización, mermelada, deshidratación	
ANONA <i>Annona reticulata</i> L.	Aguas frescas	De temporada	
PITAHAYA <i>Selenicereus</i> <i>undatus</i> L.	Mermelada, licor, dulce envinado, rompopo, polvo, polvo liofilizado, pulpa deshidratada	Conservadores, liofilización, deshidratación, pasteurización	
GUAYABA <i>Psidium guajava</i> L.	Jalea, pasta, polvo, néctar, mermelada, rollo dulce, ate, en almibar, charagolo, licor, crema, salsa, vino	Conservadores, mermelada, pasteurización	

## Conclusiones

En el sur de Campeche, el Programa Sembrando Vida promueve seis cultivos, de los cuales, a dos de ellos no se les ha aplicado ningún método de conservación para su comercialización de acuerdo con la revisión de literatura. De igual forma es importante mencionar, que los productores de Campeche no le dan a ningún fruto el valor agregado, los frutos que se cultivan, solo se aprovechan en temporada. Es fundamental que la Academia y el sector primario se vinculen para la generación de productos a partir de los frutos que se cosechan que contribuya a los programas estratégicos internacionales y nacionales como cero hambre y autosuficiencia alimentaria.

## Agradecimientos

Se le agradece al Tecnológico Nacional de México, Campus Escárcega por las facilidades otorgadas en el desarrollo del proyecto, de igual forma se les agradece a los

productores del Programa Sembrado Vida por el tiempo que nos dedicaron.

## Referencias

- Administra, Broto. (2024). Guayabas en almíbar. <https://broto.com.mx/products/guayabas-en-almibar>
- Alexiades, M., & Shanley, P. (2004). Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudio de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. América Latina (Vol. 1).
- Alarcón, R., & Londoño, T. (1997). Manejo de la palma toquilla (*Carludovica palmata* Ruiz y Pavón) en la zona de influencia del Parque Nacional Yasuní, Napo, Ecuador. *Estudios biológicos de la conservación. Ecociencia*, 375–392.
- Arrobo, J. (2013). La fruta de jícama: una alternativa de nutrición y salud. *Yachana Revista Científica*, 2(2). <https://doi.org/10.62325/yachana.v2.n2.2013.48>
- Artesanías. (2024). Licor de guayaba. <https://artesanias-raices-indigenas5.webnode.mx/p/licor-de-guayaba/>
- Baca, J., Cuevas-Reyes, V., & Barradas-Miranda, P. (2021). De la dispersión a la centralización de las políticas públicas en el sector rural de México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales*, 30(59), 4–19. <https://doi.org/10.20983/noesis.2021.1.1>
- Bloom Tienda Natural. (2024). Polvo de pitahaya rosa. <https://www.bloomtienda-natural.com/producto/polvo-de-pitahaya-rosa-75g-alai-bowls-2/>
- Casa de Flores. (2024). Concentrado de México. <https://www.casadeflores.com.mx/#productos>
- Charamusca. (2024). Charagolo de guayaba artesanal. <https://charamusca.com.mx/tienda/granel/charagolo-de-guayaba-artesanal/>
- Coca-Cola. (2024). Productos. <https://www.coca-cola.com/mx/es/brands/del-valle>
- El Financiero. (2024). Reformas de AMLO 2024: Programa ‘Sembrando Vida’ como derecho constitucional. <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/2024/02/09/reformas-de-amlo-2024-programa-sembrando-vida-como-derecho-constitucional/>
- Kicomes. (2024). KICOMES® Rollo de guayaba con cajeta artesanal gourmet calidad premium. <https://kicomes.com/products/kicomes%C2%AE-rollo-de-guayaba-con-cajeta-artesanal-gourmet-calidad-premium>
- Madre Huerta. (2024). Mermelada de guayaba. <https://madrehuerta.com/produccion>

- to/mermelada-de-guayaba/
- Mb Vino Artesanal. (2024). Vino de guayaba. <https://mbvinoartesanal.com/vino-de-guayaba-agria/>
- Mercado Insurgente. (2024). Mermelada de guayaba Gocitos. <https://mercadoinsurgente.mx/producto/mermelada-de-guayaba-gocitos-250-g/>
- MyGourmet. (2024). Guayaba en polvo, bebida artesanal de Oaxaca. <https://mygourmet.com.mx/producto/guayaba-en-polvo/>
- Nature Restore. (2024). Dragon fruit powder. <https://naturerestore.com/products/dragon-fruit-powder>
- Oasis Point. (2024). Pulpas. <https://www.oasispoint.com.mx/pulpas/>
- Operadoraloft. (2024). Licor de crema de guayaba. <https://operadoraloft.com.mx/productos/licor-de-crema-de-guayaba/>
- PCCD de México. (2024). Pulpas, concentrados y complementos de México. <https://pccdemexico.com/frutos>
- PPB, Programas para el Bienestar. (2023). Sembrando Vida llega a más de 176 mil personas en ruta del Tren Maya. <https://programasparaelbienestar.gob.mx/sembrando-vida-llega-a-mas-de-176-mil-personas-en-ruta-del-tren-maya/>
- PPB, Programas para el Bienestar. (2024). Sembrando Vida. <https://programasparaelbienestar.gob.mx/sembrando-vida/>
- Pulpamia. (2024). Productos. <https://pulpamia.com.mx/productos/>
- Pulpas. (2024). Pulpas. <https://pulpas.com.mx/producto/guanabana/>
- Saavedra, O. L. H., Prado, J. A., & Alegría, J. J. (2007). Características fisicoquímicas de dos variedades del fruto del zapote (*Matisia cordata*) comercializadas en el departamento del Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 5(2), 32–38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117953>
- Sabia Madre Tierra. (2024). Pitahaya deshidratada en polvo. <https://sabiamadre-tierra.com/producto/pitahaya-deshidratada-en-polvo/>
- SB, Secretaría de Bienestar. (2020). Programa Sembrando Vida. <https://www.gob.mx/bienestar/acciones-y-programas/programa-sembrando-vida>
- SB, Secretaría de Bienestar. (2021). Segunda Jornada Nacional de Siembra enriquece Campeche con casi 28 millones de plantas. <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/segunda-jornada-nacional-de-siembra-enriquece-campeche-con-casi-28-millones-de-plantas>
- Serendipia. (2024). Sembrando Vida 2024: Regístrate así. <https://serendipia.digital/datos-y-mas/sembrando-vida-2024/>

- Shop Goya. (2024). Premium guava jelly. <https://shop.goya.com/products/premium-guava-jelly>
- Smartfood. (2024). Guayabas en almíbar artesanales. <https://smartfood.com.mx/products/guayabas-en-almibar-artesanales-broto>
- Soy Oaxaca. (2024). Crema de mezcal y guayaba. <https://www.soyoaxaca.com/productos/crema-de-mezcal-y-guayaba/>
- Tienda Fruvethy. (2024). Pitahaya liofilizada. <https://tiendafruvethy.com/products/pitahaya-liofilizada>
- Tróchez, D. X. S., Ortiz, A. D., Martínez, W. F. R., Ordoñez, L. B. P., & Mera, M. V. N. (2021). Fortalecimiento de asociaciones campesinas del municipio del Tambo mediante la transformación de cultivos tradicionales hacia frutos de alto valor agregado: Caso de estudio: Producto Sacha Inchi de la Cooperativa “Sachatambo” del Municipio del Tambo, Cauca, Colombia. *ESIC Market*, 52(170), e5235–e5235. <https://revistasinvestigacion.esic.edu/esic-market/index.php/esicm/article/view/275>
- UCS, Unidad de Comunicación Social. (2024). En Campeche, con el programa “Sembrando Vida”, se reforestaron 49,000 hectáreas con 50.7 millones de plantas. <https://ucs.campeche.gob.mx/en-campeche-con-el-programa-sembrando-vida-se-reforestaron-49000-hectareas-con-50-7-millones-de-plantas/#:~:text=%E2%80%9CSembrando%20Vida%20busca%20rescatar%20el,la%20biodiversidad%20cultural%E2%80%9D%2C%20finaliz%C3%B3>
- Velvet Soda. (2024). Sodas naturales premium. <https://velvetsoda.com/>
- Villalobos, V. M. (2018). Seguridad, soberanía y autosuficiencia alimentaria. *La Jornada del Campo*. <https://www.jornada.com.mx/2018/06/16/cam-seguridad.html>
- Zuko. (2024a). Nuestros productos. <https://www.zuko.com.mx/bebidas-regulares/>
- Zuko. (2024b). Nuestros productos Regular. <https://www.zuko.com.mx/bebidas-regulares/>

## **DESARROLLO DE UN MÓDULO DE CRIANZA AUTOMATIZADO PARA AVES DE TRASPATIO**

### **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED BREEDING MODULE FOR BACKYARD BIRDS**

*Laura Yaqueline Gómez Medina<sup>1</sup>, Eliezer del Jesús Casado Ramírez<sup>1\*</sup>, José Luis Guillén Taje<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Calle 85 S/N entre 10-B Col. Unidad Esfuerzo y Trabajo No. 1, Escárcega, Campeche, C.P. 24350*  
*\*Autor de Correspondencia: [ecasados@itsescarcega.edu.mx](mailto:ecasados@itsescarcega.edu.mx)*

#### **Resumen**

El empleo de la energía solar fotovoltaica permite el permite la generación de energía eléctrica, a partir de la luz del sol que puede ser usada en actividades agropecuarias como son: iluminación u operación de equipos eléctricos en granjas, sistemas de bombeo de agua, entre otros. Este artículo tiene como objetivo el desarrollo de un módulo de crianza automatizado para aves de traspatio que funcione con energía solar fotovoltaica. El módulo de crianza automatizado mediante sensores controlados con una tarjeta Arduino Uno, permitió el óptimo crecimiento de 30 pollos de pruebas con la mínima intervención humana. El módulo de crianza representa una buena alternativa para las personas de las comunidades rurales que se dedican a la crianza de aves de traspatio para autoconsumo o venta.

Palabras clave: Energía solar fotovoltaica, crianza, aves.

## Abstract

The use of photovoltaic solar energy allows the generation of electrical energy from sunlight that can be used in agricultural activities such as lighting or operation of electrical equipment on farms, water pumping systems, among others. This article aims to develop an automated breeding module for backyard birds that works with photovoltaic solar energy. The automated breeding module using sensors controlled with an Arduino Uno card allowed the optimal growth of 30 test chickens with minimal human intervention. The breeding module represents a viable alternative for people in rural communities who are dedicated to raising backyard birds for self-consumption or sale.

Keywords: Photovoltaic solar energy, breeding, birds.

## Introducción

La avicultura de traspatio es una actividad de importancia en las comunidades rurales de México, realizándose en los patios de las viviendas utilizando principalmente ves como gallinas criollas y guajolotes principalmente (Cuca et al, 2018). La avicultura de traspatio de las comunidades rurales de Escárcega se distingue por su escaso uso de la tecnología pecuaria disponible; por lo regular, las aves no tienen un alojamiento propio o se alojan en instalaciones rústicas hechas de láminas de cartón u hojas de palma, carecen de un control sanitario y su alimentación tiene como base diversos productos o subproductos generados en su mayoría en la misma unidad de producción (Gutiérrez et al, 2007). Las aves son parte importante de la alimentación y economía de las naciones, por lo que la crianza de aves entonces se debe ir tecnificando para minimizar las pérdidas de acuerdo con la inversión realizada. (Malliuinga y Villacís, 2017)

## Materiales y Métodos

En este trabajo se empleó una investigación aplicada del tipo tecnológica, para construcción del módulo de crianza automatizado para aves, primero se realizó la visita de algunos productores de traspatio de las comunidades. De dicha visita se identificó las características de los corrales que emplean, cantidad de aves que crían y problemáticas que presenta. Después de recolectar información en dicha visita se realizó, empleando Autodesk Fusion 360 un modelo 3D del módulo de crianza y de

sus componentes. Para construcción de módulo de crianza se emplearon 4 tubos de PTR de  $\frac{3}{4}$  de pulga, 2 láminas de zinc acanaladas, 2 paneles solares de 12 volts, 12 metros de malla hexagonal, 3 metros de lámina lisa de zinc, 2 electroválvulas, un sensor ultrasónico, una tarjeta Arduino uno. Una vez construido el dispensador de alimentos, se pasó a realizar una prueba de funcionalidad, para lo cual se criaron en dicho módulo durante 30 días a 30 pollos de engorde donde el dispensador de alimento, dispensador de agua, sistema de iluminación y el sistema de cortinas funcionaron correctamente.

## Resultados

El biodigestor permitió mejorar el proceso de producción de biogás al reducir la cantidad de sustratos empleados, así como en la optimización de la energía para el transporte en el suministro del residuo, además de la manejabilidad del equipo, ya que su elaboración fue a partir de la reutilización de los materiales. Respecto a los tiempos el biogás obtenido del estiércol ovino a las cuatro semanas, resultó de un  $43 \pm 45$  % de eficiencia coincidiendo con lo que reporta Chicoma Frágides, & Quezada Romero (2022). Se comprobó su presencia mediante la producción de una llama color azul, correspondiente a un gas de gran pureza (Aguilera, 2016; Justo & Montoya, 2016).

El módulo de crianza automatizado para aves tuvo un buen funcionamiento durante los 30 días de implementación, permitió que los pollos no presentaran algún síntoma de enfermedad y un peso de entre 1500 gramos y 2000 gramos siendo similar a los alcanzados en las granzas especializadas al engorde de pollos (Soler y Fonseca, 2011). El sistema de dispensador de alimento del módulo tarda de 4 0 6 días en vaciarse, esto depende de la edad de los pollos de engorde.

## Discusión

Los dispensadores automatizados de alimento o agua se han desarrollado para ser empleados en granjas porcina, avícola y acuícola, los cuales emplean sensores con tarjetas de microcontroladores para su funcionamiento (Brunett y Benjumea, 2021; González y Miranda, 2020; Zapata y Gil, 2017). Estos hay demostrado tener una serie de beneficios al igual que el dispensador de alimento automático realizado, sin embargo, el único inconveniente que tendría es su alto costo, el cual sería un limitante para la gente de las comunidades rurales.

## Conclusiones

El módulo de crianza automatizado funciono correctamente con el sistema solar fotovoltaico autónomo, evidenció qué la integración de las energías renovables con las actividades de crianza de aves de traspatio, puede contribuir en gran medida en la reducción del tiempo dedicado a esta actividad. El empleo del módulo de crianza automatizado tuvo como beneficios los aspectos siguientes: logro tener mejor control sanitario de las aves, reducción de muerte de las aves por condiciones climatológicas, reducción de pérdidas de las aves por ataque de los depredados y ganancias de pesos en tiempos más cortos.

## Referencias

- Brunett, L., y Benjumea, J. (2021). Diseño de un sistema automatizado de dispersión de alimento para camarones en etapa de engorde. [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica del Litoral <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/54702>
- Cuca, J., Gutiérrez, D., y López, E. (2018). la avicultura de traspatio en México: historia y caracterización. *Agro Productividad*, 8(4).
- González, W., y Miranda, J. (2020). Diseño de un dispensador automático de alimentos orientado a las mascotas y al sector avícola. [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica del Litoral <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/57209/1/T-113105%20%20Gonzalez%20-%20Miranda.pdf>
- Gutiérrez, M., Segura, J., López, L., Santos, J., Santos, H., Sarmiento, L., Carvajal, M. y Molina, G. (2007). Características de la avicultura de traspatio en el Municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 7(3), pp. 217-224.
- Malliquinga, R. y Villacís, F. (2017). Implementación de un sistema automatizado de control de variables ambientales de temperatura y dosificación de agua en la crianza de pollitas ponedoras en la Empresa Avícola Ecuatoriana AVES-CA C.A. [Tesis licenciatura, Universidad de Técnica De Cotopaxi]. Repositorio institucional de la Universidad de Técnica De Cotopaxi <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4375/1/PI-000582.pdf>
- Soler, D., y Fonseca, J. (2011). Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores. *RIAA*, 2(1), 29-43.

Zapata, J., y Gil, D. (2017). Diseño e implementación de un dispensador automático de comida para animales basado en raspberry pi controlado mediante una aplicación móvil. [Tesis licenciatura, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica de Pereira <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/6947c0fe-0ecd-4899-927a-7b2228f69170/content>

# Capítulo II

## Energías limpias



## **DESARROLLO DE UN BIODIGESTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS, A PARTIR DE ESTIÉRCOL OVINO**

### **DEVELOPMENT OF A BIODIGESTER FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS FROM SHEEP MANURE**

*Juan Isidro Ramos García<sup>1</sup>, Ulises Jesús Montero Can<sup>1</sup>, Axel Enrique Herrera Lara<sup>1</sup>, Blanca del Rosario Martín Canché<sup>1\*</sup>, Eliezer del Jesús Casado Ramírez<sup>1</sup>, José Luis Guillén Taje<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Calle 85 S/N entre 10-B Col. Unidad Esfuerzo y Trabajo No. 1, Escárcega, Campeche, C.P. 24350*  
*Autor de correspondencia: [blanca\\_martin@itsescarcega.edu.mx](mailto:blanca_martin@itsescarcega.edu.mx)*

#### **Resumen**

El aprovechamiento de la energía de biomasa, permite obtener distintos subproductos orgánicos como los fertilizantes, de la misma forma son materia prima para la obtención de biogás, la cual se da a partir de la descomposición de los desechos orgánicos, entre otras aplicaciones, mismos que son una alternativa innovadora y sostenible para la generación de energía. Este estudio tiene el objetivo de desarrollar un biodigestor para la producción de biogás, a partir de estiércol ovino. Los resultados muestran una producción exitosa de biogás, gracias al proceso de digestión anaeróbica, resultó viable como fuente energética. El biogás de estiércol ovino cuenta con un potencial significativo como una opción alternativa y eficiente de energía, señalando su relevancia para la sostenibilidad ambiental y la gestión de residuos en diferentes contextos. Este estudio ofrece una perspectiva valiosa sobre la aplicación práctica de la tecnología de biodigestión en la búsqueda de soluciones energéticas y ambientales.

**Palabras clave:** Biogás, estiércol, ovino, biodigestor, energías renovables.

## Abstract

The use of biomass energy allows obtaining different organic by-products such as fertilizers, in the same way they are raw material for obtaining biogas, which is produced from the decomposition of organic waste, among other applications, which are an innovative and sustainable alternative for the generation of energy. This study aims to develop a biodigester for the production of biogas from sheep manure. The results show successful biogas production, thanks to the anaerobic digestion process, which proved viable as an energy source. Sheep manure biogas has significant potential as an efficient alternative energy option, highlighting its relevance for environmental sustainability and waste management in different contexts. This study provides valuable insight into the practical application of biodigestion technology in the search for energy and environmental solutions.

**Keywords:** biogas, manure, sheep, biodigester, renewable energy.

## Introducción

El biogás del estiércol bovino, obtenido mediante digestión anaeróbica, es una solución innovadora y sostenible para la generación de energía (Ante, & Naranjo, 2024). Este proceso descompone la materia orgánica en un entorno sin oxígeno, generando biogás, principalmente metano (Corona Zúñiga, 2007). Este metano se puede utilizar para producir electricidad, calor, cocinar y como combustible para vehículos. La utilización del estiércol bovino no solo aborda la gestión sostenible de residuos agrícolas y reduce la contaminación asociada, sino que también contribuye a mitigar el cambio climático al capturar y utilizar el metano, un potente gas de efecto invernadero (Sierra, 2013). Este enfoque promueve la eficiencia energética y fomenta prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (Expósito, & Carbonell, 2024).

## Materiales y Métodos

Se empleó un diseño experimental para la construcción de un biodigestor casero, con una capacidad de 120 litros, se utilizaron materiales diversos para su construcción (tuberías de PVC de 30 cm x 0.5 pulgadas, una llave de paso hidráulica,

abrazaderas, pegamento de PVC, así como materiales reciclados). En el caso de la materia prima; se empleó estiércol fresco de ovino, residuos de cocina (frutas o verduras), ceniza y suero. Estos materiales desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento eficaz del biodigestor y en la generación exitosa de biogás a partir del estiércol ovino ya que se necesita esa materia orgánica que favorecerá la producción de gas de manera anaerobia.

Se realizaron pruebas exhaustivas para asegurar la estanqueidad del recipiente y evitar posibles fugas que pudieran comprometer el proceso, colocando el recipiente estratégicamente en un entorno oscuro para favorecer la actividad bacteriana y optimizar la producción de biogás. Seguido a la mezcla cuidadosa de la materia orgánica, la cual se introduce en el interior del biodigestor. La mezcla resultante se deja reposar en el contenedor con una proporción precisa del 70% de materia orgánica y 30% de agua, durante un periodo de cuatro semanas, para dar paso a la fermentación anaeróbica y la producción de biogás de manera efectiva. Finalmente, se monitoreo el proceso experimental, para lograr resultados significativos y cumplir con los objetivos planteados.

## Resultados

El biodigestor permitió mejorar el proceso de producción de biogás al reducir la cantidad de sustratos empleados, así como en la optimización de la energía para el transporte en el suministro del residuo, además de la manejabilidad del equipo, ya que su elaboración fue a partir de la reutilización de los materiales. Respecto a los tiempos el biogás obtenido del estiércol ovino a las cuatro semanas, resultó de un  $43 \pm 45$  % de eficiencia coincidiendo con lo que reporta Chicoma Frágides, & Quezada Romero (2022). Se comprobó su presencia mediante la producción de una llama color azul, correspondiente a un gas de gran pureza (Aguilera, 2016; Justo & Montoya, 2016).

## Discusión

El aprovechamiento de los residuos orgánicos, entre ellas de manera eficiente destaca el estiércol ovino, ya que forma parte de la transformación del material orgánico para la producción de energía, misma que en el presente trabajo, la construcción de un biodigestor casero de bidón, resultan eficientes en la producción de gas los residuos, permanecen entre 50 y 60 días, sometidos a la ausencia de oxígeno y una

temperatura entre 35 y 40°C (Justo, 2017) , ya que se logró una llama azul lo que significa una pureza de metano, en relación a lo que reporta la producción biológica de metano se realiza por un grupo de arqueas anaerobias estrictas (Aguilera, 2016; Justo & Montoya, 2016)

## Conclusiones

La producción de biogás a partir de estiércol ovino está sujeta a cambios en la actividad microbiana dentro del biodigestor. Debido a que existen distintos factores que condicionan la eficacia del proceso, lo cual influye significativamente en la calidad de biogás. La presencia de una llama azul al encender el biogás sugiere la pureza del gas, lo que promete su utilidad como fuente de energía sostenible. Estos resultados enfatizan la importancia de investigaciones adicionales y prácticas de gestión adecuadas para mejorar la producción de biogás a partir de estiércol ovino y su contribución a la sostenibilidad energética y ambiental.

## Referencias

- Aguilera, E. A. R. (2016). Producción de biogás a partir de Biomasa. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, (17), 11-22.
- Aguilera, E. A. R. (2017). Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. *Revista científica de FAREM-Estelí*, (24), 60-81.
- Ante, I. R. C., & Naranjo, W. P. P. (2024). Estimación del potencial eléctrico de residuos orgánicos mediante el uso de biodigestores experimentales.
- Chicama Frágides, K. M. J., & Quezada Romero, O. J. (2022). Efecto del tipo de residuo sólido orgánico en la eficiencia de producción de biogás.
- Corona Zúñiga, I. (2007). Biodigestores.
- Expósito, C. G., & Carbonell, B. S. (2024). Autoconsumo y eficiencia: Visión futura. *Research advances in Graphic and Design Engineering at the UPC BarcelonaTech*, 111.
- Justo, E. V. B., & Montoya, E. E. C. (2016). Uso del estiércol de animales para la producción de biogás en Moquegua. *REVISTA CIENCIA Y TECNOLOGÍA-Para el Desarrollo-UJCM*, 2(4), 39-44.
- Justo, E. V. B., & Montoya, E. E. C. (2017). Uso del estiércol de animales para la producción de biogás en Moquegua. *REVISTA CIENCIA Y TECNOLOGÍA-Para el Desarrollo-UJCM*, 2(4), 39-44.

Sierra, C. A. S., & Barrios, R. L. A. (2013). Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda generación. Ingenian Revista de la facultad de ingeniería, 14(28), 6-15

# **SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN FOTOVOLTAICO PARA TRES VIVEROS DE CARLUDOVICA PALMATA RUIZ & PAV. (PALMA DE JIPI)**

## **PHOTOVOLTAIC MICRO-SPRINKLER IRRIGATION SYSTEM FOR THREE NURSERIES IN CARLUDOVICA PALMATA RUIZ & PAV.**

*Ashley Yascary Diaz May<sup>1</sup>, William Cetzal-Ix<sup>2</sup>, Blanca del Rosario Martín Canché<sup>1</sup>,  
Guillermina Velasco Viveros<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Tecnológico Nacional/Instituto Tecnológico Superior de Escárcega/División de Ingeniería en Energías Renovables. Calle 85 S/N entre 10 B Col. Unidad, Esfuerzo y Trabajo No.1, C.P. 24350, Escárcega, Campeche, México.*

<sup>2</sup>*Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Calle 11 S/N entre 22 y 28, Chiná, Campeche. México. C.P. 24520.  
Autor de correspondencia: [blanca\\_martin@itsescarcega.edu.mx](mailto:blanca_martin@itsescarcega.edu.mx)*

### **Resumen**

Uno de los desafíos significativos que enfrentan los artesanos del norte de Campeche en la producción de plantas de palma de jipi (PPP) (*Carludovica palmata* Ruiz & Pav., *Cyclanthaceae*) es la gestión del agua. La escasez de agua, así como su acceso limitado y la necesidad de utilizarla de manera eficiente, representan desafíos importantes para el cultivo de estas plantas. El clima de la región puede ser seco y con variaciones estacionales en la disponibilidad de agua, lo que dificulta el mantenimiento adecuado de las plantas. Por lo tanto, en respuesta a esta problemática, se ha establecido un proyecto que busca implementar un sistema de riego por microaspersión fotovoltaico para tres invernaderos de *Carludovica palmata* (palma de jipi). Este sistema tiene como objetivo optimizar el uso del agua, mejorar la eficiencia energética y promover la sustentabilidad ambiental. Al garantizar un

suministro adecuado de agua a las plantas y reducir los costos operativos a largo plazo mediante el uso de energía solar renovable. La metodología consistió en el diseño y la instalación del modelo que consta de tres estructuras rectangulares de 6 × 3 m, cubiertas con tres niveles de malla sombra (35%, 50% y 70%). Cada estructura cuenta con un sistema de riego por microaspersión alimentado por paneles solares, permitiendo un suministro eficiente de agua a las plántulas de *C. palmata*.

**Palabras clave:** Palma de jipi, Sistema de riego, Paneles solares, Niveles de sombra, gestión de agua.

## Abstract

One of the significant challenges faced by artisans in northern Campeche in the production of jipi palm plants (PPP) (*Carludovica palmata* Ruiz & Pav., Cyclanthaceae) is water management. Water scarcity, limited access to water and the need to use it efficiently represent significant challenges for the cultivation of these plants. The climate of the region can be dry and with seasonal variations in water availability, making proper plant maintenance difficult. Therefore, in response to this problem, a project has been established that seeks to implement a photovoltaic micro-sprinkler irrigation system for three *Carludovica palmata* (jipi palm) greenhouses. This system aims to optimize water use, improve energy efficiency and promote environmental sustainability. By ensuring adequate water supply to plants and reducing long-term operating costs through the use of renewable solar energy. The methodology consisted of the design and installation of the model consisting of three rectangular structures of 6 × 3 m, covered with three levels of shade mesh (35%, 50% and 70%). Each structure has a micro-sprinkler irrigation system powered by solar panels, allowing efficient water supply to the *C. palmata* seedlings.

**Keywords:** Hippié palm, Irrigation system, Solar panels, Shade levels, water management.

## Introducción

La palma de jipi (*Carludovica palmata* Ruiz y Pavón) es una hierba perenne de la familia Cyclanthaceae, es utilizada tradicionalmente para fines artesanales, alimenticios y medicinales desde el sureste de México hasta la parte central de Bolivia (Bennett, 1992). En América central, las fibras que se obtienen de las hojas jóvenes de esta especie son utilizadas tradicionalmente para la elaboración de artesanías y

cestería; en algunas zonas de esta región, esta actividad ha representado una alternativa económica cuyos productos han sido reconocidos internacionalmente (IICA-Laderas, 1996). En muchos otros lugares también se usa con fines ornamentales y para la construcción de techos para casas, cocinas o lugares para resguardar animales. Muchos pueblos indígenas en América donde se cultivan estas plantas usan los tallos para la elaboración de trampas para peces (Bennett, 1992; Alarcón y Londoño, 1997). En Campeche, México, específicamente en el municipio de Calkiní, varias comunidades (Bécal, Santa Cruz Exhacienda, Tankuché y San Nicolás) trabajan la actividad artesanal de sombreros, aretes, pulseras entre otros usando como materia prima la palma de jipi. La actividad artesanal es una fuente principal de ingreso para las familias y es parte integral histórico y cultural de las familias en Becal y pueblos aledaños y es una de las tradiciones más importantes del estado (Fadiman, 2001, Poot-Pool et al., 2017, Cetzal-Ix et al., 2018). Según, Pooja et al., (2007) y All-Taweil et al., (2009), mencionan que: los sistemas de riego de micro aspersores fotovoltaicos son una respuesta eficaz y respetuosa del medio ambiente para abordar las necesidades de riego en la agricultura moderna en cuanto a la gestión del agua adecuada. El riego por Microaspersión proporciona un significativo ahorro de agua en comparación con otros métodos (aspersión y superficial), además de brindar un control más preciso en la gestión del recurso hídrico. Además, suministra a la planta nutrientes y otros productos fitosanitarios, al mismo tiempo que minimiza la degradación del suelo en términos de erosión y salinización. Por esta razón, una planificación efectiva del sistema contribuye al aumento de los rendimientos del cultivo.

## **Materiales y Métodos**

La instalación de los viveros y el sistema de riego por microaspersión fotovoltaico, se llevó cabo una serie de pasos para garantizar el éxito del proyecto en el Jardín Etnobiológico Campeche se encuentra dentro del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, donde se realizó la evaluación exhaustiva del sitio donde se ubicaron los viveros y el sistema de riego. Considerando aspectos como la disponibilidad de luz solar, la topografía del terreno y la cercanía a fuentes de agua para asegurarnos de elegir la ubicación más adecuada. También incluyó estudiar las necesidades específicas de riego y los requisitos energéticos para el sistema fotovoltaico. Este análisis nos ayudó a definir los objetivos del diseño y la implementación.

Con base en la evaluación del sitio y el análisis de requerimientos, desarrollamos un diseño preliminar de los viveros y el sistema de riego por microaspersión

fotovoltaico. Determinamos las dimensiones de los viveros, la distribución de los niveles de sombra y la ubicación de los componentes del sistema de riego. Por lo tanto, se seleccionó cuidadosamente los materiales y equipos necesarios para la construcción de los viveros y la implementación del sistema de riego. Esto incluyó la identificación de los materiales de construcción adecuados para las estructuras de los viveros, así como la selección de la bomba de agua, los paneles solares y otros componentes del sistema fotovoltaico.

#### Estructuras para diseño experimental (campo):

Para hacer las estructuras de los viveros se ocuparán PTR de 2 pulgadas de grosor por 3.5 m de largos estos son para los postes los cuales se enterraron 50 cm en la tierra y a nivel de piso se le soldaron tramos de este atravesados de 30 cm para sostenerse, de igual forma se le soldaron en la parte superior del poste tramos de 10 cm de tubo galvanizado de 1 pulga estos para sostener los atravesados entre cada poste. De igual forma los atravesados son de tubo galvanizados, pero de 1 ¼ de pulgada (más grandes para que entre en los tramos de 10 cm antes mencionados) por 3m de largo, estos fueron sujetadas con pijas hexagonal auto taladrante. Quedando un vivero de 6 m de largo 3 m de ancho, por 3 m de alto, para lo cual se ocuparon 72 m<sup>2</sup> de malla sombra por vivero teniendo cada una difiere nivel de sombra (35%, 50% y 70%); en la parte de enfrente se le colocaron marcos de 2 x 1m para la puerta de tubo galvanizado 1 ¼ con puertas tipo cortina.

#### Niveles de sombra:

En el tratamiento se maneja mallasombra de poliestireno negro con medidas 12 Mts Largo X 9 Mts Ancho, en diferentes porcentajes de sombra (35%, 50 % y 70 %). Para esto se armarán tres estructuras de metal las cuales se cubrirán totalmente con malla sombra.

#### Sistema de riego:

El sistema de riego está conformada por una bomba periférica marca CONNERA de 1 hp de potencia, la cual es de corriente directa lo cual nos permite conectarle un panel de 410w el cual suministra agua a 3 sistema de riego, el sistema de riego está conformada por poliducto negro de ¾ de pulgada como alimentación principal dentro de cada vivero hay un adaptador de poliducto de ¼ a 7 milímetros del poliducto de sistema de riego estos lo cuales tiene conectado 60 aspersores o nebulizadores y se encuentra en la parte superior del vivero para garantizar que todas las plantas sean rociadas.

## Resultados

La implementación del sistema de riego por microaspersión fotovoltaico para tres viveros de *Carludovica palmata* Ruiz & Pav. (Palma de Jipí) ha marcado un hito significativo en el ámbito agrícola, al demostrar una eficiencia sobresaliente en el manejo del recurso hídrico. La capacidad de distribuir el agua de manera uniforme sobre el cultivo ha contribuido de manera notable a minimizar el desperdicio, asegurando al mismo tiempo que las plantas reciban la cantidad adecuada de agua para su crecimiento y desarrollo óptimos. Este enfoque no solo ha mejorado la productividad de los cultivos, sino que también ha generado impactos positivos en términos de sostenibilidad ambiental y económica.

La integración de paneles solares fotovoltaicos en el sistema de riego ha sido fundamental para potenciar la eficiencia energética del proyecto. La generación de energía renovable a través de los paneles solares ha proporcionado una fuente de energía limpia y sostenible para alimentar el sistema de riego, reduciendo significativamente la dependencia de fuentes de energía convencionales y, por ende, disminuyendo los costos operativos asociados.

Además de los beneficios en términos de eficiencia y sostenibilidad, la adopción de tecnologías sostenibles como el sistema de riego por microaspersión fotovoltaico ha generado impactos positivos en la comunidad agrícola local. La reducción de la huella de carbono y la preservación de los recursos naturales locales han contribuido a mejorar la calidad de vida de los agricultores y a fortalecer la resiliencia de sus medios de vida.

En resumen, la implementación exitosa de este sistema innovador no solo ha mejorado la eficiencia en el uso del agua y la energía, sino que también ha promovido la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico en la región. Estos resultados destacan el potencial y la importancia de adoptar prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías innovadoras para abordar los desafíos actuales y futuros en la agricultura.

## Discusión

El riego por microaspersión son sistemas de riego altamente eficientes para el riego de invernaderos estos sistemas de riego aportan una alta uniformidad y garantías de un riego óptimo en cultivos de alto valor como los que se cultivan en viveros.

Un caso de éxito de riego por microaspersión, que nos muestra la empresa

Babyplant en Murcia. Babyplant está especializada en el desarrollo de plantas ornamentales, por lo que para este tipo de cultivo es fundamental tener una alta uniformidad de riego.

El riego del semillero se realiza con microaspersión. Cuando se planteó el diseño del sistema de microaspersión para el invernadero, se les ofreció la solución de poner solo una línea de microaspersores SpinNET®, pues con este microaspersor podíamos garantizar una uniformidad mayor del 95% con una sola línea. El microaspersor se coloca en el centro del pasillo del invernadero, lo que permite un ahorro en el número de emisores que se necesitan. En total, Babyplant cuenta con cuatro mil microaspersores distribuidos estratégicamente en el centro del pasillo del invernadero. Esta estrategia de diseño permite una distribución eficiente del agua sobre el cultivo, maximizando su aprovechamiento y reduciendo el desperdicio. Además, al concentrar los microaspersores en una sola línea central, se optimiza el espacio dentro del invernadero y se facilita el mantenimiento y la gestión del sistema de riego. Por otra parte, los agricultores están encantados con los beneficios que les ha traído el sistema de riego por microaspersión. Han observado una notable mejora en la calidad y destacan la facilidad de mantenimiento y gestión del sistema, lo que les permite centrarse más en otras tareas importantes de su trabajo diario.

El caso de Babyplant ejemplifica cómo la implementación cuidadosa y eficiente del riego por microaspersión puede mejorar la productividad y la calidad de los cultivos.

Al revisar el proyecto de dicha empresa, donde se implementaron con éxito el sistema de riego por microaspersión fotovoltaico, como el caso del Jardín Etnobiológico Campeche, podemos extraer una serie de reflexiones y discusiones importantes sobre la eficacia y la percepción de esta tecnología en diferentes contextos. En primer lugar, la efectividad de los sistemas de riego fotovoltaico en la empresa Babyplant resalta la importancia de la implementación adecuada de estas tecnologías. La mejora en la productividad agrícola y la calidad de los productos cultivados sugiere que los sistemas de riego fotovoltaico pueden ser una solución viable para abordar la escasez de agua y mejorar la sostenibilidad en regiones con desafíos similares. Este éxito contrasta con la situación en el Jardín Etnobiológico, donde si bien se ha mostrado una percepción generalmente positiva hacia los sistemas de riego fotovoltaico. Además, la percepción de los agricultores donde la mayoría muestra satisfacción y confianza en la tecnología destaca la importancia de la educación y la divulgación para promover la adopción de sistemas de riego fotovoltaico. Esta percepción favorable es resultado

de una comprensión clara de los beneficios tangibles que ofrece la tecnología, como el aumento en la eficiencia del uso del agua y la mejora en la calidad de los cultivos. En contraste, en el Jardín Etnobiológico, donde aún hay un pequeño porcentaje de agricultores que expresan dudas o incertidumbre, se destaca la necesidad de una mayor información y capacitación para garantizar una adopción efectiva de la tecnología.

En resumen, al comparar con el caso del Jardín Etnobiológico Campeche y la empresa, podemos extraer lecciones importantes sobre la implementación y percepción de los sistemas de riego por microaspersión fotovoltaico en diferentes contextos. Estos hallazgos pueden informar futuras iniciativas de desarrollo agrícola sostenible y resaltar la importancia de una aproximación integrada que considere tanto los aspectos técnicos como los sociales y ambientales.

## Conclusiones

Mientras que el exceso de riego puede propiciar enfermedades radiculares y otros problemas durante su crecimiento. Esta dualidad lleva a reflexionar, de manera jocosa pero certera, sobre el agua como “el producto químico más peligroso utilizado en un vivero”. En este contexto, el diseño y la operación eficientes del sistema de riego son fundamentales. Un sistema bien diseñado no solo contribuye a la calidad y la salud de las plantas, sino que también reduce los costos laborales, mejora la uniformidad y consistencia del cultivo y optimiza el uso del agua, disminuyendo así el volumen total requerido para su mantenimiento. En última instancia, el éxito de un vivero está intrínsecamente ligado a la gestión sabia y eficaz de este recurso vital.

El proyecto de implementación del sistema de riego por microaspersión fotovoltaico para tres viveros, basado en el modelo conceptual de cultivo de palma de jipí, representa un paso significativo hacia la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la innovación tecnológica. Aunque el enfoque se centra en la infraestructura y el sistema fotovoltaico, el modelo de los viveros ofrece una plataforma versátil que puede adaptarse para la investigación.

El diseño y la instalación meticulosos del sistema de riego, junto con la selección cuidadosa de materiales y equipos, garantizan una eficiencia operativa y un uso óptimo de los recursos hídricos y energéticos. La integración de la energía solar como fuente de energía renovable no solo reduce los costos operativos a largo plazo, sino que también contribuye a la mitigación del impacto ambiental.

Además, la estructura y organización de los viveros proporcionan un modelo

replicable y escalable que puede servir como punto de partida para futuros proyectos de investigación y desarrollo agrícola. Al facilitar la continuidad y expansión de iniciativas similares por parte de terceros, este proyecto no solo promueve la autosuficiencia y el desarrollo local, sino que también fomenta la colaboración y el intercambio de conocimientos en el ámbito agrícola.

En resumen, la implementación exitosa de este sistema de riego por microaspersión fotovoltaico en los viveros representa un paso adelante en la búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles para la producción agrícola. Este proyecto no solo ofrece beneficios inmediatos en términos de eficiencia y productividad, sino que también sienta las bases para un futuro más próspero y sostenible en el sector agrícola.

## Referencias

- Admin. (2020a, abril 29). Riego por microaspersión. Gritec Irrigation. <https://www.gritec.com.mx/riego%20pormicroaspersion/#:~:text=Mayor%20ahorro%20y%20eficiencia%20de%20uso%20de%20agua,requiera.%20Mayor%20control%20de%20malezas%20y%20enfermedades%20foliares>
- Admin. (2020b, abril 29). Riego por microaspersión. Gritec Irrigation. <https://www.gritec.com.mx/riego-por-microaspersion/>
- Alarcón, R., & Londoño, T. (1997). Manejo de la palma toquilla (*Carludovica palmata* Ruiz y Pavón) en la zona de influencia del Parque Nacional Yasuní, Napo, Ecuador. *Estudios biológicos de la conservación, Ecociencia, Quito*, 375–392.
- Alexiades, M., & Shanley, P. (2004). Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudio de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. *América Latina (Vol. 1)*.
- De la Cruz, T. D. J., Genovevo, R. J., Ignacio, S. C., Tania, L. B. C., & De Jesús, C. G. A. (s. f.). Diagnóstico y evaluación de sistemas de riego en el distrito 048 Ticul, Yucatán. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S200709342011000700001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342011000700001)
- El tejido de la palma Jipi: Patrimonio cultural y símbolo de identidad en Yucatán. (s. f.). Organización de las Naciones Unidas México. <https://mexico.un.org/es/155422-el-tejido-de-la-palma-jipi-patrimonio-cultural-ys%C3%ADm-bolo-de-identidad-en-yucat%C3%A1n>
- Tecnificado, R. (2023, agosto 17). Riego por microaspersión – Riego Tecnificado. Riego Tecnificado. <https://riegotecnificado.com/sistemas-de-riego/riego-por-microaspersion/>

# **OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA: UN MODELO EXPERIMENTAL DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN OBSERVATORIOS APÍCOLAS, CAMPECHE, MÉXICO**

## **ENERGY OPTIMIZATION: AN EXPERIMENTAL MODEL OF PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY IN BEEKEEPING OBSERVATORIES, CAMPECHE, MEXICO**

*Iveth Viveros Girón<sup>1</sup>, William Cetzal Ix<sup>2</sup>, Guillermina Velasco Viveros<sup>1\*</sup>, Eliezer del Jesús Casado Ramírez<sup>1</sup>, José Luis Guillen Taje<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Calle 85 S/N entre 10-B Col. Unidad Esfuerzo y Trabajo No. 1, Escárcega, Campeche, C.P. 24350.*

*<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Calle 11 S/N entre 22 y 28, Chiná, Campeche. México. C.P. 24520.*

*Autor de correspondencia: [gvelasco@itsescarcega.edu.mx](mailto:gvelasco@itsescarcega.edu.mx)*

### **Resumen**

El problema de proporcionar energía sostenible a los observatorios apícolas es crucial para garantizar su independencia energética y proteger el medio ambiente. La implementación de energía solar fotovoltaica como fuente de energía renovable podría ser una solución viable. En el estado de Campeche, la actividad apícola es relevante, y los observatorios apícolas, que monitorean colonias de abejas, a menudo dependen de fuentes no renovables. Esto afecta la salud de las abejas y la producción de miel. Actualmente, la energía solar fotovoltaica está en auge. Según el Anuario Fotovoltaico 2021, en España, la energía solar fotovoltaica representa el 6.1% del total de energía, con una potencia instalada de 11.75 GW. Además, se profundiza en los regímenes retributivos y el ritmo de desarrollo del PNIEC (Plan Nacional

Integrado de Energía y Clima) 3. A nivel mundial, se analiza cómo agregar más de 800 GW de nueva energía solar fotovoltaica para 2030. En el sureste de México, la Península de Yucatán también enfrenta desafíos en el sector apícola. La pandemia de COVID-19 afectó las ventas de miel, y la tormenta tropical “Cristóbal” causó daños severos a los apiarios y colmenas. La pérdida de colonias de abejas y la limitación de la vida asociativa de las organizaciones apícolas son preocupaciones adicionales. La energía solar fotovoltaica podría ser una solución para los observatorios apícolas, pero se deben considerar los desafíos específicos de cada región y la resiliencia ante crisis como la pandemia y los desastres naturales.

**Palabras clave:** Paneles solares, invernaderos, sistema aislado, energías renovables.

## Abstract

The problem of providing sustainable energy to beekeeping observatories is crucial to ensure their energy independence and protect the environment. The implementation of solar photovoltaic energy as a renewable energy source could be a viable solution. In the state of Campeche, beekeeping activity is relevant, and beekeeping observatories, which monitor bee colonies, often depend on non-renewable sources. This affects the health of bees and honey production. Photovoltaic solar energy is currently booming. According to the 2021 Photovoltaic Yearbook, in Spain, solar photovoltaic energy represents 6.1% of total energy, with an installed capacity of 11.75 GW. In addition, the remuneration regimes, and the pace of development of the PNIEC (National Integrated Energy and Climate Plan) 3 are discussed in depth. At a global level, it analyses how to add more than 800 GW of new solar photovoltaic energy by 2030. In southeastern Mexico, the Yucatan Peninsula is also facing challenges in the beekeeping sector. The COVID-19 pandemic affected honey sales, and tropical storm Cristobal caused severe damage to apiaries and hives. The loss of bee colonies and the limitation of the associative life of beekeeping organizations are additional concerns. Solar photovoltaics could be a solution for beekeeping observatories, but the specific challenges of each region and resilience to crises such as the pandemic and natural disasters must be considered.

**Keywords:** Solar panels, greenhouses, isolated system, renewable energies.

## Introducción

La apicultura desempeña un papel vital en la polinización y la producción de alimentos. Sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con el suministro de energía y la sostenibilidad (Minotta & Jiménez Álvarez, 2024). Los observatorios apícolas y centros de investigación a menudo dependen de fuentes de energía no renovables, lo que resulta costoso y poco sostenible a largo plazo (Martínez Llauca, 2023). La falta de una fuente de energía confiable puede limitar las capacidades de monitoreo y atención, afectando la salud de las abejas y la producción de miel (Prager, et al., 2002). La apicultura es fundamental para la polinización y la seguridad alimentaria (Verde, 2014). Investigaciones previas han demostrado la importancia de las abejas en los ecosistemas y la producción agrícola (Morales, 2017). El problema se centra en la falta de una fuente de energía confiable y sostenible para los observatorios apícolas y centros de investigación (Camacho Mata, (2023). Se busca abordar este desafío específico mediante la integración de energía solar fotovoltaica. La apicultura es crucial para la seguridad alimentaria y la biodiversidad (Quicazán et al., 2019). La sostenibilidad energética es esencial para garantizar la salud de las abejas y la producción de miel (Pat Fernández et al., R2018). La investigación en este campo puede tener un impacto positivo en la apicultura y el medio ambiente (Vanoye-Eligio et al., 2024).

## Materiales y métodos

En este estudio se materializó un modelo experimental de un sistema fotovoltaico, comenzando con una presentación en 3D para visualizar el diseño y luego procediendo a la construcción física del modelo en varias fases detalladas. La metodología de construcción incluyó tres fases de las cuales; la Fase 1 consistió en el análisis del área de trabajo, evaluando el terreno, identificando características físicas y ambientales, realizando tareas de mantenimiento, recolectando componentes y herramientas, y adquiriendo elementos faltantes. En la Fase 2, se tomó medidas precisas de las estructuras, incluyendo bases con sistemas de seguridad, arcos de entrada y medidas de tubos de metal, que se armaron y trasladaron al área designada. La Fase 3 implicó la conexión del panel solar a los componentes disponibles, el diseño en AutoCAD y la representación gráfica del proyecto para permitir modificaciones y mejoras eficientes. En resumen, el modelo experimental del sistema fotovoltaico se desarrolló de manera meticulosa y estructurada, desde la evaluación inicial del área hasta la conexión y diseño finales.

## Resultados

El modelo experimental fue diseñado utilizando una plataforma 3D que permitió una visualización gráfica de las características del sistema. Esta representación ayudó a perfeccionar detalles de diseño y a corregir aspectos técnicos, sirviendo como base para la construcción física. Una vez finalizada dicha estructura, se puso en marcha para verificar su funcionamiento eléctrico, protecciones y autonomía. Se consideró el consumo de material de apoyo científico para llevar a cabo estudios con el sistema fotovoltaico en apiarios.

## Discusión

La implementación de energía solar fotovoltaica en observatorios apícolas es un tema relevante y prometedor que impacta en la sostenibilidad y la independencia energética (Heikel, & Piras, 2014). Los aspectos clave de esta optimización energética, en los observatorios apícolas, además, la energía solar fotovoltaica es fundamentales para la investigación y conservación de las abejas. Esta última se destaca por su contribución a la independencia energética al ser limpia y renovable. La implementación de paneles solares fotovoltaicos presenta beneficios al reducir la dependencia de fuentes no renovables y la huella de carbono, aunque plantea desafíos como la optimización de su eficiencia en entornos apícolas (Vásquez et al., 2024). Se considera el diseño del sistema, el almacenamiento de energía y el monitoreo del rendimiento para aprovechar al máximo la energía generada. El impacto ambiental se mide en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que los aspectos económicos se analizan en términos de costos iniciales y ahorros a largo plazo. La colaboración con la comunidad apícola y la educación ambiental son fundamentales, utilizando los observatorios apícolas para incentivar la educación sobre energías renovables y sostenibilidad (Battista et al., 2018; Velásquez, et al., 2022). Las conclusiones hasta el momento y los desafíos futuros indican que esta estrategia es valiosa para la sostenibilidad, promoviendo un futuro más limpio y resiliente a través de la colaboración entre científicos, apicultores y comunidades locales.

## Conclusiones

A lo largo de este proyecto, se han obtenido resultados significativos y se han identificado áreas clave para futuras investigaciones. Desde una perspectiva

tecnológica y económica, las instalaciones aisladas de la red, especialmente aquellas basadas en energía solar fotovoltaica, son viables. La combinación de paneles solares y cogeneración ofrece una alternativa sólida para reducir la dependencia de fuentes no renovables. Además, la exención de impuestos y peajes en las instalaciones aisladas agrega valor a esta opción. Aunque existen publicaciones sobre energía solar y autoconsumo, este proyecto se distingue por su enfoque en la combinación de tecnologías y la opción del autoconsumo aislado. El interés actual radica en las circunstancias económicas, técnicas y legales que aumentan la relevancia de esta propuesta. La optimización de la gestión de la demanda es crucial para reducir los costos de energía, y la implementación de algoritmos de control y monitoreo maximiza la eficiencia. Además, la energía solar contribuye a la sostenibilidad al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los observatorios apícolas, además de su función principal, pueden servir como plataformas educativas para fomentar la conciencia ambiental. La colaboración entre científicos, apicultores y comunidades locales es esencial para el éxito continuo de estas iniciativas. En el futuro, se espera seguir investigando, adaptando tecnologías y educando sobre la importancia de la energía limpia.

## Referencias

- Battista, S. C., Feito, M. C., Cruz, A. O., Irigoyen, M. S., Virdó, A. N., Aznar, M. V., ... & Almonacid, C. A. (2018). Caracterización del sector agrícola en el Partido de La Matanza: sustentabilidad económica, social y ambiental.
- Camacho Mata, D. P. (2023). Propuesta de Observatorio de Cooperación Internacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (Obci-Ti) en el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicet).
- Heikel, M. V., & Piras, C. (2014). Nota técnica de género de Paraguay.
- Martinez Llauca, g. T. (2023). Tecnificación en la apicultura y su incidencia en los costos de producción de miel de abeja "aso avanza" recinto cascajal (**bachelor's thesis, jipijapa-unesum**).
- Minotta, A., & Jiménez Álvarez, L. C. (2024). Plan de negocio para creación de empresa sostenible para la producción y comercialización de productos apícolas.
- Morales, L. (2017). La paz y la protección ambiental en Colombia. Dialogo interamericano. Recuperado el, 17.
- Prager, M., Restrepo, J. M., Ángel Sánchez, D. I., Malagón, R., & Zamorano Montañez, A. (2002). Agroecología: Una disciplina para el estudio y desarrollo

de sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Editorial UN.

- Vásquez, J. M., Estrada, U. V. P., Hernández, G. M., Rivera, M. S. L., & Maldonado, O. L. (2024). Diseño y Construcción de una Máquina Centrifugadora Radial Apícola Automatizada, con Paneles Solares, Mediante la Aplicación de Aspectos de la Industria 4.0.
- Velásquez, B. L., Hernández, D. A. R., & Niño, G. C. (2022). Modelos de producción sostenible caso sector apícola en el departamento de Arauca con miras a la internacionalización de la miel. *Visión Internacional (Cúcuta)*, 45-65.
- Verde, M. M. (2014). Apicultura y seguridad alimentaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 25-31.

# EFICIENCIA DE UN HUERTO DEMOSTRATIVO CON EL USO DE BIOFERTILIZANTES, EN ESCÁRCEGA CAMPECHE, MÉXICO

## EFFICIENCY OF A DEMONSTRATION GARDEN WITH THE USE OF BIOFERTILIZERS, IN ESCÁRCEGA CAMPECHE, MEXICO

*Álvaro Gerardo Cruz Aguilar<sup>1</sup>, Blanca del Rosario Martín Canche<sup>1</sup>, Brisa del Mar Álvarez Peralta<sup>1</sup>, Blanca Estela Alvarado Hernández<sup>1</sup>, Miriam González Ramírez<sup>1</sup>, Martín Gabriel Chan Palomo<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Calle 85 S/N entre 10-B Col. Unidad Esfuerzo y Trabajo No. 1, Escárcega, Campeche, C.P. 24350  
Autor de correspondencia: [blanca\\_martin@itsescarcega.edu.mx](mailto:blanca_martin@itsescarcega.edu.mx)*

### Resumen

En el presente trabajo se emplearon diferentes alternativas de materia orgánica para la elaboración de biol con la finalidad de evaluar la eficiencia de un huerto demostrativo. Se utilizó un diseño experimental para la producción de (biofertilizante líquido) elaborado a partir de desechos orgánicos como estiércol, restos vegetales o composta, colectados en el municipio de Escárcega, Campeche. Además de un proceso de fermentación anaeróbica, en condiciones controladas. De los cuales, los resultados obtenidos fueron significativos con respecto al rendimiento en los diferentes cultivos de trampa, mostrando rasgos fenotípicos como el mejoramiento de la coloración de las hojas, absorción de nutrientes, entre otros aspectos. Estos procesos naturales permiten adoptar buenas prácticas de cultivo orgánico ya que contribuyen al mejoramiento de la fertilidad del suelo, resultando en el favorable crecimiento de las plantas, también, aumentan su resistencia a enfermedades. Este proceso, contribuye a la reducción de fertilizantes químicos, optando en buenas prácticas agrícolas sostenibles, siendo esta

una opción recomendable para su aprovechamiento en distintos cultivos.

**Palabras clave:** biol, materia orgánica, huertos

## Abstract

In this work, different alternatives of organic matter were used for the production of bioslurry in order to evaluate the efficiency of a demonstration garden. An experimental design was used for the production of (liquid biofertilizer) made from organic waste such as manure, plant remains or compost, collected in the municipality of Escárcega, Campeche. In addition to an anaerobic fermentation process, under controlled conditions, the results obtained were significant with respect to the performance in the different trap crops, showing phenotypic traits such as improved leaf color, nutrient absorption, among other aspects. These natural processes allow the adoption of good organic farming practices as they contribute to improving soil fertility, resulting in favorable plant growth, and also increase their resistance to diseases. This process contributes to the reduction of chemical fertilizers, opting for good sustainable agricultural practices, which is a recommended option for use in different crops.

**Keywords:** biol, organic matter, orchards

## Introducción

Los biofertilizantes líquidos, son un tipo de fertilizante natural que se pueden en estado líquido, estos se producen a través de la fermentación controlada (García, 2023). En su composición se encuentran ingredientes naturales como cáscaras de plátano, tomates, la albahaca, así como hojarasca, agua, entre otros compuestos (Medina, et al., 2009; Muñoz Macas, 2019). Los aportes nutrimentales son de vital importancia ya que permiten una asimilación de nutrientes y una muestra de rasgos fenotípicos incrementando la productividad en los sistemas de cultivo. Existen diversos métodos de procesamiento de los biofertilizantes (Gayoso Serna, 2024). Durante este proceso, las enzimas y microorganismos presentes en los materiales orgánicos descomponen la materia vegetal, liberando nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, así como una variedad de oligoelementos y compuestos bioactivos (Gomis Valero, 2022). El proceso de fermentación, promueve la proliferación de microorganismos beneficiosos para el suelo, como bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrízicos, que contribuyen al equilibrio microbiológico y a la salud del

suelo (Luna & Solís 2012; Rueda Moreno & Caiza Sánchez 2017).

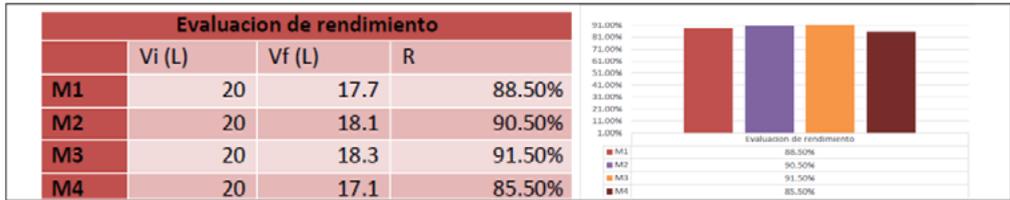
## **Materiales y métodos**

El proyecto se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Se construyeron tres camas diferentes donde se colocó una capa de hojas secas y después la tierra, para sembrar tres tipos de plántulas. Cada cama consistió en 4 secciones ya que se elaboraron cuatro tipos de biol (B1, B2, B3, B4), de este modo se aplicó en cada sección un tipo de biol y una sección quedó como testigo para observar cómo sería el comportamiento de la plántula sin uso de estos. La materia orgánica usada para B1 se usó: 0.004 m<sup>3</sup> Estiércol bovino, 1 L Melaza, 100 g Levadura, 13 L agua y 2 L Leche. Para el B2 se usó: 0.004 m<sup>3</sup> Estiércol bovino, 1 L Melaza, 100 g Levadura, 13 L agua, 2 L Leche y 400 g sales minerales. Para el B3 se usó: 0.004 m<sup>3</sup> Estiércol bovino, 1 L Melaza, 100 g Levadura, 13 L agua, 2 L Leche y 400 g cenizas. Por último, para el B4 se usó: 0.003 m<sup>3</sup> Estiércol bovino, 0.003 m<sup>3</sup> Estiércol bovino, 1 L Melaza, 500 gr frutas, 400 g cenizas, 12 L agua, 2 L Leche y 400 g sales minerales. Se usó el modelo de biodigestores discontinuo, para los cuatro bioles. Las características evaluadas fueron, el color, esto con la finalidad de conocer la evolución en la oxidación, la temperatura ya que temperatura óptima para que el compuesto llegue a la maduración deseada esta debe mantenerse en un rango de 30° C a 40° C. El pH, tomando en consideración diluciones de 30%, 25%, 20%, 15%, 10% y 5% con la finalidad de identificar si el pH es óptimo para la aplicación en los cultivos de igual manera el análisis del pH está referido a la intención de demostrar que el producto puede tener la capacidad de ajustar las condiciones del suelo. Otras de los análisis fueron el nitrógeno total (Nt), ácidos grasos y proteínas.

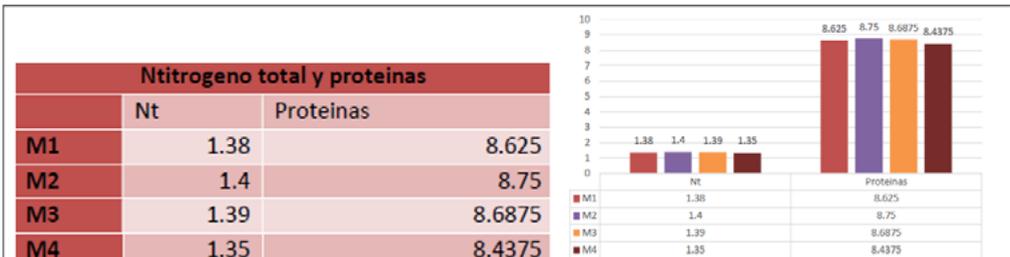
## **Resultados**

El rendimiento de las muestras del biol depende mucho del concentrado de los ingredientes orgánicos que sean añadidos a la mezcla, ya que lo genera los nutrientes es la parte líquida derivada de los sólidos disueltos, es por ello por lo que existe una ligera variación en cuanto a los resultados de cada mezcla de biol. En cada variante de su preparación (ver Tabla 1 y 2), el producto mostró beneficios notables y sugiere nuevas áreas de investigación para desarrollar subproductos. Dichas tecnologías se desarrollan siguiendo prácticas adecuadas y procesos regulados, podrían competir significativamente con los productos químicos convencionales.

**Tabla 1**  
*Evaluación de rendimiento del biofertilizante*



**Tabla 2**  
*Evaluación de parámetros (Nitrógeno Total y Proteínas)*



## Discusión

La aplicación de biol tiene un efecto positivo en el crecimiento y la productividad de las plantas en el huerto demostrativo (Gómez-Álvarez et al., 2008; Flores Ramírez & Tapullima Acuña, 2022). Se han reportado que el uso de abonos orgánicos vermicompost, compost, y gallinaza, han resultado eficientes en las plantas de cultivos extensivos (Matheus Labastidas et al., 2007), mismos que se coinciden con el estudio de los cuales se demostró el aumento en la altura de las plantas, el número de frutos por planta y el diámetro del tallo son indicadores sólidos de la eficacia del biol como fertilizante orgánico. Estos resultados son consistentes con estudios previos que han demostrado los beneficios de los biofertilizantes en la mejora de la salud del suelo y el rendimiento de los cultivos (Pérez, et al., 2024). Gracias a los óptimos porcentajes de Nitrógenos Totales (NT) se pudo observar que el contenido de proteínas del mismo modo se presenta de forma abundante y es de suma importancia pues son macromoléculas que participan en todos los aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, presentando porcentajes arriba de 8 (De Cori et al., 1998). Derivado de resultados publicados por De Sousa & Goncalves (2020), demuestran que los biofertilizantes empleados en huertos han sido favorables en la productividad de los cultivos. Estas buenas prácticas agrícolas, se han convertido en una opción sustentable ya sea para la producción en extensivos o en una producción

de huertos de traspatio (Lemus & Mejía 2022).

## Conclusiones

La implementación de biofertilizantes a partir de recursos orgánicos en un huerto demostrativo ha demostrado ser una estrategia altamente eficiente para promover la salud del suelo, aumentar la producción de cultivos y fomentar la sostenibilidad ambiental. Este enfoque no solo demuestra una manera efectiva de reutilizar y reciclar materiales orgánicos disponibles localmente, sino que también se comprobó su eficacia al observar un desarrollo de las plantas, raíces saludables y coloración esperada.

## Bibliografía

- De Cori, C. E. C., de Valls, C. A., Ruiz, M., Zaragoza, M., Castillo, L., Escalona, J. G., ... & de Saume, L. (1998). Definición de los métodos para analizar nitrógeno total en fertilizantes. *Venesuelos*, 6(1 y 2), 33–38.
- Flores Ramírez, J. L., & Tapullima Acuña, W. O. (2022). Aplicación de biol orgánico, humus y fertilizantes químicos en las características biométricas del (*Lactuca sativa* L.), Provincia de Lamas, 2022.
- Gayoso Serna, J. P. (2024). Elaboración de biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu-Huánuco 2022.
- Gómez-Álvarez, R., Lázaro-Jerónimo, G., & León-Nájera, J. A. (2008). Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhabanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 24(1), 11–20.
- Gomis Valero, M. D. P. (2022). Desarrollo y validación de medios de cultivo alternativos de alto valor añadido para su uso en sistemas hortícolas y forestales en el estado mediterráneo.
- Lemus, J. T., & Mejía, M. G. M. (2022). Taller Huertos caseros.
- Luna, Y. D. C. P., & Solís, J. D. Á. (2012). Impacto de la biofertilización y aplicación de abonos orgánicos en la productividad de maíz (*Zea mays* L.) en Chiapas (Tesis doctoral, El Colegio de la Frontera Sur).
- Matheus Labastidas, J. E., Caracas, J., Montilla, F., & Fernández, O. (2007). Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays* L). *Agricultura Andina*, 13, 27–38.
- Medina, J. F. A., Garza, M. B. I., Prado, A. D., Cabrera, O. A. G., Osti, C. L., &

- Baeza, Á. G. (2009). Los biofertilizantes microbianos: Alternativa para la agricultura en México. Folleto Técnico Núm. 5, Tuxtla Chico, Chiapas.
- Muñoz Macas, W. A. (2019). Producción de biofertilizante a partir de la descomposición de biomasa a través de biogestores (Tesis de licenciatura, UTB, Babahoyo).
- Pérez, M., Domínguez, N., de la Cruz, A., & Corro, J. F. (2024). Aislamiento y uso de microorganismos de lodos activados para la formación de biofertilizantes. *Ciencia e Ingeniería: Revista de investigación interdisciplinar en biodiversidad y desarrollo sostenible, ciencia, tecnología e innovación y procesos productivos industriales*, 11(2), 5.
- Rueda Moreno, R. J., & Caiza Sánchez, G. E. (2017). Estudio de la optimización de la calidad del abono bocashi mediante la adición de potenciales microorganismos eficaces.

# Capítulo

## III

### Mitigación de cambio climático

## MANGLARES MEXICANOS: UN TESORO NATURAL EN RIESGO

### MEXICAN MANGROVES: A NATURAL TREASURE AT RISK

*Natalia Stephania Gómez Díaz<sup>1</sup>, María del Carmen Gómez Camal<sup>1\*</sup>, Ludwin Jaime Estrada Ramírez<sup>1</sup>, Paula Viveros Moreno<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Calle 85 S/N entre 10-B Col. Unidad Esfuerzo y Trabajo No. 1, Escárcega, Campeche, C.P. 24350.*

*\*Autor de correspondencia: [maria\\_camal@itsescarcega.edu.mx](mailto:maria_camal@itsescarcega.edu.mx)*

### Resumen

Las investigaciones mencionan que México tiene una de las tasas de deforestación más altas del mundo y pierde en promedio 10,000 hectáreas de manglar por año. Los efectos del cambio climático podrían exacerbar estas pérdidas debido a la elevación del nivel del mar, los cambios en la intensidad de las tormentas tropicales y las modificaciones en los flujos de agua que desembocan en los manglares son por mencionar algunos de ellos. El objetivo fue conocer las consecuencias de la pérdida de los manglares en México. Para esto, se realizó una investigación tipo cualitativa y de diseño descriptivo, que incluyó la revisión de libros, revistas y artículos utilizando plataformas confiables como Springer Link, Scielo y Dialnet. Como resultado se identificó que, en México, la pérdida de manglares ha generado una serie de consecuencias graves y variables porque existen comunidades que dependen de los manglares para su sustento y medios de vida. La pérdida de estos ecosistemas puede provocar la migración forzada, pérdida de empleo y reducción de la seguridad alimentaria. Por consiguiente, el daño al medio ambiente, la cultura, la economía y la sociedad, por ello; la conservación y restauración de estos ecosistemas son esenciales para mantener su funcionalidad y servicios que proporcionan.

**Palabras clave:** Manglares, biodiversidad, zonas costeras, cambio climático

## Abstract

Research shows that Mexico has one of the highest deforestation rates in the world, losing an average of 10,000 hectares of mangroves per year. The effects of climate change could exacerbate these losses due to rising sea levels, changes in the intensity of tropical storms and changes in the flow of water into mangroves, to name a few. The objective was to understand the consequences of the loss of mangroves in Mexico. For this purpose, qualitative and descriptive research was carried out, which included the review of books, journals and articles using reliable platforms such as Springer Link, Scielo and Dialnet. As a result, it was identified that, in Mexico, the loss of mangroves has generated a series of serious and variable consequences because there are communities that depend on mangroves for their sustenance and livelihoods. The loss of these ecosystems can lead to forced migration, loss of employment and reduced food security. Consequently, damage to the environment, culture, economy, and society is a severe problem, and the conservation and restoration of these ecosystems are essential to maintain their functionality and the services they provide

**Keywords:** Mangroves, biodiversity, coastal zones, climate change

## Introducción

El manglar es una formación leñosa, densa, frecuentemente arbustiva o arborescente de 2 a 25 m de altura compuesta de una o de unas cuantas especies de fanerógamas, prácticamente sin plantas herbáceas y sin trepadoras, rara vez con alguna epífita o parásita. Los manglares en México se localizan en las lagunas costeras y sistemas deltáicos a lo largo del Golfo de México y Océano Pacífico. En el Caribe, los manglares se distribuyen en depresiones formadas entre cordones litorales del Pleistoceno, más extensas cuando están frente a barreras arrecifales.

En relación con el área cubierta por manglares, Flores et al. (1971) calcularon, con base en fotografías aéreas y estudios de campo, que ocupan 14 200 km<sup>2</sup> (0.7% del territorio nacional). Por otra parte, las áreas calculadas con la ayuda de imágenes de satélite fueron 6 600 km<sup>2</sup> (Blasco, 1988 en Flores et al., 1992), 5 300 km<sup>2</sup> y 9 328 km<sup>2</sup> (Spalding et al., 1997). Hay, entonces, una diferencia de 8 900 km<sup>2</sup> entre valores extremos, lo que implica un ámbito de 0.71% al 0.27% en términos del área ocupada por manglares en la República Mexicana. Para el 2009 se estableció una extensión estimada de 770,057 hectáreas de manglares para todo el territorio nacional y de manera particular el estado de Sinaloa ocupa el cuarto lugar, detrás de Campeche,

Quintana Roo y Yucatán, con un poco más de 80 mil hectáreas.

En el territorio nacional predominan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), todas sujetas a protección especial de acuerdo con la NOM059-SEMARNAT-2001. Es común encontrarlas asociadas, en un proceso sucesorio dependiendo del nivel de las mareas que las inundan o los bañan, pero estableciendo dominancia de una especie o de una asociación predominante de dos o tres especies dependiendo del lugar en donde se hayan asentado (Conabio, 2008).

Los manglares son ecosistemas costeros únicos y vitales que desempeñan un papel crucial en la estabilidad ambiental y el bienestar humano. Evidentemente, estos hábitats, caracterizados por su adaptabilidad a las condiciones salinas y su capacidad para prosperar en los ambientes entre la tierra y el mar, ofrecen una variedad de servicios ecológicos esenciales, desde la protección contra tormentas y la prevención de la erosión costera hasta el soporte de la biodiversidad marina y la captura de carbono. Esta investigación se centra en analizar las múltiples consecuencias de la pérdida de los manglares en México, destacando la importancia de estos ecosistemas para el equilibrio ecológico ante el cambio climático, el desarrollo económico sostenible y la calidad de vida de las comunidades costeras.

## **Materiales y Métodos**

El proceso de búsqueda de información es una investigación cualitativa y determinado mediante un enfoque descriptivo teniendo como objetivo conocer las consecuencias de la pérdida de los manglares en México. Se utilizó una muestra en instituciones en las cuales se extrae información relacionada al tema, mediante un instrumento de lista de cotejo para analizar si contienen los aspectos clave como las principales consecuencias de la pérdida de los manglares y puntos cercanos a esto. Se recuperaron 90 artículos científicos de buscadores académicos como Springer Link, Scielo y Dialnet. Los principales temas de la búsqueda fueron la descripción general de manglares, servicios ecosistémicos, cambio climático, áreas prioritarias de investigación y perspectivas futuras. Esta revisión no tiene el propósito de abarcar todo el estado del arte del tema de los manglares, sin embargo, realiza un acercamiento a la actualidad de ellos.

## Resultados

Los manglares han sido ampliamente utilizados y explotados en el pasado y en la mayoría de los países donde estos existen, a pesar de que han tenido que adaptarse físicamente a sus hojas, sus raíces y sus métodos de reproducción con el fin de sobrevivir en un medio hostil, dinámica de suelos blandos, con poco oxígeno y la salinidad variable. Lo que se busca demostrar en estos resultados es la relevancia que tiene el conocer sobre los daños y consecuencias de la pérdida de los manglares y el no actuar de manera adecuada y eficaz ante la conservación de estos.

**Tabla 1**  
*Impactos y consecuencias del daño a manglares*

Región	Impacto	Consecuencia del Impacto
<b>Pacífico Norte</b>	Desviación de Ríos, construcción de canales de irrigación, apertura de bocas, construcción de carreteras y caminos, desarrollo urbano, huracanes, construcción de termo-eléctricas, canaricultura, descargas de drenes agrícolas, desarrollo turístico y urbano.	Disminución de agua hacia del manglar, salinización del sedimento, obstrucción del flujo laminar, cambio de uso de suelo, deposición de sedimentos por erosión, cambio de uso de suelo.
<b>Pacífico Centro</b>	Desarrollo turístico.	Cambio de uso de suelo.
<b>Pacífico Sur</b>	Introducción de agroquímicos, desechos sólidos, tala, desvió de agua de los ríos, construcción de bordos.	Cambios en la hidrología, azolvamiento de canales.
<b>Golfo de México</b>	Turismo, derrames de petróleo, complejo termoeléctrico, Agricultura, gasoductos, apertura de bocas, tala clandestina.	Construcción de carreteras y caminos, ganadería y agricultura, erosión, sedimentación de canales, pérdida de cobertura, muerte del manglar.
<b>Península de Yucatán</b>	Eventos naturales (huracanes), construcción de caminos y carreteras, desarrollo turístico, urbanización, construcción de puertos de abrigo, desarrollo portuario.	Perdida de cobertura de manglar, cambio de uso de suelo, salinización del sedimento, obstrucción del flujo laminar.

## Descripción del daño provocado a los manglares en México

Sin embargo, ya se ha empezado a concientizar y trabajar en la restauración y conservación como se expresa mediante una gráfica proporcionada por el Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM), como han aumentado los manglares desde que se tomaron en cuenta estrategias para su rehabilitación, ver figura 1.

**Figura 1**  
*Superficie de manglares en México*



Los manglares de México representan el 6% del total mundial y nos colocan en el cuarto lugar de los países que poseen este ecosistema. Conocer la ubicación, superficie y dinámica de los cambios de los manglares es de gran importancia para su protección y conservación, por lo que desde 2005, a partir de imágenes satelitales y fotografías aéreas, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a través del (SMMM) ha elaborado mapas de distribución de los manglares en México para los periodos 1981/1990, 2005, 2010 y 2015.

## Discusión

Dentro de este estudio, se destacan los múltiples beneficios que se obtienen de los manglares, en relación con esto, el tipo de manglar rojo o colorado que se encuentra mayormente en la península de Yucatán es el indicado para curar enfermedades como

la elefantiasis, lepra, disentería y diarrea, para esto se utiliza la corteza de este manglar y se toma en infusiones. Por otra parte, dada su pérdida principalmente causada por la deforestación, se infiere en que muchas especies en peligro de extinción y endémicas se pueden perder o provocar su migración ocasionando que en su travesía experimenten daños y mueran. Es por esto por lo que se deben tomar medidas urgentes para la rehabilitación de estas hectáreas de zonas costeras invaluables.

Cabe mencionar que, otro de los servicios ecológico que proporcionan es la captura enorme de cantidades de emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de la atmósfera, luego los atrapan y almacenan durante milenios en sus suelos inundados llenos de carbono. Por ello Se hace necesario valorar al ecosistema de manglar por su enorme importancia ecológica y económica, considerando todos los beneficios directos y los intangibles tanto para la pesca y acuicultura, la calidad del agua, sus aportes ambientales como almacenadores de carbono, albergue permanente y temporal de especies de valor comercial y científico, estabilizadores y protectores de la zona costera, entre otros.

## Conclusiones

Todo proyecto de restauración debe incluir un programa de diagnóstico, implementación y monitoreo. En la planeación se deben involucrar diferentes actores y sectores de la sociedad, especialmente a las comunidades locales, ya que generalmente serán ellos quien se encarguen de mantener a largo plazo el proyecto y de hacer el monitoreo correspondiente, por lo que se les debe brindar capacitación). Para la medición de estas variables permiten identificar si las acciones de restauración están siendo exitosas y tener los resultados de avances, por lo tanto, es importante que se consideren variables para corto, y mediano plazo.

## Referencias

Alcañiz, J. (2012). Erosión del suelo. Girona. Obtenido de [http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/libroriesgos/05\\_Cap%C3%ADtulo4.pdf](http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/libroriesgos/05_Cap%C3%ADtulo4.pdf)

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Colombia: Pearson. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/6to%20Semestre/Fun.%20Investigacion/docs/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Bitetti, M. (2012). Hábitats. CONICET. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v22n2/v22n2a07.pdf>

- Bloomfield, G., & Calle, A. (2020). Principios para la restauración de bisques tropicales. Panamá: ELTI. Obtenido de <https://elti.fesprojects.net/2013Azue-ro/a.calle.reforestacion.pdf>
- Cantera, X. (2021). Proteger ecosistemas para protegernos. Natural mente. Obtenido de [https://www.mncn.csic.es/sites/default/files/2021-03/07\\_corescam.pdf](https://www.mncn.csic.es/sites/default/files/2021-03/07_corescam.pdf)
- CEPSA. (2015). El cambio climático y los gases de efecto invernadero. CEPSA. Obtenido de [https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp\\_Comp/Medio%20Ambiente\\_Seguridad\\_Calidad/Art%C3%ADculos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf](https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp_Comp/Medio%20Ambiente_Seguridad_Calidad/Art%C3%ADculos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf)
- Cisneros, D. (2022). Ecología forense. CICY, 149-155. Obtenido de [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2022/2022-07-14-Cisneros-et-al.\\_Ecologia-forense.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2022/2022-07-14-Cisneros-et-al._Ecologia-forense.pdf)
- CONABIO, 2008. Manglares de México. 38 p
- CONABIO. (2013). Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento. Obtenido de [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/manglares\\_de\\_mexico\\_1.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/manglares_de_mexico_1.pdf)
- CONABIO. (2017). Manglares de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. Obtenido de [http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB\\_ECOLOGIA/Lagunas\\_Costras\\_files/manglares\\_mexico\\_2015.pdf](http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB_ECOLOGIA/Lagunas_Costras_files/manglares_mexico_2015.pdf)
- Cortés, H. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Redalyc, 42-54. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/206/20640430004.pdf>
- Díaz, M. (2011). Manglares y sus características. RaXimhai. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46121063005.pdf>
- Flores M., G.; J. Jiménez; X. Madrigal; F. Moncayo y F. Takaki. 1971. Memorias del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México
- García, N. (2024). Los manglares. CORESCAM. Obtenido de <https://corescam.org/ecosistemas/manglares/>
- Rzedoswki, J., 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 p
- Spalding, M.D.; F. Blasco y C. Field. 1997. World Mangrove Atlas. The International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa, Japón. 178 p.

# RESIDUOS SÓLIDOS QUE GENERA LA SOCIEDAD Y LAS PYMES EN LA LOCALIDAD DE ESCÁRCEGA

## SOLID WASTE GENERATED BY SOCIETY AND SMEs IN THE TOWN OF ESCÁRCEGA

*María del Carmen Gómez Camal<sup>1\*</sup>, Víctor Hugo Landero Salazar<sup>1</sup>, Maximiliano Vanoye Eligio<sup>1</sup>, Félix Alejandra Luna Medina<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Calle 85 S/N entre 10-B Col. Unidad Esfuerzo y Trabajo No. 1, Escárcega, Campeche, C.P. 24350.*

*\*Autor de correspondencia: [maria\\_camal@itsescarcega.edu.mx](mailto:maria_camal@itsescarcega.edu.mx)*

### Resumen

El objetivo de este estudio es el analizar la generación masiva de los residuos sólidos en la localidad de Escárcega, esto con la finalidad de establecer estrategias para un mejor manejo de estos residuos ayudando así a reducir el impacto ambiental en él, todo esto provocado por el crecimiento demográfico que ha tenido el municipio de Escárcega en los últimos años lo cual ha generado un aumento descontrolado de la basura trayendo consigo una lista de problemas que afectan a la sociedad y el medio ambiente. El proyecto se basa en un tipo de investigación mixta, para la obtención de datos necesarios se empleó un instrumento de investigación, en este caso fueron dos cuestionarios; uno dirigido a la sociedad conformado por 14 ítems con sus respectivas respuestas de opción múltiple y un segundo cuestionario aplicado a las Pymes de municipio conformado por un total de 12 ítems con sus respectivas respuestas. Con la realización de este proyecto se pudo observar la cantidad de residuos sólidos que genera la sociedad y las Pymes. Lo que sugiere que al llevar a cabo el análisis de datos nos da como resultado un incremento descontrolado en la generación de los

residuos sólidos en el municipio, lo cual ha provocado que el lugar delimitado para la colocación de estos desechos no sea suficiente para contener toda la basura que está siendo generada a través de los años. Sugiriendo que se necesita la implementación de un relleno sanitario en la localidad para un mejor tratamiento de los residuos sólidos generados.

**Palabras clave:** Residuos sólidos, relleno sanitario, medio ambiente, contaminación.

## Abstract

The objective of this study is to analyze the massive generation of solid waste in the town of Escárcega, with the aim of establishing strategies for better management of this waste, thus helping to reduce its environmental impact. All of this is caused by the population growth that the municipality of Escárcega has had in recent years, which has generated an uncontrolled increase in garbage, bringing with it a list of problems that affect society and the environment. The project is based on a mixed type of research. To obtain the necessary data, a research instrument was used. In this case, there were two questionnaires; one addressed to society, consisting of 14 items with their respective multiple-choice answers, and a second questionnaire applied to the SMEs of the municipality, consisting of a total of 12 items with their respective answers. Through the implementation of this project, it was possible to observe the amount of solid waste generated by society and SMEs. This suggests that when carrying out the data analysis, we find an uncontrolled increase in the generation of solid waste in the municipality, which has caused the place designated for the placement of this waste to not be sufficient to contain all the garbage that is being generated over the years. Suggesting that a sanitary landfill needs to be implemented in the locality for better treatment of the solid waste generated.

**Keywords:** Solid waste, landfill, environment, pollution.

## Introducción

Los residuos sólidos son todos aquellos materiales desechos resultantes de la actividad humana, lo que se puede entender como toda basura o desperdicio esto se han clasificado de diversas maneras, estructuralmente mantienen ciertas características desde su origen hasta su disposición final. Se puede decir que son los desperdicios generados en las casas habitación que resultan de la eliminación

de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes y empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

## **Materiales y Métodos**

En la realización de este proyecto se llevó la implementación de dos cuestionarios como instrumentos de investigación; uno de los cuestionarios estuvo dirigido a la sociedad para ello se aplicaron 180 cuestionarios en diferentes colonias de la localidad de Escárcega, el segundo cuestionario estuvo dirigido a las Pymes del municipio en donde se aplicaron a 120 cuestionarios los cuales estuvieron distribuidos en diferentes tipos de sectores cada uno de estos cuestionarios contaba con una serie de ítems enfocados a conocer sobre la generación de los residuos sólidos, una vez obtenido los resultados de la aplicación de los cuestionarios se pasó a una tabulación de todos los resultados obtenidos esto con la finalidad de analizar los datos obtenidos de los cuestionarios aplicados. El proyecto se basa en una investigación de tipo mixta con un tipo de muestreo por estratificación y por racimos esto debido que se tomaron los grupos de clase baja, clase media y clase alta de la sociedad para aplicar el instrumento, así como los sectores a los que pertenecen las pymes a las que se les aplicó dicho instrumento.

## **Resultados**

De acuerdo con el proyecto aplicado a la localidad de Escárcega podemos decir que a la generación de residuos sólidos por parte de la sociedad que son 60 kilos semanalmente nos dan un total de 43,200 toneladas al mes generadas, mientras que para las Pymes se tiene una generación de 200 kilos de residuos semanalmente dándonos un total de 96,000 toneladas de residuos mensualmente lo cual es una alarmante cantidad de residuos sólidos generados en la localidad. (Cuadro 1)

**Tabla 1***Generación de residuos sólidos en la localidad de Escárcega*

Sociedad			
Media	Encuestas aplicadas	Toneladas semanalmente	Toneladas mensualmente
60	180	10,800	43,200
Pymes			
Media	Encuestas aplicadas	Toneladas semanalmente	Toneladas mensualmente
200	120	24,000	96,000

**Discusión**

Esta investigación ha mostrado diversos aspectos relacionados con la generación de los residuos sólidos en la localidad de Escárcega, con la aplicación del instrumento se obtuvieron datos relevantes sobre el crecimiento en la generación de basura en la localidad, lo cual lleva a un análisis sobre la situación en la cual se encuentra el municipio con el tema de la basura y los efectos que este crecimiento descontrolado puede tener hacia la sociedad así como al medio ambiente, de no ser así el municipio se vería en una situación en donde el no implementar estrategias de manera rápida provocaría que se entre en un no retorno alcanzando niveles elevados de contaminación por residuos sólidos en la localidad, esto se está dando como resultado del crecimiento demográfico del municipio por lo cual al ver un crecimiento muy rápido se está generando de manera acelerada un incremento de la basura a tal punto que las calles son utilizadas como basureros por los residentes así mismo el sitio destinado como vertedero de los residuos generados por la localidad es un punto crítico de contaminación tanto del suelo como del aire al optar por la quema de todos estos desechos liberando grandes cantidades de toxinas nocivas para los pobladores de los alrededores los cuales han desarrollado problemas de salud respiratoria al inhalar el humo de la quema de basura así mismo se han detectado plagas de animales carroñeros en estos vertederos de basura los cuales no cuentan con un buen manejo de los residuos.

Estos hallazgos en la investigación nos llevan a la generación de estrategias para mitigar el impacto de la contaminación de los residuos sólidos en la localidad, una de ellas es la implementación de un relleno sanitario en la localidad para un mejor manejo de los residuos sólidos generados por la localidad esto también traería consigo una reducción de la contaminación en el medio ambiente.

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados y al análisis realizado durante la realización del proyecto se pudo observar que el mal manejo de los residuos sólidos en la localidad ha detonado una contaminación ambiental, ya que la gran cantidad de residuos sólidos generados en el municipio ha rebasado la capacidad en donde se deposita la basura por lo cual se tiene la necesidad de implementar un relleno sanitario en la localidad para hacerle frente al gran problema que se tiene de la basura, ya que 43,200 toneladas de basura tienen un impacto significativo en el medio ambiente esto debido a que el lugar en donde es depositada esta gran cantidad de basura es al aire libre es alarmante por todos los efectos negativos hacia el medio ambiente.

## Referencias

- Arriaga, J. A. (200). Principios básicos de contaminación ambiental.
- CEPAL. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. . Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. , 211.
- Científica, A. E.-C. (2020). Avances tecnológicos para la mejora del reciclaje. Avances tecnológicos para la mejora del reciclaje, 25.
- contributors, E. (13 de enero de 2010). Obtenido de Escárcega (Campeche): [http://enciclopedia.us.es/index.php?title=Esc%C3%A1rcega\\_\(Campeche\)&oldid=506582](http://enciclopedia.us.es/index.php?title=Esc%C3%A1rcega_(Campeche)&oldid=506582)
- Diputados, C. d. (2023). LGPGIR. LGPGIR, 59.
- Gómez, I. C. (2000). Saneamiento Ambiental. Costa Rica: EUNED.
- González, J. A. (2019). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. Gestión y Región, 102.
- Guyer, J. P. (2019). Una Introducción a las Tecnologías de Gestión de Residuos Sólidos. México: Independently published .
- Márquez-Benavides, L. (2016). "Residuos Sólidos: Un enfoque multidisciplinario". Libros en Red, 505.
- Molina, P. G. (2019). Impacto ambiental en las actividades humanas. . España: Editorial Tutor Formación.
- Noguera, K. M. (2016). LOS RELLENOS SANITARIOS EN LATINOAMÉRICA: CASO COLOMBIANO. LOS RELLENOS SANITARIOS, 10.
- Peñaloza Acosta, M., Arévalo Cohén, F., & Daza Suárez, R. (2009). Impacto de la gestión tecnológica en el medio ambiente. 12.

- Sánchez, F. J. (2016). Producción de biometano a partir de biogás de vertedero. 113.
- Segura, J. A. (2003). Principios básicos de contaminación ambiental. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Torri, S. (2017). ¿Qué es un relleno sanitario? ¿Qué es un relleno sanitario?, 7.
- Ullca, J. (2005). Los rellenos sanitarios. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida,
- Villarino, D. G. (2013). Evaluación de impacto ambiental. España: Ediciones Mundi-Prensa, 2013.

# EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE LUZ EN EL CULTIVO IN VITRO DE MICROALGAS COMO FUENTE RENOVABLE DE ENERGÍA

## EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF LIGHT ON THE IN VITRO CULTIVATION OF MICROALGAE AS A RENEWABLE SOURCE OF ENERGY

*Blanca del Rosario Martín-Canché<sup>1</sup>, Norma Laura Rodríguez-Ávila<sup>2</sup>, Maximiliano Vanoye-Eligio<sup>1</sup>, José Luis Guillen-Taje<sup>1</sup>, Eliezer del Jesús Casado Ramírez<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Calle 85 S/N entre 10-B Col. Unidad Esfuerzo y Trabajo No. 1, Escárcega, Campeche, C.P. 24350.*

<sup>2</sup>*Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Calle 11 S/N entre 22 y 28, Chiná, Campeche. México. C.P. 24520.*

*\*Autor de correspondencia. [blanca\\_martin@itsescarcega.edu.mx](mailto:blanca_martin@itsescarcega.edu.mx)*

### Resumen

El presente estudio tuvo como propósito optimizar el cultivo de microalgas en biorreactores mediante el uso de distintos espectros de luz LED, con el objetivo de incrementar la producción de pigmentos y nutrientes bajo condiciones controladas. Se utilizó el medio F2/Media en un diseño experimental con cinco tratamientos, cada uno replicado tres veces, sumando 15 unidades experimentales. Los resultados mostraron que las microalgas recolectadas en la costa de Campeche presentaron un aumento significativo en la producción de pigmentos bajo luz azul y en la combinación de luces azul y roja. Esto resalta la influencia de factores como la intensidad lumínica, la temperatura y el pH en el crecimiento y desarrollo de las microalgas. En conjunto, los resultados sugieren que este cultivo puede ser una alternativa prometedora para la obtención de lípidos destinados a la producción de biodiesel.

**Palabras clave:** Microalgas, biorreactores, espectros de luz.

## Abstract

The present study aimed to optimize the cultivation of microalgae in bioreactors by using different LED light spectra, with the aim of increasing the production of pigments and nutrients under controlled conditions. The F2/Media medium was used in an experimental design with five treatments, each replicated three times, totaling 15 experimental units. The results showed that microalgae collected on the coast of Campeche showed a significant increase in pigment production under blue light and in the combination of blue and red lights. This highlights the influence of factors such as light intensity, temperature and pH on the growth and development of microalgae. Overall, the results suggest that this crop may be a promising alternative for obtaining lipids for biodiesel production.

**Keywords:** Microalgae, bioreactors, light spectra.

## Introducción

Las microalgas de agua salada, en particular *Chlorella vulgaris*, se han destacado como microorganismos experimentales en la producción de lípidos para la generación de energía, (Rosales & Renovable, 2017). Además de su relevancia en este ámbito, también poseen importancia ecológica (Novelo et al., 2009), debido a su capacidad fitoremediadora, relacionada con su alto contenido lipídico (Salas, et al., 2021). Estas microalgas han sido ampliamente estudiadas para la producción de pigmentos, cuya síntesis está estrechamente influenciada por la luz, dado que los pigmentos son esenciales para la captura de energía en los procesos fotosintéticos (Begum et al., 2016). Asimismo, las condiciones ambientales, como la intensidad luminosa, la temperatura y el pH, desempeñan un papel fundamental en la optimización del contenido de pigmentos fotosintéticos, (González et al., 2015). El presente estudio se enfocó en evaluar cómo los distintos espectros de luz LED, bajo condiciones controladas, afectan el crecimiento y desarrollo de las microalgas, con el objetivo de potenciar la síntesis de pigmentos y nutrientes. Estos factores son cruciales para determinar la viabilidad de las microalgas como una fuente sostenible de energía renovable.

## Materiales y Métodos

Para este estudio, se recolectaron muestras de microalgas en la costa de Campeche, específicamente cerca del muelle del Faro del Morro. El experimento se llevó a cabo utilizando el medio F2/Media, la cual consistió en cinco tratamientos, cada uno realizado por triplicado, sumando un total de 24 unidades experimentales. Las condiciones experimentales se mantuvieron controladas, con una temperatura del agua de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , salinidad de 35 UPS, intensidad lumínica de  $60 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , un fotoperiodo continuo de 24 horas y aireación constante proporcionada por una bomba de aire de doble salida. El pH promedio registrado en todos los tratamientos fue de 8.03. Se emplearon diferentes espectros de luz LED en los tratamientos, incluyendo rojo, blanco, azul, una combinación de rojo y azul, y una lámpara fluorescente como testigo. Cada tratamiento fue inoculado con una densidad inicial de  $8.0 \times 10^4$  células/mL (equivalente a 80,000 células/mL) en un volumen de 500 mL, y con una demanda de oxígeno (DO) en el rango de 0.09 a 0.11 mg/L.

## Resultados

Los distintos espectros de luz, influyeron de manera significativa en la producción de DO en los tratamientos, observándose que en la combinación de luz LED azul/roja (35.30%) hay mayor demanda de este parámetro, es decir, hubo un crecimiento general de microorganismos (Cuadro 1). Respecto a la medición de los pigmentos, se identificó que en la luz led azul mostró una mayor concentración de Clorofila A, B y carotenoides, seguida por la luz led Roja/Azul (Cuadro 1).

**Tabla 1**

*Concentración de pigmentos en diferentes tipos de luz*

Tratamiento	Tipo de luz	Ca	Cb	Carotenos	%DO
T1	Luz Blanca	5.50	7.96	2.33	24.93
T2	Luz Roja/Azul	8.80	13.46	4.36	35.30
T3	Luz Azul	19.05	24.70	7.82	25.13
T4	Luz Roja	7.15	8.53	2.65	25.97
T5	Lámpara fluorescente	11.23	11.763	3.70	28.40

Donde Ca (Clorofila a), Cb (Clorofila b), carotenos, es el resultado de las ecuaciones de Jeffrey & Humphrey (1975). DO (Demanda de Oxígeno).

Los datos son correlaciones de la turbidez. Se resta la lectura de cada uno de los valores de las longitudes de onda, según ecuaciones de Humphrey (1975).

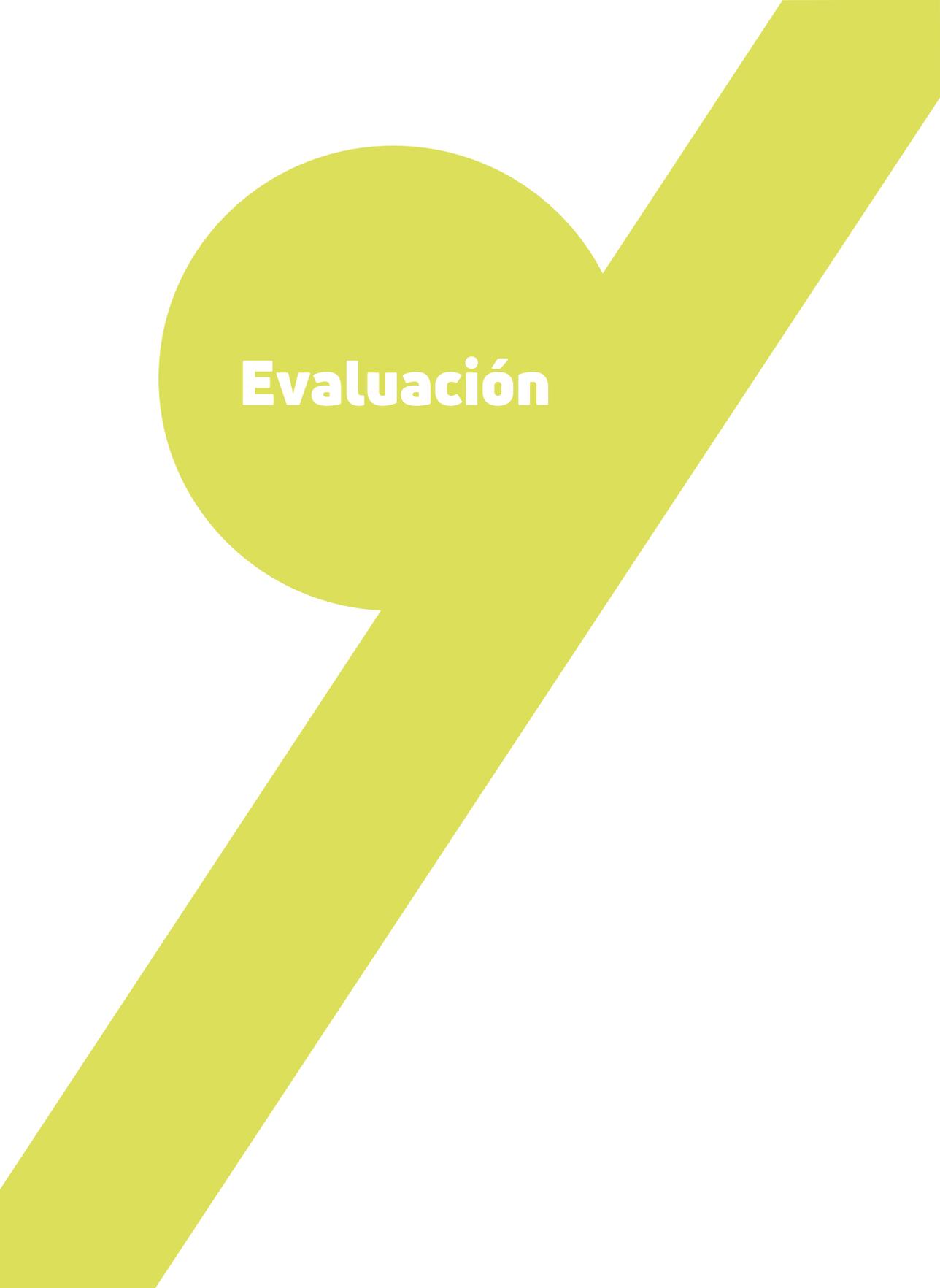
## Discusión y conclusión

El estudio realizado por Rosales y colaboradores (2017) resalta que las microalgas de la Península de Yucatán presentan un crecimiento favorable al utilizar el medio enriquecido Guillard F/2, posicionándolo como una opción prometedora para la producción de lípidos destinados al biodiesel. En este experimento, el medio F2/Media (Guillard, 1975) mostró una consistencia destacada en la Demanda de Oxígeno (DO) entre los diferentes tratamientos, con variaciones en el rango del 33% al 42%. Sin embargo, al cabo de ocho días, la combinación de luz LED azul y roja generó la mayor Demanda de Oxígeno por miligramo por litro (DO/mg·L), lo que evidencia la influencia significativa de los espectros de luz en el crecimiento de las microalgas (Miranda 2020). Estos resultados coinciden con investigaciones previas que han utilizado luz azul y roja para optimizar el crecimiento de microorganismos, destacando su capacidad para mejorar el rendimiento en cultivos de microalgas (López-Figueroa, 2016). Asimismo, se registró un incremento en la producción de pigmentos en las microalgas recolectadas en la costa de Campeche, particularmente bajo la combinación de luz azul y roja. Este comportamiento sugiere que factores como la intensidad de la radiación lumínica (Arias et al., 2013), la temperatura y el pH del medio F2/Media juegan un papel determinante en las tasas de crecimiento y en la síntesis de pigmentos, confirmando el potencial de estas condiciones controladas para aplicaciones biotecnológicas (Flores et al., 2024).

## Referencias

- Arias Peñaranda, M. T., Martínez Roldán, A. D. J., & Cañizares Villanueva, R. O. (2013). Producción de biodiesel a partir de microalgas: parámetros del cultivo que afectan la producción de lípidos. *Acta Biológica Colombiana*, 18(1), 43–68. Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v18n1/v18n1a4.pdf>
- Begum, H., Yusoff, F. M., Banerjee, S., Khatoon, H., & Shariff, M. (2016). Disponibilidad y utilización de pigmentos de microalgas. *Revisiones críticas en ciencia de los alimentos y nutrición*, 56(13), 2209–2222.
- Flores, S. R., Barrantes, M. G., Vega, F. M., & Romero, F. V. (2024). Efectos de la longitud de onda de luz, el fotoperiodo y la salinidad en los parámetros de producción de *Isochrysis galbana*. *Tecnología en Marcha*, 37(1), 88–101

- González Falfán, K. Á., Méndez Contreras, J. M., & Alvarado Lassman, A. (2015). Efecto de las condiciones ambientales en el contenido de pigmentos en la microalga *Chlorella ssp* (Doctoral dissertation).
- Guillard, R. R. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In *Culture of marine invertebrate animals: Proceedings—1st Conference on Culture of Marine Invertebrate Animals Greenport* (pp. 29–60). Boston, MA: Springer US.
- López-Figueroa, F. (2016). Selección de iluminación LED en cuevas basado en los espectros de acción de la fotosíntesis: reducción del biodeterioro de espeleotemas por biofilms de algas y cianobacterias.
- Mendieta Toala, B. A. (2021). Efectos de la absorción de diferentes espectros de luz sobre el crecimiento y síntesis bioquímica en las microalgas *Tetraselmis spp.* y *Rhodomonas spp.*, mediante revisión bibliográfica (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena).
- Miranda de la Maza, M. (2020). Respuesta en el crecimiento y la producción pigmentaria a cambios en las condiciones de luz y temperatura en cultivos de microalgas.
- Novelo, E., Ponce, M. E., & Ramírez, R. (2009). Las microalgas de la Cantera Oriente. En *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal: Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel* (pp. 71–80). Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, UNAM, Ciudad de México. Recuperado a partir de [http://www.repsa.unam.mx/documentos/Novelo\\_et\\_al\\_2009\\_microalgas.pdf](http://www.repsa.unam.mx/documentos/Novelo_et_al_2009_microalgas.pdf)
- Plasencia Álvarez, J. (2012). Cultivo de microalgas (*Chlorella sorokiniana*) con iluminación mediante LEDs.
- Rosales, A. R. L., & Renovable, M. E. C. E. E. (2017). Potencial de cepas de microalgas aisladas de la costa de Yucatán para la producción de biodiesel (Tesis de maestría, CICY, México).
- Salas, R. G., del Río, M. M. V., & Concepción, I. P. (2021). Microalgas: ecología, repercusión en la salud y nutrición. *Universidad y Sociedad*, 13(S3), 297–302. Recuperado a partir de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2481>

A large, stylized number '9' in a light green color. The top of the '9' is a circle, and the stem is a thick diagonal line extending from the bottom left to the top right. The word 'Evaluación' is written in white, bold, sans-serif font inside the circular part of the '9'.

**Evaluación**



## Red Internacional de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades

Quito, 20 de mayo del 2025

**Dra. Blanca del Rosario Martín Canché**

**Dr. Maximiliano Vanoye Eligio**

**Dr. Eliezer del Jesús Casado Ramírez**

**Dr. José Luis Guillén Taje**

Presente.

En el marco de los avales otorgados por la Universidad Central del Ecuador con oficio No. 064-TT-DI-2021 de fecha 18 de mayo del 2021 y la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, tecnología e Innovación con oficio No. SENESCYT-CYT-SDIC-DIC-2021-0092-O de 24 de junio del 2021, La "R2ICS" con sede en Ecuador, certifica que el libro se encuentra aprobado y cumple con el estándar editorial, así como el respectivo proceso de revisión de pares.

Tema del libro: **"Memoria Congreso Virtual de Comunicación de la Ciencia II"**.

ISBN: 978-9942-7302-7-5.

Con el siguiente contenido:

### **Capítulo I - Sector agroalimentario**

Características del rendimiento en brassicas cultivadas en el valle de Mexicali por efecto del tipo de acolchado

Productos y subproductos de frutas que promueve el programa Sembrando Vida en Campeche  
Desarrollo de un módulo de crianza automatizado para aves de traspatio 29

### **Capítulo II - Energías limpias**

Desarrollo de un biodigestor para la producción de biogás, a partir de estiércol ovino

Sistema de riego por microaspersión fotovoltaico para tres viveros de Carludovica Palmata Ruiz & Pav. (Palma de Jipi)

Optimización Energética: Un Modelo Experimental de Energía Solar Fotovoltaica en Observatorios Apícolas, Campeche, México

Eficiencia de un huerto demostrativo con el uso de Biofertilizantes, en Escárcega Campeche, México

### **Capítulo III - Mitigación de cambio climático**

Manglares mexicanos: Un tesoro natural en riesgo

Residuos sólidos que genera la sociedad y las Pymes en la localidad de Escárcega

Efecto de diferentes tipos de luz en el cultivo in vitro de microalgas como fuente renovable de energía

Atentamente,

Esteban Revelo O. Mgt.

Presidente

[www.r2ics.org](http://www.r2ics.org)

Quito-Ecuador

Email: [investigacion@r2ics.org](mailto:investigacion@r2ics.org)

**Memoria**  
**Congreso Virtual de**  
**Comunicación de la Ciencia II**

ISBN: 978-9942-7302-7-5



9789942730275