

Obtención sustentable de agua para beneficiar la apicultura en Calakmul.

Escuela: Instituto Thomas Jefferson

Autores:

**Jessica Garza Álvarez, Diego Martínez Soria, Manuel Sordo Ruíz y Paola
Florencia Schiaffini Obrador Garrido.**

Asesores:

Carolina Jiménez Lozano

Alberto Ramos Ugalde

Resumen

En el municipio de Calakmul, ubicado en el Estado de Campeche, se encuentra el Área Natural Protegida de Calakmul¹, que ha experimentado un severo problema de escasez de agua, afectando a todos los habitantes de la zona incluyendo a los animales y plantas, así como las actividades económicas relacionadas con ellos. Una de estas actividades es la apicultura, que consiste en la crianza de abejas para la obtención de miel, cera y otros productos derivados. Debido a que las abejas carecen de fuentes de agua cercanas pueden padecer de deshidratación o cambios drásticos de temperatura corporal, que las puede llevar a la muerte.

Después de analizar esta problemática a fondo, hemos llegado a la conclusión de que se tiene que buscar alguna alternativa viable para solucionar éste problema que actualmente está mermando la producción de miel en la región por lo que esta investigación se centra en desarrollar una tecnología para captar el vapor de agua y condensarlo para su almacenamiento.

Gracias a la implementación de este sistema, se puede obtener una fuente de agua que puede apoyar a la problemática que enfrenta actualmente la apicultura en la zona de Calakmul.

Summary

The Natural Protected Area of Calakmul is found in the municipality of Calakmul, located in the state of Campeche, Mexico. This region has experienced a severe shortage of water, affecting all locals, including animals and plants, as well as economic activities related to them. One of these activities is beekeeping, which consists on raising bees to obtain honey, wax and other products. The biggest concern is that bees have no nearby water sources. This might lead the bees to suffer from dehydration or drastic changes in body temperature, increasing the risk of death.

¹ Nombrada por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) como patrimonio mixto de la humanidad.

Finding an effective solution to this problem is of major importance, otherwise honey production will notably decrease. This research is focused on developing an effective technological instrument, capable of capturing steam and then condensing it for storage.

Introducción:

Calakmul fue declarada Reserva de la Biósfera por el gobierno mexicano en 1989 y es la reserva de selva tropical más grande e importante de México. Su importancia se debe a la gran variedad de especies que habitan en este lugar y a que alberga ecosistemas de gran riqueza biológica, de igual forma se han encontrado 6, 250 estructuras arqueológicas, además de que cuenta con una superficie de 723,185 hectáreas. Debido al valor cultural y natural que Calakmul representa, la UNESCO la declaró Bien Mixto de la Humanidad en el 2014.

En el ANP de Calakmul se llevan a cabo diversas actividades económicas entre las cuales resaltan: agricultura, ganadería menor, silvicultura, actividades forestales y apicultura. Estas son la fuente de ingresos para los habitantes de las poblaciones.

Actualmente, existen alrededor de 8 mil colmenas² afectadas en toda la geografía de la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Las abejas están agrupadas en apiarios³ (en promedio de 30 colmenas por apiario), las cuales generan un gasto de 200 litros de agua por quincena. El agua es proporcionada por los apicultores, la cual es obtenida de zonas alejadas de los apiarios, comúnmente, éstos se encuentran entre 3 a 20 kilómetros de distancia con respecto a las zonas rurales de Calakmul, lo cual hace que dicho abastecimiento genere un gasto tanto físico como económico.

Hoy en día, en Calakmul existen aproximadamente 1,282 productores cuya infraestructura cuenta con 50,068 colmenas según el Sistema Nacional de

² Colmena: f. Habitación natural de las abejas. Recuperado de: *Real Academia Española Diccionario*.

³ Apiario: m. Lugar donde están las colmenas. Recuperado de: *Real Academia Española Diccionario*.

Identificación Individual de Ganado 2013 SINIIGA. Estas colmenas producen cerca de 800 toneladas de miel cada ciclo, cuyo valor monetario representa alrededor de 22 millones de pesos.

La escasez de agua en la ANP de Calakmul, ocasionada por las sequías de la región, trae consigo un impacto notable sobre la vida de las abejas. Dicha situación, radica sobre la industria apícola⁴ y sus apicultores poniéndolos en una posición crítica, la cual conlleva a la explotación de los recursos naturales de la zona de una manera no sustentable. Debido a la problemática existente, hemos desarrollado un captador de rocío⁵ con el objetivo de recolectar agua de una manera sustentable, es decir, que cumpla con las necesidades que la apicultura demanda. Si se logra la condensación del rocío en el captador, entonces se estará contrarrestando la situación crítica en la que se encuentra la apicultura de Calakmul. El captador no dependerá de energía eléctrica, la cual sólo se encuentra en la zonas habitacionales de la región y no en la zonas apícolas, convirtiéndolo a su vez, en un captador que es amigable con el medio ambiente.

Objetivos Generales:

Desarrollar una alternativa viable y sustentable para contrarrestar parte del efecto que tiene la escasez de agua sobre la apicultura en el área natural protegida de Calakmul

Objetivos Específico:

Analizar los distintos tipos de captadores de rocío ya existentes y determinar cuál de ellos es el más viable para la problemática de la escasez de agua en Calakmul.

⁴ Apícola: adj. Perteneciente o relativo a la apicultura. Recuperado de: *Real Academia Española Diccionario*.

⁵ Rocío: m. Vapor que con la frialdad de la noche se condensa en la atmósfera en muy menudas gotas, las cuales aparecen luego sobre la superficie de la tierra o sobre las plantas. Recuperado de: *Real Academia Española Diccionario*.

Desarrollar un captador de rocío que sea capaz de obtener la cantidad de agua requerida para la preservación de la actividad apícola de Calakmul.

Ejecutar pruebas del captador en el ANP de Calakmul con el fin de confirmar que es una alternativa viable.

Informar y concientizar a la población de Calakmul acerca de la problemática existente en Calakmul.

Fundamentos Teóricos:

Reserva de la Biósfera de Calakmul

Calakmul fue decretada como una Área Natural Protegida, el 23 de Mayo de 1989, por el entonces presidente Carlos Salinas de Gortari. Es el ANP más grande de México, se extiende de sur a norte abarcando 52.2% de la superficie total de la región, con una extensión de 723,185 hectáreas.

La palabra Calakmul proviene del vocablo maya que significa “La Ciudad de los Dos Montículos Adyacentes”. Al norte colinda con los municipios de Champotón y Hopelchén, al sur con la República de Guatemala, al este con el estado de Quintana Roo y al oeste con el municipio de Escárcega.



El clima que predomina es el cálido subhúmedo con lluvias en verano, lo que favorece a la vegetación y a la fauna de toda la zona. Su flora está compuesta por árboles de maderas preciosas, así como unas 1,600 variedades de plantas. La fauna está integrada por jaguarundis, pumas, tigrillo, ocelote, jaguar, monos araña,

monos aulladores, tapires, pecaríes, osos hormigueros, armadillos, venado bura, venado cola blanca y venado tenazote. También habitan 282 especies de aves, entre las cuales se encuentran las chachalacas, perico, tucanes, entre otras.

La apicultura en Calakmul

La apicultura es una actividad económica consistente en la crianza de abejas. Se toman en cuenta todas las necesidades de éstas para así fomentar la producción de miel. En la actualidad, la colonia es introducida en una especie de cajón llamado colmena. De esta forma las abejas son criadas racionalmente y el hombre recibe beneficios económicos.

La apicultura no consume gran cantidad de recursos, es rentable, no impacta al medio ambiente, no se requieren grandes inversiones y es una de las actividades más remunerativas y representativas del municipio de Calakmul. De ella dependen gran parte de las familias pertenecientes al municipio y además evita la migración a las ciudades por necesidad económica. Aunado a dichos beneficios, la apicultura permite la elaboración de diversos productos como lo son:

- Miel: Sustancia azucarada producida gracias al néctar que se encuentra en las flores obtenido por las abejas. Es el alimento de las abejas y ésta les permite desarrollar todos sus roles dentro de la colonia.
- La cera: Es producida por las abejas a través las glándulas cereras entre el 13° y 18° día de haber nacido. Con ella construyen los panales dentro de los cuales guardan la miel y la abeja reina deposita los huevos.
- Jalea real: Es la sustancia producida por las abejas con 4 a 12 días de edad utilizada para alimentar a las larvas durante los 3 primeros días de su gestación y para alimentar a la abeja reina toda su vida.
- Propóleo: Es una resina que las abejas recogen del tronco de los árboles y les sirve para mantener limpio y caliente su panal. Nosotros lo utilizamos como cicatrizante, fungicida y bactericida.

- Polen: No es producido por las abejas pero es de vital importancia para ellas ya que de éste obtienen lo necesario para formar músculos, órganos, alas, pelos y reponer tejidos.
- Veneno: El veneno de la abeja lo utilizamos para tratar reumas, artritis, dolor de huesos, entre otros.
- Polinización: La polinización permite que el elemento masculino y femenino de la flor se pongan en contacto para así propiciar la reproducción vegetal. La abeja es el principal agente polinizador.

La sequía como una problemática para la apicultura de Calakmul

Uno de los problemas que se enfrenta en esta zona son las intensas sequías, que han ocasionado la falta de agua en más de 25 colonias, afectando a cientos de familias. De igual manera, la escasez de agua tiene un gran impacto negativo en las actividades agrícolas y ganaderas.

La precipitación pluvial ha disminuido considerablemente, lo que ha ocasionado la falta de humedales⁶ en la región. Incluyendo la sequía de lagunas, aguadas⁷, embalses temporales, ríos intermitentes y cuevas inundables, los cuales son de gran valor tanto para la diversidad biológica como para el desarrollo regional

La escasez de agua en el ANP de Calakmul, tiene un impacto notable en la vida de las abejas debido a que la temperatura corporal de éstas no puede ser controlada, ocasionando, la coagulación de sus proteínas y como consecuencia la pérdida de sus funciones.

De igual forma, si no pueden mantener una temperatura de alrededor de 35°C y una humedad del 80%, a través de su fina piel, pueden llegar a deshidratarse con mucha facilidad.

⁶ Humedal: m. Terreno de aguas superficiales o subterráneas de poca profundidad. Recuperado de: *Real Academia Española Diccionario*.

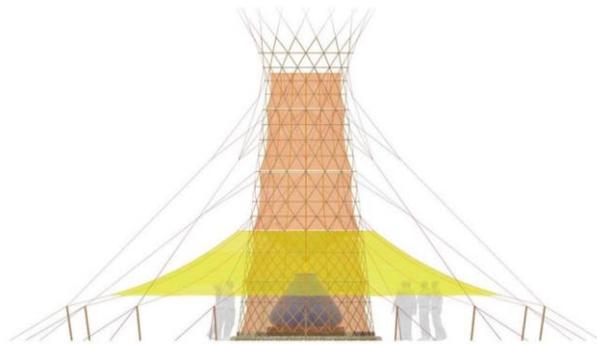
⁷ Aguada: f. Sitio en que hay agua potable, y a propósito para surtirse de ella. Recuperado de: *Real Academia Española Diccionario*.

Si falta agua en el organismo de la abeja, ésta intentará recuperarla de los tejidos que contengan más cantidad de agua. Primero, utilizará el agua de la sangre, lo que provocará que ésta se vuelva espesa. Por lo tanto, el corazón hará un gran esfuerzo para bombearla, ocasionando una mala circulación por los capilares, lo que generará aún más calor.

En estas condiciones, la vida de las abejas se vuelve extremadamente sensible, lo que hace indispensable el aportar la cantidad suficiente de agua para las mismas.

Metodología

Utilizaremos como prototipo para nuestro captador de agua el condensador de agua *Warka Water*. El modelo de *WW* funciona a través de una estructura cilíndrica de madera recubierta por una malla plástica que capta el agua del rocío. Al bajar la temperatura del ambiente, el agua se condensa y baja hasta un contenedor ubicado en la parte más baja del dispositivo. El contenedor está recubierto por una capa que crea sombra para evitar que el agua condensada se evapore.



A continuación mencionaremos los materiales que utilizaremos en nuestro captador de agua.

- 36 metros de tubo PVC
- 24 uniones rectas de PVC
- 8 uniones triangulares de PVC
- 50 metros de cordón de uso rudo
- 25 metros cuadrados de Malla de invernadero
- 25m² de Malla de invernadero
- Pegamento de PVC

Procedimiento:

1. La estructura principal del captador será de forma cúbica. Este cubo estará hecho con tubos de PVC. Las medidas del cubo serán de 3x3 metros cuadrados.
2. Colocaremos diversos paneles a lo largo del cubo. Los paneles estarán hechos de malla plástica. La malla tiene que tener aperturas de un tamaño que no sea demasiado pequeño para que no deje pasar el agua ni demasiado grande como para que no se junte suficiente agua. Es por esto que se realizarán pruebas con mallas de anchuras diferentes.
3. La cual se hará una fosa en la tierra. Se recubrirá esta con un material impermeable. Es en esta fosa en la que se colocará el contenedor sobre el que caerá el agua que se haya condensado.
4. Debajo de cada uno de los paneles de malla, colocaremos tubos de PVC partido por la mitad. Los tubos de todos los paneles formarán una serie de canales que llegarán directamente al contenedor ubicado al fondo del captador.

Dicho captador está elaborado con una serie de mallas sombra, en donde el rocío es captado y posteriormente condensado por los cambios de temperatura existentes dentro de la región. Una vez condensado, las pequeñas gotas de agua descenderán hasta el límite inferior de la malla, cayendo a su vez en una plataforma inclinada que se encuentra justo por debajo de todo el captador, desplazándose así, hacia un contenedor de barro para su almacenamiento. Lo establecido anteriormente, es posible gracias al vapor de agua que existe en el ambiente, mejor conocido como rocío, el cual es generado todos los días por la saturación de humedad en el aire. En Calakmul, para que el rocío se genere la zona debe de alcanzar una temperatura mayor a los 22°C y menor o igual a los 21,2°C para que éste se condense. Dichas temperaturas son alcanzadas a lo largo de todo el año por la zona de Calakmul.

Metodología de investigación:

- Se realizó una investigación bibliográfica sobre las características principales de la zona de estudio, tales como, su localización, extensión, hidrografía, clima, principales ecosistemas y uso de sus recursos naturales.

Se hizo una investigación completa sobre modelos ya existentes que funcionan como recolectores de agua, los cuales utilizan el rocío que se encuentra en el ambiente para la obtención de la misma. De ésta manera, se facilitó la selección de un modelo guía con el cual se pudiera llegar a proporcionar un aparato que fuera viable para lograr la erradicación de la falta de agua en la zona de Calakmul.

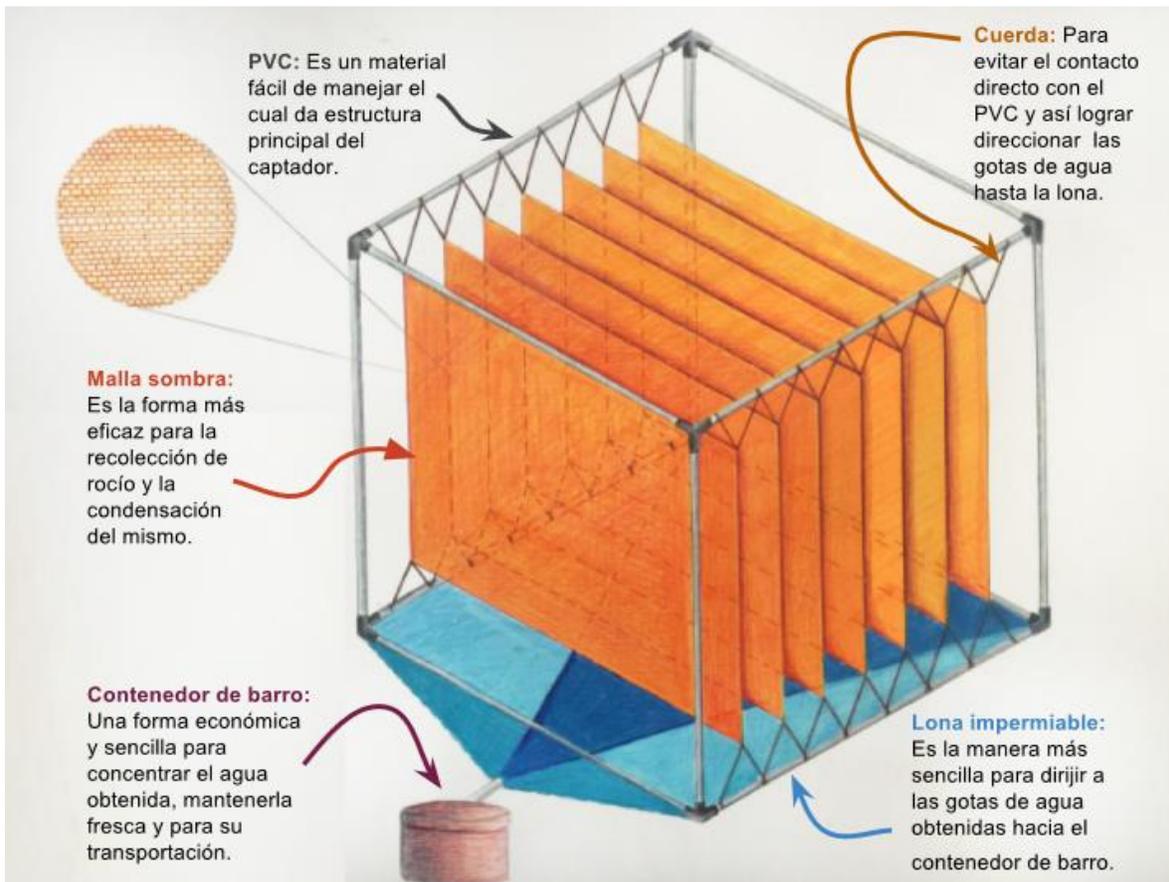
- Se realizó una investigación extensiva sobre la zona, más específicamente enfocada a la existencia del rocío como fenómeno, cómo se forma y de qué depende.
- Se entrevistó a un experto en el tema y afectado para obtener información de la situación actual con el propósito de extender la comprensión del problema
- Se debatió y discutió sobre la problemática y posibles soluciones hasta llegar a la opción más viable
- Se extendió una investigación sobre el modelo base para ampliar el campo de conocimiento y funcionamiento con el fin de evitar fallas a largo plazo
- Se inició la construcción de un prototipo basado en el modelo previamente seleccionado, denominado "Warka Water".⁸ Dicho prototipo, se realizó con el fin de asegurarse que el sistema del modelo seleccionado fuera altamente capaz de cumplir con las necesidades que la zona de Calakmul requiere para el abastecimiento de agua en la actividad apícola de la región.
- Una vez corregido el prototipo, se instalará con el fin de ver su funcionamiento y se mantendrá bajo supervisión para sacar datos sobre su funcionamiento

⁸ Warka Water: Condensador de agua que funciona a través de una estructura cilíndrica de madera. Recuperado de: <http://www.warkawater.org>

Resultados obtenidos: Se diseñó un condensador de agua que permitirá obtener agua de forma sustentable, económica y efectiva. Para ello, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

La estructura principal del captador estará compuesta por tubos de PVC. Escogimos éste material ya que es económico, liviano, resistente, duradero y fácil de manipular.

Los paneles centrales estarán hechos de malla sombra, este tipo de malla se caracteriza por ser muy cerrada. El espaciado de la malla tiene que ser muy reducido para poder atrapar el vapor de agua y así provocar la condensación de éste. De igual forma, que la malla sea plástica evita que el vapor sea absorbido por ésta.



La parte inferior será de lona impermeable. La importancia de la lona radica en que sea antiadherente, para así obtener la mayor cantidad de agua posible.

Se siguen obteniendo resultados debido a que continuamos en la construcción de dicho prototipo. Posteriormente, se realizarán las pruebas necesarias para comprobar su funcionalidad.

Conclusión, teorizaciones, nuevas propuestas, planteamientos y/o aportaciones:

- El problema de agua potable en Calakmul se podrá solucionar de una manera sustentable, si el modelo del captador resulta ser una solución viable para la obtención de agua en el ANP de Calakmul.
- Se decidió que el mejor modelo para el diseño del captador sería WakaWater, ya que con algunas modificaciones funcionaría como una opción viable para la problemática en Calakmul.
- El captador se extenderá y/o multiplicará a lo largo de toda la zona apícola, convirtiéndose así, en una amplia red de recolección de agua que ayudará a contrarrestar el impacto negativo que ha tenido la escasez de agua sobre la apicultura de la región.
- Las pruebas no pudieron ser efectuadas debido a que seguimos en procesos de construcción, al igual que en la planeación de una visita a Calakmul con el fin de poder realizar las pruebas.
- Cuando la visita sea realizada se planea llevar a cabo una reunión con los apicultores con el fin de explicarles el funcionamiento del captador, así como los beneficios que éste traerá a la zona, ayudando así a disminuir la problemática existente.

Fuentes Bibliográficas

- ❑ Oscar Jaramillo. (2007). *Condensadores de vapor*. Consultado el 10 de noviembre de 2015, de UNAM, recuperado del sitio web: <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/HeatExchanger/node32.html>
- ❑ (s/a). (s/f). *Calakmul a la Vanguardia*. Consultado el 20 de octubre de 2015, de CONANP, recuperado del sitio web: <http://calakmul.conanp.gob.mx>
- ❑ Bradbear, N. (2005). *La apicultura y los medios de vida sostenibles*. Roma: FAO.
- ❑ Harvey, C. and Sáenz, J. (2008). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. [Santo Domingo de Heredia], Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad.
- ❑ Creus Solé, A. (2007). *Neumática e hidráulica*. [Barcelona]: Marcombo.
- ❑ Zetland, D. (2015). *Vivir con la Escasez de Agua*. Países Bajos: Aguanomics Press.
- ❑ Martínez, E. (2001). *Región de Calakmul, Campeche*. México: UNAM.
- ❑ Oscar Jaramillo. (2007) *Condensadores de vapor*. Consultado el 10 de Noviembre del 2015. recuperado del sitio: <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/HeatExchanger/node32.htm>