



Bioagrociencias

Revista de difusión del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la
Universidad Autónoma de Yucatán



El agua de las selvas



2016
AÑO INTERNACIONAL
DE LAS LEGUMBRES

ISSN 2007-431X



Volumen 9, Número 1

Enero-Junio 2016

Comité editorial

Editor general

Virginia Meléndez Ramírez

Coeditor

Alfonso Aguilar Perera

Editores asociados

Carmen Salazar Gómez-Varela

Edwin J. Gutiérrez Ruíz

Juan Magaña Monforte

Luís López Burgos

Luís Ramírez y Avilés

Víctor Cobos Gasca

Silvia Hernández Betancourt

William May Itza

Directorio

Dr. José de Jesús Williams

Rector

M. en C. Marco Torres León

Director

M. en C. Rosa G. Ramírez Porras

Secretaria Académica

M. en C. José Enrique Abreu Sierra

Secretario Administrativo

Dr. Hugo Delfín González

Jefe de la Unidad de Posgrado

Fotografías de la portada

<http://www.yucatan.gob.mx/>

www.fao.org/pulses-2016/es/

Armado editorial de la publicación

Virginia Meléndez Ramírez

Bioagrocencias, Año 9 (enero a junio de 2016), revista electrónica, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Yucatán, a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil s/n, Mérida, Yucatán, México. Tel. 999 942 32 00

<http://www.vete-rinaria.uady.mx/revis-tas/index.php>

Editor Responsable: Virginia Meléndez Ramírez, reserva del derecho al uso exclusivo 04-2015-112713333500-203, ISSN 2007 - 431X.

Responsable de la última actualización: Carlos Canul Sansores, con domicilio en Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil s/n, Mérida, Yucatán, México. Tel. 999 942 32 00. Fecha de última actualización: julio 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor o de la institución. Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la dirección de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Correo electrónico:

bioagrocencias@correo.uady.mx

La actualización de la guía para autores y acerca de la revista se encuentra en la página Web:

<http://www.ccba.uady.mx/>

Índice

Diversidad y uso de las orquídeas.....	1
Luis Didier Cox-Tamay, José Yader Sageth Ruiz Cruz y Eduardo Alberto Pérez-García	
Elaboración de productos cosméticos con algas marinas por mujeres emprendedoras del Municipio de Sinanché, Yucatán, México.....	7
Daniela Alpuche Victoria, Jorge Santos Flores y Magaly Iuit González	
¿El agua que es usada en Yucatán viene de las selvas?.....	17
Mario Alberto León-Palomo y José Luis Andrade	
Infestación de bovinos con <i>Haematopinus quadripertusus</i> en Yucatán, México.....	23
Roger Iván Rodríguez Vivas, Maribel Ojeda Chi Melina, Iris Trinidad Martínez, José Alberto Rosado Aguilar y María Teresa Quintero Martínez	
Innovaciones tecnológicas en el proceso de producción apícola de productores emprendedores de la comunidad de San José Tzal, Yucatán.....	33
David Constantino Pech, Jorge Santos Flores y Luís G.-Cantón Castillo	
Innovaciones tecnológicas en sistemas agrícolas de productores rurales de la localidad de San José Oriente, Hochtún, Yucatán, México.....	44
Ivan Chan Cortazar, Jorge Santos Flores y Alan García Lira	
La Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Yucatán: 30 años de su fundación	56
Rita Minelia Vermont Ricalde y José Salvador Flores Guido	
Viabilidad de semen de ovino congelado con leche descremada como diluyente.....	65
Jesús Ricardo Aké López, Hermelinda del Socorro Ramírez Pérez, Narda Yanerit Aké Villanueva, Jesús Ricardo Aké Villanueva y María Betsabe Barrios García	

¿El agua que es usada en Yucatán viene de las selvas?

Mario Alberto León Palomo y José Luis Andrade*

Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida, Yucatán.

*andrade@cicy.mx

Resumen

Los árboles son necesarios en el ciclo del agua del planeta, ya que éstos efectúan la transpiración de vapor de agua hacia la atmósfera y canalizan el agua de lluvia en la tierra firme. Los árboles de las selvas de Yucatán son una conexión entre el suelo y la atmósfera y ayudan a regular el clima y mantener el agua en el subsuelo. Hay la creencia popular de que las selvas tropicales y otros bosques “atraen” la lluvia, y existe evidencia de que en áreas grandes deforestadas ha disminuido la precipitación. Así, es necesario comprobar que esta suposición es cierta antes que sea demasiado tarde y la deforestación remueva las selvas. En este artículo se muestra el proceso de ascenso del agua en los árboles de bosques y selvas, la función del agua en los procesos a nivel de hoja y la función de la transpiración en el ciclo del agua.

Introducción

Antes de describir la importancia de los árboles en el ciclo del agua, es necesario entender el papel que juega el agua en las plantas. Los árboles necesitan agua pero ¿cómo hacen éstos para subir el agua desde el suelo hacia el tronco y especialmente hacia las hojas? Los árboles que se conocen tienen de 10 a 20 m de altura, pero en algunas selvas pueden tener hasta 80 m de altura y en ciertos bosques templados alcanzar más de 100 m, como las majestuosas secuoyas de California. Por esto, la pregunta continúa ¿cómo sube el agua hasta las hojas en los árboles altos? Las hojas tienen unos poros (estomas) que se abren en el día para absorber el bióxido de carbono necesario para la fotosíntesis. Al abrirse estos poros, el agua de las hojas sale en forma de vapor. Mientras más seco este el aire exterior, más agua saldrá por los poros. Pero esa agua tiene que moverse desde el suelo hasta las hojas a través del tronco de los árboles, lo cual, como se menciono anteriormente, puede ser de cientos de metros.

Existe evidencia sobre la importancia de los bosques y las selvas en la precipitación pluvial y con esto en la recarga del acuífero de la península de Yucatán, del cual depende la población. El objetivo de este artículo es describir el proceso del ascenso del agua hacia los árboles de las selvas, destacar la función del agua en los procesos fisiológicos de los árboles y resaltar la importancia del intercambio del agua de los árboles con la atmósfera en el ciclo del agua.

Una fuerza insospechada en las hojas de los árboles

La mayor parte del agua absorbida por los árboles es transpirada, es decir se evapora en las hojas por los poros estomáticos. Pero esta evaporación ocurre en las paredes de las células adyacentes a la cavidad subestomática. Las paredes de todas las células vegetales tienen una cubierta de fibrillas microscópicas de celulosa que están interconectadas con los conductos del agua de las venas y de las ramas y tallos de toda la planta. El agua es retenida en las fibrillas de las paredes celulares por capilaridad, como sucede en una esponja. Cuando la luz solar calienta las hojas, el agua se evapora en las paredes de las células de la cámara subestomática lo que genera una gran fuerza de succión, como si fueran muchos micro-popotes juntos, que succionan el resto del agua de los conductos de las hojas, ramas y tallos, haciendo que más agua suba.

Entonces, la fuerza que hace que el agua suba es resultado de las propiedades fisicoquímicas del agua: tensión, cohesión y adhesión. Estas son fuerzas que hacen que el agua líquida se mantenga unida porque la molécula de agua tiene cargas eléctricas parciales, el oxígeno atrae los electrones (carga parcial negativa) y los hidrógenos se quedan sin electrones (carga parcial positiva). Así, las moléculas de agua se unen una a otra mediante enlaces entre las cargas parciales, lo que se conoce como puente de hidrógeno. Es asombroso cómo este proceso microscópico oculto en las hojas pueda mover grandes cantidades de agua entre el suelo y la atmósfera. En pocas palabras, las plantas no gastan su energía en transportar agua sino que utilizan la energía del sol y las propiedades físico-químicas del agua para subirla. Además, las plantas transportan el agua por una red de conductos de alta eficiencia que minimiza la fuerza necesaria. La teoría que explica el ascenso del agua en los tallos altos se llama teoría tenso-coheso-transpiratoria (Tyree 2003).

¡Valen por cuatro!: funciones del agua en las hojas

Una vez que el agua llega a las hojas de los árboles, ésta participa en cuatro funciones vitales: (1) la transpiración, (2) la fotosíntesis, (3) el transporte de minerales y azúcares y (4) el balance de energía. El tejido por donde se mueve el agua hacia las hojas se denomina xilema y sin éste las plantas simplemente no podrían transportar y distribuir el agua en todos sus órganos, especialmente hacia las hojas, donde es necesaria para la fotosíntesis y los otros procesos.

El ascenso de agua dentro de las plantas también es necesario para la absorción y el transporte de los minerales. Cuando las plantas absorben el agua del suelo, ésta lleva disueltos muchos minerales que se distribuyen en todo el sistema de conductos hasta las células donde se necesitan. Estos minerales son necesarios para la formación de compuestos químicos que participan en el crecimiento, la formación de flores, frutos y semillas, y no podrían llegar hasta ellos si no hubiera agua que los transporte. Asimismo, los carbohidratos formados por la fotosíntesis se deben mover hacia otros órganos y el agua es indispensable para que esto ocurra.

Por otra parte, la transpiración en las plantas tiene la misma función que en los animales, liberar el calor. Las plantas liberan mucha energía por medio de la transpiración y evitan el aumento excesivo de su temperatura. Como el agua líquida requiere mucha energía para evaporarse, la energía solar absorbida es utilizada para que el agua pase del estado líquido al gaseoso. Si la temperatura de las hojas aumentara demasiado se perjudicarían los procesos químicos que dependen de la temperatura como la fotosíntesis, la respiración o el transporte de carbohidratos. La liberación de calor por medio de la transpiración se conoce como calor latente y éste es parte del balance de energía de las hojas.

Reciclaje del agua

Los árboles en los bosques pueden influir en el ciclo del agua, el cual es de gran importancia para la vida en toda la Tierra. Los árboles necesitan del agua para vivir, pero generalmente no se conoce que tanto ellos pueden influir en el ciclo del agua. Los árboles de los bosques y selvas funcionan como grandes bombas biológicas que extraen agua del suelo y la llevan hasta la atmósfera y son parte de la gran “maquinaria” del ciclo del agua en todo el planeta que renueva el agua (Andrade 2005).

¿Por qué los árboles son más importantes en el ciclo del agua que las hierbas u otras plantas? Porque son plantas dominantes en los bosques y selvas, y éstos son los ecosistemas que aportan más vapor de agua a la atmósfera por medio de la transpiración. Un árbol de una selva húmeda puede consumir en un día soleado entre 50 y 500 litros de agua, pero depende esencialmente del tamaño (Andrade 2005). La selva baja de Dzibilchaltún en Yucatán transfiere hacia la atmósfera unos 629 mil litros de agua por hectárea por mes (Reyes-García *et al.* 2012). Este vapor ayuda a formar las nubes que producen la lluvia.

Por su extensión, el océano es el que aporta más vapor de agua a la atmósfera pero el 90% de ese vapor se condensa y cae como lluvia otra vez sobre el océano y solo un 10% se precipita sobre la tierra firme (Oki *et al.* 1999). Sin embargo, esta pequeña cantidad de agua dulce que cae por precipitación y entra a los continentes es reciclada varias veces en tierra por medio de la evapotranspiración de los ecosistemas. Es decir, las grandes extensiones de bosques y selvas funcionan como atrayentes y recicladores de lluvia.

Las selvas son una bomba biótica

Varios estudios recientes señalan la importancia de los bosques y selvas en el ciclo del agua (Kumagai *et al.* 2013, Sheil y Murdiyarso 2009). Se sabe actualmente que del 80 al 90% del flujo del agua desde los continentes e islas hacia la atmósfera es por la transpiración de la vegetación. Hay evidencias de que la deforestación ha ocasionado una disminución en la precipitación en ciertas zonas, lo que ha puesto a debatir a los científicos (ver Fig. 1). Recientemente, se ha sugerido que los bosques y selvas son una bomba biológica que hace que la precipitación se mantenga constante en las zonas boscosas (Sheil y Murdiyarso 2009). La lluvia es importantísima en tierra firme ya que es la mayor fuente renovable de agua usada por el ser humano, siempre y cuando que llueva en cantidades que no provoquen inundaciones (Garduño 2003). Por tanto, se debe entender desde donde se genera la lluvia que cae en las diferentes partes del planeta (Guerrero y Shifter 2011).

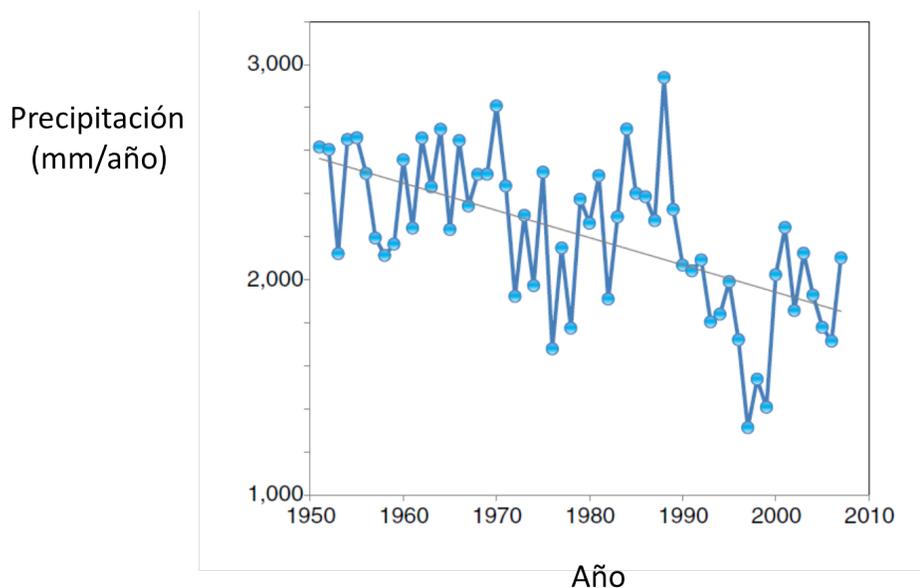


Figura 1. La disminución de la precipitación anual

(1951-2007) en la isla de Borneo. Notar que si no se considerara el evento “el Niño” (1997-1998), que ocasionó una sequía extraordinaria aun así la tendencia es con un decremento significativo (modificado de Kumagai *et al.*, 2013).

Cuantiosa cantidad del agua que se evapora en un sitio no cae como lluvia ahí mismo ¿de dónde viene toda el agua que llueve en cierta localidad cada año? Mucha de la lluvia en tierra firme viaja desde los océanos y también mucha de la lluvia que cae en las regiones templadas del planeta proviene de la transpiración de las grandes selvas tropicales del mundo. Además, en estas selvas aproximadamente el 60% de la lluvia proviene de la misma transpiración de la vegetación. Para saber de dónde proviene la lluvia es necesario hacer más investigaciones científicas en las selvas, los bosques, océanos, lagos, ríos y la atmósfera para conocer cuáles son las rutas que sigue el agua cuando se evapora y luego llueve en otras partes del mundo. Conociendo esto se pueden proteger aquellas zonas de donde proviene el agua que los seres humanos usan.

Mucha tarea pendiente

Se ha requerido mucho trabajo científico para saber cómo se mueve el agua en los árboles y de cuánta agua se dispone. En la actualidad hace falta más investigaciones científicas para entender

20completamente el papel de los bosques y selvas en la dinámica del ciclo del agua, del clima y de su papel en el cambio climático. Este tipo de investigaciones son necesarias para fortalecer los planes de conservación y manejo de los ecosistemas, especialmente por medio del ordenamiento de las cuencas hidrológicas. Lamentablemente, muchas de estas cuencas están siendo afectadas drásticamente por la agricultura, ganadería, carreteras y en general todas las actividades humanas que provocan deforestación. Se requiere que muchas disciplinas científicas trabajen juntas para formular y contestar las preguntas de investigación sobre el funcionamiento de las selvas y bosques en el ciclo del agua, se necesitan hidrólogos, ecólogos, biólogos, meteorólogos, informáticos, climatólogos, geólogos, geógrafos, ingenieros forestales, y muchos más profesionales. De esta forma, se podría llegar a comprender la importancia de las selvas y bosques en el ciclo del agua para procurar tener agua para las futuras generaciones.

El agua que usan los humanos viene de las selvas

En la Península de Yucatán existe un gradiente de precipitación pluvial de suroriente a norponiente y aún existen grandes extensiones de selvas, sobre todo en las áreas protegidas, como Calakmul en Campeche y Sian Ka'an en Quintana Roo. La lluvia se infiltra rápidamente hacia el acuífero y se descarga posteriormente en las costas o aflora en cuerpos de agua conocidos como cenotes y aguadas. Debido a esta rápida infiltración de la lluvia que cae sobre la Península, el peligro de contaminación del agua subterránea es inminente y con ello la potencial amenaza de las zonas costeras.

En la actualidad, los servicios ecosistémicos que proporcionan las selvas y los bosques de manglar con relación al agua apenas están siendo dilucidados. El papel de los manglares como filtradores de los contaminantes del agua ha sido propuesto y se requiere de otro ensayo para tratar el tema. Tierra adentro, el agua que cae sobre las selvas se canaliza hacia la tierra por las copas y troncos de los árboles de tal forma que se dosifica para que pueda ser usada por toda la biodiversidad de las selvas. Una parte de la lluvia, que se intercepta en las copas de los árboles, es de nuevo evaporado hacia la atmósfera. Por ende, se podría detectar el porcentaje de agua que se infiltra y alimenta el acuífero y así comprender el papel de las selvas en el ciclo del agua de la Península.

Un grupo de investigadores de varias instituciones científicas de la región como ECOSUR, CICY, CINVESTAV y UNAM están tratando de definir el papel de las selvas y manglares en el ciclo del agua usando diferentes metodologías multidisciplinarias. Entre esta metodología se considera, entre otras cosas, medir el flujo de agua en los árboles, el intercambio de agua entre la vegetación y la atmósfera y el uso de modelos. Se espera que más investigadores y estudiantes se unan a este esfuerzo para estudiar y comprender el papel que juegan las selvas en la Península de Yucatán para mantener el recurso hídrico adecuadamente y asegurar el aprovisionamiento de agua para las futuras generaciones.

Referencias

Andrade JL 2005. Fisiología ecológica de árboles tropicales: avances y perspectivas. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 11(2): 83-91

- Guerrero M y Schifter I 2011. La huella del agua. Primera edición. Fondo de Cultura Económica, Secretaría de Educación Pública, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. La Ciencia para Todos. México. 139 pp.
- Garduño R 2003. El veleidoso clima. tercera edición. Fondo de Cultura Económica, Secretaría de Educación Pública, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. La Ciencia para Todos. México. 169 pp.
- Kumagai T, Kanamori H y Yasunari T 2013. Deforestation-induced reduction in rainfall. *Hydrological Processes* 27: 3811-3814
- Oki T, Entekhabi D y Harrold TI 1999. The global water cycle. *The state of the planet: Frontiers and challenges in Geophysics*: 225-237
- Reyes-García C, JL Andrade, JL Simá, R Us-Santamaría y PJ Jackson 2012. Sapwood to heartwood ratio affects whole-tree water use in dry forest legume and non-legume trees. *Trees* 26: 1317-1330.
- Sheil D y Murdiyarso D 2009. How forest attract rain: an examination of a new hypothesis. *BioScience* 59 (4): 341-347
- Tyree M 2003. The ascent of de water. *Nature* 423: 923

Elaboración de productos cosméticos con algas marinas por mujeres emprendedoras del Municipio de Sinanché, Yucatán, México

Daniela Alpuche Victoria¹, Jorge Santos Flores^{1*} y Magaly Iuit González²

¹Campus de Ciencias de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y ²Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

*sflores@correo.uady.mx

Resumen

Un proceso de investigación-acción fue desarrollado con un grupo de mujeres de la comunidad de Sinanché, Yucatán. El objetivo fue capacitar a las participantes en la elaboración de shampoo y jabón cosmético utilizando algas marinas. Las participantes elaboraron los productos y añadieron aspectos de presentación comercial (logotipo, etiqueta y envasado). El resultado de su trabajo fue socializado a la comunidad en una presentación pública.

Introducción

Sinanché es uno de los 106 municipios de Yucatán en México. Su cabecera municipal es la localidad homónima de Sinanché, cuyo significado en lengua maya es *árbol de alacrán* o *árbol con alacranes*. Además de la cabecera, se encuentra la localidad de San Crisanto y las haciendas Zayate, Santa Catalina y Zibagón. El municipio de Sinanché se encuentra ubicada dentro de la denominada zona henequenera de Yucatán; se caracterizó por una alta productividad en el cultivo del henequén y hasta la fecha conserva superficies sembradas con el agave. En la actualidad existe la actividad pecuaria con ganado bovino y se practica la siembra del maíz y el frijol en el sistema milpa. Además, al ser un municipio costero, la pesca es una de sus actividades principales en el puerto de San Crisanto (Arias y Montiel 2010). La localidad de Sinaché dista 15 km del puerto de San Crisanto; este último cuenta con una superficie de 3,500 metros de playa y 1,472 hectáreas con vegetación de mangle rojo, mangle blanco, zapote, álamo, helecho y lirio. Además, a su costa arriban una gran diversidad de especies de macroalgas marinas que comprenden las divisiones Rhodophytas, Chlorophytas y Phaeophytas (Sánchez *et al.* 2007). Las actividades productivas características de San Crisanto son la producción de coco, extracción de sal y el aprovechamiento de cocodrilo, mangle blanco y rojo (Arias y Montiel 2010).

Las macroalgas marinas tienen diferentes aplicaciones, como fertilizantes agrícolas, alimentos para consumo humano y para animales, elaboración de medicamentos y de diversos productos cosméticos, entre otros (Ortegón 2010). El uso de las algas en productos cosméticos tiene una gran demanda por su alto contenido en oligoelementos, sales minerales, vitaminas y aminoácidos, que sirven para mantener un buen aspecto de la piel, ya que son directamente asimilables por las células cutáneas. Teniendo en cuenta estas propiedades y usos potenciales de las algas marinas, el H. Ayuntamiento de Sinaché, solicitó al gobierno de Yucatán la capacitación para grupos organizados de personas en el aprovechamiento de las macroalgas marinas para la elaboración de pro

ductos cosméticos en beneficio económico de la comunidad. La capacitación se instrumentó a través del Programa Integral de Desarrollo Rural, Componente de Extensión e Innovación Productiva (CEIP), del Gobierno de Yucatán, en colaboración con personal de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Material y métodos

Sitio de estudio. El estudio se realizó en la localidad de Sinanché, Municipio de Sinanché, Yucatán. El municipio colinda al norte con el Golfo de México, al sur con los municipios de Cansahcab y Motul, al oriente con Yobaín y al occidente con Telchac Pueblo y Telchac Puerto (Fig.1).

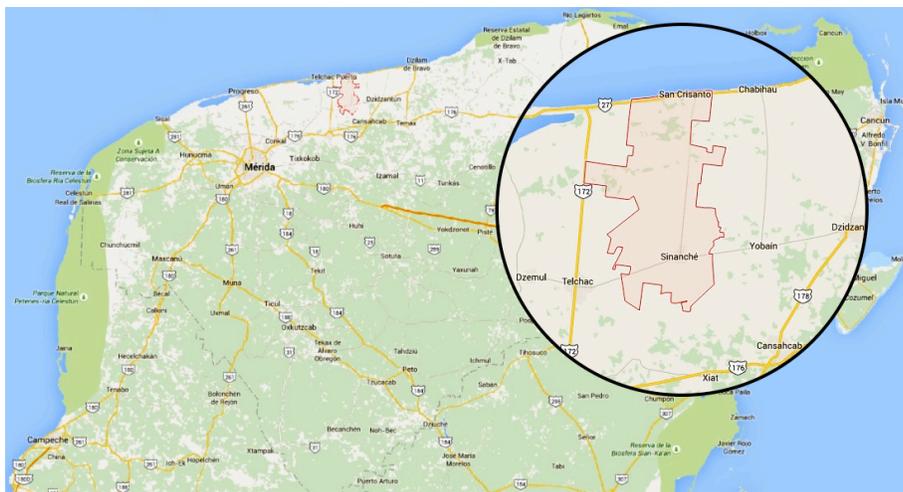


Fig. 1. Localización del Municipio de Sinanché en el estado de Yucatán. Imágen de Google earth.

Método. Aun cuando se tenía una idea clara del propósito de la capacitación y la problemática a abordar, se instrumentaron técnicas de investigación participativa para promover la gestión del conocimiento y toma de decisiones (por ejemplo: lluvia de ideas, árbol de problemas y de soluciones y marco lógico) entre las participantes. El programa de capacitación se instrumentó durante julio de 2014 a enero de 2015. Se capacitó a un grupo de mujeres para la elaboración de productos cosméticos con base en algas marinas. Las reuniones con las participantes se llevaron a cabo dos veces por semana, ya sea para realizar salidas de campo al puerto de San Crisanto para la identificación y recolección de macroalgas, o bien para la impartición de clases teórico-prácticas en un aula del Centro Cultural Deportivo del edificio del ayuntamiento, facilitado por las autoridades municipales (Fig. 2).



Figura 2. Edificio del H. Ayuntamiento de Sinanché, Yucatán. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.

La agenda de sesiones teórico/prácticas fue acordada con las personas participantes con la siguiente temática: a) las algas marinas y sus características, b) aprovechamiento productivo de las macroalgas marinas, c) especies de macroalgas marinas que se encuentran en la costa de Yucatán, d) recolección y conservación de macroalgas marinas para su posterior utilización productiva, e) extracción de carragenina, f) elaboración de shampoo, g) elaboración de jabones exfoliantes y h) diseño e imagen del producto.

Elaboración de shampoo. a) La recolecta de algas marinas para la elaboración de shampoo se mantiene en agua de mar contenida en bolsa de plástico con cierre hermético y se transportaron en nevera de plástico con hielo. Posteriormente, se congeló la bolsa con todo el contenido. b) Para la extracción del gel (carragenina) se utilizaron materiales y utensilios domésticos como: agua potable, estufa de gas butano, olla de aluminio, cuchara sopera, licuadora, organza lisa (malla o gasa), guantes de silicón para cocina, diversos recipientes limpios y con tapa hermético para conservar el gel. El procedimiento de extracción consistió en el descongelado del alga y lavado con agua potable hasta asegurar su limpieza completa, el triturado del alga con una licuadora casera, el triturado resultante se vertió en agua hirviendo hasta su cocción (debe cambiar de color rojo a grisáceo), se agitó la mezcla frecuentemente, se dejó enfriar la mezcla y se filtró (con la organza). El gel se envasó herméticamente y se mantuvo en refrigeración, anotando en el envase la fecha de extracción. c) Para la elaboración de shampoo se mezclaron los siguientes ingredientes (por cada 125 ml de shampoo):

- 1% de Lauril sulfato de sodio para producir espuma.
- 1/4 taza de carragenina (gel de *Halymenia floresii*, extraído previamente) para dar espesor a la mezcla.
- 1/4 taza de agua purificada como disolvente.
- 1 cucharadita de glicerina para dar textura suave y acabado brillante al cabello.
- 10 gotas de esencia aromática al gusto (compuesto comercial grado cosmético).
- 1 cucharadita de aceite de oliva como humectante.
- Colorantes naturales.

Elaboración de jabón cosmético. a) Recolecta, lavado con agua corriente y secado al sol de algas para la elaboración de jabón (cuando el alga se torna quebradiza con facilidad, significa el término del secado). Posteriormente se conservaron en bolsas de plástico herméticamente selladas. b) Para la elaboración del jabón se utilizaron estufa de gas butano, diversos utensilios caseros y moldes de plástico. Los ingredientes utilizados para la elaboración del jabón fueron: glicerina (barra sólida cristalina y opaca), esencias aromáticas (compuesto comercial grado cosmético), colorantes naturales, alcohol etílico al 96% y alga del género *Sargassum* trituradas o en polvo y c) Procedimiento de elaboración. La barra de glicerina se cortó en pequeños trozos y se diluyeron a baño maría; después se añadió el colorante (al gusto) y se mezcló homogéneamente, seguidamente se añadió la esencia aromática (al gusto) y se mezcló. Por cada 25 g de la mezcla, se añadió una cucharada sopera del alga previamente molida, mezclando hasta homogenizar. El contenido se vertió en moldes para su secado y se asperjó la superficie de la mezcla con alcohol etílico para evitar burbujas de aire.

Resultados

La conformación del grupo de trabajo se realizó durante los dos primeros meses después de iniciar el programa de capacitación (Fig. 3). Aunque las personas se conocían entre sí, ya que son vecinas de la comunidad, fueron necesarias varias sesiones para conocerse mejor, realizar la agenda de trabajo de acuerdo a la disponibilidad de tiempo de las participantes y reunir la documentación personal que solicita la SEDER para constituirse como grupo organizado y otorgar el financiamiento para la capacitación. Las sesiones instruccionales teórico/prácticas iniciaron formalmente en septiembre y se fueron impartiendo de acuerdo al avance en la elaboración de los productos cosméticos.



Figura 3. Conformación del grupo de productores y firma del acta de acuerdos. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.

En octubre se realizó la recolección de algas marinas (Fig. 4) para que las productoras extrajeran de manera casera el gel (carragenina) de *Halymenia floresii* (Fig. 5 y 6). El gel resultante se mantuvo en refrigeración para su conservación y su posterior uso en la elaboración de shampoo. Se impartieron los cursos teóricos de elaboración de shampoo en donde se expusieron las características y propiedades de cada uno de los ingredientes que se utilizaron. Cabe resaltar que los ingredientes utilizados para la elaboración del producto no son corrosivos, ni peligrosos al contacto humano. Se comenzó a estructurar la apariencia y presentación del shampoo para su comercialización.



Figura 4. Recolección de *H. floresii* y las productoras. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.



Figura 5. Proceso de extracción de la carragenina lambda de manera casera, con herramientas fáciles de encontrar en los hogares. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.



Figura 6. Las productoras en proceso de elaboración de shampoo. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.

Se impartió una sesión instruccional acerca de los tipos de algas que son útiles para la elaboración de jabones, además de la descripción del proceso de secado, trituración/molienda de las algas para la elaboración del jabón (Fig. 7). Aprovechando la temporada de arribazón, se realizó

una salida de campo en donde se recolectaron algas marinas de diferentes géneros para elaboración de jabones cosméticos (Fig. 8).



Figura 7. Clase teórica de la elaboración de jabones con algas marinas. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.



Figura 8. Recolección de algas del género *Sargassum* y *H. floresii*, aprovechando la temporada de nortes en Yucatán. La recolección se llevó a cabo en la playa de San Crisanto, Sinanché. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.

En diciembre, después de la recolección y del secado de las algas, se impartió una clase práctica en donde se elaboraron jabones de glicerina y algas marinas como exfoliante. Se mostró a las productoras diferentes tipos de presentación de productos cosméticos artesanales para que ellas mismas eligieran la presentación más acorde a su imagen empresarial y al mismo tiempo concientizándolas para la utilización de materiales reutilizables y/o amigables con el ambiente. Durante la creación del logotipo, el tema resultó ser demasiado abstracto para las productoras, además la mayoría de las productoras (75%) fueron de edad madura y prefirieron no dibujar o escribir por temor a la burla en caso de errores ortográficos. Después de varias sesiones de trabajo se elaboró el logotipo, la etiqueta y la forma de presentación de los productos.

En enero, se llevó a cabo una exposición en donde las participantes (Fig. 9 y 10) mostraron los productos cosméticos artesanales con algas marinas ante las autoridades del municipio de Sinanché, de la Secretaria de Desarrollo Rural (SEDER) del Gobierno de Yucatán, y de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), quienes fueron las entidades de promoción y apoyo (Fig. 11).



Figura 9. Productoras con el jabón elaborado, empaque, etiquetado y logotipo. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.



Figura 10. Productoras del “Grupo Sinanché 1” en su mesa de exposición de productos. Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.



Figura 11. Visitantes a la exposición de productos con base en algas marinas. L.B. Daniela Alpuche (al centro, instructora) Presidente municipal del Municipio de Sinaché (segundo a la izquierda), Secretario académico FMVZ-UADY (segundo a la derecha) y Coordinador de Pesca SEDER (tercero a la derecha). Fotografía de Daniela Alpuche Victoria ©.

Discusión

A través de los años han surgido diferentes enfoques para combatir la pobreza y propiciar el desarrollo sobretodo de las comunidades rurales. En la actualidad, ha sido promovido por organismos internacionales la investigación-acción participativa como el enfoque más apropiado para orientar el desarrollo de las comunidades rurales (p.e., FAO), ya que permite a la gente de la localidad expresar, realizar, compartir y analizar su conocimiento de la vida y de su entorno para tomar decisiones innovadoras, planear y actuar respecto a su propio desarrollo (Chambers 1994).

La experiencia del trabajo en la localidad de Sinaché fue muy fructífera. Las participantes fueron muy atentas, dedicadas y dispuestas a llevar a cabo las sesiones teórico/prácticas. Se puede percibir que es una comunidad que aprovecha las oportunidades, busca soluciones y tiene iniciativa para el emprendimiento. Como consecuencia de las sesiones de trabajo colaborativo, las productoras participantes (denominadas por ellas mismas “Grupo Sinaché 1”) decidieron orientar acuerdos futuros sobre: establecer un reglamento del grupo de colaboradoras, realizar las averiguaciones necesarias para conformarse legalmente, buscar asesoría para mejorar la calidad de la fórmula de los productos, buscar proveedores fijos, investigar acerca de las diversas fuentes de financiamiento para fortalecer el negocio, difundir los productos y llevar a cabo un estudio de mercado.

Conclusiones

Al final de la capacitación las integrantes del grupo de trabajo son capaces de identificar las especies de algas recomendadas para la elaboración de jabones y shampoo. Pueden extraer la carragenina y realizar por sí mismas las fórmulas y productos. Tienen establecido su logo, imagen final y han iniciado la comercialización de sus productos. Además, se desarrolló en las productoras un panorama más amplio acerca del uso de los recursos locales para fortalecer sus actividades productivas (p.e., incorporación de la miel de abeja y sábila en los productos cosméticos elaborados) y la necesidad de fortalecer su organización para tener más oportunidades al acceso a financiamiento y mercado de los productos.

Referencias

- Arias RL y Montiel OS. 2010. Campesinos-pescadores de Yucatán: uso de la biodiversidad y apropiación de recursos naturales costeros. *Revista de geografía agrícola*, 44:25-40
- Chambers R. 1994. Participatory Rural Appraisal (PRA): Analysis of Experience. *World Development* 22(9): 1253-1268
- Ortegón AI, Freile PY y Robledo RD. 2010. Algas. En: *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. Durán G.R. y Méndez G.M. (Eds.) CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Sánchez MI, González CJ, Zetina MC y Casanova CR. 2007. Análisis de la biodiversidad de algas marinas situadas entre Uaymitún y Chuburna, Yucatán. *Ingeniería*, 11 (1):43-51.

Innovaciones tecnológicas en el proceso de producción apícola de productores emprendedores de la comunidad de San José Tzal, Yucatán

David Constantino Pech¹, Jorge Santos Flores^{1*} y Luís G.-Cantón Castillo²

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, ²Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

*sflores@correo.uady.mx

Resumen

Buenas prácticas apícolas fueron instrumentadas a través de talleres teórico-prácticos con enfoque participativo (investigación-acción) a un grupo de apicultores de la comunidad de San José Tzal, comisaría de Mérida, Yucatán, con el objetivo de mejorar el rendimiento de producción de miel por colmena. Los talleres se instrumentaron durante seis meses dentro del calendario de trabajo suscrito con la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del estado de Yucatán. Se registró incremento de cuando menos 2 colmenas por apiario y 30% en la producción de miel/colmena en la cosecha realizada durante el periodo de trabajo.

Introducción

El estado de Yucatán destaca por su importante contribución en la producción de miel a nivel nacional (INEGI 2009). Sin embargo, algunos productores reconocen la necesidad de capacitación técnica en el manejo de sus apiarios para mejorar sus niveles de producción; ejemplo de esto es el grupo denominado “Productores Apícolas de San José Tzal”, quienes solicitaron al Gobierno del Estado de Yucatán a través de la Secretaría de Fomento Agropecuario y Desarrollo Rural (SEDER) recibir capacitación técnica con el objetivo de aplicar prácticas innovadoras en el proceso de producción apícola que permitan obtener mejores rendimientos en la producción de miel por colmena, solicitud que fue atendida con base en las reglas de operación del Programa Integral de Desarrollo Rural, Componente de Extensión e Innovación Productiva (CEIP) de la SEDER.

Este programa tiene como objetivo fomentar el desarrollo de capacidades de los productores y sus organizaciones en el sector agropecuario a través de la facilitación al acceso a la información y uso de tecnologías modernas probadas. Se tiene como política para el desarrollo de capacidades de los productores, la participación de agentes promotores profesionales que con base en la utilización de técnicas de investigación participativa orientan el análisis estratégico de la situación, la toma de decisiones sobre los aspectos a ajustar y facilitar y gestionar los procesos de innovación para el mejoramiento de los procesos de producción o de la calidad de los productos de interés, sin perder de vista los riesgos que implica “cambiar” para mejorar. En este contexto, las innovaciones tecnológicas en los procesos productivos consisten en la adaptación e instrumentación de conocimiento ya probado, pero es el productor quién decide los cambios a realizar con base en la orientación del profesional técnico y ambos evalúan los resultados obtenidos, sentándose así las bases de un nuevo modelo de extensionismo rural (INCA 2012).

Material y métodos

Las actividades de capacitación técnica en prácticas apícolas mejoradas fueron programadas durante el periodo agosto 2014 - febrero 2015, para el grupo “Productores Apícolas de San José Tzal” y con residencia en la localidad de San José Tzal, la cual está situada a 21 km al sur de Mérida, Yucatán, entre las coordenadas Latitud 20.8521 y Longitud -89.6271 a 10 metros sobre el nivel del mar (INEGI 2011). Tiene 3 092 habitantes y cuenta con una extensión de 800 hectáreas repartidas a 360 ejidatarios, los cuales están organizados en grupos. Los terrenos correspondientes a cada grupo se localizan en diferentes subcomisarias (Tazib, Tahdzinbichén, Hotzuc, San Pedro Chimay, Texán, etc.) (May 2011).

El grupo de “Productores Apícolas de San José Tzal” está constituido por 23 participantes. Este grupo posee un total de 173 colonias de abejas, y los productores indicaron durante el análisis de la problemática, que en promedio producen 7 kg de miel/colmena/cosecha. Estas colonias se encuentran establecidas en predios aledaños a la comunidad o incluso en comisarías vecinas.

Antes de proceder a la elaboración de la agenda de trabajo, se realizó una visita de inspección a los apiarios para conocer las condiciones de producción. Es usual que las colmenas las coloquen sobre rieles o troncos que descansan sobre bloques de concreto (Fig. 1). En el 91% de los apiarios el equipo se encuentra deteriorado por el tiempo de uso, ya que las cajas de las colmenas presentan grietas y agujeros, lo que favorece la invasión de depredadores de las abejas, dificulta la manipulación del equipo y, a su vez, se expone a accidentes.

Posteriormente, se realizó una reunión de trabajo donde mediante la instrumentación de técnicas participativas (lluvia de ideas, árbol de problemas y soluciones) se determinó la temática a tratar en reuniones instruccionales teórico/prácticas con base en la problemática identificada por los productores: a) descripción de equipo apropiado para el manejo de la colmena; b) métodos de control de varroasis; c) división de colonias; d) alimentación artificial; e) bajada de alzas y conservación de panales y f) cosecha de miel.



Figura 1. Disposición de las colmenas: A) apiario con colmenas en buen estado instaladas sobre piletas individuales y B) apiario con colmenas en mal estado e instaladas en soportes de madera. Fotografías de David Constantino Pech ©.

Las temáticas sobre prácticas apícolas se desarrollaron siguiendo las recomendaciones del “Ciclo Apibotánico de la Península de Yucatán” descrito por González *et al.* (2010).

Control de la varroasis. Las actividades de control de *Varroa destructor* iniciaron con el muestreo de colmenas infestadas con esta plaga. Para el diagnóstico se utilizó el método de lavado de abejas adultas (Berdugo *et al.* 2010), aplicando la prueba a 5 muestras representativas de cada apiario. Este método consiste en utilizar un frasco con alcohol al 85% y sumergir en el entre 150 a 200 abejas de los panales de cría abierta. Posteriormente se contabilizan las *V. destructor* y se dividen entre el número de abejas, obteniendo el porcentaje de infestación de *V. destructor* por colonia (Medina y May 2005). El apiario que presentó más del 3% de infestación de la plaga tuvo una medicación de 8 g de timol/colmena como lo indican Espinoza y Guzmán (2006).

División de colonias. Se aplicó el método de reunión que consiste en formar una colmena nueva a partir de 4 colmenas ya existentes, de modo que una colonia fuerte proporcionará 3 panales de huevecillos y abejas, la siguiente colmena donará 2 panales de cría abierta, la tercera colmena proveerá 3 panales de cría cerrada y la última colmena proporcionará un panal de miel y polen, logrando de esta manera un incremento en las colonias de abeja (De Araujo *et al.* 2010).

Alimentación artificial. La alimentación artificial consistió en el suministro de jarabe de azúcar a la colmena en una proporción 1:2 (una parte de agua por dos de azúcar; alimentación energética de mantenimiento) y alimento proteico (sustituto de polen), el cual se prepara con levadura de cerveza y jarabe de azúcar, obteniéndose una pasta que se suministra en raciones de 200 gr por colmena y se coloca en la parte superior de los bastidores de la cámara de cría (INCA 2012).

Bajada de alzas y conservación de panales. Cuando se detecta una colmena con escasa población de abejas y cuenta con alguna alza (caja vacía) es recomendable retirar esta alza y guardar los panales para otra ocasión. Los panales seleccionados para ser usados en la próxima temporada de cosecha deberán almacenarse inmediatamente, estibándose alrededor de 6 a 8 alzas en una bodega o habitación, forrados con hojas de papel periódico para sellar los espacios entre las cajas, protegidos del sol y la lluvia, y en un lugar donde no presente peligro alguno para las personas (De Araujo *et al.* 2010, SAGARPA 2005). Los pequeños espacios entre las cajas apiladas se cubrirán con periódico, así como la base de la primera caja de la pila, el periódico se adhiere a las cajas con una mezcla de harina de trigo y agua, haciendo un líquido de consistencia pegajosa para que sirva como pegamento.

Los panales se tratarán con ácido fórmico al 85%, recomendándose 20 ml por alza. Los panales serán acomodados en número de siete por cada alza. El producto se aplica en un frasco sin tapa que se coloca sobre los panales de la última alza, adicionando sobre esta un alza vacía la cual es sellada por arriba con papel periódico (De Araujo *et al.* 2010).

Cosecha de miel. Se enfatizó al grupo de productores que debería haber un 80% en el operculado de los panales para realizar la cosecha de miel. Debido a que los productores no cuentan con taller para extracción de miel, se sugirió realizar la extracción de miel en los sitios usuales pero bajo una carpa protectora con malla de mosquitero, con la intención de obtener una miel más limpia de impurezas y además adecuarse a las buenas prácticas de manejo recomendadas (SAGARPA 2009). La miel obtenida en cada apiario fue pesada y el volumen total se dividió entre el número de colmenas cosechadas para obtener el rendimiento por colmena.

Resultados

Descripción de la colmena. Se realizó una actividad presencial en donde se explicó a detalle las partes que componen una colmena. Esta actividad sirvió para estrechar la familiarización entre los participantes y el instructor, además de homogeneizar los conceptos técnicos a utilizar durante el proceso de capacitación (Fig. 2).



Figura 2. Organización de la colmena moderna: A) partes de una colmena y B) estructura interior de una colmena. Fotografías de David Constantino Pech ©.

Control de la varroasis. El 87% (20 de 23 productores) de los productores participantes, decidieron realizar el control de la *V. destructor* mediante el uso de la sal de Timol, los otros participantes decidieron aplicar el producto comercial conocido como Apiguard® gel (Fig. 3). La sal de Timol se diluyó en alcohol al 85% en una proporción de 1/1 y se aplicó en recipientes de plástico para que los vapores del producto puedan actuar sobre las colonias de abejas.



Figura 3. Medicación de colmenas: A) Método alternativo con timol y B) Método comercial Apiguard. Fotografías de David Constantino Pech ©.

En ambos productos se midió una eficacia del 98% en el control de *V. destructor*; la eficacia en el control se estimó comparando el conteo de varroa mediante la técnica de lavado de abejas adultas, antes y después de la aplicación de los tratamientos. Sin embargo, hay diferencia en el precio de los productos; el Apiguard® gel tiene una presentación de 50 gr y se aplica por colonia con duración de un mes; su precio en el mercado es de \$75.50 pesos/bandeja. La sal de timol es una sal pura la cual se debe diluir a razón de 8 gr de la sal de timol por 8 ml de alcohol; su precio en el mercado es de \$568.50 pesos/kg. Se renueva cada 7 días por un periodo de mes y medio; el tratamiento por colmena sería de \$30.00 aproximadamente, lo que refleja que la sal de timol es más económica y se obtienen los mismos resultados.

División de colonias. Posterior al tratamiento contra *V. destructor*, se efectuaron divisiones de colmenas por apiario, ya que las colonias no presentaban plagas y las poblaciones eran abundantes (Fig. 4)

Alimentación artificial. Se suministró alimento artificial a las colonias que se encontraban débiles, para mantener las poblaciones de las colonias y realizar las divisiones consideradas (Fig. 5).



Figura 4. División realizada por el método de reunión. Fotografía de David Constantino Pech ©.



Figura 5. Alimentación artificial: A) jarabe de azúcar y B) torta proteica. Fotografías de David Constantino Pech ©.

Bajada de alzas y conservación de panales. La capacitación sobre el procedimiento de bajada de alzas se instrumentó a la par de las actividades de división y alimentación de colonias; se enfatizó en que por la carencia de floración circundante la población de las colonias de abejas se ve disminuida y es necesario bajar las alzas para mantener la temperatura adecuada dentro de la colmena. Se explicó el procedimiento para la conservación apropiada de panales.

Cosecha de miel. La cosecha se realizó cuando se identificaron los panales cuando menos con un 80% de operculado (Fig. 6). Tradicionalmente los productores extractan la miel en el apiario “a cielo abierto” (Fig. 7). Se instaló en todos los apiarios una carpa de malla de mosquitero bajo la cual se realizó la extracción de miel (Fig. 8). Se obtuvo un promedio 9.10 kg de miel por colmena, lográndose un incremento de aproximadamente 2.100 kg/colmena en comparación con las cosechas anteriores.



Figura 6. Panal operculado al 80%. Fotografía de David Constantino Pech ©.



Figura 7. Cosecha de miel tradicional. Fotografías de David Constantino Pech ©.



Figura 8. Extracción de miel con carpa protectora: A) corte de panales operculados y B) centrifugado de panales para obtención de miel. Fotografías de David Constantino Pech ©.

Discusión

La degradación de los recursos naturales y los problemas ambientales asociados al manejo tradicional de estos para la búsqueda del sustento de las comunidades rurales, han ocasionado que los gobiernos pongan en su agenda la búsqueda e identificación de alternativas tecnológicas sustentables de producción agropecuaria. Sin embargo, aunque las alternativas tecnológicas son necesarias, su instrumentación no sería suficiente condición para promover el desarrollo sustentable agropecuario, pues se requiere de la participación activa y consciente de cada uno de los productores involucrados, así como el reconocimiento de la necesidad de trabajar colectivamente para lograrlo (Engel 1997). Este esfuerzo colectivo involucra tanto a productores como a políticos, investigadores, extensionistas, agencias financiadoras, entre otros actores de la sociedad, quienes deben facilitar el desarrollo del análisis de la situación particular, la identificación de alternativas de solución a la problemática descrita y apoyar su instrumentación. El análisis de las alternativas de solución por parte del productor, orientado por un extensionista, representan las innovaciones que los productores deciden realizar para promover el mejoramiento de su sistema de producción y, consecuentemente, de su bienestar familiar (Engel 1997).

La investigación-acción tiene como fundamento procurar que los productores reconozcan su problemática e identifiquen las opciones de solución que mejor les convenga, siempre con el acompañamiento de un técnico que orienta y gestiona los procesos, desde el diagnóstico de la situación productiva hasta la identificación de alternativas de solución. La SEDER del Gobierno del Estado de Yucatán, ha instaurado este proceso metodológico en todos sus proyectos productivos, con la expectativa de que los productores tomen decisiones propias para el mejoramiento de sus sistemas de producción y se responsabilicen de sus acciones. A estas decisiones propias se les reconocen como “innovaciones” al sistema de producción que se discuten de manera colaborativa entre el grupo de trabajo pero respetando la postura individual. En el presente trabajo, todas las recomendaciones técnicas derivadas del debate entre los productores y el profesional técnico asistente, fueron aceptadas e instrumentadas por todos los apicultores, con excepción del método de control de la varroasis.

Es ampliamente conocido por parte de los apicultores la utilización del producto comercial Apiguard® gel para el control de *V. destructor*, pero manifestaron que es caro y no cuentan con los recursos para adquirirlo en las cantidades y frecuencia recomendada de utilización. Por esta razón se planteó la utilización de la sal de timol diluida en alcohol como tratamiento alternativo y se dejó a decisión de cada productor el uso de alguno de los métodos de control. Aunque la mayoría de los productores participantes (87%) decidieron aplicar la sal de timol, era de esperarse que algunos no lo aceptaran. Está plenamente documentada la aversión al riesgo (Allub 2001) que implica la instrumentación de una nueva tecnología por parte del pequeño productor aun cuando sean evidentes las ventajas técnicas y económicas; en el presente caso, la mayoría de los productores manifestó comportamiento emprendedor. Con la prueba en campo se comprobó que la sal de timol tiene la misma eficiencia en el control de la varroasis que el producto comercial. En reunión de trabajo con el grupo de productores se discutió el resultado y todos admitieron la efectividad sobre el control de la varroasis, además de que el tratamiento con sal de timol es mucho más barato; sin embargo, aludieron que hay un poco más de trabajo al tener que restituir la mezcla semanalmente.

La respuesta a la instrumentación de buenas prácticas apícolas varía según la región ya que las condiciones y tipo de vegetación circundante a los apiarios es importante sobre los resul-

tados en la producción de miel (González *et al.* 2010). En el presente trabajo se logró incrementar en un 22.5% el número de colonias (173 colonias de abeja al inicio del estudio a 212 colonias al final del mismo) del grupo de productores; también se incrementó 2.100 kg de miel por colonia/cosecha, equivalente a un 30% de aumento de la producción de miel que se cosechaba anteriormente a la intervención.

Conclusiones

Es posible concluir que existe una relación directa entre las buenas prácticas apícolas y la producción de miel, ya que al tener colmenas sanas y con poblaciones abundantes de abejas se realiza un mayor pecoreo por parte de estas, que a su vez se refleja en una mayor cosecha de miel, lo que se debe en gran parte a la alimentación oportuna, a la bajada de alzas y conservación de panales, sin olvidar el aumento de colmenas mediante divisiones.

Finalmente, al comparar los métodos de control de *V. destructor*, se puede afirmar que el método alternativo (sal de timol) tiene la misma efectividad y es mucho más económico que el producto comercial Apiguard®.

Referencias

- Allub L. 2001. Aversión al riesgo y adopción de innovaciones tecnológicas en pequeños productores rurales de zonas áridas: un enfoque causal. *Estudios Sociológicos*, vol. XIX, núm. 2, mayo-agosto, 2001, pp. 467-493.
- Berdugo RJ, Vivas RJ y Mex ML. 2010. Diagnóstico y control orgánico del ácaro de varroa (*Varroa destructor*) en el trópico. INIFAP, Campo Experimental Mocochoá. Centro Regional del Sureste. Folleto Técnico No. 4. 40 p.
- De Araujo FC, González AJ y Marrufo OJ. 2010. Apicultura práctica en la península de Yucatán. UADY. Mérida, Yucatán. 248 p.
- Engel G. 1997. The social organization for innovation: a focus of stakeholder interaction. Royal Tropical Institute, Amsterdam, The Netherlands. 239 p.
- Espinoza ML y Guzmán NE. 2006. Eficiencia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del acaro *Varroa destructor* de las abejas (*Apis mellifera* L.) en Villa Guerrero, Estado de México, México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México D.F. 11 p.
- González AJ, Alfaro BR, Ortíz DJ, Moo VH y Medina ML. 2010. Ciclo Apibotánico de la Península de Yucatán. Impresos Graficolor. Mérida, Yucatán.
- INEGI 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Dirección de Indicadores y Modelos. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/MexicoCifras.aspx?e=0&m=0&src=0&ent=0&sec=M&ind=1009000071&enn=Estados%20Unidos%20Mexicanos&ani=2009>
- INEGI 2011. *Perspectiva Estadística*. Yucatán: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INCA 2012. Guía técnica para la capacitación de productores apícolas. Proyecto integral de capacitación para el fortalecimiento del sector apícola. Instituto Nacional para el desarrollo de Capacidades del Sector Rural. 79 p.

- May WS. 2011. Rasgos Identitarios y Estigma: La nueva ruralidad en San José Tzal. Revistas. UNAM. Península. Vol. 6. Núm. 1, p. 25.
- Medina ML y May IW. 2005. Enfermedades de las abejas. UADY. Mérida, Yucatán. México. 88p.
- SAGARPA 2005. Manual Básico de Apícola. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Coordinación General en Ganadería. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 50 p
- SAGARPA 2009. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Miel. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Coordinación General en Ganadería. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2^a. Edición 2009. 70 p.

Infestación de bovinos con *Haematopinus quadripertusus* en Yucatán, México

Roger Iván Rodríguez Vivas^{1*}, Maribel Ojeda Chi Melina¹, Iris Trinidad Martínez¹, José Alberto Rosado Aguilar¹ y María Teresa Quintero Martínez²

¹ Cuerpo Académico de Salud Animal, Departamento de Salud Animal y Medicina Preventiva, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. ²Laboratorio de Entomología del Departamento de Parasitología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

*rvivas@correo.uady.mx

Resumen

Se estimó la prevalencia e incidencia de bovinos infestados con piojos *Haematopinus quadripertusus* de un rancho en Yucatán, México, así como la evaluación de la eficacia del tratamiento con cipermetrina para el control de este ectoparásito. Setenta y cinco bovinos *Bos indicus* x *Bos taurus* fueron inspeccionados y los piojos fueron colectados manualmente, conservados en alcohol al 70% y enviados al Laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma de Yucatán, México, para su identificación. Para estimar la prevalencia y la tasa de incidencia verdadera de bovinos infestados con piojos, el rancho fue visitado en dos ocasiones. Todos los animales fueron tratados una sola vez con 0.2% de cipermetrina por aspersion. La eficacia del tratamiento se evaluó a los 10 días después del tratamiento. La prevalencia y la tasa de incidencia verdadera de bovinos infestados por piojos se estimaron en 21.3% (16/75) y 0.052, respectivamente. Los piojos adultos fueron identificados como *Haematopinus quadripertusus*, y todos los bovinos positivos estaban infestados con al menos una etapa de desarrollo de este ectoparásito. Los piojos colectados se localizaron en la cola (87.5%) de los bovinos, cabeza (43.8%), cuerpo en general (31.2%) y extremidades (18.8%). La eficacia de una sola aplicación de cipermetrina fue del 89.5%. Este estudio es el primer reporte de *H. quadripertusus* parasitando bovinos en el sureste de México. Se concluye que un hato de bovinos del sureste de México presenta una prevalencia moderada de infestación con *H. quadripertusus*, y la aplicación única de cipermetrina para el control de este piojo mostró moderada eficacia. Es necesario realizar más estudios para determinar la distribución de este ectoparásito en bovinos del sureste de México y evaluar su importancia en la producción ganadera.

Introducción

La infestación por piojos en el ganado bovino produce una enfermedad de la piel de origen parasitario causada por varias especies reportadas a nivel mundial. Los daños que producen están asociados a la acción expoliatriz, anemia, prurito severo, alteración de hábitos naturales de reposo, estrés, pérdida de pelo, disminución del apetito, disminución de la ganancia de peso y producción de leche, necrosis focal y daños en la piel por altas infestaciones en los animales (Veneziano *et al.*

2003, Quintero-Martínez 2015). Los piojos que afectan al ganado bovino en México corresponden a Mallophaga: *Damalinia Boris* y Anoplura: *Linognathus vituli*, *Solenopotes capillatus*, *Haematopinus eurysternus* y *Haematopinus quadripertusus* (Quintero-Martínez, 2015). La familia *Haematopinidae* incluye al género *Haematopinus*, que tiene importancia en la salud animal (Oormazdi y Baker 1980, Gibney et al. 1985, Weeks et al. 1995). *H. eurysternus* se reporta principalmente en bovinos de países con clima templado, mientras que *H. quadripertusus* infesta bovinos de países con clima tropical o subtropical. Estos ectoparásitos desarrollan su ciclo de vida obligado sobre sus hospederos vertebrados ya que sobreviven pocas horas fuera del hospedero (Guimarães et al. 2001). *H. quadripertusus* se ha asociado como vector en la transmisión de *Bartonella* en bovinos (Gutiérrez et al. 2014) y favorece la presentación de queratoconjuntivitis y papilomatosis periorbital (Yeruham et al. 2001).

En México, solo existe un reporte de infestaciones de bovinos con *H. quadripertusus* en el norte de país (región de la Laguna, Coahuila) (Quintero y Marmolejo, 1995). Debido a la importancia de estos ectoparásitos y al daño que ocasionan en la salud animal, se hace necesario estudiar su presencia y prevalencia en el ganado bovino y establecer medidas de control. El objetivo del presente estudio fue estimar la prevalencia e incidencia de bovinos infestados con piojos *H. quadripertusus* de un rancho en Yucatán, México, así como evaluar la eficacia del tratamiento con cipermetrina para el control de este ectoparásito.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un rancho bovino (21° 15' 07" N; 88° 06' 04" O) ubicado en el municipio de Tizimín, Yucatán, México. El clima es cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 25°C y precipitación pluvial de 1084 mm, comprendiendo la temporada de lluvias entre los meses de junio a noviembre (INAFED, 2010). Se pueden encontrar suelos como Cambisol, Luvisol crómico, Rendzina y Litosol, generalmente con planicies, ondulaciones y depresiones (Bautista-Zuñiga et al. 2005). La vegetación nativa corresponde a selva baja subcaducifolia con árboles maderables como el cedro (*Cedrella odorata*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Zapote (*Manilkara zapota*) (Flores y Espejel, 1994). La ganadería es la principal actividad económica, caracterizada por el uso de sistemas de pastoreo de temporal y otros de riego. Gran parte de las gramíneas que sirven de alimento para el ganado, son especies de pasto introducidos: Taiwán (*Pennisetum purpureum*), Guinea (*Panicum maximum*), Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), Brizantha (*Brachiaria brizantha*) y Tanzania (*Panicum maximum var. tanzania*) (Ramírez-Cancino y Rivera-Lorca, 2010).

El rancho cuenta con una extensión de 90 ha y con una población de 75 bovinos de raza *Bos indicus* x *Bos taurus* con edades de 6 meses a 5 años de edad. En términos generales todos los bovinos presentaban buena condición corporal. Los animales fueron inmovilizados usando cuerdas, para la colecta manual de los piojos junto con el pelo. El rancho fue visitado en dos ocasiones (28 de febrero y 30 mayo de 2015). En el primer muestreo se estimó la prevalencia y en el segundo se estimó la tasa de incidencia verdadera de bovinos positivos a piojos. Las estimaciones se realizaron de acuerdo a las siguientes fórmulas (Thrusfield, 2005):

$$\text{Prevalencia (\%): } \frac{\text{Bovinos positivos}}{\text{Total de bovinos evaluados}} \times 100$$

$$\text{Tasa de incidencia verdadera: } = \frac{\text{Número de casos nuevos}}{\text{Población al inicio a riesgo} + \text{población al final a riesgo}/2}$$

En la segunda inspección, el cuerpo de cada bovino fue dividido por regiones (cabeza, miembros, cuerpo y cola) y se registraron las regiones donde se encontraban los piojos. Los especímenes fueron colectados manualmente de forma individual y almacenados en tubos de ensayo con alcohol al 70%. Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Parasitología del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Los piojos fueron examinados bajo un microscopio estereoscópico para ser contados, identificados morfológicamente (machos, hembras y ninfas) y medidos. Adicionalmente 30 especímenes fueron aclarados con KOH al 10%, deshidratado en series de alcoholes, y montado entre porta y cubreobjetos empleando bálsamo de Canadá. Los especímenes fueron observados con la ayuda de un microscopio compuesto para su identificación hasta especie. Para la identificación de la especie de piojo se utilizaron las claves de Meleney y Kim (1974) y Serra-Freire y Mello (2006).

Una vez realizado el diagnóstico de los piojos, se procedió a efectuar el tratamiento de los 19 animales positivos mediante la aplicación de cipermetrina al 0.2% (Ticoff, Lapisa, México) por aspersión a los animales (4 litros del producto por cada 100 kg de peso vivo, p.v.). Diez días después del tratamiento (tercera visita), los bovinos fueron nuevamente inspeccionados en busca de piojos y para evaluar la eficacia del tratamiento de acuerdo a la siguiente fórmula (Henderson y Tilton 1955):

$$\text{Eficacia (\%): } 1 - \left(\frac{\text{Bovinos positivos post-tratamiento}}{\text{Total de bovinos tratados}} \right) \times 100$$

Resultados

Todos los especímenes fueron identificados como *Haematopinus quadripertusus* (Figs. 1 y 2). La prevalencia de bovinos con infestaciones de parásitos adultos fue de 21.3% (16/75). La tasa de incidencia verdadera fue de 0.052.

En la segunda inspección, el 87.5% de los animales positivos presentaban piojos en cola (Fig. 1), 43.8% en cabeza (Fig. 2), 31.2% cuerpo y 18.8% en miembros torácicos. La media \pm desviación estándar del diámetro y ancho de las liendres (Fig. 3), ninfas-1 (Fig. 4), machos adultos (Fig. 5) y hembras adultas (Fig. 6). Se presentan en la Tabla 1 a los 10 días post-tratamiento dos bovinos resultaron positivos a piojos (liendres, ninfas y adultos), lo que representó un 89.5% (2/19) de eficacia de la cipermetrina para el control de los piojos.

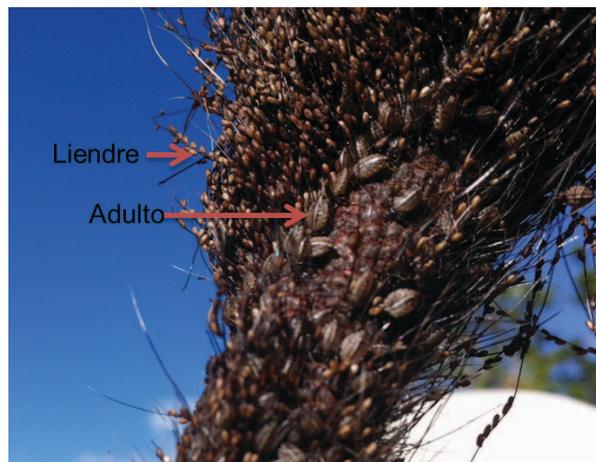


Figura 1. Distintas fases de desarrollo *Haematopinus quadripertusus* en la cola de un bovino en Yucatán, México. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.



Figura 2. Distintas fases de desarrollo *Haematopinus quadripertusus* en la región periorbital de un bovino en Yucatán, México (señaladas con flechas de color rojo). Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.

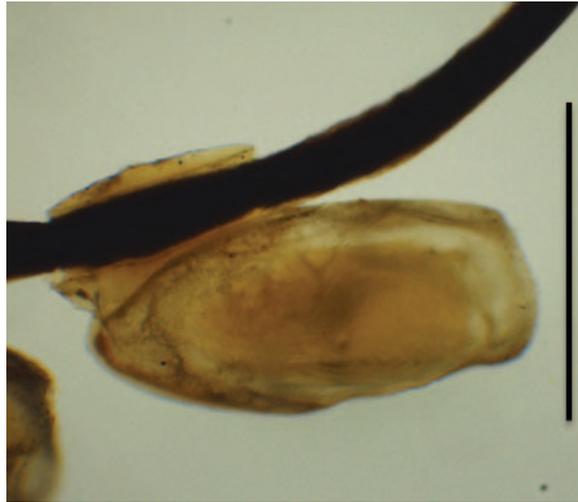


Figura 3. Liendre de *Haematopinus quadripertusus* en el pelo bovino en Yucatán, México. La barra de color negro corresponde a 1mm. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.



Figura 4. Ninfa 1 de *Haematopinus quadripertusus* (dorsal) de bovino en Yucatán, México. La barra de color negro corresponde a 1mm. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.

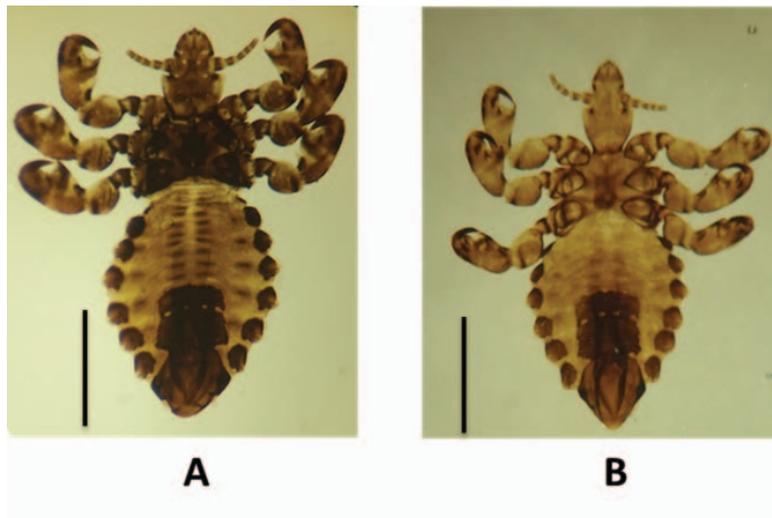


Figura 5. Macho adulto de *Haematopinus quadripertusus* (A: dorsal y B: ventral) de un bovino en Yucatán, México. La barra de color negro corresponde a 1mm. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.

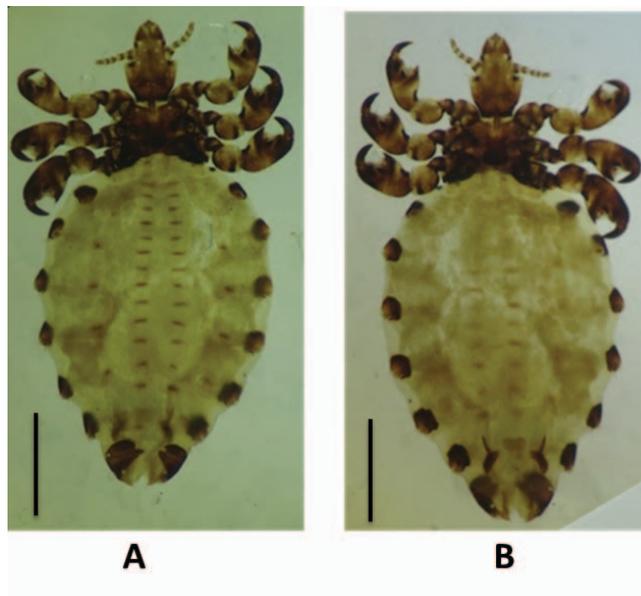


Figura 6. Hembra adulta de *Haematopinus quadripertusus* (A: dorsal y B: ventral) obtenida de un bovino en Yucatán, México. La barra de color negro corresponde a 1mm. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.

Tabla 1. La media \pm desviación estándar del diámetro y ancho de las liendres, ninfas-1, machos adultos y hembras adultas de *Haematopinus quadripertusus* identificados en un rancho del sureste de México.

Fase de desarrollo	Número de especímenes evaluados	Longitud \pm DE	Ancho \pm DE
Liendre	50	1.40 \pm 0.10 mm	0.59 \pm 0.07 mm
Ninfa-1	30	1.4 \pm 0.15 mm	0.50 \pm 0.07
Macho adulto	30	3.11 \pm 0.20 mm	1.49 \pm 0.08 mm
Hembra adulta	30	4.27 \pm 0.28 mm	2.07 \pm 0.26 mm

DE=Desviación estándar

Discusión

La infestación por piojos en el ganado bovino ha sido reportada en varios países y se reconoce su importancia económica (Scofield *et al.* 2012). En México, se ha reportado la presencia de *Haematopinus quadripertusus* en el norte del país (Quintero y Marmolejo, 1995); sin embargo, su prevalencia y distribución no ha sido descrita en hatos bovinos de México. Por muchos años, *H. eurysternus* fue considerado como la única especie que afectaba al ganado bovino. Basado en sus características morfológicas, localización en el hospedero y distribución geográfica, Meloney y Kim (1974) reclasificaron esta especie y describieron la especie *H. quadripertusus*. Las medidas de las distintas fases de desarrollo de *H. quadripertusus* encontradas en este estudio, son similar a las encontradas por Scofield *et al.* (2012). Estos valores señalan que el desarrollo de los piojos no es alterado por las diferentes condiciones ambientales y especies de hospederos.

El presente estudio es el primero en reportar *H. quadripertusus* en bovinos del sureste de México, observándose prevalencias de 21.3%. En Brasil, Rivera y Aycardi (1985) y Scofield *et al.* (2012) reportaron prevalencias de 41-62% y 100% de *H. quadripertusus* en bovinos respectivamente. En Colombia, Rivera y Aycardi (1985) reportaron una prevalencia baja de 10%. Asimismo, esta misma especie de piojo ha sido reportado en búfalos de Pakistán con una prevalencia de 23.5% coincidiendo con los datos encontrados en el presente estudio (Kakar y Kakarsulemankhel, 2009). En el presente estudio se encontró que, de cada 100 bovinos a riesgo, 5.2 se infestan en tres meses. Esta baja tasa de incidencia verdadera podría estar relacionada con la época del año en que se realizó el estudio, coincidiendo con altas temperaturas máximas diarias de $> 35^{\circ}\text{C}$ (INAFED, 2010). Nath *et al.* (2015) señalan que la infestación de piojos del ganado bovino varía dependiendo de la época del año y durante la época de seca se presenta la menor tasa de incidencia. Por otra parte, en este estudio se encontró infestación por una sola especie (*H. quadripertusus*), situación similar ocurrió en Brasil (Scofield *et al.* 2012). Sin embargo, se repor

tan infestaciones de bovinos con más de una especie de piojos en distintas partes del mundo (George *et al.* 1992, Gabaj *et al.* 1993; Colwell *et al.* 2001).

Cada especie de piojo tiene preferencia por los sitios donde parasita a sus hospederos. *H. quadripertusus* se encuentra principalmente en la cabeza, cola y región periorbital de bovinos en climas tropicales y subtropicales (Guimarães *et al.* 2001). Resultados similares fueron encontrados por Scofield *et al.* (2012) quienes observaron infestación de piojos en la región palpebral, orejas, y cola de bovinos. Linardi y Negromonte (1987) por su parte, observaron a este piojo en orejas, cuello y pelos de la cola de bovinos en los estados de Sergipe y Minas Gerais, Brasil. Los reportes previos difieren con el presente estudio, ya que los piojos se localizaron principalmente en la cola de los animales y en menor proporción en cabeza, cuerpo y miembros torácicos.

Gibney *et al.* (1985) y Burns *et al.* (1992) mencionan que *H. quadripertusus* afecta principalmente a bovinos jóvenes, mal nutridos y estresados, sin embargo, en el presente estudio se encontró a este ectoparásito en bovinos de buena condición corporal y en animales de distintas edades.

Kulkarni *et al.* (1992) al realizar dos aplicaciones (c/15 días) de deltametrina a razón de 12.5 p.p.m. para el control de *H. quadripertusus* en bovinos de la India encontró una eficacia del 100% observándose una protección contra la reinfestación al menos durante un año. En el presente estudio la aplicación de cipermetrina en una sola aplicación demostró una eficacia del 89.5%. Posiblemente para un mejor control de estos piojos sería recomendable realizar más de un solo tratamiento con intervalos cada 15 días (Kulkarni *et al.* 1992).

En este estudio se demostró que las condiciones ambientales de Yucatán, México son las propicias para el desarrollo de *H. quadripertusus*, ya que los piojos fueron observados en las tres visitas realizadas. Yeruham *et al.* (1982) mencionan que *H. quadripertusus* se presenta durante todo el año sin que exista una marcada variación estacional, lo que favorece su sobrevivencia en los bovinos de clima tropical. Estudios futuros sobre el impacto económico y la distribución de este ectoparásito en la ganadería bovina en el sureste de México son requeridos.

Conclusiones

Este estudio es el primer reporte de *H. quadripertusus* parasitando bovinos en el sureste de México. Se encontró una prevalencia moderada de bovinos infestados con *H. quadripertusus*, y la aplicación única de cipermetrina para el control de *H. quadripertusus* en el ganado bovino mostró moderada eficacia.

Referencias

- Bautista-Zuñiga F, Batllori E, Palacio G, Ortiz M, y Castillo M. 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. In: Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Ed. Bautista-Zuñiga F, Palacio G), UAC-UADY-INE México pp 33-58
- Burns LM, Titchener RN, y Holmes PH. 1992. Blood parameters and turnover data in calves infested with lice. Research Veterinary Science 52: 62-66

- Colwell DD, Clymer B, Booker CW, Guichon PT, Jim GK, Schunicht OC, y Wildman BK. 2001. Prevalence of sucking and chewing lice on cattle entering feedlots in southern Alberta. *Canadian Veterinary Journal* 42(4): 281-285
- Flores JS y Espejel I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. 1-35 pp
- Gabaj MM, Beesley WN, y Awan MA. 1993. Lice of farm animals in Libya. *Medical and Veterinary Entomology* 7(2): 138-140
- George JB, Ootob S, Ogunleye J, y Adediminyi B. 1992. Louse and mite infestation in domestic animals in northern Nigeria. *Tropical Animal Health Production* 24(2): 121-124
- Gibney VJ, Campbell JB, Boxler DJ, Clanton DC, y Deutscher GH. 1985. Effects of various infestation levels of cattle lice (Mallophaga: Trichodectidae and Anoplura: Haematopinidae) on feed efficiency and weight gains of beef heifers. *Journal of Economic Entomology* 78(6): 1304-1307
- Gutiérrez R, Cohen L, Morick D, Mumcuoglu KY, Harrus S, y Gottlieb Y. 2014. Identification of different *Bartonella* species in the cattle tail louse (*Haematopinus quadripertusus*) and in cattle blood. *Applied and Environmental Microbiology* 80(17): 547-5483
- Guimarães JH, Tucci EC, y Barros-Battesti DM. 2001. *Ectoparasitos de Importância Veterinária*. São Paulo: Plêiade 213 p
- Henderson CF, y Tilton EW. 1955. Test with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology* 48: 157-161
- INAFED. 2010. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Yucatán. Tizimín. Fecha de consulta: 8 de Octubre de 2015. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM31yucatan/index.html>
- Kakar MN y Kakarsulemankhel JK. 2009. Prevalence of lice species on cows and buffaloes of Quetta, Pakistan. *Pakistan Veterinary Journal* 29(1): 49-50
- Kulkarni PD, Danayat SV, Potdar PM, y Mujumdar KA. 1992. Control of lice infestation in dairy cattle with deltamethrin (Butox). *Indian Veterinary Journal* 69(12): 1129-1130
- Linardi PM y Negromonte MRS. 1987. Novos registros e dispersão de Haematopinídeos em bovinos no Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 39(6): 897-904
- Meleney WP y Kim KC. 1974. A comparative study of cattle-infesting *Haematopinus*, with re-description of *H. quadripertusus* Farenholz, 1919 (Anoplura: Haematopinidae). *Journal of Parasitology* 60(3): 507-522
- Milnes AS, O'Callaghan CJ, y Green LE. 2003. A longitudinal study of a natural lice infestation in growing cattle over two winter periods. *Veterinary Parasitology* 112(4): 307-323
- Nath TC, Ilyas N, Datta R, Deb LC, Debnath N, y Hossain M. 2015. Ectoparasitic infestation of cattle in Brahmanpara Upazilla of Comilla, Bangladesh. *Journal of Biological and Chemical Research* 32(1): 215-221
- Oormazdi H y Baker KP. 1980. Studies on the effects of lice on cattle. *British Veterinary Journal* 136: 146-153
- Quintero MMT. 2015. Capítulo 8: Piojos de importancia veterinaria. En: *Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria*. Rodríguez-Vivas R.I. Editor. AMPAVE-CONASA. México, D.F. 213-236 pp
- Quintero MMT y Marmolejo S. 1995. Hallazgo de *Haematopinus quadripertusus* en ganado bovino de la región de la Laguna, Torreón Coahuila, México *Memorias del Congreso Nacional de Buiatría, Torreón Coahuila México* 1-5 pp

- Ramírez-Cancino L y Rivera-Lorca J.A. 2010. La ganadería en el contexto de la biodiversidad. En: R. Durán, y M. Méndez. (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPF-FMAM, Conabio, Seduma. Mérida, Yucatán. 496 p
- Rivera B y Aycardi ER. 1985. Epidemiological evaluation of external parasites in cattle from the Brazilian cerrados and the Colombian eastern plains. Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B 32: 417-424
- Serra-Freire NM y Mello RP. 2006. Entomologia and Acarologia. Medicina Veterinária. Ed. LF. Livros de Veterinária Ltda, Rio de Janeiro. 114-116 p
- Scofield A, Campos KF, Silva AMM, Oliveira CHS, Barbosa JD, Góes-Cavalcante G. 2012. Infestation by *Haematopinus quadripertusus* on cattle in São Domingos do Capim, state of Pará, Brazil. Brazilian Journal of Veterinary Parasitology 21: 315-318
- Veneziano V, Rinaldi L, Giannetto S, y Cringoli G. 2003. The first record of *Haematopinus tuberculatus* on *Bubalus bubalis* (water buffalo) in Italy. *Bubalus bubalis* 9: 69-75
- Thrusfield M. 2005. Veterinary Epidemiology. Third Ed. Blackwell Publishing. London. 42-43 p
- Weeks CA, Nicol CJ, y Titchener RN. 1995. Effects of the sucking louse (*Linognathus vituli*) on the grooming behavior of housed calves. Veterinary Record 137: 33-35
- Yeruham I, Hadani A, Perl S, y Elad D. 2001. Keratoconjunctivitis and periorbital papillomatosis associated with heavy periorbital infestation by the tail louse *Haematopinus quadripertusus* in heifers. Journal of Veterinary Medicine 48(2): 133-136
- Yeruham I, Hadani A, Sklar A, y Rauchbach K. 1982. Lice infestation in dairy cattle in Israel. Israel Veterinary Medical 39: 125-131

Infestación de bovinos con *Haematopinus quadripertusus* en Yucatán, México

Roger Iván Rodríguez Vivas^{1*}, Maribel Ojeda Chi Melina¹, Iris Trinidad Martínez¹, José Alberto Rosado Aguilar¹ y María Teresa Quintero Martínez²

¹ Cuerpo Académico de Salud Animal, Departamento de Salud Animal y Medicina Preventiva, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. ²Laboratorio de Entomología del Departamento de Parasitología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

*rvivas@correo.uady.mx

Resumen

Se estimó la prevalencia e incidencia de bovinos infestados con piojos *Haematopinus quadripertusus* de un rancho en Yucatán, México, así como la evaluación de la eficacia del tratamiento con cipermetrina para el control de este ectoparásito. Setenta y cinco bovinos *Bos indicus* x *Bos taurus* fueron inspeccionados y los piojos fueron colectados manualmente, conservados en alcohol al 70% y enviados al Laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma de Yucatán, México, para su identificación. Para estimar la prevalencia y la tasa de incidencia verdadera de bovinos infestados con piojos, el rancho fue visitado en dos ocasiones. Todos los animales fueron tratados una sola vez con 0.2% de cipermetrina por aspersion. La eficacia del tratamiento se evaluó a los 10 días después del tratamiento. La prevalencia y la tasa de incidencia verdadera de bovinos infestados por piojos se estimaron en 21.3% (16/75) y 0.052, respectivamente. Los piojos adultos fueron identificados como *Haematopinus quadripertusus*, y todos los bovinos positivos estaban infestados con al menos una etapa de desarrollo de este ectoparásito. Los piojos colectados se localizaron en la cola (87.5%) de los bovinos, cabeza (43.8%), cuerpo en general (31.2%) y extremidades (18.8%). La eficacia de una sola aplicación de cipermetrina fue del 89.5%. Este estudio es el primer reporte de *H. quadripertusus* parasitando bovinos en el sureste de México. Se concluye que un hato de bovinos del sureste de México presenta una prevalencia moderada de infestación con *H. quadripertusus*, y la aplicación única de cipermetrina para el control de este piojo mostró moderada eficacia. Es necesario realizar más estudios para determinar la distribución de este ectoparásito en bovinos del sureste de México y evaluar su importancia en la producción ganadera.

Introducción

La infestación por piojos en el ganado bovino produce una enfermedad de la piel de origen parasitario causada por varias especies reportadas a nivel mundial. Los daños que producen están asociados a la acción expoliatriz, anemia, prurito severo, alteración de hábitos naturales de reposo, estrés, pérdida de pelo, disminución del apetito, disminución de la ganancia de peso y producción de leche, necrosis focal y daños en la piel por altas infestaciones en los animales (Veneziano *et al.*

2003, Quintero-Martínez 2015). Los piojos que afectan al ganado bovino en México corresponden a Mallophaga: *Damalinia Boris* y Anoplura: *Linognathus vituli*, *Solenopotes capillatus*, *Haematopinus eurysternus* y *Haematopinus quadripertusus* (Quintero-Martínez, 2015). La familia *Haematopinidae* incluye al género *Haematopinus*, que tiene importancia en la salud animal (Oormazdi y Baker 1980, Gibney et al. 1985, Weeks et al. 1995). *H. eurysternus* se reporta principalmente en bovinos de países con clima templado, mientras que *H. quadripertusus* infesta bovinos de países con clima tropical o subtropical. Estos ectoparásitos desarrollan su ciclo de vida obligado sobre sus hospederos vertebrados ya que sobreviven pocas horas fuera del hospedero (Guimarães et al. 2001). *H. quadripertusus* se ha asociado como vector en la transmisión de *Bartonella* en bovinos (Gutiérrez et al. 2014) y favorece la presentación de queratoconjuntivitis y papilomatosis periorbital (Yeruham et al. 2001).

En México, solo existe un reporte de infestaciones de bovinos con *H. quadripertusus* en el norte de país (región de la Laguna, Coahuila) (Quintero y Marmolejo, 1995). Debido a la importancia de estos ectoparásitos y al daño que ocasionan en la salud animal, se hace necesario estudiar su presencia y prevalencia en el ganado bovino y establecer medidas de control. El objetivo del presente estudio fue estimar la prevalencia e incidencia de bovinos infestados con piojos *H. quadripertusus* de un rancho en Yucatán, México, así como evaluar la eficacia del tratamiento con cipermetrina para el control de este ectoparásito.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un rancho bovino (21° 15' 07" N; 88° 06' 04" O) ubicado en el municipio de Tizimín, Yucatán, México. El clima es cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 25°C y precipitación pluvial de 1084 mm, comprendiendo la temporada de lluvias entre los meses de junio a noviembre (INAFED, 2010). Se pueden encontrar suelos como Cambisol, Luvisol crómico, Rendzina y Litosol, generalmente con planicies, ondulaciones y depresiones (Bautista-Zuñiga et al. 2005). La vegetación nativa corresponde a selva baja subcaducifolia con árboles maderables como el cedro (*Cedrella odorata*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Zapote (*Manilkara zapota*) (Flores y Espejel, 1994). La ganadería es la principal actividad económica, caracterizada por el uso de sistemas de pastoreo de temporal y otros de riego. Gran parte de las gramíneas que sirven de alimento para el ganado, son especies de pasto introducidos: Taiwán (*Pennisetum purpureum*), Guinea (*Panicum maximum*), Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), Brizantha (*Brachiaria brizantha*) y Tanzania (*Panicum maximum var. tanzania*) (Ramírez-Cancino y Rivera-Lorca, 2010).

El rancho cuenta con una extensión de 90 ha y con una población de 75 bovinos de raza *Bos indicus* x *Bos taurus* con edades de 6 meses a 5 años de edad. En términos generales todos los bovinos presentaban buena condición corporal. Los animales fueron inmovilizados usando cuerdas, para la colecta manual de los piojos junto con el pelo. El rancho fue visitado en dos ocasiones (28 de febrero y 30 mayo de 2015). En el primer muestreo se estimó la prevalencia y en el segundo se estimó la tasa de incidencia verdadera de bovinos positivos a piojos. Las estimaciones se realizaron de acuerdo a las siguientes fórmulas (Thrusfield, 2005):

$$\text{Prevalencia (\%): } \frac{\text{Bovinos positivos}}{\text{Total de bovinos evaluados}} \times 100$$

$$\text{Tasa de incidencia verdadera: } = \frac{\text{Número de casos nuevos}}{\text{Población al inicio a riesgo} + \text{población al final a riesgo}/2}$$

En la segunda inspección, el cuerpo de cada bovino fue dividido por regiones (cabeza, miembros, cuerpo y cola) y se registraron las regiones donde se encontraban los piojos. Los especímenes fueron colectados manualmente de forma individual y almacenados en tubos de ensayo con alcohol al 70%. Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Parasitología del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Los piojos fueron examinados bajo un microscopio estereoscópico para ser contados, identificados morfológicamente (machos, hembras y ninfas) y medidos. Adicionalmente 30 especímenes fueron aclarados con KOH al 10%, deshidratado en series de alcoholes, y montado entre porta y cubreobjetos empleando bálsamo de Canadá. Los especímenes fueron observados con la ayuda de un microscopio compuesto para su identificación hasta especie. Para la identificación de la especie de piojo se utilizaron las claves de Meleney y Kim (1974) y Serra-Freire y Mello (2006).

Una vez realizado el diagnóstico de los piojos, se procedió a efectuar el tratamiento de los 19 animales positivos mediante la aplicación de cipermetrina al 0.2% (Ticoff, Lapisa, México) por aspersión a los animales (4 litros del producto por cada 100 kg de peso vivo, p.v.). Diez días después del tratamiento (tercera visita), los bovinos fueron nuevamente inspeccionados en busca de piojos y para evaluar la eficacia del tratamiento de acuerdo a la siguiente fórmula (Henderson y Tilton 1955):

$$\text{Eficacia (\%): } 1 - \left(\frac{\text{Bovinos positivos post-tratamiento}}{\text{Total de bovinos tratados}} \right) \times 100$$

Resultados

Todos los especímenes fueron identificados como *Haematopinus quadripertusus* (Figs. 1 y 2). La prevalencia de bovinos con infestaciones de parásitos adultos fue de 21.3% (16/75). La tasa de incidencia verdadera fue de 0.052.

En la segunda inspección, el 87.5% de los animales positivos presentaban piojos en cola (Fig. 1), 43.8% en cabeza (Fig. 2), 31.2% cuerpo y 18.8% en miembros torácicos. La media \pm desviación estándar del diámetro y ancho de las liendres (Fig. 3), ninfas-1 (Fig. 4), machos adultos (Fig. 5) y hembras adultas (Fig. 6). Se presentan en la Tabla 1 a los 10 días post-tratamiento dos bovinos resultaron positivos a piojos (liendres, ninfas y adultos), lo que representó un 89.5% (2/19) de eficacia de la cipermetrina para el control de los piojos.

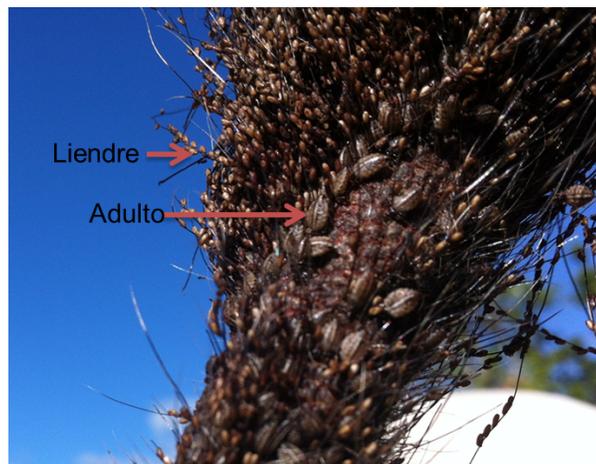


Figura 1. Distintas fases de desarrollo *Haematopinus quadripertusus* en la cola de un bovino en Yucatán, México. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.



Figura 2. Distintas fases de desarrollo *Haematopinus quadripertusus* en la región periorbital de un bovino en Yucatán, México (señaladas con flechas de color rojo). Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.

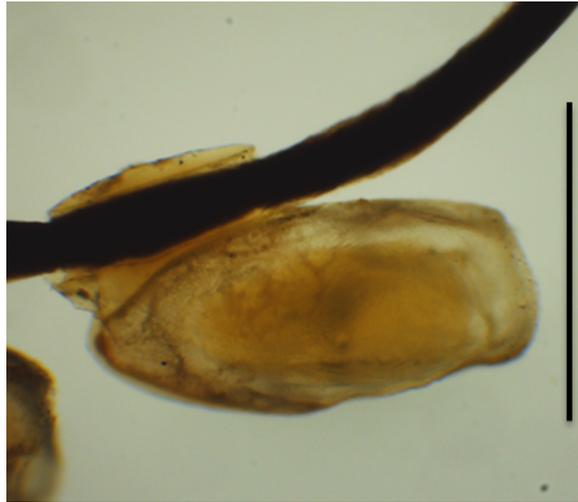


Figura 3. Liendre de *Haematopinus quadripertusus* en el pelo bovino en Yucatán, México. La barra de color negro corresponde a 1mm. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.



Figura 4. Ninfa 1 de *Haematopinus quadripertusus* (dorsal) de bovino en Yucatán, México. La barra de color negro corresponde a 1mm. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.

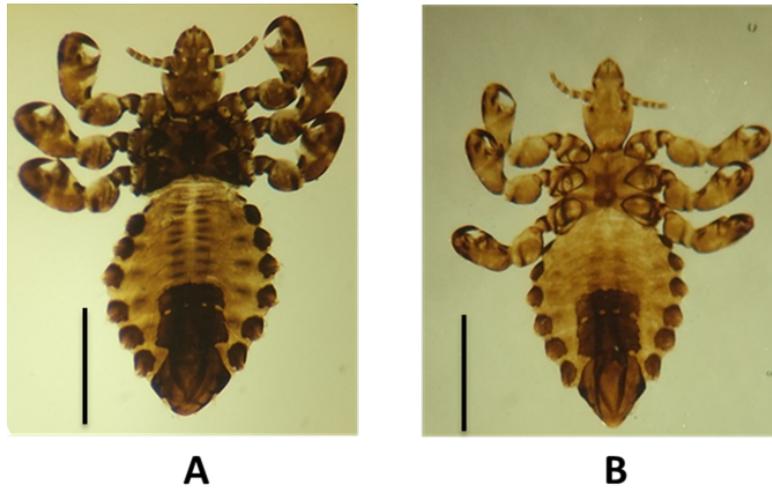


Figura 5. Macho adulto de *Haematopinus quadripertusus* (A: dorsal y B: ventral) de un bovino en Yucatán, México. La barra de color negro corresponde a 1mm. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.

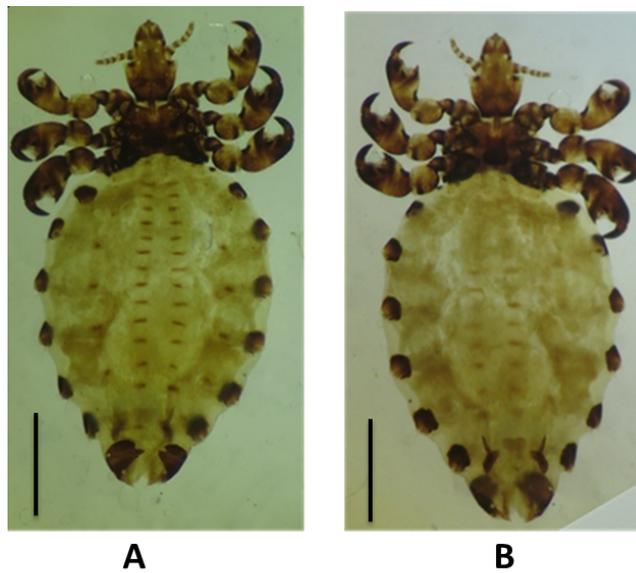


Figura 6. Hembra adulta de *Haematopinus quadripertusus* (A: dorsal y B: ventral) obtenida de un bovino en Yucatán, México. La barra de color negro corresponde a 1mm. Fotografía de Roger Iván Rodríguez Vivas ©.

Tabla 1. La media \pm desviación estándar del diámetro y ancho de las liendres, ninfas-1, machos adultos y hembras adultas de *Haematopinus quadripertusus* identificados en un rancho del sureste de México.

Fase de desarrollo	Número de especímenes evaluados	Longitud \pm DE	Ancho \pm DE
Liendre	50	1.40 \pm 0.10 mm	0.59 \pm 0.07 mm
Ninfa-1	30	1.4 \pm 0.15 mm	0.50 \pm 0.07
Macho adulto	30	3.11 \pm 0.20 mm	1.49 \pm 0.08 mm
Hembra adulta	30	4.27 \pm 0.28 mm	2.07 \pm 0.26 mm

DE=Desviación estándar

Discusión

La infestación por piojos en el ganado bovino ha sido reportada en varios países y se reconoce su importancia económica (Scofield *et al.* 2012). En México, se ha reportado la presencia de *Haematopinus quadripertusus* en el norte del país (Quintero y Marmolejo, 1995); sin embargo, su prevalencia y distribución no ha sido descrita en hatos bovinos de México. Por muchos años, *H. eurysternus* fue considerado como la única especie que afectaba al ganado bovino. Basado en sus características morfológicas, localización en el hospedero y distribución geográfica, Meloney y Kim (1974) reclasificaron esta especie y describieron la especie *H. quadripertusus*. Las medidas de las distintas fases de desarrollo de *H. quadripertusus* encontradas en este estudio, son similar a las encontradas por Scofield *et al.* (2012). Estos valores señalan que el desarrollo de los piojos no es alterado por las diferentes condiciones ambientales y especies de hospederos.

El presente estudio es el primero en reportar *H. quadripertusus* en bovinos del sureste de México, observándose prevalencias de 21.3%. En Brasil, Rivera y Aycardi (1985) y Scofield *et al.* (2012) reportaron prevalencias de 41-62% y 100% de *H. quadripertusus* en bovinos respectivamente. En Colombia, Rivera y Aycardi (1985) reportaron una prevalencia baja de 10%. Asimismo, esta misma especie de piojo ha sido reportado en búfalos de Pakistán con una prevalencia de 23.5% coincidiendo con los datos encontrados en el presente estudio (Kakar y Kakarsulemankhel, 2009). En el presente estudio se encontró que, de cada 100 bovinos a riesgo, 5.2 se infestan en tres meses. Esta baja tasa de incidencia verdadera podría estar relacionada con la época del año en que se realizó el estudio, coincidiendo con altas temperaturas máximas diarias de $> 35^{\circ}\text{C}$ (INAFED, 2010). Nath *et al.* (2015) señalan que la infestación de piojos del ganado bovino varía dependiendo de la época del año y durante la época de seca se presenta la menor tasa de incidencia. Por otra parte, en este estudio se encontró infestación por una sola especie (*H. quadripertusus*), situación similar ocurrió en Brasil (Scofield *et al.* 2012). Sin embargo, se repor

tan infestaciones de bovinos con más de una especie de piojos en distintas partes del mundo (George *et al.* 1992, Gabaj *et al.* 1993; Colwell *et al.* 2001).

Cada especie de piojo tiene preferencia por los sitios donde parasita a sus hospederos. *H. quadripertusus* se encuentra principalmente en la cabeza, cola y región periorbital de bovinos en climas tropicales y subtropicales (Guimarães *et al.* 2001). Resultados similares fueron encontrados por Scofield *et al.* (2012) quienes observaron infestación de piojos en la región palpebral, orejas, y cola de bovinos. Linardi y Negromonte (1987) por su parte, observaron a este piojo en orejas, cuello y pelos de la cola de bovinos en los estados de Sergipe y Minas Gerais, Brasil. Los reportes previos difieren con el presente estudio, ya que los piojos se localizaron principalmente en la cola de los animales y en menor proporción en cabeza, cuerpo y miembros torácicos.

Gibney *et al.* (1985) y Burns *et al.* (1992) mencionan que *H. quadripertusus* afecta principalmente a bovinos jóvenes, mal nutridos y estresados, sin embargo, en el presente estudio se encontró a este ectoparásito en bovinos de buena condición corporal y en animales de distintas edades.

Kulkarni *et al.* (1992) al realizar dos aplicaciones (c/15 días) de deltametrina a razón de 12.5 p.p.m. para el control de *H. quadripertusus* en bovinos de la India encontró una eficacia del 100% observándose una protección contra la reinfestación al menos durante un año. En el presente estudio la aplicación de cipermetrina en una sola aplicación demostró una eficacia del 89.5%. Posiblemente para un mejor control de estos piojos sería recomendable realizar más de un solo tratamiento con intervalos cada 15 días (Kulkarni *et al.* 1992).

En este estudio se demostró que las condiciones ambientales de Yucatán, México son las propicias para el desarrollo de *H. quadripertusus*, ya que los piojos fueron observados en las tres visitas realizadas. Yeruham *et al.* (1982) mencionan que *H. quadripertusus* se presenta durante todo el año sin que exista una marcada variación estacional, lo que favorece su sobrevivencia en los bovinos de clima tropical. Estudios futuros sobre el impacto económico y la distribución de este ectoparásito en la ganadería bovina en el sureste de México son requeridos.

Conclusiones

Este estudio es el primer reporte de *H. quadripertusus* parasitando bovinos en el sureste de México. Se encontró una prevalencia moderada de bovinos infestados con *H. quadripertusus*, y la aplicación única de cipermetrina para el control de *H. quadripertusus* en el ganado bovino mostró moderada eficacia.

Referencias

- Bautista-Zuñiga F, Batllori E, Palacio G, Ortiz M, y Castillo M. 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. In: Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Ed. Bautista-Zuñiga F, Palacio G), UAC-UADY-INE México pp 33-58
- Burns LM, Titchener RN, y Holmes PH. 1992. Blood parameters and turnover data in calves infested with lice. Research Veterinary Science 52: 62-66

- Colwell DD, Clymer B, Booker CW, Guichon PT, Jim GK, Schunicht OC, y Wildman BK. 2001. Prevalence of sucking and chewing lice on cattle entering feedlots in southern Alberta. *Canadian Veterinary Journal* 42(4): 281-285
- Flores JS y Espejel I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. 1-35 pp
- Gabaj MM, Beesley WN, y Awan MA. 1993. Lice of farm animals in Libya. *Medical and Veterinary Entomology* 7(2): 138-140
- George JB, Ootob S, Ogunleye J, y Adediminyi B. 1992. Louse and mite infestation in domestic animals in northern Nigeria. *Tropical Animal Health Production* 24(2): 121-124
- Gibney VJ, Campbell JB, Boxler DJ, Clanton DC, y Deutscher GH. 1985. Effects of various infestation levels of cattle lice (Mallophaga: Trichodectidae and Anoplura: Haematopinidae) on feed efficiency and weight gains of beef heifers. *Journal of Economic Entomology* 78(6): 1304-1307
- Gutiérrez R, Cohen L, Morick D, Mumcuoglu KY, Harrus S, y Gottlieb Y. 2014. Identification of different *Bartonella* species in the cattle tail louse (*Haematopinus quadripertusus*) and in cattle blood. *Applied and Environmental Microbiology* 80(17): 547-5483
- Guimarães JH, Tucci EC, y Barros-Battesti DM. 2001. *Ectoparasitos de Importância Veterinária*. São Paulo: Plêiade 213 p
- Henderson CF, y Tilton EW. 1955. Test with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology* 48: 157-161
- INAFED. 2010. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Yucatán. Tizimín. Fecha de consulta: 8 de Octubre de 2015. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM31yucatan/index.html>
- Kakar MN y Kakarsulemankhel JK. 2009. Prevalence of lice species on cows and buffaloes of Quetta, Pakistan. *Pakistan Veterinary Journal* 29(1): 49-50
- Kulkarni PD, Danayat SV, Potdar PM, y Mujumdar KA. 1992. Control of lice infestation in dairy cattle with deltamethrin (Butox). *Indian Veterinary Journal* 69(12): 1129-1130
- Linardi PM y Negromonte MRS. 1987. Novos registros e dispersão de Haematopinídeos em bovinos no Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 39(6): 897-904
- Meleney WP y Kim KC. 1974. A comparative study of cattle-infesting *Haematopinus*, with re-description of *H. quadripertusus* Farenholz, 1919 (Anoplura: Haematopinidae). *Journal of Parasitology* 60(3): 507-522
- Milnes AS, O'Callaghan CJ, y Green LE. 2003. A longitudinal study of a natural lice infestation in growing cattle over two winter periods. *Veterinary Parasitology* 112(4): 307-323
- Nath TC, Ilyas N, Datta R, Deb LC, Debnath N, y Hossain M. 2015. Ectoparasitic infestation of cattle in Brahmanpara Upazilla of Comilla, Bangladesh. *Journal of Biological and Chemical Research* 32(1): 215-221
- Oormazdi H y Baker KP. 1980. Studies on the effects of lice on cattle. *British Veterinary Journal* 136: 146-153
- Quintero MMT. 2015. Capítulo 8: Piojos de importancia veterinaria. En: *Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria*. Rodríguez-Vivas R.I. Editor. AMPAVE-CONASA. México, D.F. 213-236 pp
- Quintero MMT y Marmolejo S. 1995. Hallazgo de *Haematopinus quadripertusus* en ganado bovino de la región de la Laguna, Torreón Coahuila, México *Memorias del Congreso Nacional de Buiatría, Torreón Coahuila México* 1-5 pp

- Ramírez-Cancino L y Rivera-Lorca J.A. 2010. La ganadería en el contexto de la biodiversidad. En: R. Durán, y M. Méndez. (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPF-FMAM, Conabio, Seduma. Mérida, Yucatán. 496 p
- Rivera B y Aycardi ER. 1985. Epidemiological evaluation of external parasites in cattle from the Brazilian cerrados and the Colombian eastern plains. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B* 32: 417-424
- Serra-Freire NM y Mello RP. 2006. Entomologia and Acarologia. *Medicina Veterinária*. Ed. LF. Livros de Veterinária Ltda, Rio de Janeiro. 114-116 p
- Scofield A, Campos KF, Silva AMM, Oliveira CHS, Barbosa JD, Góes-Cavalcante G. 2012. Infestation by *Haematopinus quadripertusus* on cattle in São Domingos do Capim, state of Pará, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology* 21: 315-318
- Veneziano V, Rinaldi L, Giannetto S, y Cringoli G. 2003. The first record of *Haematopinus tuberculatus* on *Bubalus bubalis* (water buffalo) in Italy. *Bubalus bubalis* 9: 69-75
- Thrusfield M. 2005. *Veterinary Epidemiology*. Third Ed. Blackwell Publishing. London. 42-43 p
- Weeks CA, Nicol CJ, y Titchener RN. 1995. Effects of the sucking louse (*Linognathus vituli*) on the grooming behavior of housed calves. *Veterinary Record* 137: 33-35
- Yeruham I, Hadani A, Perl S, y Elad D. 2001. Keratoconjunctivitis and periorbital papillomatosis associated with heavy periorbital infestation by the tail louse *Haematopinus quadripertusus* in heifers. *Journal of Veterinary Medicine* 48(2): 133-136
- Yeruham I, Hadani A, Sklar A, y Rauchbach K. 1982. Lice infestation in dairy cattle in Israel. *Israel Veterinary Medical* 39: 125-131

La Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Yucatán: 30 años de su fundación

Rita Minelia Vermont Ricalde* y José Salvador Flores Guido

Departamento de Botánica, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

* vrical@correo.uady.mx

Antecedentes históricos

La carrera de Biología a nivel universitario comienza a enseñarse en México en 1910 en la Escuela de Altos estudios, de la Universidad Nacional de México para formar profesionales de la docencia en biología; sin embargo, la escuela tuvo problemas hasta que cerró a los pocos años. Fue hasta 1939, con la fundación de la Facultad de Ciencias de la UNAM y la escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional en 1941, cuando se consolida en México la carrera de biología como tal.

En Yucatán en 1985, la Dirección General de Asuntos Académicos, en colaboración con el Departamento de Acuicultura y Biología Marina de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), elaboraron la propuesta para crear la Licenciatura en Biología. El proyecto fue aprobado por el H. Consejo Universitario en julio de 1985 y se iniciaron labores en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia el 17 de septiembre de 1985 con 36 alumnos, cuatro maestros (M. en C. Arturo Yáñez Martínez, Biol. Angélica Santiago, Biol. Raúl Díaz Plaza y Lic. en Mat. Jorge Navarro Alberto), una Coordinadora Académica (M. en Ed. Rita Minelia Vermont Ricalde), un Coordinador (M. en C. Jorge Zamacona Evenes), una técnica de laboratorio (María Reyna May y Tzab), una secretaria (Angélica María Montalvo Ferráez) y un intendente (Felipe Pech Zapata).

Dos años después se contrataron cuatro profesores más (Biol. Facundo Dagoberto Morales Avelino, Biol. María Luz Teresita Cid Sánchez, M. en C. Silvia F. Hernández Betancourt, Lic. Luis Aldana Burgos). En 1988, al cerrar el departamento de acuicultura y Biología Marina del CIR Hideyo Noguchi de UADY se incorporaron seis académicos que pertenecían a ese departamento. Los Coordinadores de la licenciatura han sido el M. en C. Zamacona, (1985-1988), el Dr. José Salvador Flores Guido (1989-2004), el Dr. Hugo Delfín González (2004-2006), la M. en Ed. Rita Minelia Vermont Ricalde (nov. 2006-2014) y la Dra. Carmen Salazar Gómez Varela (enero 2015 a la fecha) (Fig. 1).

Los primeros egresados (julio de 1990) fueron José Honorio Cemé Eúan, Iván Isidro Córdova Lara, Bartolomé Humberto Chí Manzanero, Alejandro Ramírez Freyre, Celia Isela Sélem Salas y Juan de la Cruz Tun Garrido (Fig. 2 y 3). Los dos últimos, ahora doctores en Ciencias, forman parte de la planta académica actual de la licenciatura en biología.



Figura 1. Presidium de la celebración del día del ambiente, de izquierda a derecha: MVZ Miguel Gutierrez Triay (Secretario Administrativo de la FMVZ), Dr. José Salvador Flores Guido (Coordinador de la licenciatura en Biología), M. en C. Álvaro Mimenza Cuevas (Rector de la UADY), M. en C. Mario Gómez (Secretario Académico de la FMVZ) y M. en Ed. Rita M. Vermont Ricalde (Coordinadora Académica de la Licenciatura en Biología). Fotografía de Rita Minelia Vermont Ricalde©.



Figura 2. De izquierda a derecha: Dr. José Salvador Flores Guido (Coordinador de la licenciatura en Biología), M. en C. Álvaro Mimenza Cuevas (Rector de la UADY), tercero desde la izquierda. Los 6 primeros egresados: Pas. de Biol. Juan de la Cruz Tun Garrido, Iván Isidro Córdova Lara, Alejandro Ramírez Freyre, José Honorio Cemé Euán, Bartolomé Chí Manznero y Celia Isela Sélem Salas. Celebración del día del medio ambiente en junio de 1990 plantando una palma de huano (*Sabal japa*). Fotografía de Rita Minelia Vermont Ricalde ©.



Figura 3. La palma de huano (*Sabal japa*) plantada hace 26 años (junio 2015). Fotografía de Rita Minelia Vermont Ricalde ©.

En 1988, se estableció la estructura departamental en la licenciatura donde los académicos se agruparon en cinco departamentos (Botánica, Biología experimental, Ecología, Manejo de recursos naturales tropicales y Zoología) para la planeación y desarrollo de las labores de docencia e investigación. Desde 2002, los académicos adscritos a la licenciatura se encuentran organizados en cuerpos académicos. Sin embargo, se sigue manteniendo la estructura administrativa por departamentos que a la fecha son cuatro, ya que Biología Experimental cerró en 2005.

En estos 30 años de la licenciatura en biología se han ofrecido cuatro planes de estudio: El plan 1985 fue el primero por créditos (427) en la UADY y constaba de 10 semestres: un curso propedéutico y nueve cursos regulares que incluía 32 asignaturas obligatorias y dos talleres optativos intersemestrales cursados entre los últimos dos semestres. La tesis era la única opción de titulación. El plan 1998 tenía una orientación hacia el manejo de los recursos naturales de la Península de Yucatán, con un total de 360 créditos y una duración de ocho semestres que incluían 35 asignaturas obligatorias y tres optativas cursadas en los últimos dos semestres, así como cuatro opciones de titulación: tesis, examen de conocimientos generales, manual de prácticas y ensayo monográfico. Este plan tuvo un Comité de evaluación permanente del plan de estudios, integrado por un representante de cada departamento, el Coordinador y Coordinadora Académica de la licenciatura. El Plan 2005, actualmente en liquidación, flexible e innovador de acuerdo al Modelo educativo y Académico (MEyA) de la UADY, tiene 369 créditos, 153 de los cuales correspondían a asignaturas obligatorias, 168 créditos a asignaturas optativas, 36 a asignaturas libres y 12 al servicio social, el cual quedó así incorporado al currículo. Incluye movilidad de alumnos, quienes pueden cursar hasta un 10% de los créditos en otras licenciaturas de la UADY o en otras instituciones nacionales o extranjeras con las que se tenga convenio. Las asignaturas se pueden cursar en semestres regulares o en verano. Su objetivo es formar profesionales que analicen los procesos biológicos en diferentes niveles de organización y apliquen estos conocimientos para el manejo y conservación de los recursos naturales y el ambiente. Ofrece siete opciones de titulación: tesis individual, tesis en grupo, monografía individual, promedio general, examen general de conocimientos, curso de opción a titulación y cursos de maestría. El título que se obtiene es el de Licenciado en Biología.

Plan de estudios

El plan vigente a partir de agosto 2013 (verlo completo en página Web del CCBA: www.ccba.uady.mx), está enmarcado en el Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI, 2012) de UADY. Esta actualización, con un enfoque por competencias, es una respuesta a las tendencias globales y nacionales de la educación, producto de los cambios de los últimos años, en los ámbitos económicos, políticos, culturales y sociales que se presentan a nivel internacional. Atiende a la Misión y la Visión institucionales, así como a la Misión y Visión del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA). Su objetivo es: El egresado de la Licenciatura en Biología de la UADY será un profesional con las competencias necesarias para realizar proyectos de investigación sobre recursos naturales, manejarlos para su aprovechamiento y conservación, ofreciendo alternativas de solución a problemas ambientales y realizando proyectos productivos sustentables.

El perfil de egreso está definido en función de las áreas de competencia y las competencias de egreso y son congruentes con los referentes social, profesional, disciplinar e institucional: Las áreas de competencia del biólogo son: Investigación, Manejo de recursos naturales, Gestión de

recursos, Producción sustentable y producción biotecnológica. Las competencias de egreso se corresponden en el mismo orden con las áreas de competencia y son: 1) Realizar proyectos de investigación sobre recursos naturales, en grupos multi e interdisciplinarios y con actitud creativa y respeto al medio ambiente 2) Manejar los recursos naturales para su aprovechamiento y conservación, de manera creativa, solidaria con la sociedad y con respeto al medio ambiente 3) Proponer alternativas de solución a problemas ambientales, con visión ética y sustentable 4) Realizar proyectos productivos sustentables relacionados con los recursos naturales, con actitud innovadora 5) Proponer alternativas de producción de bienes y servicios de manera multi e interdisciplinaria, con base en fundamentos genómicos y biológicos, con visión ética y respeto al medio ambiente. El total de créditos es de 320, que incluyen: 228 de asignaturas obligatorias (71.25 %); 12 de asignaturas institucionales (3.75%); 48 de asignaturas optativas (15%); 16 de asignaturas libres (5%); 12 del servicio social (3.75%) y 4 de prácticas profesionales (1.25%).

Durante los seis primeros semestres se incluyen las asignaturas obligatorias, incluyendo las institucionales, las cuales no son seriadas, sin embargo se incluyen primero las asignaturas que corresponden a la formación básica para el estudio de la biología, seguidas de los reinos de seres vivos y por último las que son de tipo integrador de modo que horizontal y verticalmente sean congruentes para el logro de las competencias de egreso. También se integran las asignaturas optativas y libres, así como el servicio social y la práctica profesional, las cuales contribuirán al reforzamiento de las mencionadas competencias de egreso, desde el área de interés del alumno. Se propiciará que los estudiantes participen en los programas de movilidad nacional e internacional, con universidades con las que la UADY tenga convenios. Los alumnos podrán cursar asignaturas obligatorias, optativas y libres hasta por un total del 30% de los créditos del plan mediante movilidad.

Cuerpos Académicos y sus Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento

CA Bioecología Animal

- Ecología, Diversidad, Conservación y Manejo de Fauna.

CA Diversidad de los Recursos Florísticos de Mesoamérica

- Diversidad y Conservación de los Recursos Vegetales de Mesoamérica

CA Ecología Tropical

- Ecología de Poblaciones e Interacciones Biológicas en el Trópico.

CA Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales

- Agroecología Tropical.
- Rehabilitación de Agroecosistemas.

Infraestructura de apoyo

Se cuenta para el desarrollo de las labores de docencia, investigación y extensión con varias Aulas, tres Laboratorios de Docencia, siete Laboratorios de Investigación, el Herbario Alfredo Barrera Marín, el Jardín Botánico Alfredo Barrera Vázquez, el Museo de colecciones zoológicas, un Centro de cómputo con 60 computadoras conectadas a Internet, 1 aula de cómputo con 40

computadoras, el Centro de autoacceso para enseñanza de idioma inglés, la Biblioteca MVZ Jorge León Dusset, y un Auditorio con capacidad para 80 personas.

Evaluaciones externas

Desde 1993 el Comité de Ciencias Naturales y Exactas, perteneciente a los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), llevó a cabo una evaluación del programa vigente de la licenciatura en Biología. En 2002 llevó a cabo otra evaluación y en 2003 el CIEES emitió un dictamen en el que se acreditó al programa con el nivel I. En febrero 2008 el Comité de Acreditación de Escuelas de Biología, A.C. (CACEB) evaluó al Programa y le otorgó en abril de ese año la Acreditación por un período de 5 años (2013). En mayo de 2013 el mismo reacreditó a la Licenciatura en Biología hasta 2018.

Alumnos

Han ingresado 1,349 alumnos hasta agosto 2015, donde 1,012 alumnos ingresaron hasta la cohorte 2011-2015, que es la última que egresará en agosto 2015. Egresaron en tiempo reglamentario (eficiencia terminal) un promedio de 60% de los alumnos. La tasa de titulación es de 63.78% y la tasa de Bajos es de 2.97 %. Se han llevado a cabo cuatro estudios de seguimiento de egresados institucionales: en 2003, 2006, 2011 y 2014 y una encuesta a empleadores en 2011.

Planta académica

Actualmente la planta está formada por 29 profesores (27 de tiempo completo, 93.2% y dos por horas, 6.8%) de los cuales dos son licenciados (7%), siete maestros en ciencias (24%), 20 doctores (67%). De éstos últimos 38% pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (4 candidatos, 6 nivel I y uno nivel III) y 76% cuentan con Perfil PRODEP. También se cuenta con siete técnicos académicos adscritos a los laboratorios de docencia, investigación y colecciones científicas (cuatro tienen licenciatura y tres con maestría en ciencias).

Programas de apoyo institucional

A partir de 2014 se cuenta con el Centro de Apoyo al Estudiante (CAE) que es Institucional y provee servicios, como por ejemplo becas, que se le ofrecen al estudiante UADY y orientación y/o tramitación de los mismos en la misma oficina, la cual está ubicada al interior de la Biblioteca. Se cuentan con las siguientes Becas:

Becas Pronabes:

Ciclo escolar 2013-2014 la recibieron 48 alumnos de Biología

Ciclo escolar 2014-2015 la recibieron 67 alumnos de Biología

Beca Federaciones:

Ciclo escolar 2013-2014 la recibieron 26 alumnos de Biología

Beca apoyo a padres y madres jóvenes universitarios

Ciclo escolar 2013-2014 la recibieron 4 alumnas de Biología.

Se cuenta con el Programa Institucional de Tutorías desde 2003. Para ser tutores los profesores participan en un programa de formación. Desde el Plan 2005 (en liquidación) los tutores acompañan a los alumnos desde el ingreso hasta su egreso. Se cuenta con un programa en línea en la página del Campus en el que cada tutor y tutorado tiene acceso a una carpeta de tutor (Reglamentos y Servicios de la UADY y la dependencia), Registro de la entrevista, el reporte de tutorías y un video sobre el sistema de tutorías. Como apoyo a las tutorías, se cuenta con el Programa de atención psicopedagógica proporcionado por personal de la Facultad de Psicología de la UADY, y con programa atención a la salud, con personal de la Facultad de Enfermería UADY. Incluye el Programa de Movilidad estudiantil, el Programa Institucional de Idioma Inglés (6 semestres para los alumnos de licenciatura), así como el Programa Institucional de fomento a la Investigación (PRIORI) que les concede a los alumnos becas para realizar tesis de licenciatura y posgrado y a los profesores financiamiento para realizar proyectos de investigación. En apoyo a los académicos se contó hasta 2012 con el programa institucional de Habilidad Pedagógica, y a partir de 2012 con el programa institucional de Habilidad en el MEFI, que les permite la actualización en el área docente.

VISIÓN de la Licenciatura en Biología

En el 2020, la Licenciatura en Biología estará formando profesionales competentes para la investigación y el manejo sustentable de los recursos naturales.

Sus atributos son:

- i. El Plan de Estudios de la Licenciatura en Biología está acreditado por los organismos competentes nacionales e internacionales. Todos los programas de asignatura basados en el modelo educativo y académico de formación integral vigente y en la generación y aplicación del conocimiento, vinculados permanentemente con los sectores productivo, social y público.
- ii. Forma egresados ampliamente apreciados por la sociedad y demandados por los empleadores por ser socialmente responsables y poseer sólidas competencias profesionales.
- iii. La planta académica está integrada en cuerpos académicos que apoyan a la licenciatura, desarrollando líneas de investigación vigentes y pertinentes, donde incorporan actividades docentes, permitiendo que los estudiantes aprendan en escenarios reales y realicen proyectos integradores.
- iv. Cuenta con vínculos con los otros *PE* de la Universidad Autónoma de Yucatán, de otras instituciones de educación superior y de investigación, nacionales y extranjeras; con el sector productivo y la sociedad en general. (Plan de Desarrollo de la Lic. En Biología, 2011-2020).

Referencias

- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de estudios de la Licenciatura en Biología. 1985.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de estudios de la Licenciatura en Biología. 1998.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de estudios de la Licenciatura en Biología. 2005.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de estudios de la licenciatura en Biología .2013.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de desarrollo 2011-2020 de la Licenciatura en Biología. 2011.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Seguimiento de egresados de la licenciatura en Biología. 2003. Universidad Autónoma de Yucatán. Seguimiento de egresados de la licenciatura en Biología. 2006.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Seguimiento de egresados de la licenciatura en Biología. 2011.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Seguimiento de egresados de la licenciatura en Biología. 2014.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Encuesta a empleadores de la licenciatura en Biología. 2011.

La Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Yucatán: 30 años de su fundación

Rita Minelia Vermont Ricalde* y José Salvador Flores Guido

Departamento de Botánica, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

* vrical@correo.uady.mx

Antecedentes históricos

La carrera de Biología a nivel universitario comienza a enseñarse en México en 1910 en la Escuela de Altos estudios, de la Universidad Nacional de México para formar profesionales de la docencia en biología; sin embargo, la escuela tuvo problemas hasta que cerró a los pocos años. Fue hasta 1939, con la fundación de la Facultad de Ciencias de la UNAM y la escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional en 1941, cuando se consolida en México la carrera de biología como tal.

En Yucatán en 1985, la Dirección General de Asuntos Académicos, en colaboración con el Departamento de Acuicultura y Biología Marina de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), elaboraron la propuesta para crear la Licenciatura en Biología. El proyecto fue aprobado por el H. Consejo Universitario en julio de 1985 y se iniciaron labores en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia el 17 de septiembre de 1985 con 36 alumnos, cuatro maestros (M. en C. Arturo Yáñez Martínez, Biol. Angélica Santiago, Biol. Raúl Díaz Plaza y Lic. en Mat. Jorge Navarro Alberto), una Coordinadora Académica (M. en Ed. Rita Minelia Vermont Ricalde), un Coordinador (M. en C. Jorge Zamacona Evenes), una técnica de laboratorio (María Reyna May y Tzab), una secretaria (Angélica María Montalvo Ferráez) y un intendente (Felipe Pech Zapata).

Dos años después se contrataron cuatro profesores más (Biol. Facundo Dagoberto Morales Avelino, Biol. María Luz Teresita Cid Sánchez, M. en C. Silvia F. Hernández Betancourt, Lic. Luis Aldana Burgos). En 1988, al cerrar el departamento de acuicultura y Biología Marina del CIR Hideyo Noguchi de UADY se incorporaron seis académicos que pertenecían a ese departamento. Los Coordinadores de la licenciatura han sido el M. en C. Zamacona, (1985-1988), el Dr. José Salvador Flores Guido (1989-2004), el Dr. Hugo Delfín González (2004-2006), la M. en Ed. Rita Minelia Vermont Ricalde (nov. 2006-2014) y la Dra. Carmen Salazar Gómez Varela (enero 2015 a la fecha) (Fig. 1).

Los primeros egresados (julio de 1990) fueron José Honorio Cemé Eúan, Iván Isidro Córdova Lara, Bartolomé Humberto Chí Manzanero, Alejandro Ramírez Freyre, Celia Isela Sélem Salas y Juan de la Cruz Tun Garrido (Fig. 2 y 3). Los dos últimos, ahora doctores en Ciencias, forman parte de la planta académica actual de la licenciatura en biología.



Figura 1. Presidium de la celebración del día del ambiente, de izquierda a derecha: MVZ Miguel Gutierrez Triay (Secretario Administrativo de la FMVZ), Dr. José Salvador Flores Guido (Coordinador de la licenciatura en Biología), M. en C. Álvaro Mimenza Cuevas (Rector de la UADY), M. en C. Mario Gómez (Secretario Académico de la FMVZ) y M. en Ed. Rita M. Vermont Ricalde (Coordinadora Académica de la Licenciatura en Biología). Fotografía de Rita Minelia Vermont Ricalde©.



Figura 2. De izquierda a derecha: Dr. José Salvador Flores Guido (Coordinador de la licenciatura en Biología), M. en C. Álvaro Mimenza Cuevas (Rector de la UADY), tercero desde la izquierda. Los 6 primeros egresados: Pas. de Biol. Juan de la Cruz Tun Garrido, Iván Isidro Córdova Lara, Alejandro Ramírez Freyre, José Honorio Cemé Euán, Bartolomé Chí Manznero y Celia Isela Sélem Salas. Celebración del día del medio ambiente en junio de 1990 plantando una palma de huano (*Sabal japa*). Fotografía de Rita Minelia Vermont Ricalde ©.



Figura 3. La palma de huano (*Sabal japa*) plantada hace 26 años (junio 2015). Fotografía de Rita Minelia Vermont Ricalde ©.

En 1988, se estableció la estructura departamental en la licenciatura donde los académicos se agruparon en cinco departamentos (Botánica, Biología experimental, Ecología, Manejo de recursos naturales tropicales y Zoología) para la planeación y desarrollo de las labores de docencia e investigación. Desde 2002, los académicos adscritos a la licenciatura se encuentran organizados en cuerpos académicos. Sin embargo, se sigue manteniendo la estructura administrativa por departamentos que a la fecha son cuatro, ya que Biología Experimental cerró en 2005.

En estos 30 años de la licenciatura en biología se han ofrecido cuatro planes de estudio: El plan 1985 fue el primero por créditos (427) en la UADY y constaba de 10 semestres: un curso propedéutico y nueve cursos regulares que incluía 32 asignaturas obligatorias y dos talleres optativos intersemestrales cursados entre los últimos dos semestres. La tesis era la única opción de titulación. El plan 1998 tenía una orientación hacia el manejo de los recursos naturales de la Península de Yucatán, con un total de 360 créditos y una duración de ocho semestres que incluían 35 asignaturas obligatorias y tres optativas cursadas en los últimos dos semestres, así como cuatro opciones de titulación: tesis, examen de conocimientos generales, manual de prácticas y ensayo monográfico. Este plan tuvo un Comité de evaluación permanente del plan de estudios, integrado por un representante de cada departamento, el Coordinador y Coordinadora Académica de la licenciatura. El Plan 2005, actualmente en liquidación, flexible e innovador de acuerdo al Modelo educativo y Académico (MEyA) de la UADY, tiene 369 créditos, 153 de los cuales correspondían a asignaturas obligatorias, 168 créditos a asignaturas optativas, 36 a asignaturas libres y 12 al servicio social, el cual quedó así incorporado al currículo. Incluye movilidad de alumnos, quienes pueden cursar hasta un 10% de los créditos en otras licenciaturas de la UADY o en otras instituciones nacionales o extranjeras con las que se tenga convenio. Las asignaturas se pueden cursar en semestres regulares o en verano. Su objetivo es formar profesionales que analicen los procesos biológicos en diferentes niveles de organización y apliquen estos conocimientos para el manejo y conservación de los recursos naturales y el ambiente. Ofrece siete opciones de titulación: tesis individual, tesis en grupo, monografía individual, promedio general, examen general de conocimientos, curso de opción a titulación y cursos de maestría. El título que se obtiene es el de Licenciado en Biología.

Plan de estudios

El plan vigente a partir de agosto 2013 (verlo completo en página Web del CCBA: www.ccba.uady.mx), está enmarcado en el Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI, 2012) de UADY. Esta actualización, con un enfoque por competencias, es una respuesta a las tendencias globales y nacionales de la educación, producto de los cambios de los últimos años, en los ámbitos económicos, políticos, culturales y sociales que se presentan a nivel internacional. Atiende a la Misión y la Visión institucionales, así como a la Misión y Visión del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA). Su objetivo es: El egresado de la Licenciatura en Biología de la UADY será un profesional con las competencias necesarias para realizar proyectos de investigación sobre recursos naturales, manejarlos para su aprovechamiento y conservación, ofreciendo alternativas de solución a problemas ambientales y realizando proyectos productivos sustentables.

El perfil de egreso está definido en función de las áreas de competencia y las competencias de egreso y son congruentes con los referentes social, profesional, disciplinar e institucional: Las áreas de competencia del biólogo son: Investigación, Manejo de recursos naturales, Gestión de

recursos, Producción sustentable y producción biotecnológica. Las competencias de egreso se corresponden en el mismo orden con las áreas de competencia y son: 1) Realizar proyectos de investigación sobre recursos naturales, en grupos multi e interdisciplinarios y con actitud creativa y respeto al medio ambiente 2) Manejar los recursos naturales para su aprovechamiento y conservación, de manera creativa, solidaria con la sociedad y con respeto al medio ambiente 3) Proponer alternativas de solución a problemas ambientales, con visión ética y sustentable 4) Realizar proyectos productivos sustentables relacionados con los recursos naturales, con actitud innovadora 5) Proponer alternativas de producción de bienes y servicios de manera multi e interdisciplinaria, con base en fundamentos genómicos y biológicos, con visión ética y respeto al medio ambiente. El total de créditos es de 320, que incluyen: 228 de asignaturas obligatorias (71.25 %); 12 de asignaturas institucionales (3.75%); 48 de asignaturas optativas (15%); 16 de asignaturas libres (5%); 12 del servicio social (3.75%) y 4 de prácticas profesionales (1.25%).

Durante los seis primeros semestres se incluyen las asignaturas obligatorias, incluyendo las institucionales, las cuales no son seriadas, sin embargo se incluyen primero las asignaturas que corresponden a la formación básica para el estudio de la biología, seguidas de los reinos de seres vivos y por último las que son de tipo integrador de modo que horizontal y verticalmente sean congruentes para el logro de las competencias de egreso. También se integran las asignaturas optativas y libres, así como el servicio social y la práctica profesional, las cuales contribuirán al reforzamiento de las mencionadas competencias de egreso, desde el área de interés del alumno. Se propiciará que los estudiantes participen en los programas de movilidad nacional e internacional, con universidades con las que la UADY tenga convenios. Los alumnos podrán cursar asignaturas obligatorias, optativas y libres hasta por un total del 30% de los créditos del plan mediante movilidad.

Cuerpos Académicos y sus Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento

CA Bioecología Animal

- Ecología, Diversidad, Conservación y Manejo de Fauna.

CA Diversidad de los Recursos Florísticos de Mesoamérica

- Diversidad y Conservación de los Recursos Vegetales de Mesoamérica

CA Ecología Tropical

- Ecología de Poblaciones e Interacciones Biológicas en el Trópico.

CA Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales

- Agroecología Tropical.
- Rehabilitación de Agroecosistemas.

Infraestructura de apoyo

Se cuenta para el desarrollo de las labores de docencia, investigación y extensión con varias Aulas, tres Laboratorios de Docencia, siete Laboratorios de Investigación, el Herbario Alfredo Barrera Marín, el Jardín Botánico Alfredo Barrera Vázquez, el Museo de colecciones zoológicas, un Centro de cómputo con 60 computadoras conectadas a Internet, 1 aula de cómputo con 40

computadoras, el Centro de autoacceso para enseñanza de idioma inglés, la Biblioteca MVZ Jorge León Dusset, y un Auditorio con capacidad para 80 personas.

Evaluaciones externas

Desde 1993 el Comité de Ciencias Naturales y Exactas, perteneciente a los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), llevó a cabo una evaluación del programa vigente de la licenciatura en Biología. En 2002 llevó a cabo otra evaluación y en 2003 el CIEES emitió un dictamen en el que se acreditó al programa con el nivel I. En febrero 2008 el Comité de Acreditación de Escuelas de Biología, A.C. (CACEB) evaluó al Programa y le otorgó en abril de ese año la Acreditación por un período de 5 años (2013). En mayo de 2013 el mismo reacreditó a la Licenciatura en Biología hasta 2018.

Alumnos

Han ingresado 1,349 alumnos hasta agosto 2015, donde 1,012 alumnos ingresaron hasta la cohorte 2011-2015, que es la última que egresará en agosto 2015. Egresaron en tiempo reglamentario (eficiencia terminal) un promedio de 60% de los alumnos. La tasa de titulación es de 63.78% y la tasa de Bajos es de 2.97 %. Se han llevado a cabo cuatro estudios de seguimiento de egresados institucionales: en 2003, 2006, 2011 y 2014 y una encuesta a empleadores en 2011.

Planta académica

Actualmente la planta está formada por 29 profesores (27 de tiempo completo, 93.2% y dos por horas, 6.8%) de los cuales dos son licenciados (7%), siete maestros en ciencias (24%), 20 doctores (67%). De éstos últimos 38% pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (4 candidatos, 6 nivel I y uno nivel III) y 76% cuentan con Perfil PRODEP. También se cuenta con siete técnicos académicos adscritos a los laboratorios de docencia, investigación y colecciones científicas (cuatro tienen licenciatura y tres con maestría en ciencias).

Programas de apoyo institucional

A partir de 2014 se cuenta con el Centro de Apoyo al Estudiante (CAE) que es Institucional y provee servicios, como por ejemplo becas, que se le ofrecen al estudiante UADY y orientación y/o tramitación de los mismos en la misma oficina, la cual está ubicada al interior de la Biblioteca. Se cuentan con las siguientes Becas:

Becas Pronabes:

Ciclo escolar 2013-2014 la recibieron 48 alumnos de Biología

Ciclo escolar 2014-2015 la recibieron 67 alumnos de Biología

Beca Federaciones:

Ciclo escolar 2013-2014 la recibieron 26 alumnos de Biología

Beca apoyo a padres y madres jóvenes universitarios

Ciclo escolar 2013-2014 la recibieron 4 alumnas de Biología.

Se cuenta con el Programa Institucional de Tutorías desde 2003. Para ser tutores los profesores participan en un programa de formación. Desde el Plan 2005 (en liquidación) los tutores acompañan a los alumnos desde el ingreso hasta su egreso. Se cuenta con un programa en línea en la página del Campus en el que cada tutor y tutorado tiene acceso a una carpeta de tutor (Reglamentos y Servicios de la UADY y la dependencia), Registro de la entrevista, el reporte de tutorías y un video sobre el sistema de tutorías. Como apoyo a las tutorías, se cuenta con el Programa de atención psicopedagógica proporcionado por personal de la Facultad de Psicología de la UADY, y con programa atención a la salud, con personal de la Facultad de Enfermería UADY. Incluye el Programa de Movilidad estudiantil, el Programa Institucional de Idioma Inglés (6 semestres para los alumnos de licenciatura), así como el Programa Institucional de fomento a la Investigación (PRIORI) que les concede a los alumnos becas para realizar tesis de licenciatura y posgrado y a los profesores financiamiento para realizar proyectos de investigación. En apoyo a los académicos se contó hasta 2012 con el programa institucional de Habilidad Pedagógica, y a partir de 2012 con el programa institucional de Habilidad en el MEFI, que les permite la actualización en el área docente.

VISIÓN de la Licenciatura en Biología

En el 2020, la Licenciatura en Biología estará formando profesionales competentes para la investigación y el manejo sustentable de los recursos naturales.

Sus atributos son:

- i. El Plan de Estudios de la Licenciatura en Biología está acreditado por los organismos competentes nacionales e internacionales. Todos los programas de asignatura basados en el modelo educativo y académico de formación integral vigente y en la generación y aplicación del conocimiento, vinculados permanentemente con los sectores productivo, social y público.
- ii. Forma egresados ampliamente apreciados por la sociedad y demandados por los empleadores por ser socialmente responsables y poseer sólidas competencias profesionales.
- iii. La planta académica está integrada en cuerpos académicos que apoyan a la licenciatura, desarrollando líneas de investigación vigentes y pertinentes, donde incorporan actividades docentes, permitiendo que los estudiantes aprendan en escenarios reales y realicen proyectos integradores.
- iv. Cuenta con vínculos con los otros *PE* de la Universidad Autónoma de Yucatán, de otras instituciones de educación superior y de investigación, nacionales y extranjeras; con el sector productivo y la sociedad en general. (Plan de Desarrollo de la Lic. En Biología, 2011-2020).

Referencias

- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de estudios de la Licenciatura en Biología. 1985.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de estudios de la Licenciatura en Biología. 1998.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de estudios de la Licenciatura en Biología. 2005.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de estudios de la licenciatura en Biología .2013.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Plan de desarrollo 2011-2020 de la Licenciatura en Biología. 2011.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Seguimiento de egresados de la licenciatura en Biología. 2003.Universidad Autónoma de Yucatán. Seguimiento de egresados de la licenciatura en Biología. 2006.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Seguimiento de egresados de la licenciatura en Biología. 2011.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Seguimiento de egresados de la licenciatura en Biología. 2014.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Encuesta a empleadores de la licenciatura en Biología. 2011.

Diversidad y uso de las orquídeas

Luis Didier Cox Tamay^{1*}, José Yader Sageth Ruiz Cruz² y Eduardo Alberto Pérez García³

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán. ²Centro de Investigaciones Tropicales - Orquidario UV, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. ³Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

*didier.230@hotmail.com

Introducción

Las orquídeas son muy conocidas por sus extraordinarias flores de formas y colores muy variadas. Estas plantas pertenecen a la familia botánica Orchidaceae la cual presentan el mayor número de especies en todo el mundo, ya que existen alrededor de 700 géneros y más de 25,000 especies (Beutelspacher 2012). Son consideradas como una familia cosmopolita debido a que están presentes en casi todas las regiones del mundo, a excepción de los polos, las cumbres nevadas y los desiertos más áridos. No obstante, ninguna especie puede crecer en todos los hábitats de la tierra, y de hecho cada región del mundo cuenta con sus propias especies endémicas. Los hábitats donde se encuentran poseen condiciones distintas y las orquídeas se han tenido que adaptar a estas, de tal forma que sus hábitos de crecimiento dependen de la región donde se desarrollan. Por ejemplo, las orquídeas de las regiones árticas, donde los inviernos son muy fríos, las plantas son terrestres y permanecen debajo de la superficie en la época desfavorable para el crecimiento vegetal.

Por otro lado muchas especies de orquídeas de las regiones tropicales húmedas son epífitas, es decir, crecen sobre los árboles sin utilizar los recursos de estos (no son parásitas). Estas orquídeas epífitas utilizan a los árboles como soporte mecánico, ya que vivir en las ramas y en los troncos y éstos les proporcionan ciertas ventajas, como estar más cerca de la luz y evitar el ataque de algunos herbívoros. Las orquídeas epífitas no son parásitas de los árboles hospederos, a diferencia de los muérdagos que son hemiparásitos. Las orquídeas obtienen sus nutrientes del material orgánico que se acumula en la corteza de las ramas y de los compuestos diluidos en el agua de lluvia (Benzing 2004, Goddings 2006).

El mayor número de especies de orquídeas se encuentra en países tropicales, como Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Panamá. En México, esta familia se encuentra representada por 170 géneros y alrededor de 1260 especies (Hágsater *et al.* 2005), de las cuales se estima que el 60 % son epífitas. En el país su distribución se centra en los bosques tropicales perennifolios, subcaducifolios, y caducifolios, pero de forma más relevante en los bosques mesófilos de montaña (o bosques de neblina) donde se presenta del 50 al 60 % de la orquideoflora del país. Los estados que albergan la mayor diversidad de orquídeas en el país son Oaxaca, con cerca de 700 especies (Soto-Arenas y Salazar 2004), Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Tabasco y Veracruz.

Morfología y aspectos ecológicos

Las orquídeas se caracterizan por presentar una estructura floral formada por tres sépalos, y tres pétalos, uno de los cuales generalmente se encuentra modificado de forma más vistosa. Debido a la modificación de uno de los pétalos, la simetría de las flores de las orquídeas es bilateral (zigomórfica). El pétalo modificado se denomina labelo y funciona para atraer a los polinizadores hacia las estructuras reproductoras de la flor. El labelo varía de acuerdo a la especie, algunos presentan ornamentaciones muy llamativas como en *Rhyncholaelia digbyana*, o son carnosos y cerosos como en *Stanhopea dodsoniana*, en algunos otros casos funcionan como trampas con formas de recipientes, como en *Mexipedium xerophyticum* y *Phragmipedium exstaminodium* (Fig. 1).



Figura 1. A-D. Formas del labelo. Labelo en forma de recipientes, (A) *Mexipedium xerophyticum* y (B) *Phragmipedium exstaminodium*. Labelo carnosos y cerosos (C) *Stanhopea dodsoniana*. Con ornamentaciones, (D) *Rhyncholaelia digbyana*. (Fotografías: (A) Gerardo A. Salazar, (B) Rolando Jiménez Machorro, Herbario AMO, (C) Brian A. Jiménez Montero y (D) Dulce Burgos Cervantes) ©.

Las orquídeas han desarrollado numerosas estrategias para lograr su polinización, algunas ofrecen néctar u otro tipo de recompensas, como resinas, aceites y pseudopolen, pero muchas otras no brindan recompensas y son maestras en el arte del engaño. Estas plantas han desarrollado diversas formas para engañar a los polinizadores, desde aparentar ser una fuente de alimento, hasta imitar a hembras de insectos para atraer a los machos.

Las orquídeas son plantas herbáceas, generalmente de porte relativamente pequeño, aunque las hay con tallos que sobrepasan los dos metros de altura, como algunas especies de *Selenipedium* de Sudamérica. Así mismo, algunas plantas pueden tener tallos suculentos (pseudobulbos) y pesar varias decenas de kilos. Entre las orquídeas más grandes que existen se encuentran las vainillas, sus tallos se comportan como bejuco que trepan hacia la copa de los árboles y pueden presentar crecimiento masivo. Los pseudobulbos ayudan a almacenar agua y nutrientes que luego pueden usar para la producción de flores o nuevos brotes de crecimiento (Jiménez *et al.* 1998). Las raíces de las orquídeas sirven tanto para sujetarse a los troncos y ramas de los árboles, como para la absorción de agua y nutrientes. Algunas orquídeas epífitas tienen raíces fotosintéticas y en casos extremos hay especies que ya nunca presentan hojas y toda la fotosíntesis se realiza en las raíces. Una adaptación muy importante que han desarrollado las orquídeas para poder vivir en el medio epífito es el velamen, esta estructura funciona a manera de esponja para captar de forma eficiente el agua que escurre sobre las ramas y troncos de los árboles (Hágsater *et al.* 2005).

Uso y conservación

Alrededor del mundo, las orquídeas son importantes recursos forestales no maderables y tienen usos ornamentales y etnobotánicos (Fig. 2). Particularmente, se pueden destacar a las especies que se ocupan como alimento o medicina, así como las que se utilizan para preparar bebidas, confitería y saborizantes (Cox-Tamay 2013). Además, se ocupan en ceremonias religiosas, supersticiosas y mágicas (Arditti 1992). Un uso notable, sobre todo en México, es la elaboración de artesanías, de los pseudobulbos se extrae una goma pegajosa que tradicionalmente se ha usado como pegamento y aglutinante para elaborar diversas artesanías, desde el arte plumario, calaveritas de dulce y figuras de caña, entre otras (García-Peña y Peña 1981; Cox-Tamay 2014) (Fig. 3). Actualmente es empleado para restaurar obras de arte y textiles históricos en el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

Cada especie de orquídea o grupos de éstas son recursos que caracterizan a las diferentes culturas y regiones del mundo (Rees 1976) y México no es la excepción. Al contrario, ciertas especies son parte importante de las tradiciones mexicanas, como el uso de algunas especies de *Laelia* para las ofrendas de los días de muertos. En el país cada año miles de inflorescencias son cortadas algunas veces con fragmentos de plantas (sobre todo el pseudo-bulbo con la inflorescencia) para adornar atrios, altares, capillas, tumbas, entre otros. Lamentablemente, el constante incremento de las áreas urbanas y agropecuarias, a costa del desmonte de los bosques y selvas naturales ha diezclado a las poblaciones de orquídeas silvestres en México. Si a este fenómeno se le suma la colecta indiscriminada de plantas e inflorescencias, así como los efectos del cambio climático global, el panorama de la conservación de las orquídeas es muy sombrío (CITES 2007; Flores-Palacios y Valencia-Díaz 2007; Salazar-Rojas *et al.* 2007). Afortunadamente, existen instituciones y personas que están reproduciendo especies e híbridos de orquídeas para disminuir la presión de colecta de estas plantas. Sin embargo, estos esfuerzos no son suficientes y por ello es

urgente participar para protegerlas, evitando su comercio ilegal y la destrucción de sus hábitats naturales.



Figura 2. A-C. Uso de las orquídeas. (A) Comercialización de orquídeas para uso ornamental. (B) Uso ceremonial de *Oncidium sphacelatum*. (C) Uso de las flores de *Laelia autumnalis* en el panteón de Pátzcuaro, México. (Fotografías: (A) Luis D. Cox Tamay. (B) Yader S. Ruiz. (C) Eduardo A. Pérez-García) ©.



Figura 3. Las plumas se pegaban con un mucilago extraído de los pseudobulbos de orquídeas (A). Amantecas elaborando artesanías a base de plumas (B-D). Imágenes tomadas del Códice Florentino en la Biblioteca Digital Mundial (<http://www.wdl.org/en/item/10096/>).

Referencias

- Arditti J. 1992. *Fundamentals of Orchid Biology*. Wiley. 691 pp. Nueva York.
- Benzing DH. 2004. Vascular epiphytes. En: Margaret D. Lowman y H. B. Rinker (editores). *Forest Canopies*. Segunda Edición. Elsevier Academic Press. San Diego, California, E.U.A. 517 pp.
- Beutelspacher CR. 2012. *Esplendor de las orquídeas de Chiapas*. Conaculta. México, D.F.
- CITES 2007. *Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre*. Apéndice I, II y III. México, D.F.
- Cox-Tamay LD. 2013. Orquídeas: Importancia y uso en México. *Bioagrocencias*. 6(2):4-7.
- Cox-Tamay LD. 2014. Uso de pseudobulbos de orquídeas para la elaboración de mucílago. *Boletín de la Asociación Mexicana de Orquideología*. Mayo-Junio 4-9 pp.
- Flores-Palacios A. y Valencia-Díaz S. 2007. Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation* 136: 372-387.
- Goddings HJ. 2006. Vascular epiphytes diversity within the La Chonta Forestry Concession, Bolivia. Project Bosque. University of Edinburg and the University of Uppsala. Short Report. Uppsala. 15 pp.
- Hágsater E., Soto-Arenas MA., Salazar GA., Jiménez R., López MA. y Dressler RL. 2005. *Las Orquídeas de México*. Instituto Chinoín, A.C., México, D.F.
- Jiménez M., Sánchez L. y García-Cruz J. 1998. Familia Orchidaceae, tribu Maxillarieae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*. Fascículo 67. Instituto de Ecología. Michoacán, México.
- Rees J. 1976. The Oaxaca Christmas plant market. *Journal of the Bromeliad Society Bulletin* 6:223-232.
- Salazar-Rojas V., Herrera-Cabrera E., Flores-Palacios A. y Ocampo-Fletes I. 2007. Tradicional use and conservation of the “Calaverita” *Laelia anceps* subsp. *dawsonii* f. *chilapensis* Soto-Arenas at Chilapa, Guerrero, México. *Lankesteriana*. 7:368-370.
- Soto-Arenas MA y Salazar G. 2004. Orquídeas. En: García-Mendoza A.J., Ordóñez M.J. y Briones-Salas M.A. (editores). pp. 271- 295. *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund. México, D.F.
- Villaseñor JL. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*. 28:160-167.

Innovaciones tecnológicas en sistemas agrícolas de productores rurales de la localidad de San José Oriente, Hochtún, Yucatán, México

Ivan Chan Cortazar¹, Jorge Santos Flores^{1*} y Alan García Lira²

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y ²Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

*sflores@correo.uady.mx

Resumen

Se instrumentaron técnicas de cultivo orgánico para promover el mejoramiento y sustentabilidad de sistemas agrícolas rurales. La combinación en el uso de camas elevadas, purín de gallinaza, riego por goteo y la técnica de doble excavación, contribuyeron al incremento de la producción hortícola de las familias campesinas que participaron en el proyecto.

Introducción

La mayoría de los pequeños productores del sector rural en Yucatán basan su estrategia de sobrevivencia a través del manejo de los recursos naturales disponibles. Se distinguen dos sistemas principales de manejo: la milpa y el solar. Los aspectos asociados a su problemática considerados en situación grave son: a) bajos índices de producción; b) sistemas productivos con escasa conectividad entre los subsistemas; c) escasa vinculación con los mercados de insumos y de productos; d) deterioro de los recursos naturales (vegetación, suelo y mantos), además del impacto de la globalización de los mercados que pone en gran desventaja a los sistemas escasamente organizados y con infraestructura débil. (Anderson *et al.* 2001)

Asociado a tal problemática se pudo encontrar en Yucatán, diferentes magnitudes de la inseguridad alimentaria; en algunas regiones se han encontrado niveles de desnutrición infantil que alcanzan hasta 63 %, especialmente con deficiencia de proteína (INSP 2013). En ese sentido, la producción de alimentos es una acción prioritaria para conseguir la seguridad alimentaria con base en la potencialización de la capacidad de abasto de cada región. Mayor vocación productiva, estabilidad de la producción y su diversificación, pueden favorecer el acceso hacia los alimentos generados en la propia región y, por tanto, mejorar las condiciones de seguridad alimentaria sin perder de vista que los procesos de producción sean social y ambientalmente aceptables.

Consciente de la necesidad de fortalecer el bienestar familiar, el Gobierno del estado de Yucatán a través de la Secretaria de Desarrollo Rural (SEDER) y su programa Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA), buscan incrementar la producción de alimentos mediante incentivos para la adquisición de insumos, construcción de infraestructura, adquisición de equipamiento productivo, realización de obras y buenas prácticas para el aprovechamiento sustentable de suelo y agua, proyectos integrales de desarrollo productivo, desarrollo de capacidades y servicios profesionales de extensión e innovación rural, fortalecimiento de las organizaciones rurales y esquemas de aseguramiento para atender afectaciones provocadas por desastres naturales.

La población objetivo del COUSA, son personas físicas o morales que se dedican a actividades de producción agrícola y pecuaria, que se ubican en los municipios clasificados por la SEDER como de mayor prioridad por el grado de deterioro, escasez o sobre explotación de sus recursos productivos primarios (suelo, agua y vegetación), organizados en grupos de productores.

El objetivo del presente trabajo fue promover el establecimiento de sistemas agrícolas que contribuyan al abastecimiento de las necesidades alimenticias de manera sustentable a la comunidad de San José Oriente, comisaría de Hochtún, Yucatán, a través de procesos autogestivos para la adopción y replica de prácticas agroecológicas.

Material y métodos

El trabajo se desarrolló en la comisaría de San José Oriente, Municipio de Hochtún, Yucatán (Fig. 1). La localidad cuenta con 827 habitantes de los cuales 416 son hombres y 411 son mujeres y el porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 29.02% (21.39% en los hombres y 36.74% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 3.29 años, únicamente (3.87 en hombres y 2.69 en mujeres). El 89.12% de los adultos habla alguna lengua maya peninsular (INEGI 2013). Los suelos más abundantes en la localidad son los litosoles y rendzinas, suelos someros y pedregosos y que limitan las actividades agrícolas. La vegetación característica es la selva baja caducifolia espinosa (Duch 1988).

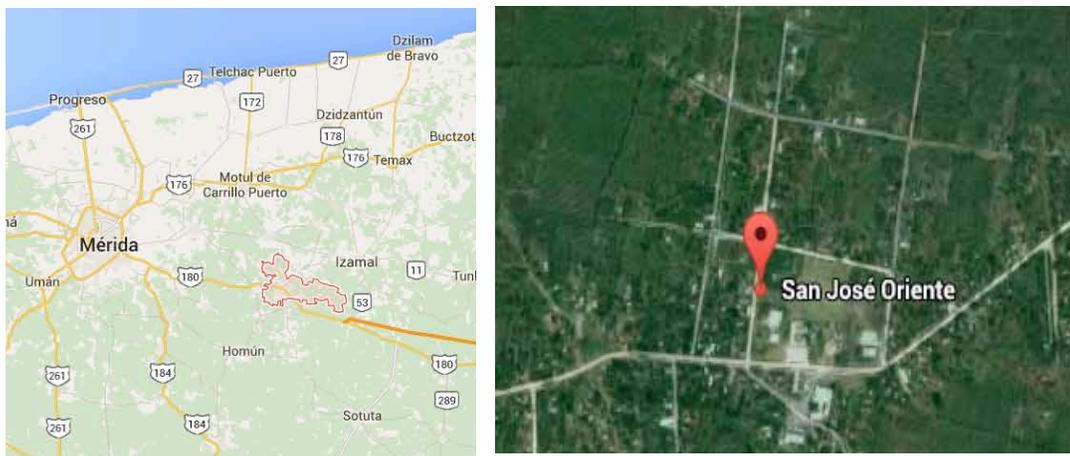


Figura 1. Ubicación del Municipio de Hochtún y comisaría San José Oriente, Yucatán. Imágenes tomadas de Google earth.

Tabla 1. Matriz de análisis F.O.D.A.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> -Disponibilidad de terreno -Disponibilidad de materia orgánica -Amplia experiencia en agricultura -Voluntad de grupo por mejorar 	<ul style="list-style-type: none"> -Buenos precios para productos orgánicos -Disponibilidad de asesoría técnica
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> -Suelos pedregosos con poca profundidad -Producción a la baja 	<ul style="list-style-type: none"> -Fenómenos naturales: huracanes, sequía -Afección a los cultivos por plagas -Daño de cultivos por fauna silvestre

Se trabajó con el grupo de productores denominado “Salvador Alvarado”, siendo representante del grupo el Sr. Silverio May. Se realizaron reuniones de trabajo para analizar la problemática de los productores y decidir las acciones a emprender. Se utilizaron técnicas del diagnóstico participativo rural (lluvia de ideas) para promover la participación y mapas participativos (Fig. 2) para caracterizar el terreno disponible y posteriormente decidir sobre las áreas a cultivar. Se elaboró una matriz de análisis para identificar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), y así orientar el diseño del programa de trabajo (Tabla 1). Se proyectaron videos motivacionales sobre temas de agricultura orgánica y su importancia en la producción sustentable de alimentos (Fig. 3), los cuales fueron marco para la discusión sobre el mejoramiento de los procedimientos de cultivo.



Figura 2. Participación y mapas participativos. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.



Figura 3. Proyección de videos sobre agricultura orgánica. Fotografía de Ivan Chan Cortazar©.

En la agenda de trabajo se consideró proseguir con el cultivo de las especies que tradicionalmente realizaban, pero mejorando el procedimiento de cultivo; además, se decidió introducir nuevas especies, también aplicando técnicas de cultivo mejoradas y ecológicamente apropiadas. La agenda para seis meses de trabajo (junio-diciembre, 2014) se describe en Tabla 2.

Tabla 2. Proyecto de cultivos, técnicas de mejoramiento y superficie de cultivo

Cultivos previos	Cultivos nuevos	Tecnología mejorada a aplicar	Superficie de siembra
Lechuga. (<i>Lactuca sativa</i>)	--	Organopónico con bagazo de henequén	2 eras de 1.0 m de ancho por 7.0 m de largo
Cilantro. (<i>Coriandrum sativum</i>)	--	Organopónico con bagazo de henequén	1 era de 1.0 m de ancho y 7.0 m de largo
Cebolla (<i>Allium cepa</i>)	--	Doble excavación, aplicación de purín de estiércol y bagazo de henequén	6 eras de 1.0 m por 20.0 m de largo
Maíz (<i>Zea mays.</i>)	--	Aplicación de purín de gallinaza	1.0 ha
	Espelon. (<i>Vigna unguiculata</i>)	Aplicación de purín de gallinaza y riego a goteo	1 mecate (400 m ²)
	Rábano (<i>Raphanus sativus L.</i>)	Organopónico con bagazo de henequén	2 eras de 1.0 m de ancho por 7.0 m de largo
	Jicama (<i>Pachyrhizus erosus</i>)	Organopónico con bagazo de henequén	1 era de 1.0 m de ancho por 7.0 m de largo

Técnica Organopónica. Con el fin de lograr resolver la problemática para el cultivo en suelos altamente someros y pedregosos, se propuso y desarrolló la innovación de cultivos organopónicos. La técnica de organoponía se basa principalmente en la aplicación de materia orgánica como sustrato colocado dentro de camas, contenedores o canteros para evitar su pérdida por escorrentía (Becerra *et al.* 2006). Esta técnica desarrolla el potencial al hacer productivos espacios poco aptos para la agricultura (INIFAT 2007), como el suelo poco profundo en el caso de San José Oriente. Para el desarrollo de la técnica se utilizaron los materiales más accesibles y abundantes con los que se contaba en la comunidad, se utilizaron piedras sueltas y unos cuantos bultos de cemento para la construcción de las camas elevadas u organopónicas (Fig. 4).



Figura 4. Construcción de las camas para cultivo organopónico, las camas de siembra rellenas con materia orgánica y el sistema de riego instalado. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

La mano de obra estuvo a cargo del grupo de productores, quienes con su experiencia en la labor de albañilería construyeron las camas organopónicas. El sustrato se preparó con la mezcla de bagazo de henequén con tierra roja conocida en la zona como k'an kab (luvisol) en una razón de 50% bagazo y 50% de tierra. Se instaló un sistema de riego de goteo con una distancia entre gotero de 30 cm.

Purín de gallinaza. Esta innovación se propuso y desarrollo a razón de lograr disminuir el uso y gasto en fertilizantes sintéticos. La técnica se basa en lograr convertir el estiércol sólido en un abono líquido capaz de aportar nutrientes al suelo y ser más disponibles para las plantas (IPES-FAO 2010). Es relevante mencionar que el purín de estiércol logra inocular al suelo bacterias

benéficas para los procesos edáficos, es decir que además de brindar nutrientes a las plantas resulta ser un mejorador de la microfauna edáfica.

El procedimiento de elaboración del purín, se describe a continuación:

- 1) Se colocaron 15 kg de gallinaza en un costal de rafia.
- 2) Se amarró el costal con una cuerda dejando una de sus puntas de 1,5 m de largo.
- 3) Se sumergió el costal con la gallinaza en un tinaco con capacidad para 200 litros de agua.
- 4) Se cerró la boca del tanque con otro saco limpio.
- 5) Se agitó el preparado una vez al día.
- 6) Se dejó fermentar por un periodo de 15 días.
- 7) Finalmente el preparado se aplicó en el suelo alrededor de las plantas, a una razón de 1 parte del purín de gallinaza con 4 partes de agua limpia (Fig. 5).



Figura 5. Dilución del purín de gallinaza con agua para aplicar en los cultivos. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Técnica de doble excavación. La doble de excavación es el primero y uno de los más importantes principios del método de cultivo biointensivo, pues su práctica permite la entrada de aire al suelo y se consigue que la vida se desarrolle mejor, además de retener más agua para las plantas, brindar la capacidad de reducir las distancias entre cultivos y poder tener una mayor densidad de plantas en una superficie menor (Jeavons y Cox 2007). Se decidió desarrollar la técnica para hacer más eficiente el aprovechamiento de los espacios con suelos poco profundos. Para la doble excavación únicamente se requiere una pala, un pico, hojas secas y estiércol (Fig. 6).

A continuación, se describe el procedimiento:

- 1) Se delimitó el área de la cama de cultivo con un hilo; la superficie de la cama fue de 1m de ancho por 20 m de largo.
- 2) Se cavó en un extremo de la cama una zanja de 30 cm de profundidad y 40 cm de ancho.
- 3) La tierra obtenida se colocó en cubetas para después rellenar la última zanja de la cama.
- 4) Se aflojó la tierra del fondo de la zanja con el pico, procurando alcanzar cuando menos 30 cm de profundidad.
- 5) Se aplicó cuatro centímetros de materia orgánica (hojas secas, estiércol) dentro de la zanja por encima de la porción removida con el pico.
- 6) Junto a la primera zanja se excavó la segunda zanja y con la tierra de extraída se terminó de cubrir la primera zanja hasta el ras del suelo.
- 7) Se continuó con el mismo procedimiento hasta llegar al final de la cama y se colocó la tierra que se había extraído en la primera zanja, finalmente se emparejo la cama para poder sembrar.



Figura 6. Preparación de cama de siembra con la técnica de doble excavación. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Resultados

Cultivos organopónicos. Para abordar las debilidades identificadas en el FODA, se propuso la organoponía como estrategia de producción, la cual fue aceptada ampliamente debido a que los productores tienen experiencia en la utilización del bagazo de henequén para el cultivo de hortalizas (colocado únicamente sobre el suelo para cultivo) e identificaron que con la cama aérea habría mayor beneficio; además, el bagazo de henequén es un recurso abundante y no representa un alto costo más que la recolección en la desfibreadora de henequén cercana a la comunidad (Fig. 7).



Figura 7. Utilización del bagazo de henequén para el cultivo de hortalizas. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Se incluyeron tres cultivos más al sistema agrícola (espelón, jícama y rábano). En la opinión de los productores, se obtuvo un aumento significativo en la producción de hortalizas en comparación con la cosecha realizada en el ciclo pasado. Los productores estiman que la producción de lechuga y cilantro se duplicó (Tabla 3), y que la respuesta en producción se debió a la aplicación oportuna del purín de gallinaza y al incremento en la superficie de cultivo al cultivar aún sobre suelos someros con alta pedregosidad utilizando la organoponía.

Tabla 3. Cosecha obtenida con los cultivos organopónicos.

Cultivo	Cantidad cosechada (kg)
Lechuga (<i>L. sativa</i>)	12.5
Cilantro (<i>C. sativum</i>)	10.0
Rábano (<i>R. sativus L.</i>)	13.0
Jícama (<i>P. erosus</i>)	12.0

Cultivos con técnica de doble excavación. La producción de cebolla (*A. cepa*) en el ciclo previo fue de 87,5 kg/mecate², y con el mejoramiento del sistema de cultivo de doble excavación y fertilización con purín de gallinaza se produjeron 125 kg/mecate² (Fig. 8).



Figura 8. Cultivo de cebolla. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Cultivo de maíz con aplicación de purín de gallinaza. El purín de gallinaza fue empleado como fertilizante orgánico en la producción de maíz; sin embargo, por ausencia de lluvia, la producción fue muy baja; los productores estiman que el ciclo pasado se cosecharon 700 kg/ha y solamente 400 kg/ha en el presente ciclo.

Cultivo de espelón bajo riego. El cultivo de espelón (*V. unguiculata*) se instaló en parte del área donde anteriormente se encontraba el cultivo de maíz, pero ubicando la superficie con suelo

kankab. El espelón se mantuvo bajo riego por goteo y fertilizado con purín de gallinaza; se obtuvo una producción de 13.0 k/mecate² (Fig. 9).



Figura 9. Área de cultivo de espelón. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Discusión

La investigación participativa rural (IPR) surge como una reacción al paradigma desarrollista occidental de promoción al desarrollo rural el cual se instrumentaba a través de la extensión de paquetes tecnológicos preconcebidos por las instituciones promotoras, paradigma cuya instrumentación estuvo en mucho fuera del alcance de los pequeños productores (Rennie y Singh 1996). La IPR reconoce a los productores rurales como participantes activos en la toma de decisiones de su propio proceso de desarrollo, con base en la aplicación de sus conocimientos tradicionales, el reconocimiento de su entorno ambiental, social y cultural, y del avance tecnológico científico, poniendo para esto a los extensionistas como facilitadores de los procesos de innovación para mejoramiento de los sistemas de producción y de la calidad de vida de la comunidad rural (Engel 1997). Así, con este enfoque se realizó esta investigación.

El análisis FODA permitió sistematizar la información externada por los productores en relación a sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (Tabla 1). También manifestaron su interés en producir alimentos orgánicos ya que ellos perciben que los precios de dichos alimentos van en aumento y la producción local va a la baja (con procedimientos de cultivo tradicionales), lo cual representa una oportunidad para lograr abastecer el mercado local. Entre las fortalezas para lograr dicho propósito, destacan: su voluntad para producir en el campo, sus experiencias como campesinos y contar con la tierra necesaria.

Los productores reconocen la importancia del acompañamiento técnico para conseguir mejoramiento en sus sistemas de cultivo; con excepción de los resultados obtenidos en la producción

de maíz, se registraron incremento en el rendimiento de todos los cultivos a los que se incorporaron las innovaciones. También están de acuerdo con el enfoque de trabajo participativo, pues reconocen que legitima sus conocimientos y su lógica agrícola, fortaleciendo sus conocimientos y su reconocimiento como personas valiosas, con ideas de producción agrícola muy profundas.

Al menos con el grupo de productores con quienes se trabajó, sus expectativas de desarrollo están enfocadas al bienestar de la comunidad y no al individual. Esto se entendió cuando se trataba de convencerlos de producir mayor cantidad de alimentos para comercializar en la ciudad de Mérida y el comentario del líder del grupo fue: *“no nos interesa vender en Mérida, nos interesa abastecer a la gente del pueblo, que ellos no tengan que ir a otros lugares a comprar y tampoco nosotros”*; esta aseveración rompe con la lógica capitalista de un crecimiento económico ilimitado y refleja el alto valor humano solidario, lo cual debe orientar a los tomadores de decisión para el desarrollo rural sobre el entendimiento de los objetivos de los productores y contribuir al diseño de sistemas sustentables de producción con orientación al mercado apropiado.

Conclusión

La confianza por parte de los productores para aceptar las recomendaciones emitidas, la gestión oportuna de los recursos y el acompañamiento constante en la instrumentación de la agenda de trabajo, permitió cumplir con los objetivos establecidos y lograr, en algunos cultivos, incremento en la producción.

Referencias

- Anderson S, Clark S, Keane B y Moguel J. 2001. Rural Livelihoods in the Yucatán and Campeche General Description. Proceedings of the International Seminar on Livelihoods and Rural Poverty. UADY and Wye College, Reino Unido. Yucatán, México.
- Becerra S.G, Sánchez M.J., Bojórquez M.B. y Arellano R.L. 2006. Prueba de sustratos bajo un sistema organopónico en lechuga para el proyecto de growing connection de FAO. XVII Semana de la investigación científica, CUCBA, Universidad de Guadalajara, México. pp. 37-41.
- Duch GJ. 1988. La conformación territorial de estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. 1ª. Ed., México.
- Engel G. 1997. The social organization for innovation: a focus of stakeholder interaction. Royal Tropical Institute, Amsterdam, The Netherlands. 239 p.
- INIFAT (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical) 2007. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. La Habana, Cuba.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística) 2013. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa. México.
- IPES-FAO (Promoción del desarrollo sostenible-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Lima, Perú.
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública). 2013. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa. Yucatán. en <http://ensanut.insp.mx/informes/Yucatan-OC-T.pdf>

Jeavons J y Cox C. 2007. El huerto sustentable: como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes. Ten Speed Press. California, USA.

Rennie JK y Singh N. 1996. Participatory research for sustainable livelihoods: a guide for field projects on adaptative strategies. International Institute for Sustainable Development. Canadá. 122 p.

Innovaciones tecnológicas en sistemas agrícolas de productores rurales de la localidad de San José Oriente, Hochtún, Yucatán, México

Ivan Chan Cortazar¹, Jorge Santos Flores^{1*} y Alan García Lira²

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y ²Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

*sflores@correo.uady.mx

Resumen

Se instrumentaron técnicas de cultivo orgánico para promover el mejoramiento y sustentabilidad de sistemas agrícolas rurales. La combinación en el uso de camas elevadas, purín de gallinaza, riego por goteo y la técnica de doble excavación, contribuyeron al incremento de la producción hortícola de las familias campesinas que participaron en el proyecto.

Introducción

La mayoría de los pequeños productores del sector rural en Yucatán basan su estrategia de sobrevivencia a través del manejo de los recursos naturales disponibles. Se distinguen dos sistemas principales de manejo: la milpa y el solar. Los aspectos asociados a su problemática considerados en situación grave son: a) bajos índices de producción; b) sistemas productivos con escasa conectividad entre los subsistemas; c) escasa vinculación con los mercados de insumos y de productos; d) deterioro de los recursos naturales (vegetación, suelo y mantos), además del impacto de la globalización de los mercados que pone en gran desventaja a los sistemas escasamente organizados y con infraestructura débil. (Anderson *et al.* 2001)

Asociado a tal problemática se pudo encontrar en Yucatán, diferentes magnitudes de la inseguridad alimentaria; en algunas regiones se han encontrado niveles de desnutrición infantil que alcanzan hasta 63 %, especialmente con deficiencia de proteína (INSP 2013). En ese sentido, la producción de alimentos es una acción prioritaria para conseguir la seguridad alimentaria con base en la potencialización de la capacidad de abasto de cada región. Mayor vocación productiva, estabilidad de la producción y su diversificación, pueden favorecer el acceso hacia los alimentos generados en la propia región y, por tanto, mejorar las condiciones de seguridad alimentaria sin perder de vista que los procesos de producción sean social y ambientalmente aceptables.

Consciente de la necesidad de fortalecer el bienestar familiar, el Gobierno del estado de Yucatán a través de la Secretaria de Desarrollo Rural (SEDER) y su programa Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA), buscan incrementar la producción de alimentos mediante incentivos para la adquisición de insumos, construcción de infraestructura, adquisición de equipamiento productivo, realización de obras y buenas prácticas para el aprovechamiento sustentable de suelo y agua, proyectos integrales de desarrollo productivo, desarrollo de capacidades y servicios profesionales de extensión e innovación rural, fortalecimiento de las organizaciones rurales y esquemas de aseguramiento para atender afectaciones provocadas por desastres naturales.

La población objetivo del COUSA, son personas físicas o morales que se dedican a actividades de producción agrícola y pecuaria, que se ubican en los municipios clasificados por la SEDER como de mayor prioridad por el grado de deterioro, escasez o sobre explotación de sus recursos productivos primarios (suelo, agua y vegetación), organizados en grupos de productores.

El objetivo del presente trabajo fue promover el establecimiento de sistemas agrícolas que contribuyan al abastecimiento de las necesidades alimenticias de manera sustentable a la comunidad de San José Oriente, comisaría de Hochtún, Yucatán, a través de procesos autogestivos para la adopción y replica de prácticas agroecológicas.

Material y métodos

El trabajo se desarrolló en la comisaría de San José Oriente, Municipio de Hochtún, Yucatán (Fig. 1). La localidad cuenta con 827 habitantes de los cuales 416 son hombres y 411 son mujeres y el porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 29.02% (21.39% en los hombres y 36.74% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 3.29 años, únicamente (3.87 en hombres y 2.69 en mujeres). El 89.12% de los adultos habla alguna lengua maya peninsular (INEGI 2013). Los suelos más abundantes en la localidad son los litosoles y rendzinas, suelos someros y pedregosos y que limitan las actividades agrícolas. La vegetación característica es la selva baja caducifolia espinosa (Duch 1988).

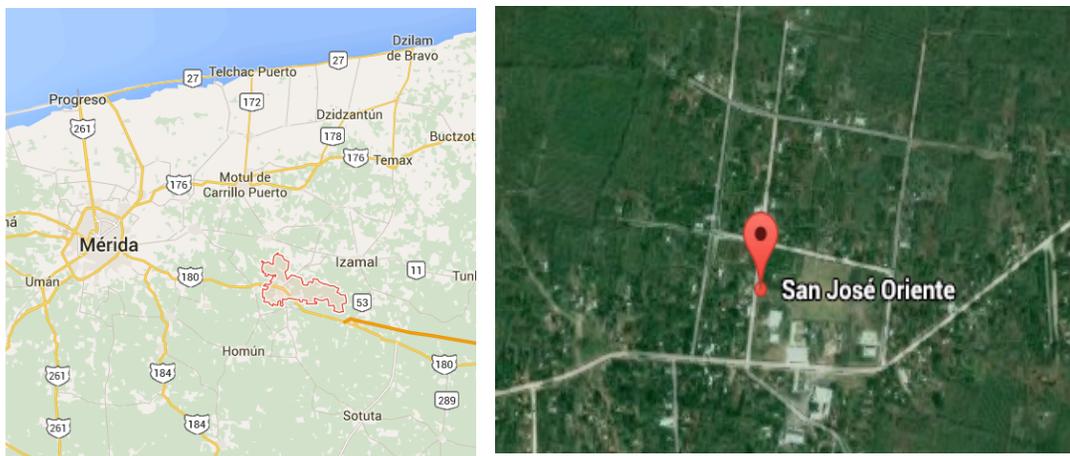


Figura 1. Ubicación del Municipio de Hochtún y comisaría San José Oriente, Yucatán. Imágenes tomadas de Google earth.

Tabla 1. Matriz de análisis F.O.D.A.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> -Disponibilidad de terreno -Disponibilidad de materia orgánica -Amplia experiencia en agricultura -Voluntad de grupo por mejorar 	<ul style="list-style-type: none"> -Buenos precios para productos orgánicos -Disponibilidad de asesoría técnica
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> -Suelos pedregosos con poca profundidad -Producción a la baja 	<ul style="list-style-type: none"> -Fenómenos naturales: huracanes, sequía -Afección a los cultivos por plagas -Daño de cultivos por fauna silvestre

Se trabajó con el grupo de productores denominado “Salvador Alvarado”, siendo representante del grupo el Sr. Silverio May. Se realizaron reuniones de trabajo para analizar la problemática de los productores y decidir las acciones a emprender. Se utilizaron técnicas del diagnóstico participativo rural (lluvia de ideas) para promover la participación y mapas participativos (Fig. 2) para caracterizar el terreno disponible y posteriormente decidir sobre las áreas a cultivar. Se elaboró una matriz de análisis para identificar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), y así orientar el diseño del programa de trabajo (Tabla 1). Se proyectaron videos motivacionales sobre temas de agricultura orgánica y su importancia en la producción sustentable de alimentos (Fig. 3), los cuales fueron marco para la discusión sobre el mejoramiento de los procedimientos de cultivo.



Figura 2. Participación y mapas participativos. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.



Figura 3. Proyección de videos sobre agricultura orgánica. Fotografía de Ivan Chan Cortazar©.

En la agenda de trabajo se consideró proseguir con el cultivo de las especies que tradicionalmente realizaban, pero mejorando el procedimiento de cultivo; además, se decidió introducir nuevas especies, también aplicando técnicas de cultivo mejoradas y ecológicamente apropiadas. La agenda para seis meses de trabajo (junio-diciembre, 2014) se describe en Tabla 2.

Tabla 2. Proyecto de cultivos, técnicas de mejoramiento y superficie de cultivo

Cultivos previos	Cultivos nuevos	Tecnología mejorada a aplicar	Superficie de siembra
Lechuga. (<i>Lactuca sativa</i>)	--	Organopónico con bagazo de henequén	2 eras de 1.0 m de ancho por 7.0 m de largo
Cilantro. (<i>Coriandrum sativum</i>)	--	Organopónico con bagazo de henequén	1 era de 1.0 m de ancho y 7.0 m de largo
Cebolla (<i>Allium cepa</i>)	--	Doble excavación, aplicación de purín de estiércol y bagazo de henequén	6 eras de 1.0 m por 20.0 m de largo
Maíz (<i>Zea mays.</i>)	--	Aplicación de purín de gallinaza	1.0 ha
	Espelon. (<i>Vigna unguiculata</i>)	Aplicación de purín de gallinaza y riego a goteo	1 mecate (400 m ²)
	Rábano (<i>Raphanus sativus L.</i>)	Organopónico con bagazo de henequén	2 eras de 1.0 m de ancho por 7.0 m de largo
	Jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>)	Organopónico con bagazo de henequén	1 era de 1.0 m de ancho por 7.0 m de largo

Técnica Organopónica. Con el fin de lograr resolver la problemática para el cultivo en suelos altamente someros y pedregosos, se propuso y desarrolló la innovación de cultivos organopónicos. La técnica de organoponía se basa principalmente en la aplicación de materia orgánica como sustrato colocado dentro de camas, contenedores o canteros para evitar su pérdida por escorrentía (Becerra *et al.* 2006). Esta técnica desarrolla el potencial al hacer productivos espacios poco aptos para la agricultura (INIFAT 2007), como el suelo poco profundo en el caso de San José Oriente. Para el desarrollo de la técnica se utilizaron los materiales más accesibles y abundantes con los que se contaba en la comunidad, se utilizaron piedras sueltas y unos cuantos bultos de cemento para la construcción de las camas elevadas u organopónicas (Fig. 4).



Figura 4. Construcción de las camas para cultivo organopónico, las camas de siembra rellenas con materia orgánica y el sistema de riego instalado. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

La mano de obra estuvo a cargo del grupo de productores, quienes con su experiencia en la labor de albañilería construyeron las camas organopónicas. El sustrato se preparó con la mezcla de bagazo de henequén con tierra roja conocida en la zona como k'an kab (luvisol) en una razón de 50% bagazo y 50% de tierra. Se instaló un sistema de riego de goteo con una distancia entre gotero de 30 cm.

Purín de gallinaza. Esta innovación se propuso y desarrollo a razón de lograr disminuir el uso y gasto en fertilizantes sintéticos. La técnica se basa en lograr convertir el estiércol sólido en un abono líquido capaz de aportar nutrientes al suelo y ser más disponibles para las plantas (IPES-FAO 2010). Es relevante mencionar que el purín de estiércol logra inocular al suelo bacterias

benéficas para los procesos edáficos, es decir que además de brindar nutrientes a las plantas resulta ser un mejorador de la microfauna edáfica.

El procedimiento de elaboración del purín, se describe a continuación:

- 1) Se colocaron 15 kg de gallinaza en un costal de rafia.
- 2) Se amarró el costal con una cuerda dejando una de sus puntas de 1,5 m de largo.
- 3) Se sumergió el costal con la gallinaza en un tinaco con capacidad para 200 litros de agua.
- 4) Se cerró la boca del tanque con otro saco limpio.
- 5) Se agitó el preparado una vez al día.
- 6) Se dejó fermentar por un periodo de 15 días.
- 7) Finalmente el preparado se aplicó en el suelo alrededor de las plantas, a una razón de 1 parte del purín de gallinaza con 4 partes de agua limpia (Fig. 5).



Figura 5. Dilución del purín de gallinaza con agua para aplicar en los cultivos. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Técnica de doble excavación. La doble de excavación es el primero y uno de los más importantes principios del método de cultivo biointensivo, pues su práctica permite la entrada de aire al suelo y se consigue que la vida se desarrolle mejor, además de retener más agua para las plantas, brindar la capacidad de reducir las distancias entre cultivos y poder tener una mayor densidad de plantas en una superficie menor (Jeavons y Cox 2007). Se decidió desarrollar la técnica para hacer más eficiente el aprovechamiento de los espacios con suelos poco profundos. Para la doble excavación únicamente se requiere una pala, un pico, hojas secas y estiércol (Fig. 6).

A continuación, se describe el procedimiento:

- 1) Se delimitó el área de la cama de cultivo con un hilo; la superficie de la cama fue de 1m de ancho por 20 m de largo.
- 2) Se cavó en un extremo de la cama una zanja de 30 cm de profundidad y 40 cm de ancho.
- 3) La tierra obtenida se colocó en cubetas para después rellenar la última zanja de la cama.
- 4) Se aflojó la tierra del fondo de la zanja con el pico, procurando alcanzar cuando menos 30 cm de profundidad.
- 5) Se aplicó cuatro centímetros de materia orgánica (hojas secas, estiércol) dentro de la zanja por encima de la porción removida con el pico.
- 6) Junto a la primera zanja se excavó la segunda zanja y con la tierra de extraída se terminó de cubrir la primera zanja hasta el ras del suelo.
- 7) Se continuó con el mismo procedimiento hasta llegar al final de la cama y se colocó la tierra que se había extraído en la primera zanja, finalmente se emparejo la cama para poder sembrar.



Figura 6. Preparación de cama de siembra con la técnica de doble excavación. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Resultados

Cultivos organopónicos. Para abordar las debilidades identificadas en el FODA, se propuso la organoponía como estrategia de producción, la cual fue aceptada ampliamente debido a que los productores tienen experiencia en la utilización del bagazo de henequén para el cultivo de hortalizas (colocado únicamente sobre el suelo para cultivo) e identificaron que con la cama aérea habría mayor beneficio; además, el bagazo de henequén es un recurso abundante y no representa un alto costo más que la recolección en la desfibreadora de henequén cercana a la comunidad (Fig. 7).



Figura 7. Utilización del bagazo de henequén para el cultivo de hortalizas. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Se incluyeron tres cultivos más al sistema agrícola (espelón, jícama y rábano). En la opinión de los productores, se obtuvo un aumento significativo en la producción de hortalizas en comparación con la cosecha realizada en el ciclo pasado. Los productores estiman que la producción de lechuga y cilantro se duplicó (Tabla 3), y que la respuesta en producción se debió a la aplicación oportuna del purín de gallinaza y al incremento en la superficie de cultivo al cultivar aún sobre suelos someros con alta pedregosidad utilizando la organoponía.

Tabla 3. Cosecha obtenida con los cultivos organopónicos.

Cultivo	Cantidad cosechada (kg)
Lechuga (<i>L. sativa</i>)	12.5
Cilantro (<i>C. sativum</i>)	10.0
Rábano (<i>R. sativus L.</i>)	13.0
Jícama (<i>P. erosus</i>)	12.0

Cultivos con técnica de doble excavación. La producción de cebolla (*A. cepa*) en el ciclo previo fue de 87,5 kg/mecate², y con el mejoramiento del sistema de cultivo de doble excavación y fertilización con purín de gallinaza se produjeron 125 kg/mecate² (Fig. 8).



Figura 8. Cultivo de cebolla. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Cultivo de maíz con aplicación de purín de gallinaza. El purín de gallinaza fue empleado como fertilizante orgánico en la producción de maíz; sin embargo, por ausencia de lluvia, la producción fue muy baja; los productores estiman que el ciclo pasado se cosecharon 700 kg/ha y solamente 400 kg/ha en el presente ciclo.

Cultivo de espelón bajo riego. El cultivo de espelón (*V. unguiculata*) se instaló en parte del área donde anteriormente se encontraba el cultivo de maíz, pero ubicando la superficie con suelo

kankab. El espelón se mantuvo bajo riego por goteo y fertilizado con purín de gallinaza; se obtuvo una producción de 13.0 k/mecate² (Fig. 9).



Figura 9. Área de cultivo de espelón. Fotografía de Ivan Chan Cortazar ©.

Discusión

La investigación participativa rural (IPR) surge como una reacción al paradigma desarrollista occidental de promoción al desarrollo rural el cual se instrumentaba a través de la extensión de paquetes tecnológicos preconcebidos por las instituciones promotoras, paradigma cuya instrumentación estuvo en mucho fuera del alcance de los pequeños productores (Rennie y Singh 1996). La IPR reconoce a los productores rurales como participantes activos en la toma de decisiones de su propio proceso de desarrollo, con base en la aplicación de sus conocimientos tradicionales, el reconocimiento de su entorno ambiental, social y cultural, y del avance tecnológico científico, poniendo para esto a los extensionistas como facilitadores de los procesos de innovación para mejoramiento de los sistemas de producción y de la calidad de vida de la comunidad rural (Engel 1997). Así, con este enfoque se realizó esta investigación.

El análisis FODA permitió sistematizar la información externada por los productores en relación a sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (Tabla 1). También manifestaron su interés en producir alimentos orgánicos ya que ellos perciben que los precios de dichos alimentos van en aumento y la producción local va a la baja (con procedimientos de cultivo tradicionales), lo cual representa una oportunidad para lograr abastecer el mercado local. Entre las fortalezas para lograr dicho propósito, destacan: su voluntad para producir en el campo, sus experiencias como campesinos y contar con la tierra necesaria.

Los productores reconocen la importancia del acompañamiento técnico para conseguir mejoramiento en sus sistemas de cultivo; con excepción de los resultados obtenidos en la producción

de maíz, se registraron incremento en el rendimiento de todos los cultivos a los que se incorporaron las innovaciones. También están de acuerdo con el enfoque de trabajo participativo, pues reconocen que legitima sus conocimientos y su lógica agrícola, fortaleciendo sus conocimientos y su reconocimiento como personas valiosas, con ideas de producción agrícola muy profundas.

Al menos con el grupo de productores con quienes se trabajó, sus expectativas de desarrollo están enfocadas al bienestar de la comunidad y no al individual. Esto se entendió cuando se trataba de convencerlos de producir mayor cantidad de alimentos para comercializar en la ciudad de Mérida y el comentario del líder del grupo fue: “*no nos interesa vender en Mérida, nos interesa abastecer a la gente del pueblo, que ellos no tengan que ir a otros lugares a comprar y tampoco nosotros*”; esta aseveración rompe con la lógica capitalista de un crecimiento económico ilimitado y refleja el alto valor humano solidario, lo cual debe orientar a los tomadores de decisión para el desarrollo rural sobre el entendimiento de los objetivos de los productores y contribuir al diseño de sistemas sustentables de producción con orientación al mercado apropiado.

Conclusión

La confianza por parte de los productores para aceptar las recomendaciones emitidas, la gestión oportuna de los recursos y el acompañamiento constante en la instrumentación de la agenda de trabajo, permitió cumplir con los objetivos establecidos y lograr, en algunos cultivos, incremento en la producción.

Referencias

- Anderson S, Clark S, Keane B y Moguel J. 2001. Rural Livelihoods in the Yucatán and Campeche General Description. Proceedings of the International Seminar on Livelihoods and Rural Poverty. UADY and Wye College, Reino Unido. Yucatán, México.
- Becerra S.G, Sánchez M.J., Bojórquez M.B. y Arellano R.L. 2006. Prueba de sustratos bajo un sistema organopónico en lechuga para el proyecto de growing connection de FAO. XVII Semana de la investigación científica, CUCBA, Universidad de Guadalajara, México. pp. 37-41.
- Duch GJ. 1988. La conformación territorial de estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. 1ª. Ed., México.
- Engel G. 1997. The social organization for innovation: a focus of stakeholder interaction. Royal Tropical Institute, Amsterdam, The Netherlands. 239 p.
- INIFAT (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical) 2007. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. La Habana, Cuba.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística) 2013. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa. México.
- IPES-FAO (Promoción del desarrollo sostenible-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Lima, Perú.
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública). 2013. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa. Yucatán. en <http://ensanut.insp.mx/informes/Yucatan-OC-T.pdf>

Jeavons J y Cox C. 2007. El huerto sustentable: como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes. Ten Speed Press. California, USA.

Rennie JK y Singh N. 1996. Participatory research for sustainable livelihoods: a guide for field projects on adaptative strategies. International Institute for Sustainable Development. Canadá. 122 p.

Viabilidad de semen de ovino congelado con leche descremada como diluyente

Jesús Ricardo Aké López*, Hermelinda del Socorro Ramírez Pérez, Narda Yanerit Aké Villanueva, Jesús Ricardo Aké Villanueva y María Betsabe Barrios García

Cuerpo Académico Reproducción y Mejoramiento Genético Animal en el Trópico. Departamento de Reproducción Animal y Mejoramiento Genético, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

*alopez@correo.uady.mx

Resumen

Con el objetivo de evaluar la leche descremada como diluyente sobre la viabilidad espermática (motilidad individual, integridad del acrosoma y de la membrana espermática) postcongelación, un total de 100 eyaculados ovinos se diluyeron y congelaron con Triladyl (n=50) y leche descremada con 7% de glicerol (n=50). La motilidad individual (MI), los acrosomas intactos y la integridad de la membrana se evaluaron en las muestras frescas y después de la congelación-descongelación. Se consideró que la congelación fue exitosa (muestras Viables) cuando la MI fue igual o mayor al 40 %. Los porcentajes de muestras viables, motilidad espermática, acrosomas intactos y de membranas integras se evaluaron mediante Chi cuadrada. Las muestras procesadas con Triladyl tuvieron mayor proporción (94 %) de muestras Viables que las procesadas con leche (28 %: $P < 0.05$). La motilidad espermática post-descongelación fue mayor en las muestras procesadas con Triladyl (49.7 %) que en las diluidas con leche (27.7 %; $P < 0.05$). No se observó diferencia ($P > 0.05$) en la proporción de acrosomas intactos entre las muestras frescas y descongeladas, ni entre diluyentes. La integridad de la membrana fue afectada por la congelación, y se encontró mayor daño en las muestras diluidas con leche (10.6 %) que con triladyl (35.7 %; $P < 0.05$). Se concluye que la leche descremada con 7 % de glicerol no es un buen diluyente para congelar el semen ovino.

Introducción

La inseminación artificial (IA) es una biotecnología reproductiva que puede permitir un mayor progreso en el mejoramiento de la producción animal, aprovechando el potencial de los machos genéticamente valiosos en forma intensiva. Para ello es necesario obtener, diluir y congelar el semen. En los ovinos, la congelación del semen no es tan fácil, ya que los espermatozoides del carnero son más susceptibles a los procedimientos de congelación y descongelación que los espermatozoides de otras especies, y la población espermática sobreviviente se caracteriza por una disminución del número de células móviles (Watson 2000).

El diluyente Triladyl es el diluyente comercial que más se ha utilizado en nuestro medio para la dilución y conservación del semen ovino, y a pesar de que ha mostrado buenos resultados presenta algunos inconvenientes, entre ellos se puede mencionar que es un producto de importación por lo que su adquisición no siempre es fácil (por su poca disponibilidad y elevado costo) y su tiempo de vida útil es relativamente corto.

Por todo lo anterior, se han hecho trabajos buscando nuevas opciones para la conservación del semen ovino. Una alternativa es el uso de leche descremada como diluyente para la congelación de semen, debido a que es de fácil adquisición y bajo costo. La leche descremada se ha utilizado para conservar el semen ovino en refrigeración, como lo reportan Gil *et al.* (2011), quienes obtuvieron a las 48 h de almacenamiento: 59.7% y 60.2% de motilidad espermática e integridad de membrana respectivamente. Sin embargo, son escasos los trabajos realizados bajo condiciones de trópico que reporten la utilización de leche descremada para la congelación de semen ovino. Así, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la leche descremada como diluyente sobre la viabilidad (motilidad individual, integridad del acrosoma y de la membrana espermática) del semen ovino congelado-descongelado.

Material y Métodos

El presente trabajo se realizó de noviembre de 2011 a marzo de 2012 en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, ubicada en el Km 15.5 de la carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán. El clima de la región es tropical sub-húmedo (Aw0), con lluvias en verano, con una precipitación anual de 1,132 mm, temperatura promedio de 26.1 °C, y una humedad relativa de 78 %.

Se obtuvieron mediante vagina artificial, un total de 100 eyaculados de 5 borregos Pelibuey con una edad promedio de 3.5 ± 0.8 años. Una vez recolectadas las muestras, se llevaron inmediatamente al laboratorio para su evaluación y procesamiento. En el semen fresco se evaluó el volumen, motilidad (individual y masal), concentración y morfología espermática, también se evaluó Integridad del acrosoma (Bag *et al.* 2004) y de la membrana espermática (Test de endósmosis celular o Host) (Revell y Mrode 1994). Para el procesamiento solo se incluyeron las muestras que presentaron un volumen ≥ 0.5 ml, motilidad masal ≥ 4 , motilidad individual ≥ 80 %, y con un máximo de 15 % de espermatozoides anormales.

Los diluyentes utilizados fueron: a) Leche descremada (Leche light, San Marcos®) se utilizó 73 % de leche, 20 % de yema de huevo y 7 % de glicerol, y b) Triladyl (Minutub®, Alemania), que se utilizó como diluyente control; para su preparación se utilizó 20 % de Triladyl, 20 % de yema de huevo y 60 % agua destilada. De cada semental se obtuvieron dos eyaculados por día, estos se procesaron de manera alternada con los dos diluyentes, de tal forma que en un día de recolección las primeras muestras se diluyeron con Triladyl y las segundas muestras con leche descremada, este orden se invirtió para la siguiente recolección y así sucesivamente, con el fin de evitar un posible efecto del orden de los eyaculados de cada día.

La cantidad de diluyente utilizado se determinó en función de la obtención de una concentración espermática de 100 millones de espermatozoides por dosis. Una vez conocido el volumen de diluyente, se agregó al semen (todo a temperatura de 37 °C), y se procedió a su enfriamiento a 5 °C (\pm en 2 horas), posteriormente el semen se envasó manualmente en pajillas de 0.25 ml. Para la congelación, las pajillas se expusieron de manera horizontal a los vapores de nitrógeno líquido

a una distancia de 4-5 cm sobre la superficie del nitrógeno por 7 minutos, después fueron sumergidas en el nitrógeno líquido, se embalaron y almacenaron. La descongelación se realizó 72 horas después de la congelación; para ello las pajillas se sumergieron a baño María (35-37 °C) durante 60 segundos. Se consideró que la congelación fue exitosa (Viable) cuando las muestras presentaban una motilidad individual igual o mayor al 40 % al momento de la descongelación (Evans y Maxwell 1990). En las muestras de semen descongeladas se evaluó nuevamente la motilidad individual, integridad del acrosoma y de la membrana espermática.

Las variables a medir fueron: 1) El porcentaje de muestras consideradas viables; 2) El porcentaje de motilidad individual a la descongelación; 3) El porcentaje de acrosomas intactos a la descongelación; 4) El porcentaje de membranas espermáticas intactas a la descongelación (Host). Los resultados entre el triladyl y la leche se compararon mediante una prueba de Chi cuadrada.

Resultados

En la Fig. 1 se puede observar que las muestras diluidas y procesadas con Triladyl tuvieron una mayor proporción de muestras viables con respecto a las muestras procesadas con leche descremada, la diferencia fue de 66 % ($P < 0.05$).

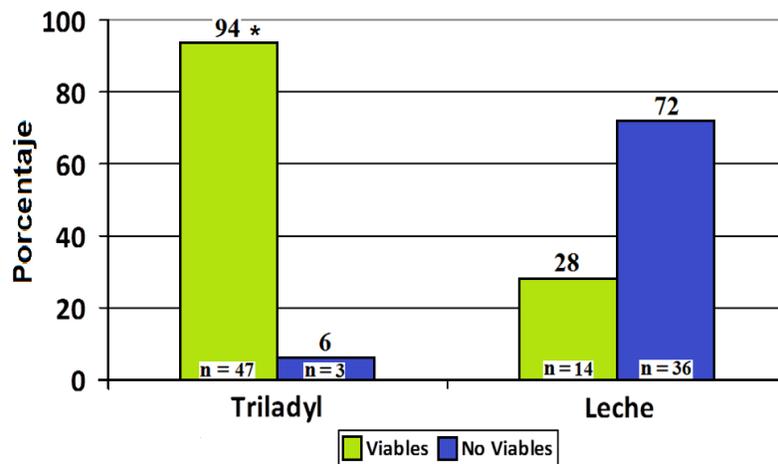


Figura 1. Porcentajes de muestras de semen de ovino procesadas con Triladyl y leche descremada, consideradas Viabiles y No Viabiles para su conservación. * La diferencia entre diluentes fue significativa ($P < 0.05$).

La motilidad espermática individual disminuyó en relación al procesamiento del semen, la mayor motilidad independientemente del diluyente utilizado se encontró en las muestras frescas (88.6 %; $P < 0.05$) que en las congeladas-descongeladas (41.9 %; Tabla 1). Asimismo, se puede observar que la motilidad espermática postdescongelación de las muestras diluidas con el Triladyl es mayor (aún en las muestras no viables) en comparación con las muestras diluidas con leche descremada ($P < 0.05$) (Tabla 1 y 2).

Los porcentajes de acrosomas intactos (AI) son similares ($P>0.05$) entre las muestras en estado fresco (98.0 %) y a la descongelación (92.6 %), y a la descongelación no se encontró diferencia entre los dos diluentes empleados, ni entre las muestras viables y no viables (Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Porcentajes de motilidad espermática, acrosomas intactos y membranas intactas de las muestras de semen en estado fresco y a la descongelación, procesadas con Triladyl y Leche descremada (con 7% de glicerol).

Factor	Motilidad Individual (%)		
	Triladyl	Leche descremada	Promedio
Semen Fresco	88.7 ^a	86.6 ^a	88.6 ^a
Semen descongelado	65.6 ^b	18.3 ^b	41.9 ^b
Acrosomas Intactos (%)			
	Triladyl	Leche descremada	Promedio
Semen Fresco	97.9 ^a	98.1 ^a	98.0 ^a
Semen descongelado	93.6 ^a	91.5 ^a	92.6 ^a
Membranas Intactas (%)			
	Triladyl	Leche descremada	Promedio
Semen Fresco	68.0 ^a	67.5 ^a	67.7 ^a
Semen descongelado	24.9 ^b	9.8 ^b	17.4 ^b

a,b=Literales diferentes para la variable de respuesta, entre factores, indica diferencia significativa ($P<0.05$)

Tabla 2. Porcentajes de motilidad espermática, acrosomas intactos y membranas intactas de las muestras de semen congelado-descongelado, viables y no viables, procesadas con Triladyl y Leche descremada (con 7% de glicerol).

Factor	Motilidad Individual (%)	
	Muestras viables	Muestras No viables
Triladyl	67.8 ^a	31.67 ^a
Leche descremada	44.11 ^b	11.38 ^b
Acrosomas Intactos (%)		
	Muestras viables	Muestras No viables
Triladyl	93.7 ^a	91.7 ^a
Leche descremada	90.8 ^a	90.5 ^a
Membranas Intactas (%)		
	Muestras viables	Muestras No viables
Triladyl	25.7 ^a	14.33 ^a
Leche descremada	12.4 ^a	8.89 ^a

a,b=Literales diferentes para la variable de respuesta, entre factores, indica diferencia significativa ($P<0.05$)

La integridad de las membranas espermáticas fue el factor que más se afectó por la congelación (Tabla 1), el porcentaje de integridad disminuyó en las muestras descongeladas (17.4 %) en comparación con las muestras frescas (67.7 %; $P < 0.05$); sin embargo, aunque el daño a las membranas espermáticas es mayor en las muestras procesadas con leche descremada, no se encontró diferencia ($P > 0.05$), cuando se compara las muestras viables y no viables entre diluyentes (Tabla 2).

Discusión

En el presente estudio se observó que las muestras congeladas/descongeladas con leche descremada fueron las que obtuvieron el menor porcentaje de muestras viables a la descongelación en comparación con las diluidas con Triladyl. Estos resultados son de cierta forma similares a los reportes que indican que los diluyentes a base de Tris (como el triladyl) son mejores para la crioconservación del semen ovinos (Sandoval *et al.* 2007; Ek Mex *et al.* 2009), ya que tienen una mejor capacidad de amortiguación y regulación osmótica que la leche descremada (+ glicerol), situación que se aprecia en un mayor número de muestras viables a la descongelación. Se observó que la motilidad individual disminuyó durante el procesamiento del semen (dilución, enfriamiento y congelación); sin embargo, la motilidad espermática individual fue mucho menor en las muestras congeladas-descongeladas con la leche descremada.

La disminución de la MI durante el procesamiento (enfriamiento/congelación/descongelación) se ha observado en otros estudios (Sandoval *et al.* 2007; Ek-Mex *et al.* 2009) y se ha señalado que durante el proceso de congelación-descongelación se puede dar una reducción de la motilidad espermática entre el 40 y 50 % (Watson *et al.* 1995). Sin embargo, las muestras diluidas con leche descremada en el presente estudio, mostraron una disminución importante de la MI, en comparación con lo observado en las muestras diluidas con Triladyl. Sandoval *et al.* (2007) reportan que la MI de las muestras procesadas con leche descremada fue inferior (23.39 %) a la MI encontrada cuando las muestras fueron procesadas con diluyentes a base de TRIS (34.8 y 63.1 %), lo cual de cierta forma es similar a lo encontrado en este estudio.

La disminución de la MI se deben probablemente a que el diluyente a base de leche descremada más glicerol no proporcionó una adecuada protección durante el proceso de congelación-descongelación, lo que posiblemente provocó alteraciones bioquímicas y funcionales, tales cambios de pH, aumento de la concentración de sales, desnaturalización de proteínas y ruptura de elementos estructurales (Sandoval *et al.* 2007).

En cuanto a la proporción de acrosoma intactos (AI), en el presente estudio, solo se presentó un ligero descenso entre las muestras en estado fresco y a la descongelación (viable y no viables) y no se observó diferencia entre diluyentes ($P > 0.05$). Este descenso se puede considerar normal dentro del procesamiento del semen y se presenta debido a que existe una reacción acrosomal prematura, con liberación de acrosina y ruptura de las membranas acrosomales interna y externa (Evans y Maxwell 1990).

Contrario a lo observado con los acrosomas, el procesamiento del semen afectó en forma importante la integridad de las membranas espermáticas, y esto se reflejó como una disminución del porcentaje de membranas intactas en las muestras diluidas con ambos diluyentes, y más aún en las muestras diluidas con leche descremada. Estos resultados son similares a lo reportado Sandoval *et al.* (2007) quienes también encontraron una disminución en el porcentaje de membranas

intactas y que fue mayor en las muestras procesadas con leche descremada (23.22 %) que en las procesadas con TRIS (34.8 y 63.1 %). Estos daños en la membrana espermática probablemente se deban a la mayor susceptibilidad al choque frío que tuvieron las muestras, lo que ocasionó cambios en las características bioquímicas de la membrana (pérdidas de fosfolípidos, ácidos grasos poliinsaturados y colesterol), lo que disminuyó o anuló la permeabilidad de las membranas celulares, lo que incrementó el daño a la membrana espermática (Watson 2000, Cabrera y Pantoja 2008). De igual manera el proceso de cristalización y recristalización que sufren las células en el proceso de congelación-descongelación pueden ocasionar la ruptura física de la membrana plasmática y daños de los orgánulos y muerte celular (Henry *et al.* 1993).

Conclusión

Se concluye que las muestras diluidas con leche descremada (con 7% de glicerol), presentan una reducción significativa de la proporción de muestras viables, de la motilidad espermática y un incremento en el daño de las membranas espermáticas, lo que nos indica que no es un buen diluyente para congelar el semen ovino.

Referencias

- Bag S, Joshi A, Naqvi SMK y Mital JP. 2004. Effect of post-thaw incubation on sperm kinematics and acrosomal integrity of ram spermatozoa cryopreserved in medium-sized French straws. *Theriogenology*. 62 (3-4):415-424.
- Cabrera VP y Pantoja AC. 2008. Influencia de los dilutores Tris y Ovine freezing sobre la integridad de la membrana citoplasmática durante la congelación de semen de ovinos en pajillas de 0.5ml. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 19 (2):152-159.
- Ek-Mex JE, Aké-López JR y Silva-Mena CA. 2009. Efecto de dos diluyentes sobre la viabilidad del semen congelado de ovinos de pelo. *Bioagrocencias*. 2 (1):4-12.
- Evans G y Maxwell W. 1990. Inseminación artificial en ovejas y cabras. Ed. Acribia S. A. Zaragoza, España. Pp. 95-123.
- Gil J, Fierro S, Bentancur O y Olivera-Muzante J. 2011. Chilled storage of ram semen improves with the addition of egg yolk and glycerol to milk-based extenders. *Reproduction in Domestic Animals*. 46 (3):503-507.
- Henry MA, Noiles EE, Gao D, Mazur P y Critser JK. 1993. Cryopreservation of human spermatozoa. IV. The effects of cooling rate and warming rate on the maintenance of motility, plasma membrane integrity, and mitochondrial function. *Fertility and Sterility*. 60 (5):911-918.
- Revell SG y Mrode RA. 1994. An osmotic resistance test for bovine semen. *Animal Reproduction Science*. 36 (1-2):77- 86.
- Sandoval R, Santiani AA, Ruiz GL, Leyva VV, Coronado LS y Delgado AC. 2007. Criopreservación de semen ovino empleando tres dilutores y cuatro combinaciones de agentes criopro

- tectores permeantes y no permeantes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 18 (2): 107-114.
- Watson P F. 1995. Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. *Reproduction Fertility and Development*. 7 (4):871-891.
- Watson PF. 2000. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. *Animal Reproduction Science*. 60 (1-2):481-492.