

Año 1

Nº11

ISSN 2307-0560



La naturaleza en tus Manos

**Editor:**

Carlos Estrada Faggioli

Coordinación General de contenido:

Licda. Rosa María Estrada H., El Salvador.

Coordinación de contenido en el exterior:

M.Sc. José F. Franco, Perú.

Bióloga Andrea Castro, Colombia.

Bióloga Jareth Román, México.

M.Sc. Francisco Pozo, Ecuador.

Biólogo Marcial Quiroga Carmona, Venezuela.

Corrección de estilo:

Yesica M. Guardado

Lic. Rudy Anthony Ramos Sosa

Fredy Ramón Pacheco

Jareth Román

Toda comunicación dirigirla a:

edicionbioma@gmail.com

Página oficial de BIOMA:

<http://virtual.ues.edu.sv/bioma/>

Comité Editorial:

Carlos Estrada Faggioli, El Salvador.

M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas, El Salvador.

Licda. Rosa María Estrada H., El Salvador.

Yesica M. Guardado, El Salvador.

M.Sc. José F. Franco, Perú.

Lic. Rudy Anthony Ramos Sosa, El Salvador.

M.Sc. Olga L. Tejada, El Salvador.

Víctor Carmona, Ph.D.; USA.

Fredy Ramón Pacheco, El Salvador.

M.Sc. José Linares, El Salvador.

Fotografía de portada: *Cerrophidion sp.* Parque Nacional los volcanes. Vladlen Henríquez

El Salvador, Septiembre de 2013

BIOMA es una publicación mensual editada y distribuida de forma gratuita en todo el mundo vía digital a los suscriptores que la han solicitado a través de e-mail. Los conceptos que aquí aparecen son responsabilidad exclusiva de sus autores.



Contenido

Distribución Real, Potencial
y Características Principales de las Serpientes Venenosas en El
Salvador. Pág. 6

Nuevo cariotipo para *Galea musteloides* (Rodentia: Caviidae) y lista de
endoparásitos, Puno, Perú. Pág. 29

Distribución y Riqueza de Especies de Abejas sin Aguijón
en El Salvador (Apidae: Meliponini). Pág. 37

Insectos asociados al mamey (*Mammea americana* L.) en El Salvador. Pág. 50

Hablemos con el Veterinario Pág. 60

Selección, caracterización y evaluación *in situ* de germoplasma de mamey (*Mammea americana* L.), con alto
potencial genético en zonas con mayor prevalencia natural de la especie en El Salvador. Pág. 67

Stingless bee distribution and richness in El Salvador (Apidae: Meliponini) Pág. 83

Editorial

La Biodiversidad se ha puesto de moda, pero vista desde la óptica del concepto conservacionista/recursista, es común escuchar a altas personalidades de gobiernos o de organizaciones relacionadas al quehacer del medioambiente y recursos de la tierra hablar de la importancia de la biodiversidad para el desarrollo de los países. Ahí comienzan los problemas ya que se crean e implementan planes de conservación de áreas en función del potencial económico y no de su verdadero valor: el equilibrio ecológico.

Se manejan conceptos como: se puede talar un bosque y cultivar en su lugar, esto sustentado con la falacia de que no habrá problema de desequilibrio de los ecosistemas adyacentes, ya que se está creando un nuevo ecosistema, “el cultivo es un nuevo ecosistema” ¿pero que nuevas relaciones se pueden crear o destruir? si para cultivar y cosechar la producción, se aplican productos químicos y la “simple” carga antropogénica perturba el equilibrio ecológico. ¿Cómo se puede respetar y conservar la biodiversidad? Aplíquese acá el principio de incertidumbre de Heisenberg.

Se talan miles de árboles para construir urbes, se talan barreras vivas como los manglares, luego se implementan campañas de reforestación que no suelen ser lo óptimo, porque lo crítico del asunto estriba que quienes toman la decisión de qué tipo de árboles se plantan no son especialistas en temas medioambientalistas, que en función del paisajismo se siembran especies exóticas, creando un problema más complejo, dejando de lado la importancia de la biodiversidad, volvemos al tema de las relaciones ecosistémicas.

Por ejemplo confunden la Biomasa con la Biodiversidad, es preocupante que para la toma de decisiones no se consulte a los expertos en ecosistemas: los Biólogos, quienes han sido formados para ese fin, son profesionales que interpretan la realidad de manera ética y sobre todo saben el valor de cada elemento

situado en cada lugar, nótese que se ha planteado la palabra valor y no importancia, ya que en la naturaleza todo es importante, pero pocos le dan el valor.

Es preocupante que se tomen decisiones tan a la ligera cuando estas afectan a miles de personas, por ejemplo la acción de talar un bosque de manglar en la costa para edificar un sitio de recreación bajo el concepto de “desarrollo sostenible” definitivamente tiene una acción directa sobre los que viven cerca de donde se realiza la obra, leña, trabajos eventuales, trabajos permanentes, comercio, hedonismo. Esta acción también repercute en las personas que viven lejos de donde se realiza esa actividad “sostenible”, se ha perdido un bastión de defensa natural, tormentas, ondas tropicales y el paso de algún huracán tiene mayores consecuencias, se pierde un ecosistema único y su efecto sobre los ecosistemas adyacentes no se hace esperar, tierra fértil irá a parar al mar, la anidación de aves se pierde, el hábitat de especies, muchas de ellas controladores biológicos, se destruye y estas inician un éxodo en busca de nuevos hábitat, en dicho proceso invaden los espacios que ahora ocupan los humanos, se rompe el equilibrio establecido por la naturaleza, con ello vienen las “plagas” de especies que aunque importantes en la naturaleza, son nocivas para el ser humano, el próximo paso adoptado es el exterminio de dichas especies ante su “invasión”.

Ante la necesidad de defensa las personas que viven y se mantienen de la actividad “sostenible”, tienen que realizar gastos en salud y sobrevivencia, ahora su trabajo en la actividad “sostenible” apenas les genera recursos económicos para solventar sus problemas.

Los planes de contingencia no incluyen la preservación de la naturaleza, sino la reparación de los daños materiales derivados de los fenómenos naturales que impactan cada vez con más fuerza; pero las pérdidas humanas no se pueden reparar. Ya no hay que hacer la pregunta ¿Qué los ocasiona? Hagamos conciencia y exijamos que se respete el equilibrio, que las actividades económicas que son necesarias para el desarrollo se realicen en lugares idóneos para todos, donde la idoneidad sea el bienestar de la mayoría.

Recuerdo una historia, alguien que le propuso al responsable de la decisión de disparar los misiles nucleares que matarían a millones, que la llave que dispararía dichos misiles se introdujera por medios quirúrgicos en el corazón de su hija menor, que ante la necesidad de usar esta llave le pidiera a su oficial de apoyo que la sacara de su lugar de resguardo...

No nos gusta hablar de estos temas, cerramos los ojos o volteamos la mirada hacia otra parte, nos es incómodo, tenemos miedo de que alguien “importante” se moleste, cuando todos somos importantes, yo soy importante para mi familia y mi familia es importante para mí, esta tierra es de todos.

“Mamiya” así llamábamos a mi abuela, tenía un dicho muy ocurrente “No hay que confundir la magnesita, con la gimnasia”, no trato ahora de evocar nostalgias, sino de extrapolar ese dicho a la realidad que se maneja en el área del medio ambiente.

Quiero dar la bienvenida a:

Andrea Castro, Colombia,
Jareth Román, México,
Francisco Pozo, Ecuador,
Marcial Quiroga Carmona, Venezuela.

Se embarcan ahora en una aventura sin par, sabiendo que zarpan en un buque que navega por aguas profundas, a veces turbulentas, pero plena de emociones, sabiendo que los barcos se encuentran seguros en los puertos, pero no han sido creados para eso, han sido creados para navegar.

Todos a bordo!!!

carlos estrada faggioli



Boa constrictor, El Salvador.

Fotografía: Khriss Fox

Distribución Real, Potencial y Características Principales de las Serpientes Venenosas en El Salvador

Vladlen Henriquez

Biólogo, Grupo de Herpetólogos de El Salvador.
Correo: vladhen_21@hotmail.com

Resumen

Se determinó la distribución potencial de las serpientes venenosas en El Salvador mediante el uso de un programa de modelaje bioclimático (DOMAIN), utilizando 9 factores climáticos y los sitios de registros de recolecta y fotográficos de cada una de las especies de serpientes venenosas del El Salvador. Los sitios de registro de cada especie se determinaron por medio de literatura de los anfibios y reptiles de El Salvador, estudios en Áreas Naturales Protegidas y artículos científicos. Se realizó una descripción de cada especie a partir de información bibliográfica y la adquirida en experiencia de campo. Se presenta la distribución y características principales de *Agkistrodon bilineatus*, *Atropoides mexicanus*, *Cerrophidion wilsoni*, *Cerrophidion sp.*, *Crotalus simus*, *Porthidium ophryomegas*, *Micrurus nigrocinctus* y *Pelamis platura*.

Palabras claves: Distribución potencial, DOMAIN, víbora, elápidido, venenosa, serpiente.



Cerrophidion sp. Timbo, Cerro El Aguila
Fotografía: Oscar Bolaños.

Introducción

Las serpientes son un grupo de vertebrados bastante peculiar por su aspecto, su falta de extremidades, sus colores y, sobre todo, porque algunas de ellas poseen una sustancia tóxica la cual inoculan por medio de su mordedura y puede causar daños a nuestro cuerpo, y en casos más graves, incluso la muerte.

Durante muchos años se han realizado estudios en El Salvador reportando hasta la fecha un total de 100 especies de reptiles (Köhler *et al.* 2006; Herrera *et al.* 2007; Henríquez y Vaquerano 2008; Ibarra *et al.* 2009), de los cuales 58 (58%) son serpientes.

Las serpientes se dividen en diferentes familias, que en el caso de El Salvador son: Boas (1 especie), Boas de Hule (1 especie), Culebras (47 especies) y Serpientes Ciegas (2 especies) (88 %). Todos estos grupos están formados por especies cuyas mordeduras no son de mayor peligro para el ser humano y algunas de ellas incluso no poseen dientes. Sin embargo, existen dos familias cuyas especies poseen dientes modificados para inyectar veneno, el cual puede ser mortal para el ser humano. Estos dos grupos están formados por Víboras (5 especies) y Elápidos (2 especies) (12%).

Probablemente se reporte una especie más para El Salvador ya que luego de la revisión del género *Cerrophidion* realizado por Jadin *et al.* (2012), las poblaciones de este género que habitan en la Sierra de Apaneca, en la zona sur occidental de El Salvador, no fueron revisadas. El único espécimen colectado y depositado en el Museo de Historia Natural de El Salvador, difiere taxonómicamente con los especímenes analizados y que provienen de la cordillera de Metapán y Sierra de Alotepeque, al norte de El Salvador. Por lo tanto se manejará en este artículo la probabilidad de una especie más para El Salvador.

Cuando se habla de distribución deben distinguirse dos categorías diferentes: la real (también llamada

ocurrencia) y la potencial. La distribución real se refiere a los sitios en los que se han observado o recolectado especímenes y la potencial hace alusión a las áreas que tienen condiciones ambientales muy similares a los sitios donde se encuentran las especies y que tienen muy altas probabilidades de estar ocupadas por estas mismas (Gámez Pastrana 2011).

Este artículo tiene como objetivo dar a conocer la distribución real y potencial de las serpientes venenosas en El Salvador, la identificación de las especies a través de su coloración característica, y conocer el estatus de conservación que cada una tiene a nivel nacional como a nivel mundial.

Materiales y Métodos

La base de la información de cada una de las especies descritas en este artículo es de tipo bibliográfico. Para la descripción y determinación de sitios de ocurrencia de las especies se utilizó información proveniente de libros, artículos publicados en revistas e información de diferentes estudios realizados en varios lugares de El Salvador. También se tomó en cuenta la información obtenida por medio de registros fotográficos proporcionados por colegas biólogos.

Distribución Potencial

Como primer paso se creó una base de datos en Excel de los registros de las serpientes venenosas en El Salvador. Los registros fueron tomados del libro *The Amphibians and Reptiles of El Salvador* (Köhler *et al.* 2006), el cual reúne los registros de recolectas realizadas en El Salvador y depositadas en varios museos de diferentes países. También se tomaron datos de registros de locales recopilados en diferentes estudios de consultoría, artículos científicos y registros fotográficos no publicados.

Cada registro fue revisado para determinar si poseían coordenadas geográficas. En caso que no contaran con coordenadas, estos fueron georeferenciados por medio del programa ARC MAP para tener el sitio exacto o aproximado donde fue encontrada cada especie. Esta base creada en Excel se utilizó en el programa ARC MAP para crear un archivo tipo Shape de todos los registros de las especies. El número total de registros de cada especie se resume en el Cuadro 1.

Para modelar la distribución potencial de cada especie se utilizó el análisis de perfiles bioclimáticos DOMAIN. Para realizar el análisis se utilizó un conjunto de puntos georeferenciados donde se ha registrado cada especie y un modelo de elevación digital (MED) de la zona en estudio. Por medio del análisis se calculó una matriz de distancias de Gower entre los puntos (esta medida de distancia permite combinar variables continuas y categóricas), usando datos de presencia y un número limitado de variables ambientales (Romo *et al.* 2006; Villaseñor y Telles Valdés 2010).

Con esta matriz se genera un mapa de intervalos de confianza, que luego se transforma a datos binarios (presencia/ausencia). Los valores representan la similitud entre cada unidad de área y el conjunto de presencias, y se interpretan como límites de confianza. El usuario define el límite de confianza que determina la distribución, y ésta se representa según el valor de similitud estimado por el programa. Se recomienda límite de 90% ya que no es un límite demasiado estricto ni muy permisivo (Romo *et al.* 2006).

De esta forma se genera un perfil bioclimático donde se sintetizan las condiciones climáticas de los sitios analizados y los compara con los atributos climáticos de un conjunto de celdas generados por el MED. Tal comparación permite determinar aquellos sitios con clima adecuado en los cuales pudiera encontrarse la especie en estudio (Villaseñor y Telles Valdés 2010).

La distribución potencial de cada una de las serpientes venenosas de El Salvador fue generado a partir de 9 factores climáticos (Cuadro 2). De esta forma fue posible elaborar los mapas de distribución de cada especie generados como archivos en formato ASCII. El MED utilizado en este estudio consistió de celdas de 30 segundos de resolución, consistente a celdas de 1Km² de superficie.

Este tipo de análisis es únicamente para especies terrestres, razón por la cual no se realizó la modelación para la especie *Pelamis platura*, ya que es una especie que habita en mar abierto.

Resultados y Discusión

En El Salvador se han reportado únicamente ocho especies de serpientes venenosas, las cuales se describen a continuación:

Familia Elapidae

Este grupo está formado por las serpientes conocidas comúnmente como Corales. En América se conocen aproximadamente 60 especies, de las cuales sólo 17 habitan en Centro América (Köhler 2006). El tipo de dentición de estas serpientes se le conoce como Proteroglifa y se caracteriza por presentar dos colmillos profundamente acanalados longitudinalmente y ubicados en la parte anterior de la mandíbula superior y son relativamente inmóviles (Köhler 2003).

Estas especies poseen un poderoso veneno por lo que se recomienda la mayor precaución al tratar con ellas, por lo tanto hay que evitar la manipulación de estas especies sino se tiene la capacitación adecuada. El veneno es principalmente neurotóxico y produce parálisis, lo cual ocasiona muerte por paro cardiorespiratorio (Köhler 2003). Las especies registradas en El Salvador pertenecientes a esta familia son:

Cuadro 1. Número de registros y rango altitudinal de distribución en El Salvador de las serpientes venenosas utilizadas en el análisis bioclimático.

Especie	Registros de la especie	Rango Altitudinal (msnm)
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	9	0 – 450
<i>Atropoides mexicanus</i>	13	400 – 1700
<i>Cerrophidion sp.</i>	11	1700 – 2400
<i>Cerrophidion wilsoni</i>	54	1700 – 2700
<i>Crotalus simus</i>	24	0 – 1800
<i>Porthidium o phryomegas</i>	11	0 – 400
<i>Micrurus nigrocinctus</i>	19	0 – 1000
<i>Pelamis platura</i>	9	0

Cuadro 2. Parámetros utilizados por el programa DOMAIN para generar los mapas de distribución potencial de las serpientes venenosas de El Salvador.

1.	Temperatura Promedio Anual (°C)
2.	Oscilación Diurna de la Temperatura (°C)
3.	Isotermidad (°C)
4.	Estacionalidad de la Temperatura (Coeficiente de Variación en %)
5.	Temperatura Máxima Promedio del Período más Cálido (°C)
6.	Precipitación Anual (mm)
7.	Precipitación del Período más Seco (mm)
8.	Estacionalidad de la Precipitación (Coeficiente de Variación en %)
9.	Precipitación del Cuatrimestre más Cálido (mm)

Micrurus nigrocinctus (Coral)

Distribución en El Salvador

Distribución Ecológica: Bosque Tropical Siempre verde Latifoliado Aluvial de Tierras Bajas, Bosque Tropical Deciduo Latifoliado de Tierras Bajas, Bosque Tropical Semideciduo Latifoliado de Tierras Bajas, Bosque Tropical Semideciduo Latifoliado Submontano, Bosque Tropical Semideciduo Mixto Submontano. Puede habitar en zonas de cultivo. Su distribución es desde el nivel del mar a los 1,000 msnm.

Sitios de Registro: en los departamentos de La Libertad, San Salvador (Köhler *et al.* 2006), Santa Ana (Köhler *et al.* 2006; Henríquez 2008); Ahuachapán (Köhler *et al.* 2006; Henríquez y Henríquez 2007), Cabañas (Herrera *et al.* 2007), Cuscatlán (Köhler 2006; Herrera *et al.* 2007), Sonsonate (Köhler *et al.* 2006; Henríquez y Henríquez 2007), Morazán (Herrera *et al.* 2007) y Usulután (Herrera y Henríquez 2004; Lara 2011).

Distribución Potencial: Presenta una amplia distribución, puede habitar en diferentes tipos de hábitat desde el nivel del mar hasta los 1,000 msnm. Aparentemente su distribución se encuentra limitada en la zona montañosa de la Sierra de Jucuarán (departamentos de San Miguel y La Unión), y es así como también en hábitats que superan los 1,000 msnm. Puede habitar en zonas urbanas colindantes con áreas abiertas (Fig. 1).

Historia Natural: el espécimen más grande recolectado en El Salvador es de 91.00 cms. de longitud hocico-cloaca (Köhler *et al.* 2006). Es una especie que puede estar activa tanto de día como de noche y es principalmente terrestre (Solórzano 2004). Sin embargo, un espécimen que fue capturado en el Área Natural Protegida Complejo San Marcelino (Izalco, Sonsonate, El Salvador) se encontraba subiendo el tronco de un árbol a aproximadamente

3 mts del suelo. Se mantiene oculta bajo la hojarasca, bajo piedras y se han encontrado especímenes en medio de troncos podridos. Se alimenta de varias especies de anfibios y reptiles, incluyendo culebras (Solórzano 2004; Köhler *et al.* 2006). Un espécimen que fue encontrado muerto en Morazán, El Salvador, tenía en su interior una Tepalcúa (*Dermophis mexicanus*). Otro espécimen fue visto atacando una lagartija (*Lepidophyma smithii*). La especie es ovípara y las hembras ovopositan de 5 a 14 huevos por camada (Köhler *et al.* 2006).

Coloración: presenta un color muy característico, consiste en delgados anillos de color negro, rodeados por anillos de color amarillo o blanco y rojo, los

cuales suelen ser más amplios que los anillos negros. El orden de los anillos es rojo-amarillo (o blanco)-negro-amarillo (o blanco). Las escamas que se encuentran en los anillos de color rojo por lo general presentan puntos negros. La cabeza presenta anillos de color negro y amarillo (o blanco). La punta de la cola presenta anillos de color negro y amarillo (o blanco). (Fig. 2)

Estatus de Conservación: a nivel mundial aún no ha sido evaluado. En El Salvador la especie se encuentra listada como Amenazada de Extinción (MARN 2009). La especie es vulnerable en sitios habitados por el ser humano donde las matan para evitar un accidente ofídico.

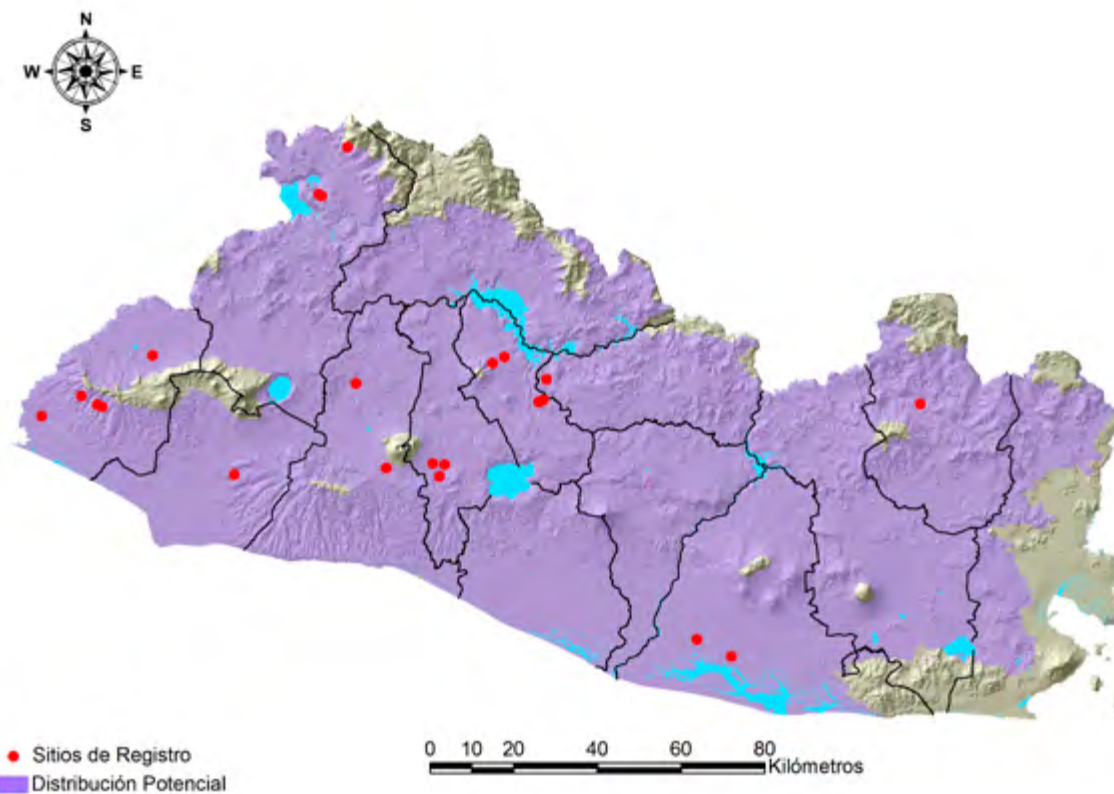


Figura 1. Sitios de Registro y Distribución Potencial en El Salvador de la Serpiente Coral (*Micrurus nigrocinctus*).



Figura 2. *Micrurus nigrocinctus* (Serpiente Coral). Fotografía: Vladlen Henríquez.

Pelamis platura (Serpiente Marina)

Distribución en El Salvador

Distribución Ecológica: Aguas Marinas

Sitios de Registro: En los departamentos de La Libertad, La Unión, La Paz, San Miguel (Köhler *et al.* 2006) y Sonsonate (Köhler *et al.* 2006, Registros Fotográficos de Carlos Funes, 2009 y Diego Fernando Herrera, 2012).

Distribución: Su distribución potencial no puede ser modelada por DOMAIN por ser una especie marina, pero los sitios de registro se señalan en el mapa. Es una especie primordialmente pelágica, principalmente la zona comprendida entre 1 a 20 Km de la costa (Fig. 3).

Historia Natural: el espécimen más grande recolectado en nuestro país es de 53.5 cms de longitud (Köhler *et al.* 2006), generalmente se encuentra en mar abierto, de 1 a 20 Km. de la costa (Solórzano 2004). Una característica es su cola aplanada en forma de remo. Posee hábitos de natación relativamente lentos y generalmente se mantiene en las líneas de convergencia de las corrientes para alimentarse, por lo que su transporte se facilita gracias a las corrientes oceánicas (Graham *et al.* 1971). La especie es bastante común durante la estación seca en Costa Rica (Köhler *et al.* 2006). En algunas ocasiones se pueden observar especímenes en las playas, lo cual puede deberse a la fuerza de los vientos los cuales empujan los cordones de espuma, donde generalmente habitan, hacia el interior de la costa, donde el oleaje las arroja a la playa (Solórzano 2004). Se alimenta principalmente de peces que captura haciéndose pasar por un tronco en la superficie y cuando se acercan los captura con un rápido movimiento (Solórzano 2004; Köhler *et al.* 2006). La serpiente es vivípara y da a luz de 1 a 6 serpientes por camada. Posee un poderoso veneno de acción neurotóxica el cual es mortal para el humano (Köhler *et al.* 2006).

Coloración: Es variable, por lo general el dorso es negro y el vientre color amarillo. La cola es de color amarillo con manchas negras. (Fig. 4).

Estatus de Conservación: a nivel mundial esta especie aún no ha sido evaluada. A nivel nacional la especie se encuentra listada como No Amenazada (MARN 2009).

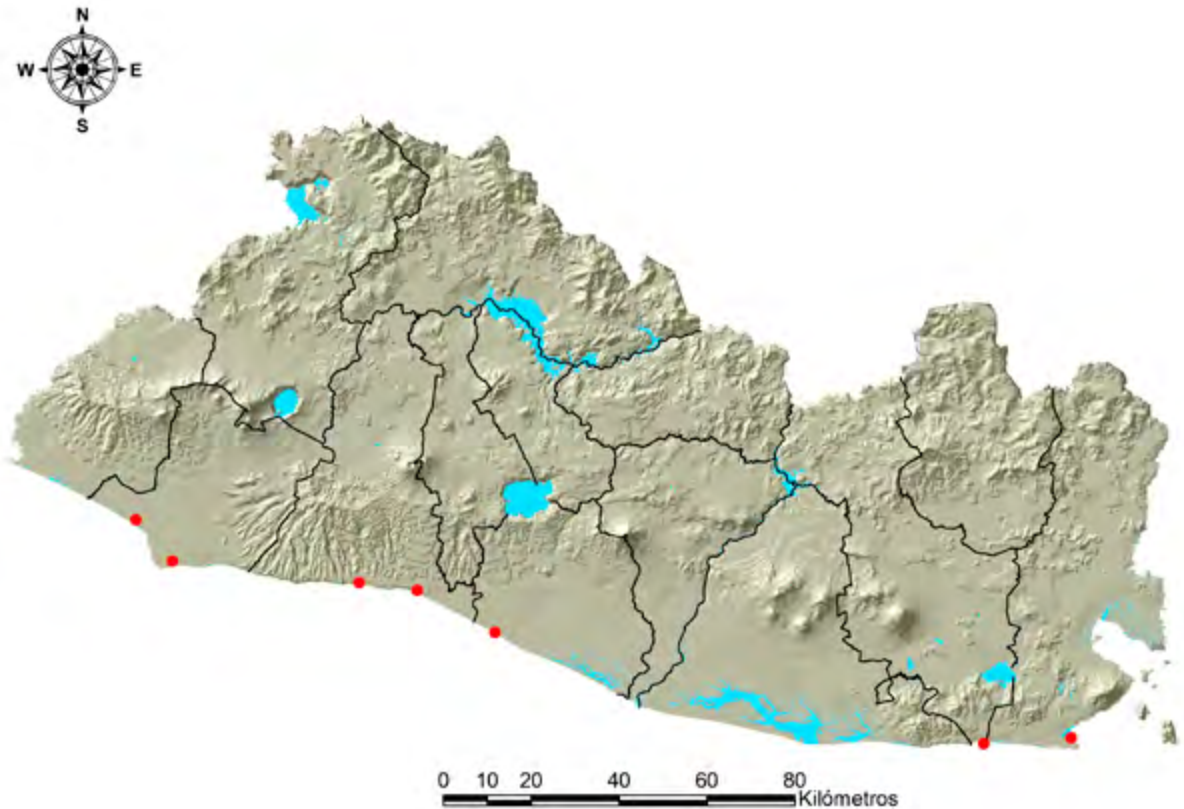


Figura 3. Sitios de Registro en El Salvador de la Serpiente Marina (*Pelamis platura*).



Figura 4. Sitios de Registro en El Salvador de *Pelamis platura* (Serpiente Marina). Fotografía: Diego Fernando Herrera.

Familia Viperidae

Este grupo de serpientes está formado por las conocidas comúnmente como víboras. Estas se caracterizan por poseer grandes colmillos huecos y móviles al final de la mandíbula superior. Según Köhler (2003), en Centro América esta familia se encuentra formada por aproximadamente 160 especies. Otra de sus características es poseer una estructura localizada en una depresión entre los ojos y el agujero de la nariz, la cual es conocida como Foseta Loreal, cuya función es la de detectar diferencias entre la temperatura ambiente y sus presas o sus potenciales depredadores. Estas serpientes se clasifican dentro de la Subfamilia Crotalinae (Crótalos) a la cual pertenecen todas las víboras registradas en El Salvador y Centro América. Las serpientes pertenecientes a este grupo presentan un cuerpo robusto y escamas dorsales quilladas, lo cual en algunas especies les da una apariencia rugosa.

El tipo de dentición que posee este tipo de serpientes se le conoce como Solenoglifa, que se caracteriza por estar formada por dientes móviles localizados al final de la mandíbula superior. Cuando la boca está cerrada, estos se esconden en una bolsa de piel que se encuentra en la mandíbula superior y son extendidos al momento de morder.

El veneno de este tipo de serpientes es hemotóxico, actúa destruyendo la sangre y los tejidos (necrosis); sin embargo, algunas especies como el cascabel sudamericano (*Crotalus durissus terrificus*) es también fuertemente neurotóxico. Las especies registradas en El Salvador dan a luz a juveniles completamente desarrollados (Köhler 2003). Estas especies son:

Agkistrodon bilineatus (Cantil de Agua, Cantil Zope, Tamagás Timbo)

Distribución en El Salvador

Distribución Ecológica: Bosque Tropical Siempre verde Latifoliado Aluvial de Tierras Bajas, Bosque Tropical Semidecíduo Latifoliado de Tierras Bajas y Bosque Tropical Decíduo Latifoliado de Tierras Bajas. Puede habitar en potreros y zonas de cultivo. Se distribuye entre el nivel del mar y los 450 msnm.

Sitios de Registro: en los departamentos de Cuscatlán, Sonsonate (Köhler *et al.* 2006), La Libertad, Cabañas (Herrera *et al.* 2007) Ahuachapán (Henríquez y Henríquez 2007) y San Miguel (Registro fotográfico de Ricardo Ibarra Portillo, 2006).

Distribución Potencial: A pesar que habita en zonas bajas, su distribución es discontinua en El Salvador, principalmente en la planicie de la zona sur occidental (Ahuachapán y Sonsonate); y en los departamentos de Cuscatlán y Cabañas. Solamente un registro proviene de la zona oriental (San Miguel). Potencialmente puede habitar en algunos sitios en San Vicente y Usulután (Fig. 5).

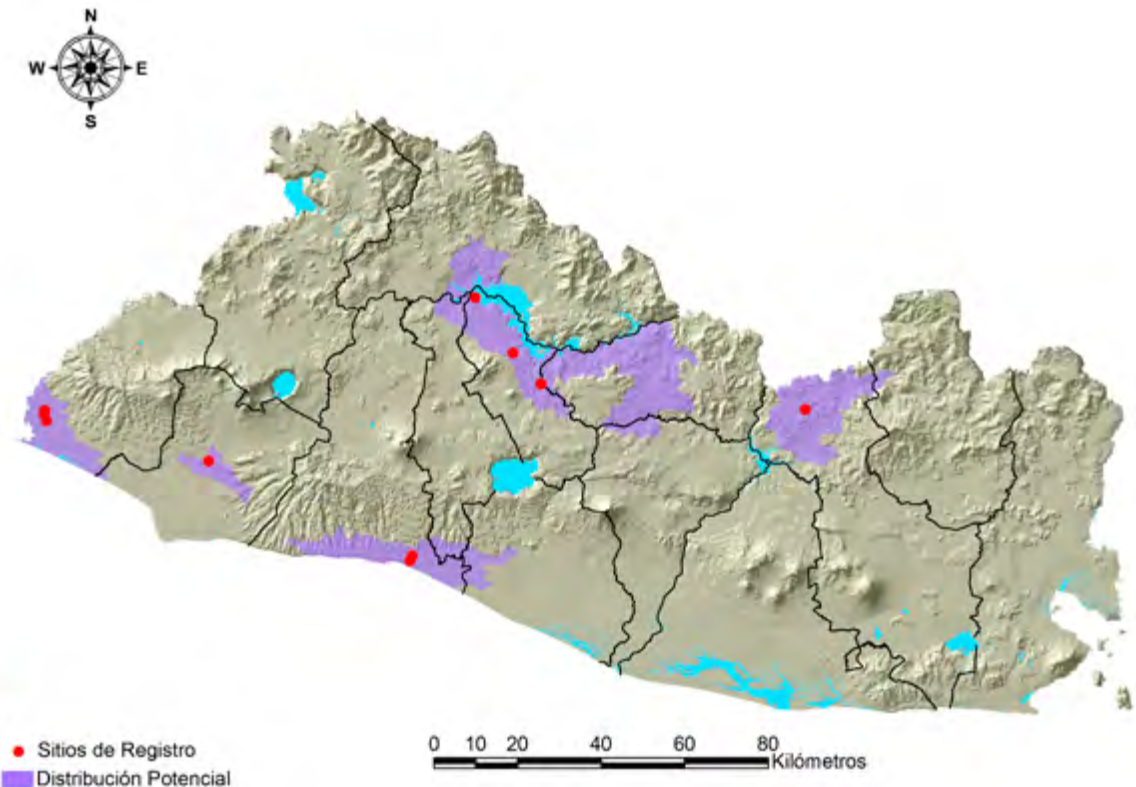


Figura 5. Sitios de Registro y Distribución Potencial en El Salvador del Cantil de Agua (*Agkistrodon bilineatus*).

Historia Natural: el espécimen más grande recolectado en El Salvador es de 40.4 cms. de longitud hocico-cloaca. Esta especie puede ser sumamente agresiva al sentirse amenazada (Köhler *et al.* 2006). Esta robusta víbora generalmente se encuentra cerca de cuerpos de agua y es bastante activa al anochecer (Köhler 2003). Durante el día se mantiene oculta bajo troncos, piedras y bajo escombros o promontorios de maleza seca en el caso de encontrarse en zonas perturbadas. Se alimenta de pequeños roedores como ratas y ratones, pero también puede alimentarse de peces, ranas, lagartijas y otras serpientes de menor tamaño. La especie es vivípara y da a luz de 6 a 20 serpientes por camada, entre junio y julio (Köhler *et al.* 2006).

Coloración: en la cabeza presenta líneas blancas las cuales se originan en la punta de la nariz y se extienden sobre el ojo hasta la región temporal y la nuca; posee otra línea, que se extiende bajo el ojo pasando a lo largo de la mandíbula hasta llegar a la nuca. La coloración del cuerpo puede ser negra o café. En la mayoría de especímenes registrados, el dorso es negro con pequeñas manchas blancas dispersas y el vientre presenta una coloración celeste aqua.(Fig.6) Los juveniles registrados presentan una coloración café. Los adultos también pueden presentar una coloración formada por bandas transversales café claro y café oscuro, sin embargo, este tipo de coloración en especímenes adultos no es común en El Salvador, únicamente un espécimen registrado en la zona de San Gerardo (departamento de San Miguel, El Salvador) ha presentado este tipo de coloración(Fig.7). Según Köhler (2006) los juveniles presentan una mancha amarilla en la punta de la cola. Algunos adultos registrados en Ahuachapán y Cuscatlán también presentaron dicha mancha.

Estatus de Conservación: a nivel mundial esta especie se encuentra listada como Casi Amenazada debido a una reducción de la población de



Figura 6. *Agkistrodon bilineatus*, (Cantil de agua) Área Natural Protegida Santa Rita
Fotografía: Vladlen Henríquez

aproximadamente el 30% en los últimos 15 a 30 años (suponiendo una duración de la generación de cinco a 10 años) (Lee y Hammerson 2007). A nivel nacional la especie se encuentra como Amenazada de Extinción (MARN 2009).

Esta especie sufre bastante presión por parte de la población en los sitios donde habita. Durante estudios realizados en las Áreas Naturales Protegidas Santa Rita y Zanjón El Chino (Ahuachapán) y Bosque Montaña de Cinquera (Cabañas), se registraron especímenes muertos en zonas agrícolas, mientras

que en Suchitoto (Cuscatlán) se encontró un espécimen atropellado sobre la carretera. Pobladores entrevistados manifestaron que tienen que matarlas ya que no pueden arriesgarse a ser mordidos cuando se encuentran trabajando en sus parcelas agrícolas.



Figura 7. *Agkistrodon bilineatus*, espécimen registrado en la zona de San Gerardo, departamento de San Miguel, El Salvador.
Fotografía: Ricardo Ibarra

Atropoides mexicanus (Timbo)**Distribución en El Salvador**

Distribución Ecológica: Bosque Tropical Semideciduo Latifoliado, Bosque Tropical Siempre verde Latifoliado Montano Superior y Bosque Tropical Semideciduo Mixto. Puede habitar en cafetales y zonas agrícolas. Se distribuye entre los 400 a 1,500 msnm.

Sitios de Registro: En los departamentos de Ahuachapán (Köhler *et al.* 2006, Henríquez y Henríquez 2007), Sonsonate, La Libertad, San Vicente y Chalatenango (Köhler *et al.* 2006).

Distribución Potencial: Se limita principalmente a zonas montañosas ubicadas en la cordillera montañosa central: Sierra de Apaneca (Ahuachapán, Sonsonate y Santa Ana), Cordillera del Bálsamo (La Libertad), Volcán de San Salvador y Volcán de San Vicente (San Vicente y potencialmente La Paz). También existen registros de la Sierra de Alotepeque (Chalatenango) en el norte de El Salvador (Fig. 8).

Historia Natural: el espécimen de mayor tamaño recolectado en nuestro país es de 65 cms. de longitud hocico-cloaca (Köhler *et al.* 2006). De cuerpo bastante robusto y cabeza grande muy diferenciada del cuello. Escamas fuertemente quilladas las cuales le dan apariencia rugosa al cuerpo. Es una víbora que puede mantenerse activa tanto de día como de noche. Se han encontrado especímenes escondidos bajo la hojarasca, bajo troncos y a un lado de los senderos. También se han encontrado juveniles escondidos en agujeros en troncos de árboles a 3 mts del suelo (Solórzano 2004). Se alimenta de pequeños roedores como ratas y ratones, pero también puede alimentarse de lagartijas e invertebrados. La especie es vivípara y da a luz de 13 a 36 serpientes por camada, naciendo entre agosto y noviembre (Köhler *et al.* 2006).

Coloración: presenta en la región dorsal una coloración que puede variar entre café oscuro, café claro o gris (Fig. 9). Algunos autores mencionan que el dorso puede ser café rojizo (Solórzano 2004; Köhler *et al.* 2006). Sobre el dorso presenta una serie de manchas en forma de rombo de color negro o café oscuro, los cuales se unen entre ellos sobre la línea vertebral y con pequeños rombos a los costados del cuerpo. En la cabeza presentan una banda de color negro o café oscuro que se extiende desde la

parte posterior del ojo hasta la parte posterior de la mandíbula. El vientre es blanquecino con bastantes puntos negros.

Estatus de Conservación: a nivel mundial esta especie aún no ha sido evaluada. A nivel nacional se encuentra listada como Amenazada de Extinción (MARN 2009).

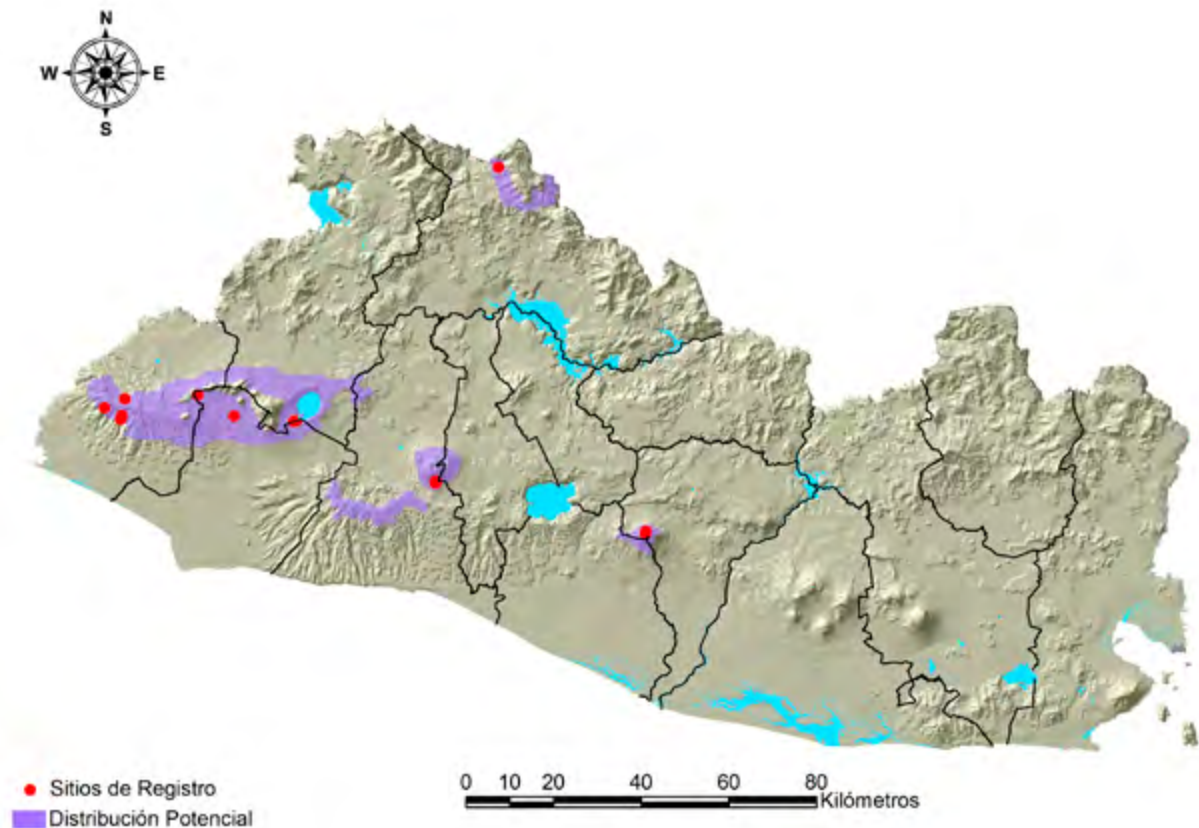


Figura 8. Sitios de Registro y Distribución Potencial en El Salvador de la Víbora Timbo (*Atropoides mexicanus*).



Figura 9. *Atropoides mexicanus* (Timbo) a) finca Las Isabellas, Ahuachapán, El Salvador. Fotografía: Emanuel Morán; b) Parque Nacional El Imposible, El Salvador. Fotografía: Melissa Rodríguez

Género *Cerrophidion*

Jadin *et al.* (2012) realizaron una revisión del género *Cerrophidion* en Centro América. En el caso de El Salvador, únicamente realizaron la evaluación con especímenes recolectados en la zona norte, los cuales fueron identificados como *Cerrophidion wilsoni*.

Sin embargo en la Sierra de Apaneca, El Salvador, existen poblaciones de este género, que no fueron evaluadas y aún no se ha determinado a que especie pertenecen. En este artículo la población que se encuentra en la Sierra de Apaneca será nombrada como *Cerrophidion sp.*

Cerrophidion wilsoni (Timbo de altura)

Distribución en El Salvador

Distribución Ecológica: Bosque Tropical Semidecíduo Mixto Montano Inferior, Bosque Tropical Siempre verde Latifoliado Montano Superior y Bosque Tropical Siempre verde Latifoliado Altimontano. Puede habitar en cafetales y zonas agrícolas. Se distribuye entre los 1,700 a 2,700 msnm.

Sitios de Registro: Esta víbora se ha registrado en los departamentos de Santa Ana y Chalatenango (Köhler *et al.* 2006; Henríquez 2010).

Distribución Potencial: Se limita a las zonas montañosas de la zona norte de El Salvador: Cordillera de Metapán (Santa Ana) y Sierra de Alotepeque (Chalatenango) (Fig. 10).

Historia Natural: el espécimen más grande recolectado es de 64.8 cms. de longitud hocico – cloaca (Jadin *et al.* 2012). Generalmente es activa durante el día, principalmente en días soleados. Se puede encontrar tomando el sol en claros dentro del bosque y a un lado de los senderos, o bajo troncos y piedras. Se alimenta de pequeños roedores como ratas y ratones, pero también puede alimentarse de algunos invertebrados cuando son juveniles (Köhler *et al.* 2006). La especie es vivípara y los datos de

reproducción son limitados, sin embargo, una hembra grávida recolectada en el Parque Nacional Montecristo en 1952 poseía 9 embriones. Otra hembra recolectada en Honduras cerca del Cerro El Pital poseía 14 embriones (Jadin *et al.* 2012).

Coloración: en el dorso presenta una coloración que puede variar entre café oscuro, café claro, gris o café rojizo (Fig. 11). Sobre el cuerpo presenta una serie de manchas, algunas fusionadas, las cuales forman una banda dorsal en forma de zigzag. Estas manchas son de color negro o café oscuro, también presenta manchas negras o café oscuras sobre los costados del cuerpo, bajo las manchas del dorso. En la cabeza presentan una banda de color negro o café oscuro

que se extiende desde la parte posterior del ojo hasta la parte posterior de la mandíbula. El vientre es de color blanquecino cerca de la cabeza, con pocos puntos de color negro; el vientre se torna de color más oscuro a medida se acerca a la cola (Jadin *et al.* 2012).

Estatus de Conservación: a nivel mundial esta especie aún no ha sido evaluada. La evaluación que se realizó del género *Cerrophidion* en nuestro país cataloga las poblaciones, que se encuentran tanto en la cordillera norte, como en la Sierra de Apaneca como Amenazada de Extinción (MARN 2009).

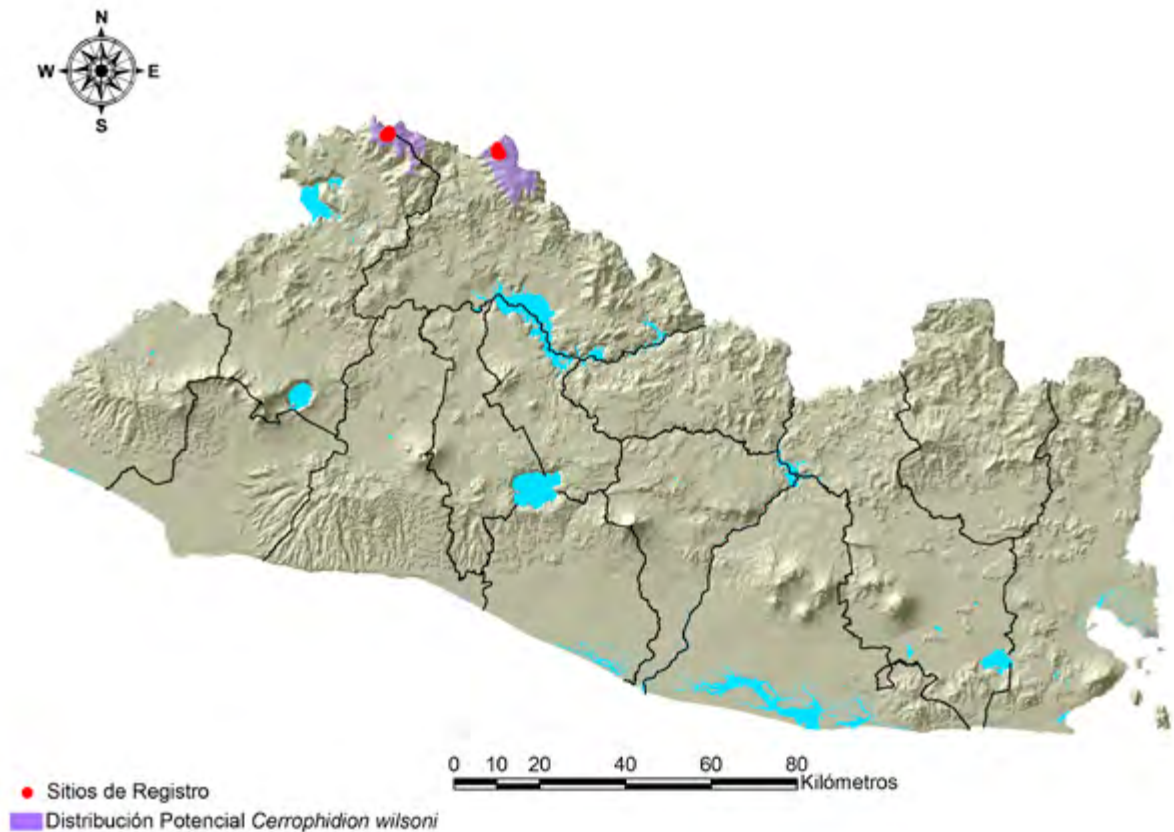


Figura 10. Sitios de Registro y Distribución Potencial en El Salvador de la Víbora Timbo (*Cerrophidion wilsoni*).



Figura 11. *Cerrophidion wilsoni* (Timbo de altura) Fotografías: Vladlen Henríquez.

Cerrophidion sp. (Timbo de altura)**Distribución en El Salvador**

Distribución Ecológica: Bosque Tropical Semideciduo Mixto Montano Inferior, Bosque Tropical Siempre verde Latifoliado Montano Superior y Bosque Tropical Siempre verde Latifoliado Altimontano. Puede habitar en cafetales y zonas agrícolas. Se distribuye entre los 1,700 a 2,700 msnm.

Sitios de Registro: Esta víbora se ha registrado en los departamentos de Santa Ana (Köhler 2006; Henríquez 2003; Henríquez y Komar 2006; Henríquez y Henríquez 2007) y Sonsonate (Registro fotográfico de Oscar Bolaños, 2008)

Distribución Potencial: Se limita a las zonas montañosas de la Sierra de Apaneca (Santa Ana, Sonsonate y Ahuachapán) (Fig. 12).

Historia Natural: El espécimen más grande recolectado en El Salvador es de 67.5 cms. de longitud hocico—cloaca (Köhler *et al.* 2006). Generalmente es activa durante el día, principalmente en días soleados. Se pueden encontrar tomando el sol en claros dentro del bosque y a un lado de los senderos, o bajo troncos y piedras. Durante una investigación en el volcán de Santa Ana se encontraron tres especímenes bajo un tronco en un potrero ubicado cerca del Parque Nacional Los Volcanes (Santa Ana). Se alimenta de pequeños roedores como ratas y ratones, pero también pueden alimentarse de algunos invertebrados cuando son juveniles (Köhler *et al.* 2006). Durante un recorrido en uno de los senderos en el Volcán de Santa Ana, se encontró un macho de ardilla cuzquita (*Sciurus deppei*) muerto a un lado del camino, a unos metros se encontraba un adulto de *Cerrophidion* sp. Al revisar la ardilla esta tenía una mordida de víbora en la pata trasera derecha. Es probable que la ardilla haya sido atacada por la víbora al sentirse amenazada.

Coloración: La región dorsal presenta una coloración que puede variar entre café oscuro, café claro, gris o café rojizo (Fig.13). Sobre el cuerpo presenta una serie de manchas, algunas fusionadas las cuales forman una banda dorsal en forma de zigzag. Estas manchas son de color negro o café oscuro, también presenta manchas negras o café oscuro sobre los costados del cuerpo bajo las manchas del dorso. En la cabeza presentan una banda de color negro o café oscuro que se extiende desde la parte posterior del ojo hasta la parte posterior de la mandíbula. Posee una mancha negra o café oscuro entre la 4ta y 5ta escama supralabial. El vientre es de color café oscuro uniforme con excepción de la parte inferior de la mandíbula y el primer cuarto anterior (Solórzano 2004). Juveniles que habitan en la zona del volcán de Santa Ana presentan la punta de la cola de color amarillo.

Estatus de Conservación: a nivel mundial esta especie aún no ha sido evaluada. La evaluación que se realizó del género *Cerrophidion* en nuestro país, cataloga las poblaciones que se encuentran tanto en la cordillera norte como en la Sierra de Apaneca como Amenazada de Extinción (MARN 2009). Esta especie sufre bastante presión por parte de la población en los sitios donde habita. Durante estudios realizados en el volcán de Santa Ana se registraron especímenes muertos en potreros y cafetales, llegando a contar hasta tres especímenes en un solo día en julio de 2003. Pobladores entrevistados manifestaron que tienen que matarlas ya que no pueden arriesgarse a ser mordidos cuando se encuentran trabajando. Muchos de los pobladores que viven en el volcán de Santa Ana manifestaron que han ocurrido accidentes ofídicos en la zona y que han requerido hospitalización, pero que nadie ha muerto por el veneno de esta especie.

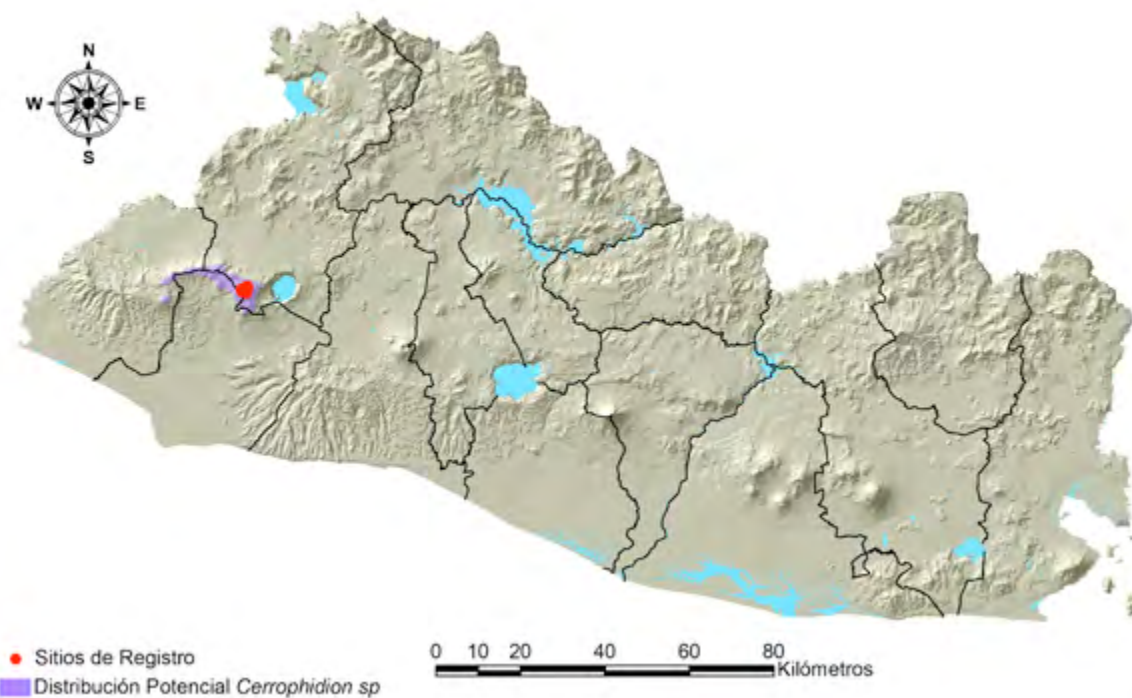


Figura 12. Sitios de Registro y Distribución Potencial en El Salvador de la Víbora Timbo (*Cerrophidion* sp.).



Figura 13. *Cerrophidion* sp (Timbo). a) Parque Nacional los volcanes. Fotografía: Vladlen Henríquez; b) Cerro El Águila. Fotografía: Oscar Bolaños.

Crotalus simus (Víbora de Cascabel)

Distribución en El Salvador

Distribución Ecológica: Bosque Tropical Deciduo Latifoliado de Tierras Bajas, Bosque Tropical Semideciduo Latifoliado de Tierras Bajas, Submontano y Montano Inferior, Bosque Tropical Semideciduo Mixto Submontano y Montano Inferior, Sabanas y Vegetación Primaria sobre Lava Volcánica. Puede habitar en zonas de cultivo. Se distribuye entre el nivel del mar y los 2,000 msnm.

Sitios de Registro: Esta víbora se ha registrado en los departamentos de Ahuachapán, La Unión, San Salvador, San Vicente, Sonsonate (Köhler *et al.* 2006), La Libertad (Köhler *et al.* 2006; Morán-Hidalgo 2013), Santa Ana (Köhler *et al.* 2006; Henríquez 2010, Vreugdenhil *et al.* 2011), Cuscatlán, Cabañas, Chalatenango, San Miguel (Herrera *et al.* 2007) y Morazán (Vreugdenhil *et al.* 2011).

Distribución Potencial: Presenta una amplia distribución en nuestro país, en diferentes tipos de hábitat desde el nivel del mar hasta en zonas montañosas. Aparentemente su distribución únicamente se encuentra limitada en las planicies aluviales costeras, hábitats arriba de los 2,000 msnm. y puede habitar en zonas urbanas colindantes con áreas abiertas pero no dentro de centros urbanos extensos (Fig. 14).

Historia Natural: es la víbora de mayor tamaño en El Salvador, el espécimen más grande recolectado en nuestro país es de 1.06 mts. de longitud hasta la cloaca, sin embargo a este individuo le hacía falta la cabeza. De cuerpo bastante robusto y cabeza grande muy diferenciada del cuello. Escamas fuertemente quilladas, las cuales le dan apariencia rugosa al cuerpo. Es una víbora que puede mantenerse activa tanto de día como de noche. Se han encontrado especímenes descansando a un lado de los senderos, entre promontorios que se forman con hojarasca de pino, y

escondidas entre formaciones vegetación secundaria muy espesa y en zonas agrícolas bajo promontorios de maleza o de corta de los cultivos. Se alimenta de pequeños roedores como ratas y ratones. La especie es vivípara y da a luz de 15 a 47 serpientes por camada a mediados o finales de la estación lluviosa (Köhler *et al.* 2006).

Coloración: presenta en el dorso una coloración que puede variar entre gris claro o café amarillento (Fig.16). Presenta un par de bandas de color negro o café oscuro que inician en la cabeza y se extienden sobre el cuello para luego ser reemplazadas por manchas en forma de rombo de color negro o café rojizo, los cuales van acompañados lateralmente por otros más pequeños. Solórzano (2004) manifiesta que pueden presentar de 16 a 24 de estas manchas

en forma de rombo. En la cabeza presenta un par de manchas de color negro o café oscuro sobre los ojos y una banda de color negro o café oscuro el cual inicia bajo los ojos y se extiende hasta la parte posterior de la mandíbula. El vientre es de color blanquecino o crema.

Estatus de Conservación: a nivel mundial esta especie aún no ha sido evaluada. A nivel nacional la especie se encuentra listada como Amenazada de Extinción (MARN 2009). Esta especie sufre bastante presión por parte de la población ya que se cree que su carne posee propiedades curativas para enfermedades de la piel e incluso para el cáncer. Se han encontrado restos de esta serpiente en casas de los pobladores e incluso en muchas ocasiones son encargos que realizan hierberos a la gente local para poder vender el producto en los negocios que poseen.

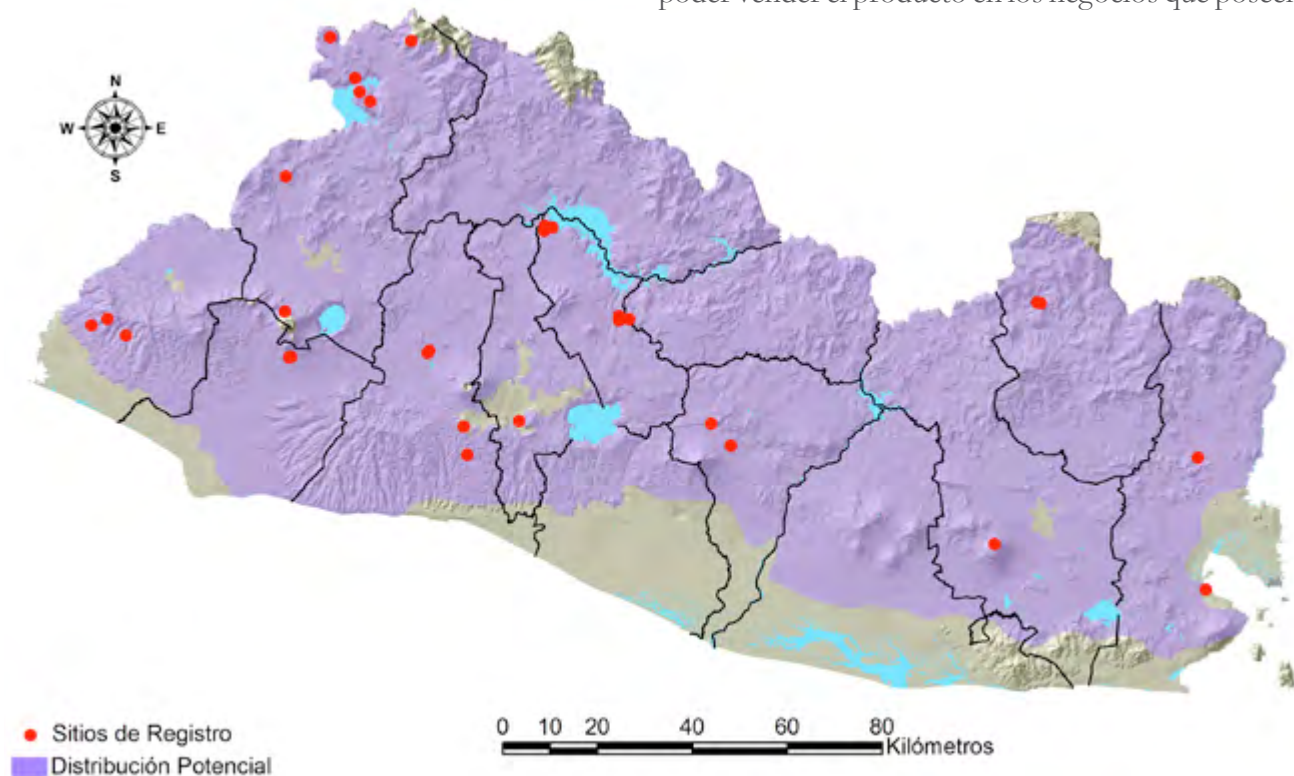


Figura 14. Sitios de Registro y Distribución Potencial en El Salvador de la Víbora de Cascabel (*Crotalus simus*).



Figura 15. *Crotalus simus* (Víbora de Cascabel) Parque Nacional Montecristo. Fotografía: Vladlen Henríquez.

Porthidium ophryomegas (Víbora Castellana, Toboba, Tamagás Negro)

Distribución en El Salvador

Distribución Ecológica: Bosque Tropical Deciduo Latifoliado de Tierras Bajas, Bosque Tropical Semideciduo Latifoliado de Tierras Bajas y Sabanas. Puede habitar en zonas de cultivo. Se distribuye entre el nivel del mar hasta los 400 msnm.

Sitios de Registro: Esta víbora se ha registrado en los departamentos de Chalatenango, La Unión (Köhler *et al.* 2006), Sonsonate (Köhler *et al.* 2006; Lara 2007), Santa Ana (Henríquez 2008) y San Salvador (Registro fotográfico de Cristian Aguirre, 2012)

Distribución Potencial: Es discontinua en nuestro país. Su mayor distribución se encuentra en la zona noroccidental (Santa Ana y Chalatenango) y sur (Sonsonate y La Libertad). Presenta pequeños sitios de distribución en los departamentos de San Salvador, Cuscatlán, La Paz y La unión (Fig. 16).

Historia Natural: el espécimen de mayor tamaño recolectado en nuestro país es de 31.5 cms. de longitud hocico–cloaca. Algunos autores reportan que esta especie es más activa durante la estación lluviosa. Puede ser agresiva en caso de sentirse amenazada pero la cantidad de veneno que inyecta es poco por lo que el efecto en los humanos no es mortal pero si muy desagradable (Köhler *et al.* 2006).

Coloración: presenta en el dorso un color café grisáceo o gris con una serie de manchas anchas irregulares de color café oscuro. Presenta una delgada línea sobre el dorso de color naranja o rosada, la cual se extiende desde la nuca hasta la base de la cola. Una banda de color crema divide la mancha café. La cabeza presenta marcas de color café. El vientre es de color blanquecino con numerosas manchas de color café (Köhler *et al.* 2006) (Fig. 17).

Estatus de Conservación: a nivel mundial esta especie aún no ha sido evaluada. A nivel nacional la especie se encuentra listada como No Amenazada de Extinción (MARN 2009). En zonas agrícolas es bastante vulnerable ya que la gente las mata para evitar un accidente ofídico.

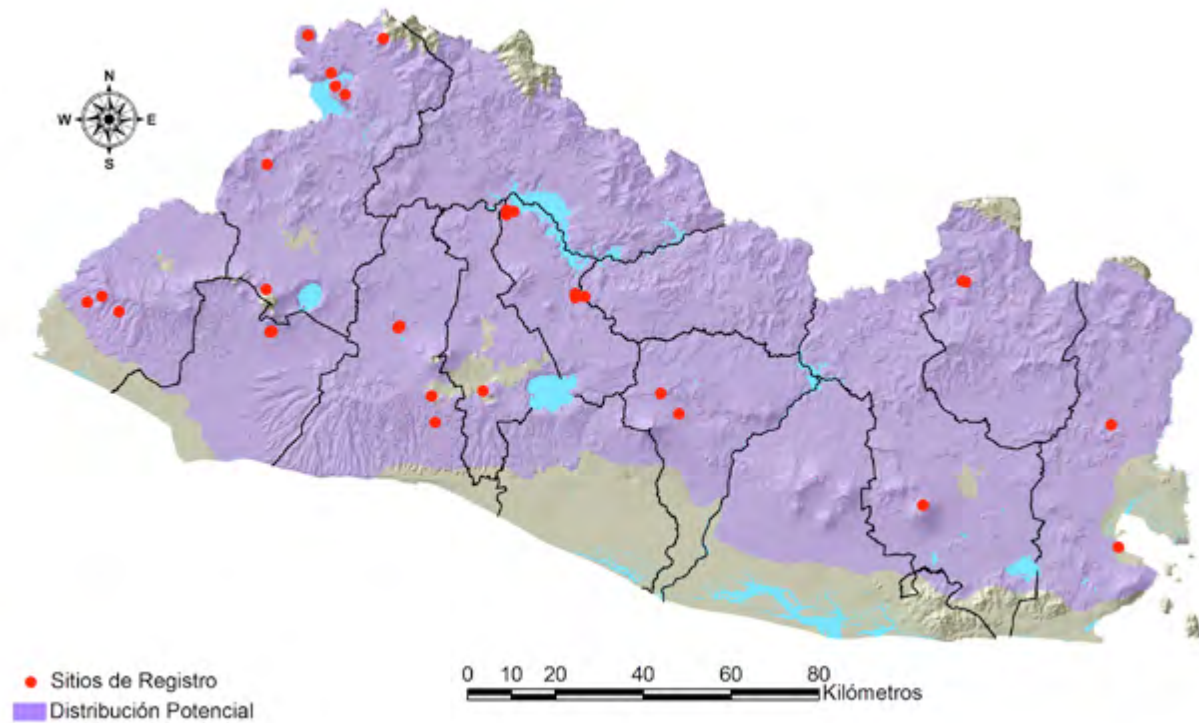


Figura 16. Sitios de Registro y Distribución Potencial en El Salvador de la Víbora Castellana (*Porthidium ophryomegas*).



Figura 17. *Porthidium obryomegas* (Víbora Castellana) área natural protegida San Diego y San Felipe las Barras. Fotografía: Vladlen Henriquez.

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados obtenidos por medio del modelo DOMAIN, demuestran que es una herramienta útil para establecer de manera satisfactoria la distribución potencial de cada una de las especies, dirigiendo esfuerzos de investigación o conservación en zonas con vacíos de información.

Estos tipos de análisis son muy útiles para definir sitios de concentración de especies endémicas o de una especie en particular. y Se recomienda su uso para planificar y/o diseñar un sistema de Áreas Naturales Protegidas.

Según la distribución potencial, únicamente dos especies de serpientes venenosas tienen una amplia distribución en El Salvador: la Víbora de Cascabel (*Crotalus simus*) y el Coral Verdadero (*Micrurus nigrocinctus*). El resto presenta distribuciones restringidas o limitadas por los accidentes geográficos de nuestro país.

Una especie que se encuentra actualmente fuera de los listados de especies amenazadas de El Salvador es la víbora castellana (*Porthidium ophryomegas*), sin embargo, su distribución potencial y sitios de ocurrencia son muy escasos, lo que hace necesario reevaluar el estatus de amenaza de la esta especie a nivel nacional.

Aún no se ha determinado la especie a la cual pertenecen las poblaciones del género *Cerrophidion* sp. que se encuentran en la Sierra de Apaneca, por lo que existe la probabilidad que sea otra especie. Por lo que se recomienda realizar investigaciones para determinar a cual especie pertenecen las poblaciones de esta especie en la zona.

Es importante hacer un análisis para determinar cuánta área geográfica de la distribución potencial de cada una de estas especies de serpientes venenosas se encuentra con ecosistemas naturales, cuanto se encuentra protegido y cuanto corresponde a sistemas

agropecuarios o área urbana, para determinar el estatus actual de todas las especies, ya que la mayoría de estas son muy vulnerables en hábitat humanos.

Agradecimientos

A Karla Lara por revisar este artículo y hacer valiosos aportes para mejorar el mismo. Un especial agradecimiento a Ricardo Ibarra Portillo, Emanuel Morán, Diego Fernando Herrera, Melissa Rodríguez Girón, Carlos Funes, Cristian Aguirre y Oscar Bolaños, por permitir el uso de sus fotografías. A Xiomara Henríquez, Esmeralda Martínez, René Vaquerano, Karla Lara, Néstor Herrera, Leslie Quintanilla, Eder Caceros, Emerson Flores, Marcela Rodas, Rosa María Estrada, Néstor Ruballo y a todos los colegas y estudiantes que han asistido a las diferentes fases de campo de los estudios realizados en el país. A los cuerpos de Guarda Recursos de cada una de las Áreas Naturales Protegidas que han acompañado las fases de campo. A las siguientes instituciones las cuales han apoyado los diferentes estudios que se han utilizado en este artículo: Asociación de Reconstrucción y Desarrollo Municipal (ARDM), Comité de Reconstrucción de las Comunidades de Suchitoto (CRC), SalvaNATURA, Asociación Cristiana de Educación y Desarrollo (ALFALIT), Centro de Protección de Desastres (CEPRODE), Universidad de El Salvador, Asociación de Desarrollo Comunal Chaguantique (ADESCOCHAG) y Mancomunidad La Montañona. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales por otorgar los permisos de recolecta científica.

Bibliografía

- Gámez Pastrana, R. 2011. Guía para la Elaboración de Mapas de Distribución Potencial. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- Graham, J. B., Rubinoff, I., y Hecht, M. K. (1971). Temperature physiology of the sea snake *Pelamisplatirus*: an index of its colonization potential in the Atlantic Ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 68(6), 1360-1363.
- Henríquez, V. 2003. Propuesta de un Sistema de monitoreo de especies indicadoras: anfibios y reptiles en el Sector Los Andes del Complejo Los Volcanes. Tesis para optar al Grado de Licenciatura. Universidad de El Salvador. 68 pp.
- Henríquez, V. 2008. Inventario de Herpetofauna de los humedales y bosques presentes en el Complejo Lago de Güija, del Área de Conservación Biológica El Trifinio, departamento de Santa Ana, El Salvador. Informe Final para el Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador. 36 pp.
- Henríquez, V. 2010. Informe de Campo de Estudios de Herpetofauna Realizados en Parque Nacional Montecristo y Área Natural Cerro El Pital. Informe de Consultoría para el Fondo de Cooperación de Ecosistemas Críticos (CEPF). SalvaNATURA Programa de Ciencias para la Conservación, San Salvador, El Salvador.
- Herrera, N. y Henríquez, V. 2004. Inventario de fauna vertebrada del Área Natural Protegida Chaguantique. Informe de Consultoría para ADESCOCHAG y SACDEL. 35 pp.
- Herrera, N., V. Henríquez, y E. Greenbaum. 2007. New Country and Department records for Amphibians and Reptiles from El Salvador. *Hepetological Review*, 38(2), 2007, 222-226 p.

- Henríquez, V. y Komar, O. 2006. Los Anfibios y Reptiles del Parque Nacional Los Volcanes, El Salvador: Sus Valores para la Conservación y el Ecoturismo. Forma parte de: Komar, O. y J. P. Arce. 2006. Evaluación de la biodiversidad del Parque Nacional Los Volcanes, El Salvador. Informe de Consultoría para el Banco Interamericano de Desarrollo. SalvaNATURA Programa de Ciencias para la Conservación, San Salvador, El Salvador y NatureServe, Washington, D.C., USA.
- Henríquez, V. y Henríquez, X. 2007. Serie de Inventarios de Biodiversidad No. 2. Anfibios y Reptiles del Parque Nacional El Imposible. Informe de Consultoría para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). SalvaNATURA Programa de Ciencias para la Conservación, San Salvador, El Salvador y Development Alternatives Incorporated, USA. 27 pp.
- Henríquez, V. y Henríquez, X. 2007. Serie de Inventarios de Biodiversidad No. 4. Anfibios y Reptiles del Parque Nacional Los Volcanes. Informe de Consultoría para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). SalvaNATURA Programa de Ciencias para la Conservación, San Salvador, El Salvador y Development Alternatives Incorporated, USA. 27 pp.
- Henríquez, V. y Henríquez, X. 2007. Serie de Inventarios de Biodiversidad No. 6. Anfibios y Reptiles del Área Natural Protegida Plan de Amayo. Informe de Consultoría para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). SalvaNATURA Programa de Ciencias para la Conservación, San Salvador, El Salvador y Development Alternatives Incorporated, USA. 27 pp.
- Henríquez, V. y R. Vaquerano. 2008. *Sphaerodactylus glaucus* (Cope, 1865) (Sauria, Gekkonidae) nuevo registro para la herpetofauna de El Salvador. Acta Zoológica Mexicana.
- Herrera, N., V. Henríquez, y E. Greenbaum. 2007. New Country and Department records for Amphibians and Reptiles from El Salvador. Herpetological Review, 38(2), 2007, 222-226 p.
- Ibarra Portillo, R., Henríquez, V. y E. Greenbaum. 2009. New country and Department records for amphibians and Reptiles from El Salvador. Herpetological Review 40 (1), 2009, 111 p.
- Jadin, R. C., Townsend, J. H., Castoe, T. A., y Campbell, J. A. (2012). Cryptic diversity in disjunct populations of Middle American Montane Pitvipers: a systematic reassessment of *Cerrophidion godmani*. Zoologica Scripta, 41(5), 455-470.
- Köhler, G., Veselý, M. y Greenbaum, E. 2006. The amphibians and reptiles of El Salvador. Krieger Press, Melbourne, Florida. 238 pp.
- Köhler, G. 2003. Reptiles de Centroamérica. Herpeton. Offenbach, Alemania. 367 pp.
- Lara, K. 2007. Resumen de campo: anfibios y reptiles del ANP Complejo Los Cóbano (Agosto y Diciembre 2007). Viajes realizados para estudio de mamíferos y aves para el Proyecto Mejor Manejo y Conservación de Cuencas y SalvaNATURA.
- Lara, K. 2011. Diversidad de Anfibios y Reptiles del Área Natural Protegida de Normandía y los cultivos agrícolas aledaños al área, departamento de Usulután, El Salvador. Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador. 114 pp.
- Lee, J. y Hammerson, G.A. 2007. *Agkistrodon bilineatus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>.
- MARN. 2009. Lista oficial de especies de vida silvestre amenazadas y en peligro de extinción de El Salvador (Acuerdo N°36). Publicado en mayo de 2009.
- Morán-Hidalgo, E. S. 2013. Anfibios y Reptiles del Área Natural Protegida Parque Walter Thilo Deininger, municipio de La Libertad, departamento de La Libertad, El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología, San Salvador. 29 pp.
- Romo, H., Garcia-Barros, E. y Munguira, M. L. (2006). Distribución potencial de trece especies de mariposas diurnas amenazadas o raras en el área ibero-balear (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) [potential distribution of thirteen threatened or rare butterfly species in the Ibero-Balearic area (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea)]. Boln. Asoc. esp. Ent, 30(3-4), 25-49.
- Solórzano, A. 2004. Serpientes de Costa Rica. Distribución, Taxonomía e Historia Natural. Instituto Nacional de Biodiversidad (InBio). Costa Rica. 792 pp.
- Villaseñor, J. L., y Téllez-Valdés, O. 2010. Distribución Potencial de las Especies del género *Jefe* (Asteraceae) en México. Anales del Instituto de Biología serie Botánica, 75(002).
- Vreugdenhil, D., Machado, M., Linares, J., Henríquez Cisneros, V.E., 2011, Líneas Estratégicas para la Racionalización del Sistemas de las Áreas Naturales Protegidas de El Salvador, WICE, San Salvador.

Erythrolamprus epinephelus

Familia Colubridae

Esta serpiente habita bosques montanos. Su alimentación se basa principalmente en ranas y/o sus renacuajos. Fotografiado en el Parque Nacional Yacambú, Andes Venezolanos.

Textos y fotografía: Marcial Quiroga-Carmona



Nuevo cariotipo para *Galea musteloides* (Rodentia: Caviidae) y lista de endoparásitos, Puno, Perú.

José F. Franco

Centro de Estudios Biológicos "Fortunato L. Herrera",
Laboratorio de Citogenética, Cusco, Perú.
E-mail: franciscofranco114@yahoo.com.pe

Rosa Ochoa
Edwin Jarufe

Museo de Historia Natural,
Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco, Perú.

Resumen.

Se describe un nuevo cariotipo de *Galea musteloides* y se dan a conocer las siguientes especies de endoparásitos gastrointestinales, encontrados en 3 ejemplares procedentes de Puno, Perú (3800 msnm): *Eimeria caviae*, *Aspicularis tetráptera*, *Trichuris muris*, *Paraspirodera uncinata*, *Syphacia obvelata* y *Fasciola hepática*, todos los endoparásitos se mencionan por primera vez parasitando a *G. musteloides* en la región indicada.

Palabras clave: *Galea musteloides*, cariotipo, endoparásitos, Puno, Perú.

Abstract.

We describe a new karyotype of *Galea musteloides* and disclosed the following species of gastrointestinal endoparasites, found in 3 specimens from Puno, Perú (3800 m): *Eimeria caviae*, *Aspicularis tetráptera*, *Trichuris muris*, *Paraspirodera uncinata*, *Syphacia obvelata* and *Fasciola hepática*, all endoparasites are mentioned for the first time parasitizing *G. musteloides* in the region indicated.

Keywords: *Galea musteloides* auceps, karyotype, endoparasites, Puno, Perú.

Introducción.

De acuerdo a una reciente revisión desarrollada por Dunnum y Salazar (2010), el género *Galea* Meyen 1832, está conformado por tres especies vivientes, con distribución sudamericana: *G. musteloides*, *G. flavidens* y *G. spixii*, para los cuales, los conocimientos taxonómicos y sistemáticos están sustentados principalmente en estudios de caracteres morfológicos, sesgados por pequeños datos muestrales, con pobre representación geográfica y taxonómica, al que recién se incorporan la información molecular y citogenética, como datos de gran valor sistemático filogenético, que aporta nuevas evidencias.

La especie *G. musteloides* es la de más amplia distribución con poblaciones conocidas desde el centro de Perú hasta el sur de Argentina y desde el nivel del mar hasta más de 4,000 msnm, esta especie es objeto de captura, comercialización y utilización en la alimentación humana. Desde épocas ancestrales los antiguos pobladores Aimaras y Quechuas, consumían este roedor, manteniéndolo en cautiverio, actualmente su consumo es menos frecuente, (Agnolin *et. al.*, 2008)

Esta especie de roedor es de comportamiento polígamo, habita en las laderas de cerros, donde encuentran su alimento conformado por gramíneas de la zona, cavan galerías a poca profundidad, donde casi todos los miembros del grupo se aguardan, (Pearson, 1957).

Los estudios cromosómicos en esta especie, son muy limitados, particularmente las poblaciones Peruanas carecen de información citogenética, excepto las poblaciones de Bolivia descritas por Dunnum y Salazar (2010), como $2n=68$, $NF=132$, donde se aprecia una marcada predominancia de cromosomas bíbraquiales.

Teniendo en cuenta la importancia de la especie en el altiplano Peruano de Puno, se presentan los resultados

citogenéticos hallados en tres especímenes de *G. musteloides* obtenidos de un mercado popular en los que eran comercializados, para consumo humano. Dada la inexistencia de estudios parasitológicos, se complementa este artículo con la presentación de los endoparásitos, encontrados en los ejemplares sacrificados. Durante el estudio cromosómico, los resultados muestran un nuevo cariotipo diferente al conocido en esta especie y que corresponde a las poblaciones de esta zona Peruana.

Materiales y métodos.

Citogenética:

Se realizó el análisis citogenético en tres especímenes del “Sacha cuy” *Galea musteloides* (Fig.1) (2 machos y 1 hembra), adquiridos en uno de los mercados populares de la ciudad de Puno (Perú), ubicado en las coordenadas $15^{\circ} 50' 20''$ S, $70^{\circ} 01' 43''$ O. A 3800 msnm, los especímenes fueron identificadas con ayuda de las claves proporcionadas por Pearson (1957) y las descripciones de Agnolin *et. al.* (2008). Se utilizó médula ósea, (fémur y húmero), para el estudio de todos los especímenes, siguiendo la

técnica de Ford y Hamerton (1956). Se inyectó intraperitonealmente 1 ml. de solución de Colchicina al 0.025% por cada 100 gr. de peso del animal, después de 90 minutos se sacrificó por dislocamiento cervical, se extrajo la médula ósea, este tejido se hipotonizó con KCl (0.075M), por 28 minutos y posteriormente fijadas con Carnoy (Metanol- Ácido Acético 3:1), las suspensiones celulares fijadas, se gotearon en láminas portaobjetos, para luego colorearlas con Giemsa al 2% (Buffer Fosfato pH 6.8).

Se analizaron 10 a 15 placas metafásicas por lámina y para elaborar el cariotipo, se utilizaron microfotografías de las mejores preparaciones, utilizando un fotomicroscopio Carl Zeiss JENA; usando película a color “Kodak” ASA 100. De los cromosomas apareados se tomaron las medidas relativas para calcular los valores del “Índice Centromérico” (Ic), los que fueron comparados con la escala de Levan *et. al.* (1964), que es de consenso universal para definir los tipos de cromosomas. Los resultados citogenéticos, se comparan con los reportados previamente para *G. musteloides* de Bolivia por Dunnum y Salazar (2010).



Figura 1. *Galea musteloides*. Características externas de un ejemplar hembra.

Parasitología:

Se recolectó materia fecal recientemente emitida, para la búsqueda de ooquistes y huevos de nemátodos y céstodos. Se utilizó una técnica de flotación con solución de “Sheather”.

Los exámenes coproparasitológicos se complementaron con las observaciones de la mucosa intestinal y otros órganos como el hígado para buscar larvas de nemátodos o céstodos, para este procedimiento se siguió criterios parasitológicos rutinarios de acuerdo con las recomendaciones encontradas en la bibliografía especializada.

Las identificaciones de los endoparásitos se efectuó con ayuda de la literatura especializada, consultando también la guía de Samuel *et. al.* (2001), finalmente se microfotografiaron los ooquistes huevos y nemátodos observados.

Resultados Y Discusión.

Citogenéticos:

Los tres ejemplares de *Galea musteloides* analizados cromosómicamente, tenían un número diploide $2n = 68$ y el número de brazos autosómicos $NA = 114$ (Fig. 2a,b). El complemento cromosómico (Fig. 3 a,b) consistió de 33 pares de cromosomas autosómicos y un par de cromosomas gonosómicos, responsables de la determinación del sexo, que fueron de tipo XX (hembra) y XY (Macho).

Se encontró que el nuevo cariotipo está conformado por 24 pares de cromosomas bibraquiales de tipo Metacéntricos (pares 2, 3, 5, 7, 14 y 15), Submetacéntricos (pares 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 23 y 24), Subtelocéntricos (1, 8, 16, 17 y 18) y finalmente 9 pares monobraquiales de morfología telocéntrica (pares 25 al 33).

En el grupo de gonosomas, el cromosoma “X” es metacéntrico y el “Y” un pequeño telocéntrico.

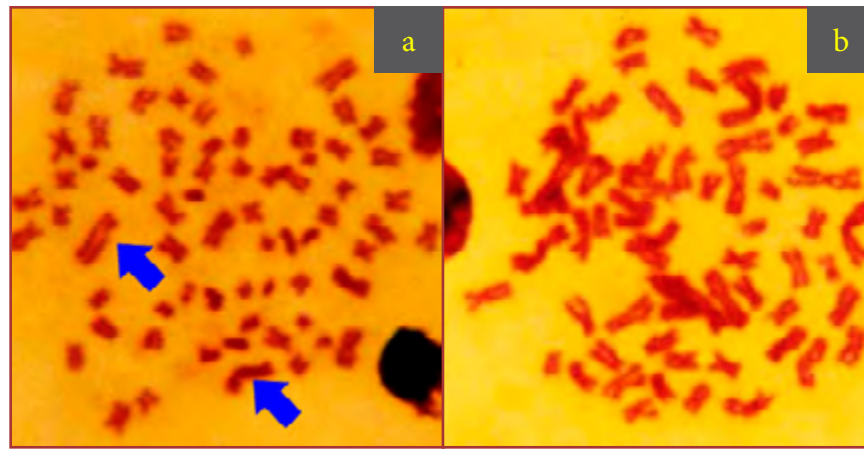


Figura 2. b) y c) Metafases mitóticas de médula ósea mostrando $2n = 68$ cromosomas, la flecha muestra los autosomas más grandes.

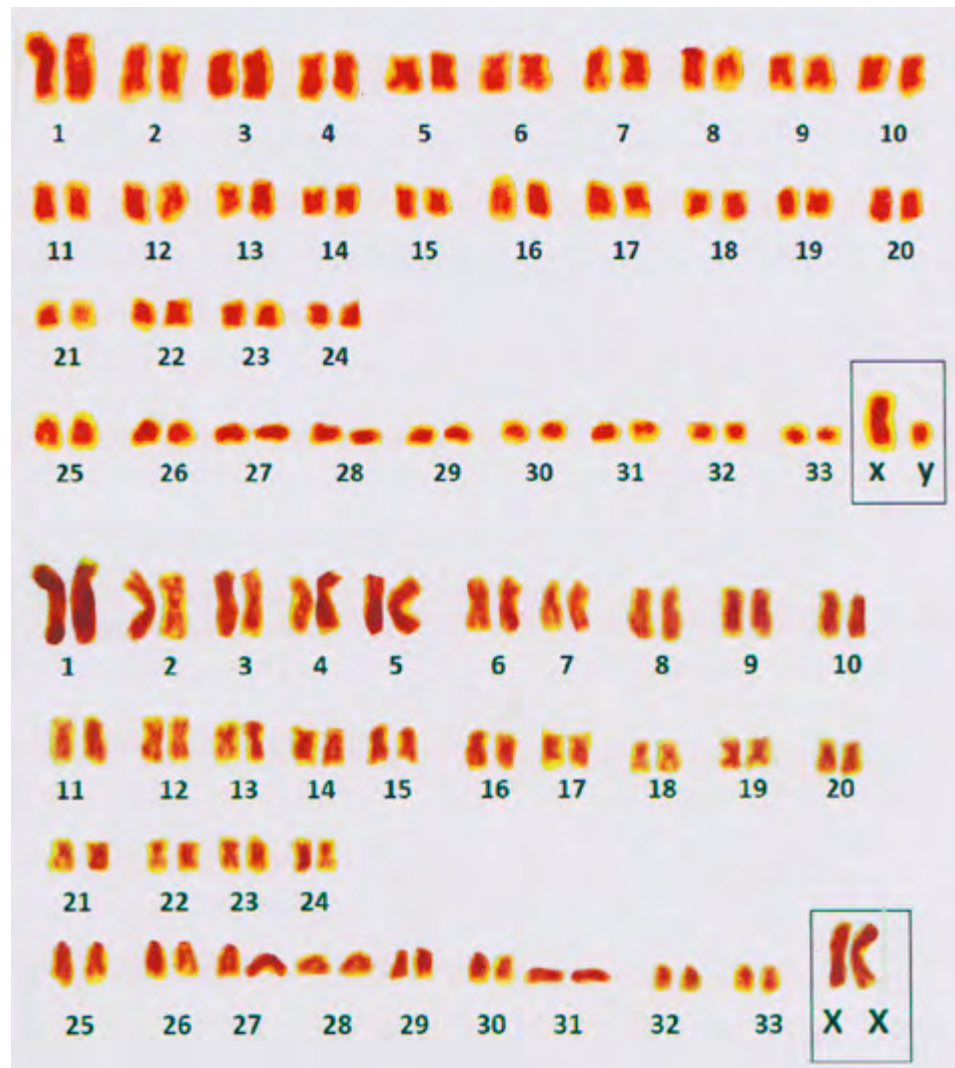


Figura 3.- Cromosomas de *Galea musteloides*, de Puno, Perú:
a) Cariotipo (macho); b) Cariotipo (hembra).

Los datos cariométricos de cada cromosoma, definidos por el Índice centromérico, se dan en el Cuadro 1.

Este cariotipo sustentado como nuevo, para la población Peruana de Puno presenta el mismo número cromosómico ($2n=68$, XX/XY), encontrado y descrito por Dunnum y Salazar (2010), para las poblaciones de Bolivia, sin embargo difiere en el cariotipo, en el que se distinguen 9 pares de cromosomas telocéntricos, pequeños (pares 25 al 33), que no existen en los cariotipos reportados para la población boliviana.

El contraste de ambos resultados (cuadro 2), permite reconocer una gran cantidad de cromosomas morfológicamente diferentes, cuyos centrómeros no tienen la misma posición.

El cariotipo descrito para Bolivia presenta un 100% de cromosomas bibraciales donde predominan los cromosomas de tipo metacéntrico, submetacéntrico lo que incrementa el número de brazos a $NF=132$, que resulta mayor que lo observado en los cariotipos de Puno (Perú), $NF=118$, por la presencia de cromosomas telocéntricos.

Esta variación se explicaría como un polimorfismo cromosómico generado por el aislamiento geográfico, cuyas posibles mutaciones cromosómicas serían hipotéticamente, las inversiones pericéntricas que modificaron la posición de los centrómeros en forma radical.

Cuadro 1. Valores cariométricos de los cromosomas de *Galea musteloides*, en base al juego haploide ($2N=68$, $NF=114-117$, XX/XY), procedente de Puno, Perú. ($N=1$).

Par Cromosómico	Longitud Relativa (%)	Índice Centromérico	Tipo de Cromosoma
1	7.75	16.66	Submetacéntrico
2	5.17	50.00	Metacéntrico
3	4.74	45.45	Metacéntrico
4	4.74	27.27	Submetacéntrico
5	4.31	50.00	Metacéntrico
6	4.31	30.00	Submetacéntrico
7	4.31	40.00	Metacéntrico
8	3.87	22.22	Subtelocéntrico
9	3.87	25.00	Submetacéntrico
10	3.44	25.00	Submetacéntrico
11	3.44	33.33	Submetacéntrico
12	3.44	25.00	Submetacéntrico
13	3.01	33.33	Submetacéntrico
14	3.01	50.00	Metacéntrico
15	2.58	50.00	Metacéntrico
16	2.58	14.28	Subtelocéntrico
17	2.58	14.28	Subtelocéntrico
18	2.15	20.00	Subtelocéntrico
19	1.72	25.00	Submetacéntrico
20	1.72	25.00	Submetacéntrico
21	1.72	25.00	Submetacéntrico
22	1.72	25.00	Submetacéntrico
23	1.72	25.00	Submetacéntrico
24	1.72	25.00	Submetacéntrico
25	3.01	-	Telocéntrico
26	2.15	-	Telocéntrico
27	1.72	-	Telocéntrico
28	1.29	-	Telocéntrico
29	1.29	-	Telocéntrico
30	0.86	-	Telocéntrico
31	0.86	-	Telocéntrico
32	0.86	-	Telocéntrico
33	0.96	-	Telocéntrico
X	5.17	50.00	Metacéntrico
Y	2.15	-	Telocéntrico

Cuadro 2.- Cariotipos de *Galea musteloides*, procedentes de Puno, Perú y de Bolivia.

Par Cromosómico	Tipo de cromosoma, Puno Perú (Franco <i>et. al</i> 2013)	Tipo de Cromosoma, Bolivia. Dumnum y Salazar (2010)	Comparación
1	Submetacéntrico	Metacéntrico	Discordante *
2	Metacéntrico	Metacéntrico	Concordante
3	Submetacéntrico	Submetacéntrico	Concordante
4	Submetacéntrico	Submetacéntrico	Concordante
5	Metacéntrico	Submetacéntrico	Discordante *
6	Submetacéntrico	Submetacéntrico	Concordante
7	Metacéntrico	Metacéntrico	Concordante
8	Subtelocéntrico	Submetacéntrico	Discordante *
9	Submetacéntrico	Submetacéntrico	Concordante
10	Submetacéntrico	Submetacéntrico	Concordante
11	Submetacéntrico	Metacéntrico	Discordante *
12	Submetacéntrico	Submetacéntrico	Concordante
13	Submetacéntrico	Submetacéntrico	Concordante
14	Metacéntrico	Submetacéntrico	Discordante *
15	Metacéntrico	Metacéntrico	Concordante
16	Subtelocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
17	Subtelocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
18	Subtelocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
19	Submetacéntrico	Metacéntrico	Discordante *
20	Submetacéntrico	Metacéntrico	Discordante *
21	Submetacéntrico	Metacéntrico	Discordante *
22	Submetacéntrico	Metacéntrico	Discordante *
23	Submetacéntrico	Metacéntrico	Discordante *
24	Submetacéntrico	Metacéntrico	Discordante *
25	Telocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
26	Telocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
27	Telocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
28	telocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
29	Telocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
30	Telocéntrico	Subtelocéntrico	Discordante *
31	Telocéntrico	Subtelocéntrico	Discordante *
32	Telocéntrico	Subtelocéntrico	Discordante *
33	Telocéntrico	Subtelocéntrico	Discordante *
X	Metacéntrico	Submetacéntrico	Discordante *
Y	Telocéntrico	Metacéntrico	Discordante *
NF	117	132	Discordante *

Parasitológicos:

Eimeria caviae Sheather 1924.

Encontrada en todas las muestras de heces fecales, (n=5), es un parásito coccidio (Apicomplexa), de la Familia Eimeriidae, caracterizado por sus ooquistes de forma ovoide alargados y en ocasiones subsféricos (Fig. 4a), se encuentra también presente en otras especies de roedores caviomorfos.

Paraspirodera uncinata Rudolphi 1819, (Travassos, 1914).

Nemátodo parásito de la Familia Heterakidae, encontrado especialmente en los ciegos intestinales, e intestino grueso, larvas fusiformes, la hembra presenta 2 espículas sexuales alargadas (Fig. 3 b,c,d), parasita muchas especies de roedores caviomorfos y múridos, presenta los huevos con una gruesa corteza protectora o descorticados, se encontró en todos los ejemplares estudiados, (n=3).

Aspiculuris tetraoptera Schulz 1924.

Nemátodo parásito de la Familia Heteroxinematidae, larvas fusiformes, encontradas en el intestino delgado de uno de los ejemplares, con huevos inconfundibles, (Fig. 4 e,f,g), registrado en otras especies de roedores. (n=1).

Syphacia obvelata Seurat, 1916.

Nemátodo parásito de la Familia Oxyuridae, larvas fusiformes, se encontró en el intestino delgado de 2 ejemplares presenta la cauda muy dilatada y los huevos alargados, tal como es apreciado en las láminas correspondientes (Fig. 4 h,i, j).

Trichuris muris Schrank 1788.

Nemátodo parásito, de la Familia Trichuridae, se encontró los huevos en heces fecales, de un ejemplar, las que se diferencian fácilmente por su característica forma de barril con los dos extremos dilatados y romos (Fig. 4 k).

Fasciola hepatica Linnaeus 1758.

El único tremátodo parásito, encontrado en el hígado de 2 ejemplares, se verificó la presencia de huevos en las heces fecales y de los adultos en el órgano afectado, de los especímenes estudiados. Su huevo es inconfundible y muy conocido (Fig. 4 l), se le conoce como duela o “kallotaca” en una amplia gama de hospederos incluyendo el hombre.

De acuerdo a la revisión bibliográfica se conoce la existencia del parásito *Monoecocestus eliefe* (Cestoda), encontrado en *G. musteloides* de la localidad de Santa Cruz (Bolivia), descrito por primera vez por, Haverkost y Gardner (2010), constituyendo el único antecedente para esta especie.

Conclusiones

Galea musteloides, de la localidad de Puno, Perú, presenta un cariotipo diferente al descrito y conocido, para las poblaciones de Bolivia.

Se reportan por primera vez los endoparásitos: *Eimeria caviae*, *Aspicularis tetraptera*, *Trichuris muris*, *Paraspirodera uncinata*, *Syphacia obvelata* y *Fasciola hepatica*.

No se pudo encontrar la tenia *Monoecocestus eliefe*, reportado en las poblaciones de Bolivia.

Agradecimientos. Hacemos extensivo nuestro reconocimiento al Dr. Jorge Salazar - Bravo de Bolivia, por el gentil envío de sus artículos.

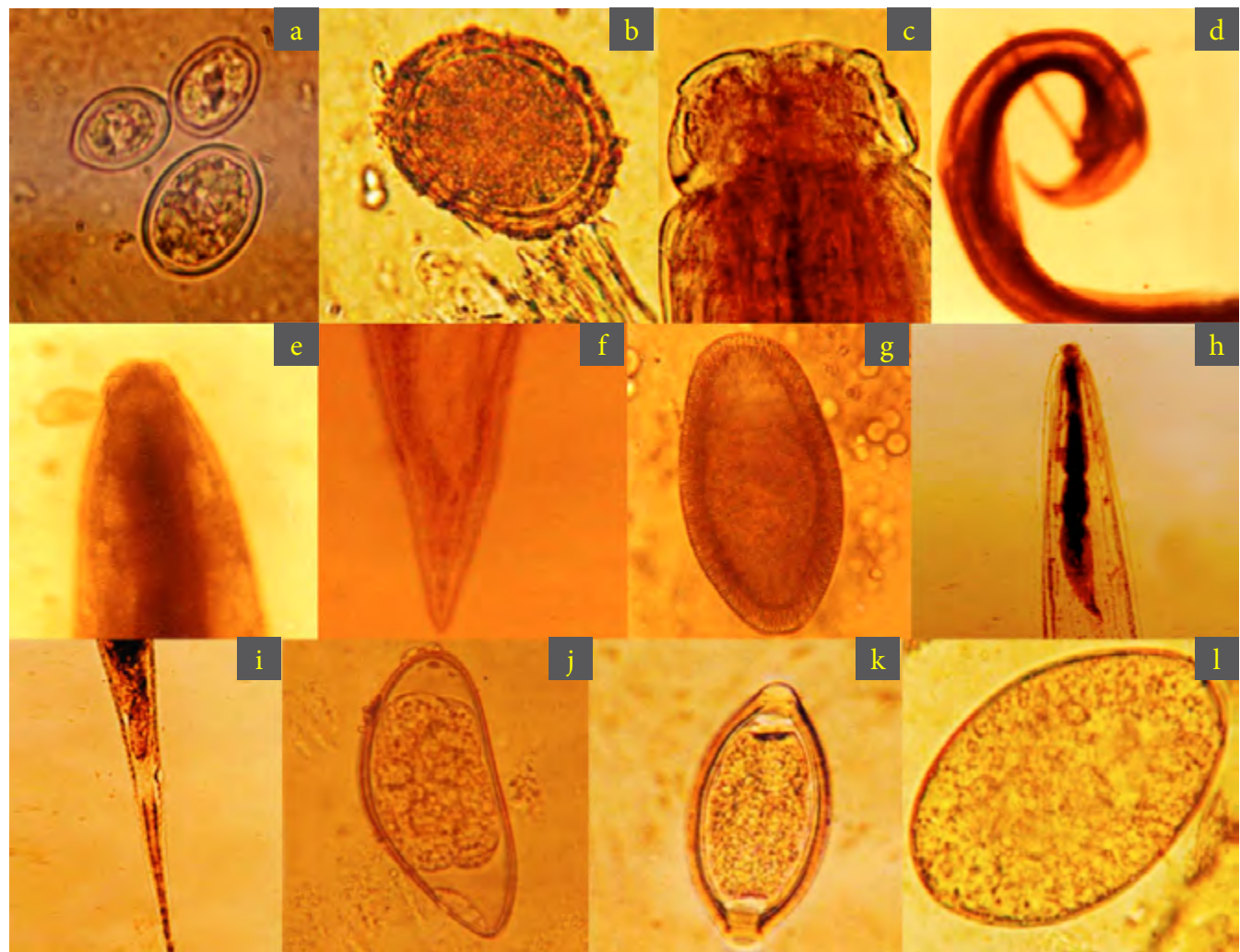


Figura 4. Parásitos de *Galea musteloides*: a) *Eimeria caviae*; b, c, d) *Paraspirodera uncinata*; e, f, g) *Aspicularis tetraptera*; h, i, j) *Syphacia obvelata*; k) *Trichuris muris*; l) *Fasciola hepatica*

Bibliografía

- ARAUJO B. 1979. Estudio cromosómico del “Sachacuy” *Cavia sp.* Tesis Doctoral Universidad central de Ecuador (Quito).
- AGNOLIN F. L., LUCERO S. O. y S. BOGAM 2008. *Galea musteloides* en la provincia de Santa Cruz, Argentina. Mastozoología Neotropical 15 (1): 113-115.
- BUSH G.L., CASE S. M., WILSON A. C. y J. PATON 1977. Rapid speciation and Chromosomal evolution in mammals. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 74 (9): 3943 – 3946.
- CASARTELLI L., APOLINARIO C. y S. DA SILVA 2007. Endoparasitos em cobaias *Cavia porcellus* (Mammalia rodentia, Caviidae), provenientes de bioterios da criação e experimentação do município do Rio de Janeiro, Brasil. Ciencon Rural. Santa Maria. 37 (5): 1380 – 1386.
- DUNNUM J. L. y J. SALAZAR BRAVO 2006. Karyotypes of some members of The genus *Cavia* (Rodentia Caviidae) from Bolivia. Mamm. Biol. 71: 366-370.
- DUNNUM J. L. y J. SALAZAR BRAVO 2010. Phylogeny, evolution and systematics of the *Galea musteloides* complex (Rodentia : Caviidae). J. Mammalogy 91 (1) : 243 -259.
- DITTMAR K. 2002. Arthropod and helminth parasites of the wild Guinean pig, *Cavia aperea*, From the Andes and the cordillera in Perú, South America. J. Parasitology 88(2) : 409-411,
- GEORGE W., WEIR J. y B. J. WEIR 1972. Chromosome studies in some members of Family Caviidae (Mammalian Rodentia). Journal of Zoology. London 168 : 111- 122.
- GEORGE W. y B. J. WEIR. 1974. Hystricomorph chromosomes Symposia of the Zoological Society of London 34: 79-108.
- GAVA A., FREITAS T.R.O. y J. OLIMPIO 1998. A new karyotype for the genus *Cavia* from a southern island of Brazil (Rodentia Caviidae), Gent. Mol. Biol. 21 (1) : 1-7.
- HAVERKOST T. y GARDNER S. 2010. New species in the Genus *Monoecocestus* (Cestoda: Anoplocephalidae) from neotropical rodents (Caviidae and Sigmodontinae). J. Parasitology 96 (3): 580 595.
- MAIA V. 1984. Karyotypes of three species of Cavideos (Rodentia Caviidae), Experimentia 40 : 464 – 466.
- MAGALHAES R., CORREA D., MUNIZ L. y NORONHA D. 2002. Helminths of the guinean pig. *Cavia porcellus* (Linnaeus), in Brazil. Rev. Bras. Zool. 19 (Supl. 1), : 261 – 269.
- LERESCHI M., BUFFEVANT M. y S. NAVA 2007, ácaros y pulgas ectoparásitos de *Galea musteloides* meyen, 1832 (rodentia: caviidae) en el noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. Revista FAVE - Ciencias Veterinarias 6 (1-2): 11- 17.
- LENT H. 1935. Contribuição ao conhecimento de fauna helmintológica da Argentina. *Graphidioides mazzei* n. sp. Parasito de *Galea leucoblephara* Rev. Med. Cir. Do Brasil 43 : 225 – 227.
- PEARSON O. 1957. Additions to the mammalian fauna of Perú, and notes on some Othes Peruvian mammals. Breviora 73: 1-7
- PEREIRA C. 2006. Artrópodes e Helmintos parasitos de *Cavia aperea* Exerleben, 1777 (Rodentia: Caviidae) no sul do Brasil Universidade Federal de Pelotas tesis. 168 PP.
- REIG O. A. 1984. Significado de los métodos Citogenéticos para la distinción y la Interpretación de la especie con especial referencia a los mamíferos Rev. Mus. Arg. De Cienc. Nat. “Bernardino Rivadavia”. Inst. Inv. Cienc. Nat. (Zoología Tomo XIII N° 3 19-44.
- SAMUEL W., KOCAN A. y J. PIBUS. 2001. Parasitic Diseases of Wild Mammals Wiley ed. 559 pp.

Chironius monticola

Fotografía tomada en Pijao-Quindío
María Camila Basto R.

Chironius monticola es una serpiente de la Familia Colubridae de costumbres diurnas de hábitos terrestres y arborícolas. Es un forrajeador activo y podría ser la especie de este género con la dieta más generalista, aunque se observa una mayor tendencia a comer ranas (hílicos y leptodactílicos). Se sugiere que tiene un comportamiento un tanto agresivo, y que en algunos casos llega a morder si es molestada. (Dixon *et al.*, 1993).



Distribución y Riqueza de Especies de Abejas sin Aguijón en El Salvador (Apidae: Meliponini)

Ruano Iraheta C.E.

Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador,
e-mail: carlos.ruano3@ues.edu.sv

Hernández Martínez M.A.

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica,
Unidad de Posgrado, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador,
hernandez_mhm@yahoo.com

Claros Álvarez M.E.

Departamento de Agronomía,
Facultad Multidisciplinaria de Oriente, Universidad de El Salvador.

Rosales Arévalo D.

Departamento de Biología,
Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador.

Rodríguez González V.A.

Departamento de Agronomía,
Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador.

Resumen

Este es el primer inventario completo de abejas sin aguijón en El Salvador. Incluye la distribución espacial de colonias silvestres y domesticadas y la relación entre la riqueza de especies con la altitud y la temperatura. Al aplicar un muestreo estratificado, se localizaron colonias silvestres ($n = 477$) y colonias domésticas ($n = 686$) de las abejas sin aguijón en bosques tropicales, zonas agrícolas y zonas urbanas. Cada estrato (14) fue un departamento (división política) de El Salvador. Se usó GPS y el software Arc-GIS 9.3. Además se hicieron mapas de la distribución de las colonias silvestres y domésticas más frecuentes. Para la estimación de la diversidad entre departamentos, se aplicó el cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). La regresión lineal se utilizó para evaluar los efectos de la altitud y la temperatura en la riqueza de especies. Se concluyó que: a) hay por lo menos 20 especies, seis subgéneros y diez géneros de abejas sin aguijón en El Salvador; b) los departamentos con los más altos niveles de diversidad fueron Santa Ana ($H' = 2.55$), Chalatenango ($H' = 2.41$), Morazán

($H' = 2.31$) y La Libertad ($H' = 2.22$); c) La especie silvestre más abundante fue *Tetragonisca angustula* ($n = 156$, abundancia relativa = 32,70%) y se encontró en cada departamento; d) *Melipona beecheii* ($n = 405$, abundancia relativa = 59,04%) fue la especie doméstica más frecuente localizada principalmente al norte y el oeste de El Salvador, e) la riqueza de especies disminuye con la altitud ($r = -0,87$, $p = 0,0010$) y aumenta con la temperatura ($r = 0,86$, $p = 0,0015$).

Palabras clave: abejas sin aguijón, meliponicultura, riqueza de especies, diversidad, abundancia relativa, altitud, temperatura, SIG, El Salvador.



Introducción

El Salvador es el país más pequeño de América Central. Tiene una superficie de 20.935 kilómetros² y una densidad poblacional elevada: 273 habitantes por km². Está situado entre las coordenadas geográficas 13° 09' y 14° 25' N y 87° 43' y 90° 08' W (Flores, 1980).

El Salvador tiene un clima tropical con una temperatura media anual de 23.2° C, con una humedad relativa de 74,9% y una precipitación de 1,841.8 mm (Engels, *et al.*, 1998). La vegetación natural y los árboles cultivados abarcan 34.16% del territorio.

Las abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) son un grupo de insectos eusociales de los trópicos que viven en colonias permanentes donde almacenan polen y miel. Las principales características son la presencia de un aguijón vestigial, venas reducidas en las alas anteriores y los ojos compuestos sin pilosidad (Nates-Parra, 2001). Estas abejas se clasifican en tres tribus: Meliponini Trigonini y Lestrimellitini (Biesmeijer, 1997). La tribu Meliponini consiste de sólo un género y aproximadamente 40 especies. La tribu Trigonini tiene varios géneros y subgéneros, y más de 50 grupos supra específicos (Ramírez y Ortiz, 1995). La tribu Lestrimellitini cuenta con 19 especies (Camargo y Pedro, 2007). Las abejas sin aguijón en la región neotropical abarcan 13 géneros, 10 subgéneros y 271 especies (Nates-Parra, 2001). La meliponicultura (cría de abejas sin aguijón) ya había sido practicada hace mucho tiempo en Mesoamérica por la antigua cultura Maya (Biesmeijer, 1997). Las abejas sin aguijón son polinizadores de muchas especies de plantas silvestres y parecen ser una buena alternativa a futuro en la polinización comercial (Slaa *et al.*, 2006).

M. becheii en piquera de alojamiento tradicional

Son conocidas por frecuentar las flores de unos 90 cultivos y son considerados polinizadores efectivos para al menos nueve de éstos (Heard, 1999).

En El Salvador, las abejas sin aguijón son apreciadas por la producción de miel, la cual es utilizada por los agricultores como alimento y medicina. Según los agricultores, las propiedades medicinales de la miel dependen de la especie de abeja: la miel pura de *M. becheii* se utiliza para el tratamiento de la gastritis y quemaduras en la piel; la miel pura de *T. angustula* o diluida con agua, se utiliza para la conjuntivitis, cataratas e infecciones de la garganta (Ruano, 1999).

La información acerca del número de especies de abejas sin aguijón, su distribución y el manejo en El Salvador es muy limitada. En 1993, el Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de El Salvador en colaboración con la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), publicó un inventario de 13 especies de abejas sin aguijón que fueron capturadas principalmente en la parte occidental de El Salvador. Además, de Jong (1999) presentó una lista de 16 especies tomadas también en el oeste, cerca de la frontera de Guatemala. La situación actual de la meliponicultura en El Salvador es similar a la de otros países neotropicales como México, donde su hábitat está disminuyendo, generando un riesgo de extinción. Por otra parte, la competencia de las colonias de *Apis mellifera*, el manejo inadecuado y la falta de incentivos económicos para los apicultores (Villanueva *et al.*, 2005) también impiden su desarrollo.

Los objetivos de este estudio fueron delimitados de la siguiente manera: a) identificar las especies de abejas sin aguijón presentes en El Salvador, b) determinar la riqueza, la diversidad de especies y la abundancia relativa, c) ubicar geográficamente las colonias dentro de las fronteras salvadoreñas, y d) analizar las relaciones entre la riqueza de especies, la altitud y la temperatura.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo desde mayo del 2005 hasta mayo del 2007. Se aplicó un muestreo estratificado en los 14 departamentos de El Salvador. Cada estrato fue un departamento (división política). Los lugares de muestreo fueron los bosques tropicales, las áreas naturales protegidas (cubierta vegetal en las montañas, volcanes y algunos lugares cercanos a cuerpos de agua o en la costa), zonas agrícolas y zonas urbanas. La selección en cada estrato se basó en la información preliminar de ingenieros agrónomos, biólogos, agricultores y guardias forestales. Se tomaron muestras de 70 lugares (5 lugares de muestra por departamento) aplicando un método de búsqueda activa: del flujo de pecoreadoras, del tubo de entrada (piguera) y nidos expuestos, donde por lo menos tres abejas fueron capturadas manualmente y posteriormente almacenadas en recipientes de plástico.

La búsqueda de colonias silvestres se enfocó en árboles, agujeros en el terreno y paredes. Para las colonias domésticas, se tomaron las muestras directamente de las cajas y/o alojamientos tradicionales en las casas y patios pertenecientes a los agricultores.

Se identificaron nueve especies de abejas sin aguijón con la clave de clasificación entomológica del Dr. David Ward Roubik (1992) y 11 fueron identificados directamente por el Dr. Roubik. La diversidad de especies se analizó aplicando el índice de diversidad Shannon-Wiener (H') basado en el número de colonias silvestres de cada especie que se encontraron en cada departamento. Para tal fin se utilizó el software PAST 2.02.

La riqueza de especies es el número de especies para cada departamento y también para todo el país. La abundancia relativa (AR) es un porcentaje del total y se calculó también para cada especie con el objetivo de comparar el número de colonias entre cada departamento. Se utilizó el sistema de

posicionamiento global (GPS) Garmin modelo Geko 101 en cada lugar de muestreo para obtener los datos de latitud, longitud y altitud sobre el nivel del mar (msnm). La cartografía digital se basó en datos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN). Los datos recolectados fueron sistematizados con el software Arc-GIS 9.3 para desarrollar un mapa de distribución de las especies más abundantes. Este mapa se comparó con un mapa existente de coberturas vegetales importantes de las abejas sin aguijón (Fig. 1) para comprobar si hay fuentes de alimentos o amenazas por uso de plaguicidas en sembradillos extensos.

El software SAS 8.01 fue utilizado para aplicar un análisis de regresión lineal para establecer relaciones entre la riqueza de especies y la altitud. Diez diferentes rangos de altitud fueron definidos: 0-250, 251-500, 501-750, 751-1000, 1001-1250, 1251-1500, 1501-1750, 1751-2000, 2001-2250 y 2251-2500 msnm. El mismo análisis estadístico se aplicó para encontrar la relación entre la riqueza de especies y la temperatura, igualando los valores correspondientes a los rangos de altitud indicados. Para comparación de temperaturas entre los departamentos se aplicó la diferencia promedio. Los datos de temperatura de los lugares de muestreo se basaron en el registro histórico (promedio anual) de estaciones meteorológicas cercanas en cada departamento (2 a 7 estaciones por departamento).



Estudiante tomando muestras de abejas sin aguijón.

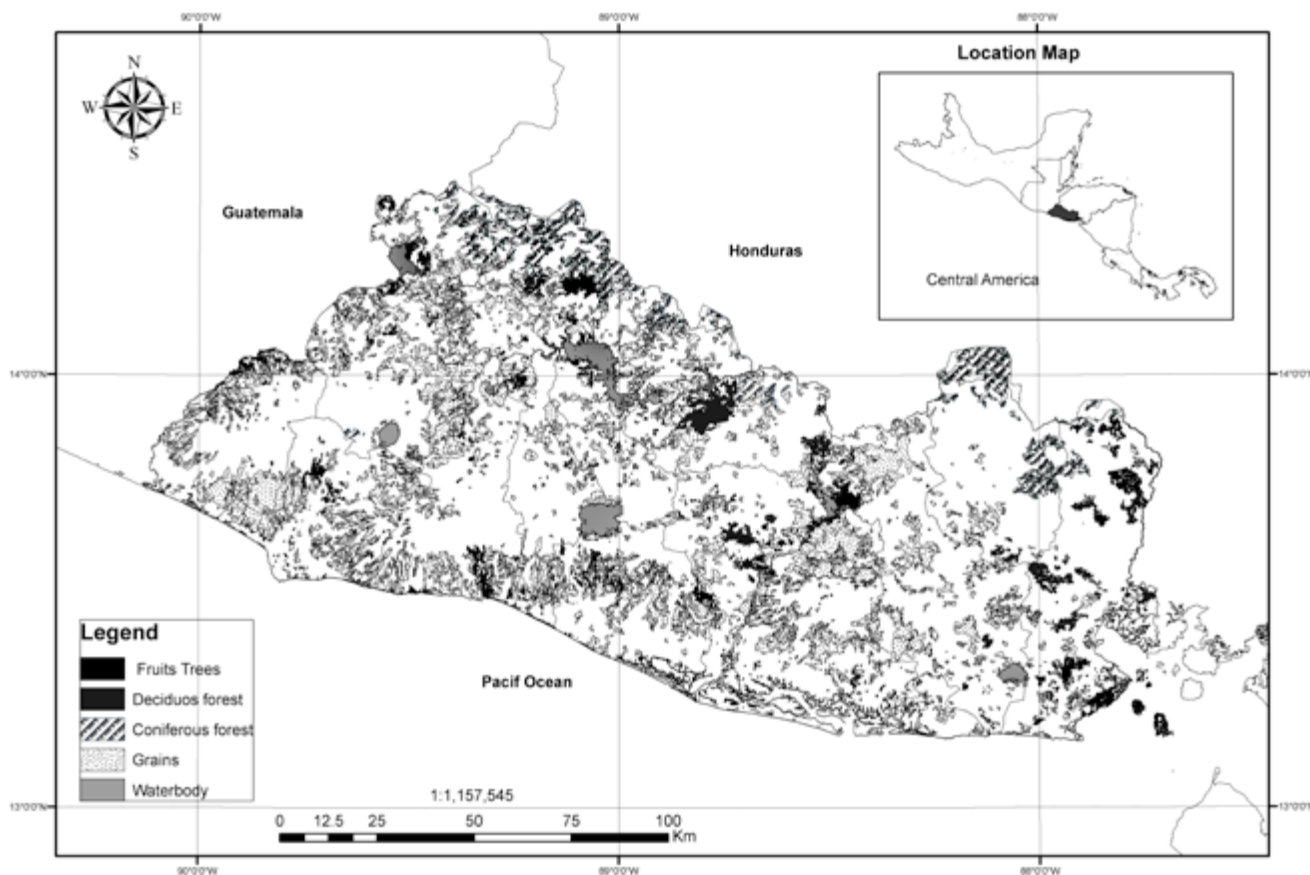


Figura 1. Coberturas vegetales importantes para las abejas sin aguijón y su ubicación en El Salvador.

Resultados

Riqueza de especies, diversidad y abundancia relativa. En colaboración con el Dr. Roubik, se identificaron 20 especies, seis subgéneros y diez géneros (Cuadro 1). Se encontraron 17 especies de la tribu Trigonini, dos especies de la tribu Meliponini y una especie de la tribu Lestrimelittini. No se encontraron especies nuevas; sin embargo, en este estudio, las siguientes especies se reportaron por primera vez en El Salvador: *Plebeia moureana*, *Plebeia jatiformis*, *Frieseomelitta nigra* y *Trigonomelitta sp.*

El índice de diversidad Shannon Wiener reveló una diversidad superior para Santa Ana ($H' = 2.55$), Chalatenango ($H' = 2.41$), Morazán ($H' = 2.31$) y La

Libertad ($H' = 2.22$). El índice de diversidad más baja se encuentra en La Unión ($H' = 1.42$). *Tetragonisca angustula* fue la colonia silvestre más abundante ($n = 156$, $AR = 32,70\%$), seguida por *Nannotrigona perilampoides* ($n = 51$, $AR = 10,69\%$) y *Trigona fulviventris* ($n = 49$, $AR = 10,27\%$). Las colonias silvestres menos abundantes fueron *Trigona fuscipennis* ($n = 4$, $AR = 0,84\%$) y *Melipona yucatanica* ($n = 3$, $AR = 0,63\%$). Las colonias domésticas más abundantes fueron *Melipona beecheii* ($n = 405$, $AR = 59,04\%$), *T. angustula* ($n = 221$, $AR = 32,22\%$) y *N. perilampoides* ($n = 17$, $AR = 2,48\%$). Las colonias domésticas menos abundantes fueron *Plebeia moureana* ($n = 2$, $AR = 0,29\%$) y *Tetragona mayarum* ($n = 1$, $AR = 0,15\%$). *Tetragona dorsalis* para Centroamérica es *T. mayarum*.

Ubicación geográfica de las especies

Las colonias silvestres ($n = 477$) fueron encontradas en cada uno de los departamentos de El Salvador, mientras que las colonias domésticas ($n = 686$) fueron identificadas en 12 de los 14 departamentos (Cuadro 2). En San Vicente y La Unión no se encontraron colonias domésticas, pero algunos agricultores señalaron que en años anteriores al trabajo de campo de este estudio, algunas colonias de *T. angustula* estuvieron alojadas en trocos o cajas, pero las abejas abandonaron dichos alojamientos. La mayor parte de las colonias salvajes de las tribus Trigonini y Lestrimelittini fueron encontradas en la zona central de El Salvador (San Salvador, $n = 125$, $AR = 26,21\%$, La Libertad, $n = 60$, $AR = 12,58\%$ y La Paz $n = 55$, $AR = 11,53\%$), siendo *T. angustula* y *N. perilampoides* las especies más predominantes.

Las colonias silvestres de *T. angustula* presentaron una distribución uniforme en todos los departamentos (Fig. 2). Una distribución similar se observó en las colonias domésticas de *T. angustula*, excepto en San Vicente y La Unión. Las colonias silvestres de la tribu Meliponini en todo el país fueron escasas y dispersas. Las colonias silvestres de Meliponini se encontraron sólo en Santa Ana ($n = 4$, $AR = 0,84\%$), Chalatenango ($n = 4$, $AR = 0,84\%$), Ahuachapán ($n = 2$, $AR = 0,42\%$) y Cuscatlán ($n = 2$, $AR = 0,42\%$). Como se esperaba, éstas coincidieron con la ubicación de la mayoría de las colonias domésticas de *M. beecheii* en el norte (Chalatenango $n = 347$, $AR = 50,58\%$) y en el oeste (Santa Ana $n = 55$, $AR = 8,02\%$) de El Salvador.

Cuadro 1. Inventario de especies de abejas sin aguijón en orden alfabético con el número de colonias y su abundancia relativa.

Nombre científico	Colonias silvestres (n)	Colonias domésticas (n)	Abundancia relativa de colonias silvestres (%)	Abundancia relativa de colonias domesticadas (%)
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i> *	7	3	1.47	0.44
<i>Frieseomelitta nigra</i> *	6	1	1.26	0.15
<i>Geotrigona lutzii</i> *	5	0	1.05	0.00
<i>Lestrimelitta</i> sp. **	6	0	1.26	0.00
<i>Melipona beecheii</i> **	9	405	1.89	59.04
<i>Melipona yucatanica</i> *	3	8	0.63	1.17
<i>Nannotrigona perilampoides</i> **	51	17	10.69	2.48
<i>Oxytrigona mediorufa</i> *	14	0	2.94	0.00
<i>Partamona bilineata</i> *	13	0	2.73	0.00
<i>Plebeia jatiformis</i> *	11	7	2.31	1.02
<i>Plebeia moureana</i> *	15	2	3.14	0.29
<i>Scaptotrigona mexicana</i> *	5	3	1.05	0.44
<i>Scaptotrigona pectoralis</i> **	40	9	8.39	1.31
<i>Tetragona mayarum</i> **	24	1	5.03	0.15
<i>Tetragonisca angustula</i> **	156	221	32.70	32.22
<i>Trigona corvina</i> **	34	0	7.13	0.00
<i>Trigona fulviventris</i> **	49	0	10.27	0.00
<i>Trigona fuscipennis</i> **	4	0	0.84	0.00
<i>Trigona nigerrima</i> *	5	9	1.05	1.31
<i>Trigonisca</i> sp. *	20	0	4.19	0.00

* = Identificadas por Dr. David W. Roubik

** = Identificadas por Ingeniero Agrónomo Carlos E. Ruano

Cuadro 2. Riqueza de especies, número de colonias, índice de Shannon Wiener y temperatura (promedio anual) en cada departamento.

Departamentos	Riqueza de especies	Colonias silvestres (n)	Colonias domésticas (n)	Índice de Shannon Wiener (H')	Temperatura (°C)
Ahuachapán	8	23	15	1.73	23.33±3.43
Santa Ana	14	29	103	2.55	21.08±4.52
Sonsonate	8	17	8	1.84	22.93±5.04
Chalatenango	14	35	479	2.41	21.30±6.01
La Libertad	12	60	1	2.22	22.84±3.53
San Salvador	13	125	4	1.98	23.20±0.14
Cuscatlán	8	21	5	1.84	24.05±2.62
La Paz	12	55	1	1.71	25.70±0.11
Cabañas	6	9	2	1.68	25.00±2.12
San Vicente	9	25	0	1.99	25.90±1.82
Usulután	10	22	7	2.07	23.93±2.54
San Miguel	9	26	35	1.88	27.60±2.10
Morazán	11	17	26	2.31	21.08±5.48
La Unión	5	8	0	1.42	27.03±1.24

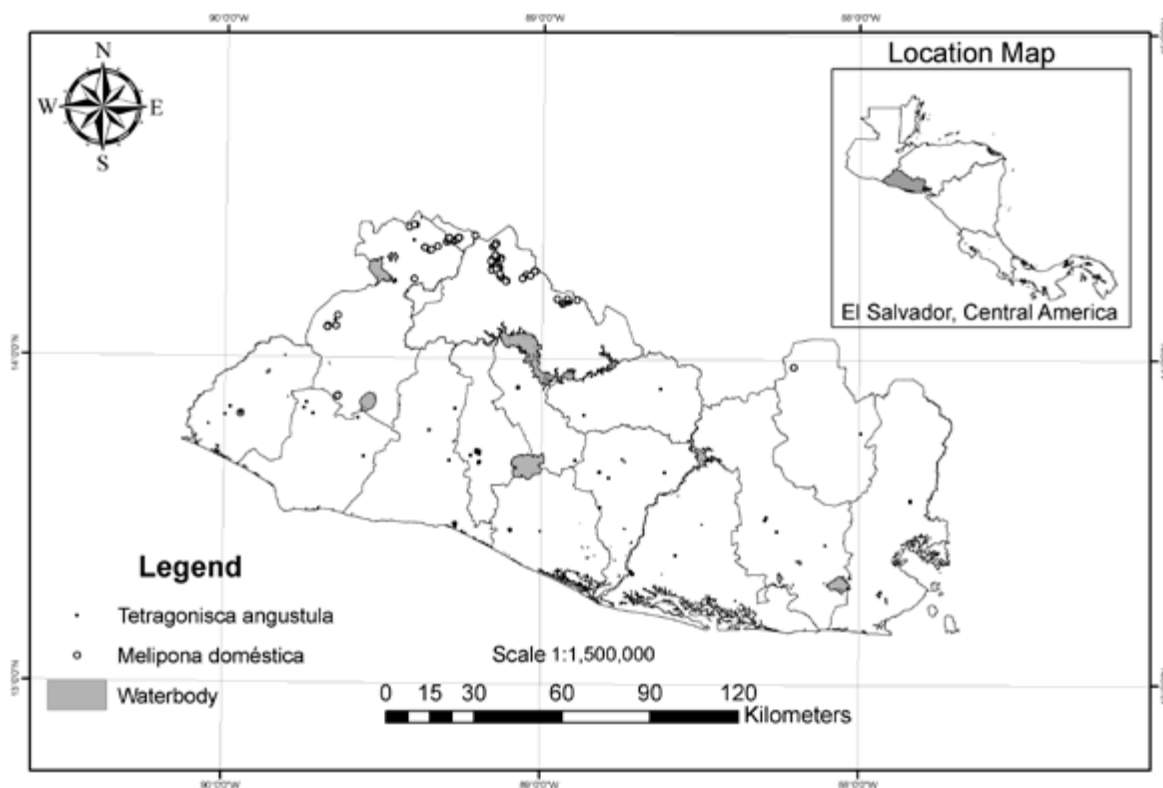


Figura 2. Ubicación geográfica de las colonias silvestres de *T. angustula* y colonias domésticas de *M. beecheii*.

Riqueza de especies y Altitud

La altura máxima a la que se encontró una colonia de abejas sin aguijón (*M. beecheii*) fue a 2,260 msnm, mientras que la altitud más baja se encontró a 2 msnm (*T. fuscipennis*). El rango de altitud de *M. beecheii*, la especie más grande reportada (10,7 mm de largo), fue entre 640 y 2.260 msnm. La especie de nido subterráneo *G. lutzii*, (6,0 mm) se localizó entre 570 y 1367 msnm. El rango de altitud de *T. angustula* (4,7 mm) fue de 10 a 1373 msnm. Se encontró que la especie más pequeña *Trigonisca sp.* (3,2 mm), se ubica entre 17 y 964 msnm. La mayoría de las especies (19) se encontraron entre 501 y 750 msnm y su número disminuyó gradualmente al aumentar la altitud.

Dos especies (*T. corvina* y *M. beecheii*) se localizaron a una altitud superior a 1.750 msnm y sólo una de ellas (*M. beecheii*) a más de 2250 msnm. El análisis mediante la regresión lineal mostró una correlación negativa ($r = -0,87$, $p = 0,0010$) entre la riqueza de especies y la altitud. El modelo desarrollado fue: $y = -0.0079x + 19,27$ (Fig. 3).

Riqueza de especies y la temperatura

La diferencia más grande de temperatura en rangos de altitud fue de 17,15° C (entre 0 y 2500 msnm), pero cada 250 metros la temperatura disminuyó en promedio de $1,91 \pm 0,82$ ° C. Las temperaturas medias más altas de cada departamento correspondieron

a San Miguel ($27,60 \pm 2,10$ ° C) y La Unión ($27,03 \pm 1,24$ ° C). Las temperaturas medias más bajas se ubicaron en Santa Ana ($21,08 \pm 4,52$ ° C), Morazán ($21,08 \pm 5,48$ ° C) y Chalatenango ($21,30 \pm 6,01$). (Cuadro 2). La diferencia más grande entre los departamentos fue 6,52° C. El análisis de regresión lineal mostró una relación positiva ($r = 0,86$, $p = 0,0015$) entre la riqueza de especies y la temperatura. El análisis mostró este modelo: $y = 1.067x - 12,07$ (Fig. 4).

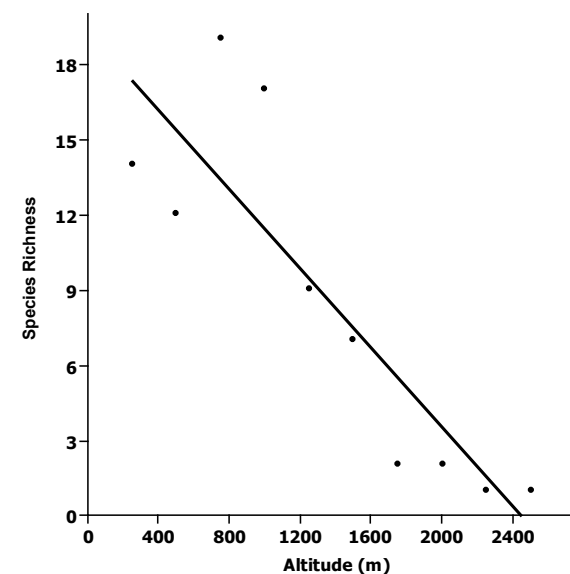


Figura 3. Relación entre la riqueza de especies versus altitud.

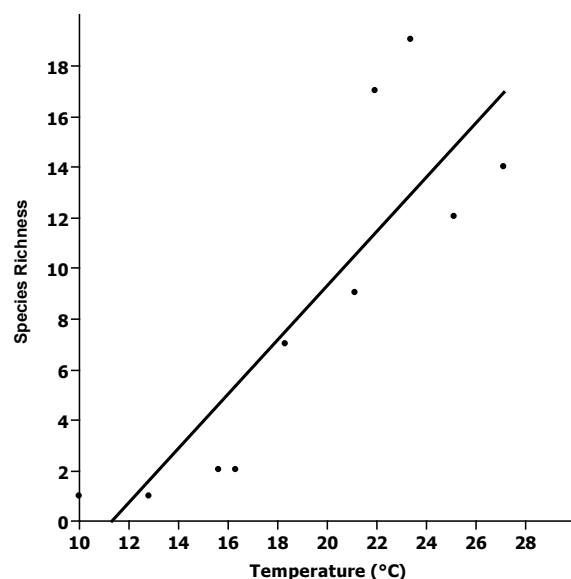


Figura 4. Relación entre la riqueza de especies versus temperatura.

Discusión

Las especies recién reportadas en El Salvador ya se han registrado en países cercanos: *P. jatiformis* y *Trigonisca* sp. en México, Guatemala, Costa Rica y Panamá; *F. nigra* en México, Belice, Guatemala, Costa Rica (Camargo y Pedro, 2007) y Panamá (Roubik, 1993), y *P. moureana* en México (Ayala, 1999) y Guatemala (Yurrita y Enríquez, 2005). El número de especies de abejas sin aguijón en El Salvador (20) es menor en comparación con otros países neotropicales: más de 50 especies identificadas en Costa Rica (Ortiz, 1998), 46 especies en México (Ayala, 1992), 32 especies en Guatemala (Yurrita y Enríquez, 2005) y 20 especies en bosques secos de tierras bajas de Panamá (Roubik, 1993).

El bajo número de especies en El Salvador no tiene una explicación obvia, sin embargo es probable que esté asociado al área escasa del país, la vegetación original limitada (reducida a menos del 3%), la deforestación (tasa anual de 4,6%) y la agricultura intensiva.

Algunos agricultores manifestaron que hasta la década de 1970 hubieron algunas especies de abejas sin aguijón de la tribu Meliponini (probablemente *M. solani*, *M. costaricensis* o *M. melanopleura*) en los departamentos del oriente de El Salvador (San Miguel, Morazán y La Unión), pero no se logró localizar ninguna de éstas durante el estudio, lo que podría indicar que ahora están extintas o en peligro de extinción.

Santa Ana, Chalatenango, Morazán y La Libertad poseen una mayor diversidad de abejas sin aguijón. Esto puede estar relacionado con su cobertura vegetal en comparación con los otros departamentos: áreas naturales protegidas, como montañas y volcanes, diferentes especies de árboles frutales, bosques de coníferas y especies caducifolias. Los niveles de diversidad que se muestran en La Libertad ($h = 2.22$) podría estar relacionado con bosques caducifolios y algunas zonas con árboles frutales con poca o ninguna aplicación de plaguicidas (Fig. 1), a pesar de su reciente desarrollo urbano. Los otros 10 departamentos presentan prácticas de agricultura y deforestación más intensas.

A pesar de que los cuatro departamentos con mayor diversidad presentaron un amplio rango de altitud y una vegetación muy variada, la temperatura media anual fue similar entre ellos ($21,08^{\circ}$ a $22,84^{\circ}$ C), con diferencia de $1,76^{\circ}$ C. Macieira y Proni (2004) informaron límites térmicos de mortalidad de *Scaptotrigona postica* en Brasil fuera del rango de -5° C y 41° C. San Miguel y La Unión presentaron las temperaturas más altas (máximas de $35,3$ y $35,5^{\circ}$ C, respectivamente), y con el índice de diversidad más

bajo (cuadro 2). Sin embargo, esta temperatura no se aleja del rango reportado por Macieira y Proni (2004), por lo tanto, no es posible decir que la temperatura por sí sola es un factor que afecte negativamente a la especie.

Es posible que la temperatura y la altitud tengan efectos sobre otros factores que afectan más directamente a la supervivencia de las abejas sin aguijón, tales como la vegetación. Ambos departamentos con alta temperatura también muestran un bajo rango de altitud (65 - 540 msnm en el muestreo de los lugares), y con esto una menor diversidad de plantas y una capa de vegetación menor.

Las colonias silvestres de la tribu Trigonini se encuentran comúnmente en algunos departamentos densamente poblados como San Salvador (1768 habitantes/ Km^2) y La Libertad (400 habitantes/ Km^2). Su presencia en zonas densamente pobladas podría estar relacionada con la baja demanda de concentración de azúcar a partir de néctar de las flores (Kerr, *et al* 1981) o cualquier fuente de azúcar. Se observaron algunos casos de *T. fulviventris* y *T. corvina* que consumen residuos de café y restos de soda de latas en la basura. Las especies *O. mediorufa* y *T. fuscipennis* incluso se observaron succionando secreciones azucaradas producidas por Membrácidos (Homoptera:Membracidae). La mayoría de las especies de Trigonini no fueron selectivas cuando necesitaban agujeros para construir sus nidos. Por lo tanto se adaptan muy bien en amplias zonas deforestadas. *T. angustula*, *T. fulviventris* y *N. perilampoides* fueron las colonias silvestres más abundantes, probablemente debido al amplio rango de adaptación a las fuentes de alimento y alojamiento. *Melipona beecheii* fue la colonia doméstica más abundantes debido a una producción de miel relativamente alta (2.17 ± 1.41 litros por año), seguido de *T. angustula* y *N. perilampoides* debido a la abundancia relativa de colonias silvestres en el país.

En el estudio realizado en Costa Rica, Slaa (2006) determinó que la probabilidad de supervivencia anual de *T. angustula* es mayor en las zonas deforestadas que en el bosque, pero la supervivencia de todas las otras abejas sin aguijón fue similar en bosques y zonas deforestadas. Brosi *et al* (2007) reportó que en los bordes de los bosques de Costa Rica, las especies sociales nativas comprenden más del 50% de los individuos de la muestra, mientras que fuera de los bosques (árboles remanentes y pastizales abiertos) la proporción se redujo a un 20% de las especies muestreadas. No se encontraron colonias domésticas o silvestres de la tribu Meliponini en los departamentos con cubierta vegetal escasa y agricultura intensiva (San Miguel y La Unión). De la misma manera, no se encontraron colonias domésticas o silvestres de la tribu Meliponini en la zona costera (al sur de El Salvador), ya que fue deforestada gradualmente durante la década de 1930 para desarrollar la agricultura intensiva de cereales y algodón, lo que requería una topografía plana y constante uso de pesticidas (López, 1986).

La expansión e intensificación de la agricultura se han identificado como las principales amenazas para las abejas debido a la tala y el desmonte de tierras que disminuye las oportunidades de anidación y alimentación de las abejas. Además, los insecticidas agrícolas matan a las abejas adultas y a las larvas. Los efectos sub-letales son peligrosos también: interrumpir capacidades de navegación y reconocimiento sensorial (Freitas, 2009). En Guatemala, Rodas, *et al* (2008) demostró que el efecto de un insecticida organofosforado utilizado ampliamente en Centroamérica sobre *M. beecheii* y *T. angustula*. las tasas de mortalidad para las dos especies de abejas dentro de 24 horas fueron 50% y 100%, respectivamente.

El factor más limitante para la supervivencia de *M. beecheii* y *M. yucatanica* es probablemente el tipo



Alojamiento tradicional de *M. beecheii* en Citalá, Chalatenango, El Salvador

de vegetación. Se encontraron colonias silvestres y domésticas en mayor proporción en zonas del norte y el oeste de El Salvador. Estas comunidades se encuentran cerca de las zonas boscosas que corresponden a 8.73% de El Salvador abarcando vegetación abierta en la que predomina la montaña perenne tropical de coníferas. Las especies predominantes de árboles fueron el pino (*Pinus spp.*), el roble (*Quercus spp.*) y algunos árboles de hoja ancha. Los Meliponicultores consideran estas especies como el alojamiento natural más frecuente de abejas sin aguijón. También afirmaron que las fuentes preferidas de alimento son el Cirín (*Clidemia spp.*,

Miconia spp., *Conostegia xalapensis*), guayaba (*Psidium guajava*), manzana rosa (*Syzygium jambos*), liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), suquinay (*Vernonia spp.*), y tatascamite (*Perymenium grande*).

La importancia de vegetación adecuada para las abejas sin aguijón se demostró a través del proyecto “Apoyo a la reforestación y manejo de bosques por medio del manejo tradicional de abejas sin aguijón en el noroeste de El Salvador” (PROMABOS) que desarrolló la investigación palinológica en El Salvador y Costa Rica, con la cual se identificaron fuentes de alimento de las abejas sin aguijón. En El Salvador, las especies de plantas importantes como fuentes

de polen de *M. beecheii* fueron *Cestrum sp*, *Solanum asperum*, *Heliocarpus mexicanus*, *Miconia sp* y *Ardisia compressa*. Como fuente de néctar se identificaron *Cordia alliodora*, *Prunus sp*, *Cestrum sp*, *Solanum dyphyllum* y *Montanoa bibiscifolia*. La investigación en Costa Rica incluyó a *M. beecheii* y *T. angustula* cuyos resultados demostraron que la diversidad de polen recolectado por *T. angustula* fue mayor que la recolectada por *M. beecheii*. Esto es probablemente debido a un comportamiento de alimentación diferente y diferencias físicas entre ambas especies, lo que lleva a una accesibilidad alternativa a las flores de diferente morfología, color y olor de la flor, la disponibilidad de polen y de néctar durante el día (Landaverde *et al*, 2004). Además, Biesmeijer (1997) demostró en Costa Rica que *M. beecheii* es muy selectiva con respecto al polen y la concentración de azúcares en el néctar, por esta razón pecoreaba en menores especies de plantas (casi la mitad) en comparación con *T. angustula*. Además, la zona de alimentación es más extensa en la tribu Meliponini que la de Trigonini. Roubik y Aluja (1983), reportaron más de dos kilómetros como zona de alimentación de *M. fasciata*, mientras que Van Nieuwstadt y Ruano (1996) reportaron sólo 800 metros para *T. angustula*. Este rango limitado conduce a *T. angustula* a ser menos selectiva en cuanto a las fuentes de polen y néctar.

Se encontró que *M. beecheii* limita su distribución a las zonas boscosas, en contraste con *T. angustula* que también se encuentra en las zonas urbanas. Estos resultados coinciden con los de Arce (1994), quien también identificó dicho patrón para las dos especies domésticas más frecuentes de abejas sin aguijón en Costa Rica (*M. beecheii* y *T. angustula*). De acuerdo con campesinos ancianos, hoy en día es más difícil que antes encontrar colonias silvestres de *M. beecheii* y también el número de meliponicultores ha disminuido. La guerra civil en El Salvador desde 1980 a 1991, y más recientemente, la pobreza extrema, han jugado un papel en este fenómeno provocando

la migración de personas que viven en partes del país abandonando sus hogares y sus actividades agrícolas, incluidas las abejas sin aguijón domésticas. Esta tendencia decreciente de la meliponicultura es similar en otros países de Mesoamérica. A diferencia de la situación de *T. angustula*, existe una gran brecha entre las colonias silvestres y domésticas de *M. beecheii* (cuadro 1).

En el norte de Chalatenango, algunos criadores de abejas sin aguijón protegen a esta especie de la extinción mediante el uso de técnicas de reproducción artificial, junto con prácticas de alimentación (por ejemplo jarabe de azúcar) en temporadas donde escasean plantas con flores (de abril a octubre).

La mayor parte de las colonias domésticas de *M. beecheii* fueron encontradas en altitudes superiores a los 1.000 msnm, con relativa baja densidad de población humana (96 hab/km²; 3.4% del país). La baja densidad de población humana está vinculada con las zonas menos deforestadas, menos contaminación y, por lo tanto, más probabilidad de supervivencia para las abejas. La altitud también es importante para *G. lutzii*, ya que necesitan lugares sin riesgo de inundación para sus nidos subterráneos. Normalmente, *G. lutzii* construye sus nidos en colinas y montañas. La mayoría de las especies de abejas sin aguijón en El Salvador, se encontraron entre 501 y 750 msnm, similar a los rangos de altitud reportados por Nates-Parra (2001), en Colombia, y Yurrita y Enríquez (2005) en las tierras altas de Guatemala. Una altitud de 2.000 metros en El Salvador, representa un área significativamente menor (0.0029%) en comparación con todo el país. Se encontraron dos especies (*M. beecheii* y *T. corvina*) de abejas sin aguijón (10.00%) a más de 2000 metros, probablemente relacionados con una vegetación menos diversa (Flores, 1980; Jacquemyn, *et al*, 2005)



Montaña perenne tropical de coníferas en Chalatenango, El Salvador.

y una temperatura promedio más fresca (15,62 °C). El tamaño de estas dos especies es relativamente grande en comparación con el resto de las especies de El Salvador (ancho de cabeza y longitud corporal de 2,5 mm y 10,7 mm para *M. beecheii* y 2,0 mm y 6,0 mm. Para *T. corvina*). Se considera que un tamaño superior es una ventaja en las tierras altas, porque incluso vientos débiles tienen un efecto sobre el comportamiento de vuelo y aterrizaje en insectos de menor tamaño. Además, cuando aumenta la velocidad del viento, los animales pequeños pierden control sobre su trayectoria de vuelo (Eugster, 2008). Por otra parte, los insectos más grandes ganan y pierden calor más lentamente que los insectos más pequeños (Pereboom y Biesmeijer, 2003).

Esta investigación ayuda a comprender cómo este importante grupo de polinizadores se ve afectado por las modificaciones en el uso del suelo, los cambios climáticos, incluso el comportamiento social en los humanos. La investigación refleja, de igual manera, la necesidad de implementar actividades de conservación en las coberturas vegetales (bosques y áreas naturales protegidas) de El Salvador.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES). También se destaca la participación de los criadores de abejas sin aguijón, el Dr. Roubik en la identificación de las especies y en la revisión del borrador, el MSc. Joaquín Castro Montoya en la revisión de la estructura del artículo, e Ingeniero Mario Bermúdez en el análisis estadístico de los datos. También colaboraron estudiantes en el trabajo de campo: Ivonne Guadalupe López, Rebeca Eunice Martínez, Serafín Constanza Rivas, Roxana Villaherrera y en la elaboración de los mapas: Abel Alexei Argueta Platero, José Armando Martínez, Irvin David Cáceres Cruz y Luis Alas Romero.

Bibliografía

- Arce, H. 1994. Meliponiculture in Costa Rica. *Pegone*. Autumn 1994: 6–8.
- Ayala, R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana* 106: 1-123.
- Biesmeijer, J. C. 1997. Abejas sin aguijón. Su biología y la organización de la colmena. Utrecht, Holanda. 77pp.
- Brosi B J; Daily G C; Ehrlich P. 2007. Bee community shifts with landscape context in a tropical countryside. *Ecological applications* 17(2): 418–430.
- Camargo, J M F; Pedro, S R M. 2007. Meliponini Lepelletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia. pp. 272-578.
- De Jong, H. 1999. The land of corn and honey: The keeping of stingless bees (meliponiculture) in the ethno-ecological environment of Yucatán (Mexico) and El Salvador. 423 pp.
- Departamento de Protección Vegetal- FAO. 1993. Abejas nativas de El Salvador. Protección Vegetal. Universidad de El Salvador. 3 (1): 11–12.
- Engels, M; Urbina, C; Sloom, P; Castillo, V. 1998. El Salvador: estudio climático de datos meteorológicos mensuales para llegar a una zonificación agroclimática. MAG-CENTA, FAO. San Andrés, El Salvador. 38pp.
- Eugster, W. 2008. Wind effects. *Ecological processes*. Encyclopedia of Ecology. Elsevier. United Kingdom. pp. 3794-3803.
- Freitas, B M; Imperatriz-Fonseca, V L; Medina, L M; Kleinert, A; Galetto, L; Nates-Parra, G; Quezada-Euán, J J G. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40 (3): 332–346. DOI: 10.1051/apido/2009012
- Flores, J S. 1980. Tipos de vegetación de El Salvador y su estado actual. Editorial Universitaria. Universidad de El Salvador. 273pp.

- Heard, T A. 1999. The Role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology*. 44: 183–206. DOI: 10.1146/annurev.ento.44.1.183
- Jacquemyn, H; Micheneau, C; Roberts, D; Pailler, T. 2005. Elevational gradients of species diversity, breeding system and floral traits of orchid species on Reunion Island. *Journal of Biogeography*. 32(10): 1751–1761. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2005.01307
- Kerr, W E; Blum, M; Fales, H M. 1981. Communication of food source between workers of *Trigona (Trigona) spinipes*. *Revista Brasileira de Biologia*. 41(3): 619–623.
- Landaverde, V; Sánchez, L; Ruano, C; Smeets, M. 2004. Temporary dominance of pollen of nectariferous and polliniferous plants collected by *Melipona beecheii* in El Salvador and pollen of polliniferous plants collected by *Tetragonisca angustula* and *M. beecheii* in Costa Rica. In: Conference on Tropical Beekeeping: Research and Development for Pollination and Conservation. San José, Costa Rica, p.22-25 february 2004.
- López, E. 1986. Impacto ecológico del uso de pesticidas en el cultivo de algodón sobre los ecosistemas acuáticos de El Salvador. *La Universidad*. 3:47-67.
- Macieira, O J D; Proni, E A. 2004. Capacidade de resistência a altas e baixas temperaturas em operárias de *Scaptotrigona postica* (Latreille) (Hymenoptera, Apidae) durante os períodos de verão e inverno. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (4): 893–896.
- Nates-Parra, G. 2001. Las abejas sin aguijón de Colombia (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Biota Colombiana* 2 (3): 233–248.
- Pereboom, J; Biesmeijer, J. 2003. Thermal constraints for stingless bee foragers: the importance of body size and coloration. *Oecologia* 137 (1): 42–50. DOI: 10.1007/s00442-003-1324-2
- Ramirez, J F; Ortiz, RA. 1995. Crianza de las abejas sin aguijón. CINAT. Universidad Nacional. Costa Rica. 22pp.
- Ortiz, RA. 1998. Distribución, biodiversidad e importancia ecológica de los Melipónidos. II Taller Regional de Apicultura y Meliponicultura. Costa Rica. 53pp.

- Rodas, A; Enriquez, E; Maldonado, C. 2008. Determinación de insecticidas y estudio nutricional de las mieles de las abejas nativas sin aguijón, *Melipona Beecheii* y *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). Universidad de San Carlos. Guatemala. 30pp.
- Roubik, D W; Aluja, M. 1983. Flight ranges of *Melipona* and *Trigona* in tropical forest. Journal of the Kansas Entomological Society. 56 (2): 217–222.
- Roubik, D W. 1992. Stingless bees: A guide to Panamanian and Mesoamerican species and their nests (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). Oxford University Press. pp.489–521.
- Roubik, D W. 1993. Direct costs of forest reproduction, bee-cycling and the efficiency of pollination modes. J. Biosci. 18, (4): 537-552.
- Ruano Iraheta, C E. 1999 Preliminary data on meliponiculture in west and central, El Salvador. Pegone. Summer: 19–21.
- Slaa, E J. 2006. Population dynamics of a stingless bee community in the seasonal dry lowlands of Costa Rica. Insectes Sociaux. 53(1):70–79. DOI: 10.1007/s00040-005-0837-6
- Slaa, E J; Sánchez, I; Malagodi, K; Hofstede, F. 2006. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. Apidologie. 37: 293–315. DOI: 10.1051/apido:2006022
- Villanueva, R; Roubik, D; Colli-Ucan, W. 2005. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. Bee World 86 (2) 35–41
- Van Nieuwstadt, MGL; Ruano Iraheta, C E. 1996. Relation Between Size and Foraging Range in Stingless Bees (Apidae, Meliponinae). Apidologie. 27: 219–228. DOI: 10.1051/apido:19960404
- Yurrita, C; Enriquez, E. 2005. Distribución de abejas sin aguijón en Guatemala. Universidad de San Carlos. Guatemala. 5pp.

Dipsas sanctioannis

Son serpientes dóciles que no intentan morder como estrategia defensiva, en lugar de esto su cabeza toma una forma triangular imitando una serpiente venenosa.

Rojas *et al.* 2010.

Captado en Pereira (PRN Ucumarí), Risaralda, Colombia

Fotografía: Wolfgang Buitrago
Estudiante de Biología, Universidad del Quindío.



Insectos asociados al mamey (*Mammea americana* L.) en El Salvador.

Sermeño-Chicas, J.M.

Profesor de Entomología, Jefe Dirección de Investigación, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador. El Salvador, C.A.

E-mail: jose.sermeno@ues.edu.sv
sermeno2013@gmail.com

Parada-Berrios, F. A.

Profesor de Fruticultura, Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador, C.A.

E-mail: faparadaberrios@yahoo.com

Resumen.

Debido a la escasa información existente en cuanto a los problemas fitosanitarios del árbol frutal de mamey (*Mammea americana* L.), el presente trabajo tuvo como objetivo reconocer los insectos asociados a dicho frutal. Durante la investigación se realizaron giras de campo y cría del material biológico en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. La investigación de campo comprendió los departamentos de Ahuachapán, Sonsonate, La Libertad, San Salvador y La Paz. Los insectos encontrados fueron fotografiados durante las diferentes giras de campo y a nivel de laboratorio, con el objetivo de facilitar el reconocimiento de dichos organismos.

Como resultados de la investigación, se reportaron las siguientes especies de insectos asociados al mamey: *Anastrepha serpentina*, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae); *Oxytrigona mediorufa* (Hymenoptera: Apidae); *Periphoba arcaei* (Lepidoptera: Saturniidae); *Megalopyge albicollis* (Lepidoptera: Megalopygidae); *Eudesmia menea* (Lepidoptera: Arctiidae); *Ceroplastes floridensis*, *Saissetia coffeae*, *Protopulvinaria pyriformis*, *Virsonia stellifera* (Homoptera: Coccidae); *Xyleborus* sp. (Coleoptera: Scolytidae); *Heterotermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae).

Palabras claves: Mamey, *Mammea americana*, insectos, frutales, El Salvador.

Descripción de los insectos asociados al mamey en El Salvador.

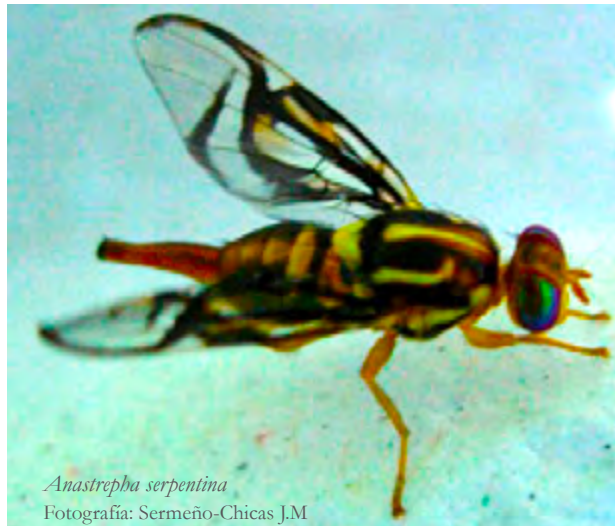
Orden: Diptera

Familia: Tephritidae

Nombre Científico: *Anastrepha serpentina*.

La mosca de la fruta, deposita sus huevos en grupos debajo de la cáscara del fruto de mamey. Las larvas de color blanca amarillenta, completando su desarrollo dentro del fruto, empupan en el suelo a una profundidad de 20.0-30.0 milímetros. La hembra tiene un ovipositor que mide aproximadamente 3.8 milímetros de longitud.

Cuando eclosionan los huevos, las larvas penetran la pulpa alimentándose de ella, produciendo necrosis y pudrición, en El Salvador se ha detectado que tiene enemigos naturales, principalmente del orden Hymenoptera a nivel de campo, pero su control es muy bajo (aproximadamente 5% de control).



Anastrepha serpentina
Fotografía: Sermeño-Chicas J.M



Anastrepha serpentina, sobre fruto de *Mammea americana* L.
Fotografía: Sermeño-Chicas J.M

Orden: Diptera

Familia: Tephritidae

Nombre Científico: *Ceratitis capitata*.

Mosca del mediterráneo o mosca de la fruta del mamey, es un insecto que deposita sus huevos en grupos de 2 a 10 debajo de la cáscara de la fruta, evidenciándose por cicatrices pequeñas y oscuras que indican el lugar de oviposición.

Los adultos tienen una longitud entre 4.0 a 5.5 milímetros; las alas son cortas, anchas y redondeadas en el ápice, translúcidas con manchas amarillas y márgenes grises; las alas se ven caídas cuando están en reposo.

Pueden darse hasta 10 generaciones por año. El daño es importante porque cuando los huevos eclosionan, las larvas penetran la fruta para alimentarse, produciendo necrosis y pudrición.



Ceratitis capitata

Fotografía: Sermeño-Chicas J.M

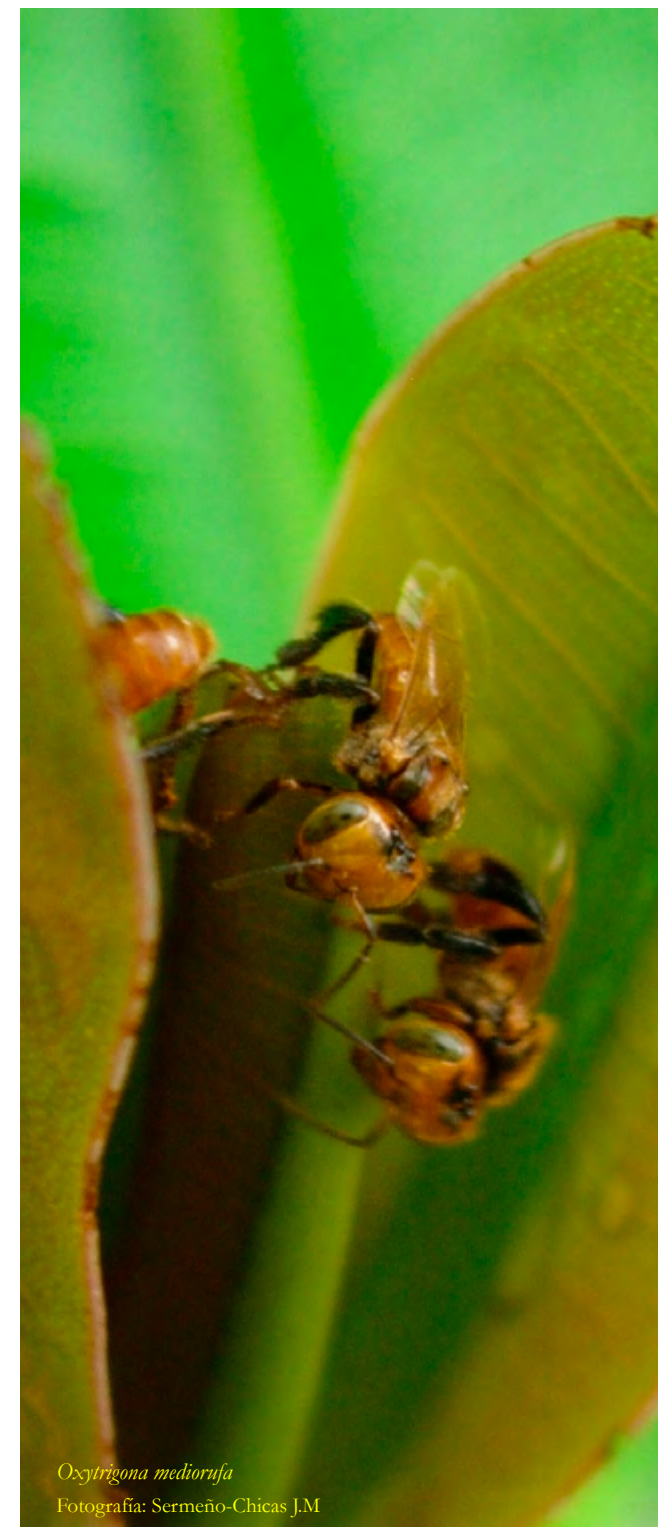
Orden: Hymenoptera

Familia: Apidae

Nombre Científico: *Oxytrigona mediorufa*.

Esta especie pertenece al grupo de las abejas sin aguijón. Su nombre común es “miona”, “maltatía” o “meltatión”. Es una abeja con integumento anaranjado y negro con una longitud del cuerpo de 5.3 milímetros; cabeza más ancha que el tórax, área malar muy grande. Viven en grandes colonias en nidos construidos dentro de árboles huecos. Esta abeja tiene un sistema de defensa muy peculiar de producir secreciones por las glándulas mandibulares mientras muerde, produciendo ampulas dolorosas en la piel de los humanos, es pegajosa al tacto.

Las obreras causan severos daños en los márgenes de las hojas del mamey en El Salvador, produciendo cortes que ocasionan pérdida de las yemas meristemáticas, causando retraso del crecimiento del árbol. Cuando se encuentran en los botones florales, induce la pérdida de frutos y cuando se alimenta de la epidermis de los frutos formados, causa múltiples cicatrices en ellos, lo que facilita el ingreso de patógenos.



Oxytrigona mediorufa

Fotografía: Sermeño-Chicas J.M

Orden: Lepidoptera

Familia: Saturniidae

Nombre Científico: *Periphoba arcaei*.

La larva es conocida comúnmente como gusano cipresito. De color verde y cubierta de espinas urticantes que pueden causar serios daños de irritación de la piel de las personas encargadas de cosechar los frutos de mamey. Se alimentan vorazmente de las hojas. El insecto generalmente empupa en un capullo de seda sobre el suelo o la vegetación. El adulto tiene una envergadura de las alas de aproximadamente 80 milímetros y es de hábitos nocturnos.

En El Salvador es un insecto que tiene un buen control biológico a nivel de campo (97% de control) por medio de moscas de la familia Tachinidae.



Larva conocida comúnmente como gusano cipresito.
Fotografía: Sermeño-Chicas J.M



Pupa en un capullo de seda sobre el suelo o la vegetación

Fotografía: Sermeño-Chicas J.M



Adulto, es de hábitos nocturnos.
Fotografía: Sermeño-Chicas J.M



Fotografías: Sermeño-Chicas J.M



Fotografía: Sermeño-Chicas J.M

Orden: Lepidoptera

Familia: Megalopygidae

Nombre Científico: *Megalopyge albicollis*.

La larva de aproximadamente 44 milímetros de largo, es conocida comúnmente como gusano gato o gusano ratón; de color café y cubierta de largas y numerosas setas urticantes. Pasa por nueve estadios larvales, caracterizándose por presentar los primeros en forma gregaria y a partir del quinto son solitarias, alimentándose del follaje de la planta.

La pupa mide aproximadamente 50 milímetros, protegida dentro de un cocón de forma ovalada de color café. El adulto tiene una envergadura de las alas de aproximadamente 50 milímetros y son de color café con blanco; las antenas del macho son fuertemente bipectinadas y el abdomen con líneas transversales blancas.

En El Salvador es un insecto que tiene un buen control biológico a nivel de campo (95% de control) por medio de moscas de la familia Tachinidae.



Larvas

Orden: Lepidoptera
Familia: Arctiidae
Nombre Científico: *Eudesmia menea*

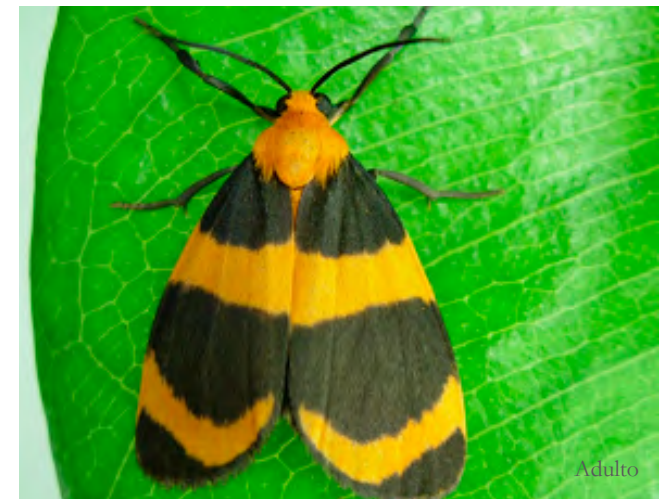
Las larvas son muy peludas, con setas que forman pinceles que emergen de los tubérculos, tejen una estructura de seda en la cual empupan, siendo la pupa recién desarrollada de color blanco amarillento. Los adultos de ambos sexos tienen vistosos colores amarillo y negro. Es conocida comúnmente como “mariposa tigre” y tienen una envergadura de las alas de aproximadamente 30 milímetros.

En El Salvador se alimentan del área foliar del Mamey.

Fotografías: Sermeño-Chicas JM



Pupa



Adulto

Orden: Homoptera

Familia: Coccidae

Nombre Científico: *Ceroplastes floridensis*.

La cochinilla o escama cerosa es un insecto rojizo que cubre su cuerpo con una espesa capa de secreción blanca y cerosa. Mide aproximadamente 3.0 milímetros de longitud. *Capnodium sp.* el Moho Negro (nombre común fumagina) crece sobre la mielecilla producida por la escama cerosa, interfiriendo con los procesos fotosintéticos de las hojas.

El insecto, en El Salvador, ataca las ramas, hojas y los frutos del mamey.



Fotografía: Sermeño-Chicas J.M

Orden: Homoptera

Familia: Coccidae

Nombre Científico: *Saissetia coffeae*.

Conocida como cochinilla o escama hemisférica, se desarrolla en el haz de las hojas del árbol de mamey. La hembra es sésil, áptera y mide de 2.0 a 4.0 milímetros de ancho. Esta pone numerosos huevos rosados bajo su “escama” color marrón. La reproducción es partenogenética. Cuando se alimenta produce grandes cantidades de mielecillas, llevando al desarrollo de una espesa capa negra de un hongo del género *Capnodium* (nombre común fumagina) sobre la planta hospedera que interfiere con los procesos fotosintéticos de las hojas. *Saissetia coffeae* se encuentra asociada con hormigas y generalmente causa menor daño en los árboles frutales.



Fotografía: Sermeño-Chicas J.M

Orden: Homoptera

Familia: Coccidae

Nombre Científico: *Protospulvinaria pyriformis*.

Es un insecto que tiene la forma de una pera y mide aproximadamente 3.0 milímetros de largo, se puede reconocer por los filamentos abarquillados y cerosos que son secretados desde los márgenes por las hembras.

En El Salvador *P. pyriformis* infesta el envés de las hojas del árbol de mamey. Desarrolla una gran cantidad de mielecillas sobre la cual crece *Capnodium sp.* (nombre común fumagina), el cual forma una capa negra sobre las hojas, por lo cual interfiere con los procesos fotosintéticos de las hojas.



Fotografía: Sermeño-Chicas J.M

Orden: Homoptera

Familia: Coccidae

Nombre Científico: *Virsonia stellifera*.

La escama acuminada ataca el envés de las hojas del mamey. La ninfa (estado inmaduro) está cubierta de una capa transparente de secreción cerosa que figura una apariencia de estrella. El diámetro de esta cubierta mide entre 2.5 a 3.0 milímetros.

La ninfa y el adulto se alimentan de la savia de la hoja del mamey, causando la formación del hongo negro del género *Capnodium* (nombre común fumagina) el cual interfiere con los procesos fotosintéticos de las hojas.



Fotografía: Sermeño-Chicas J.M.

Orden: Coleoptera

Familia: Scolytidae

Nombre Científico: *Xyleborus* sp.

La larva del barrenador de la fruta del mamey en El Salvador, es de color blanco, ápoda y de forma curvada. La pupa es blanca crema y exarata. El adulto tiene una longitud aproximada de 2.0 milímetros, más largo que ancho.

El daño lo ocasionan los adultos cuando causan pequeños agujeros por donde penetra el insecto al fruto del mamey, formando galerías internas para alimentarse y reproducirse. Los agujeros permiten la entrada de hongos y bacterias que provocan la pudrición y momificación de los frutos.



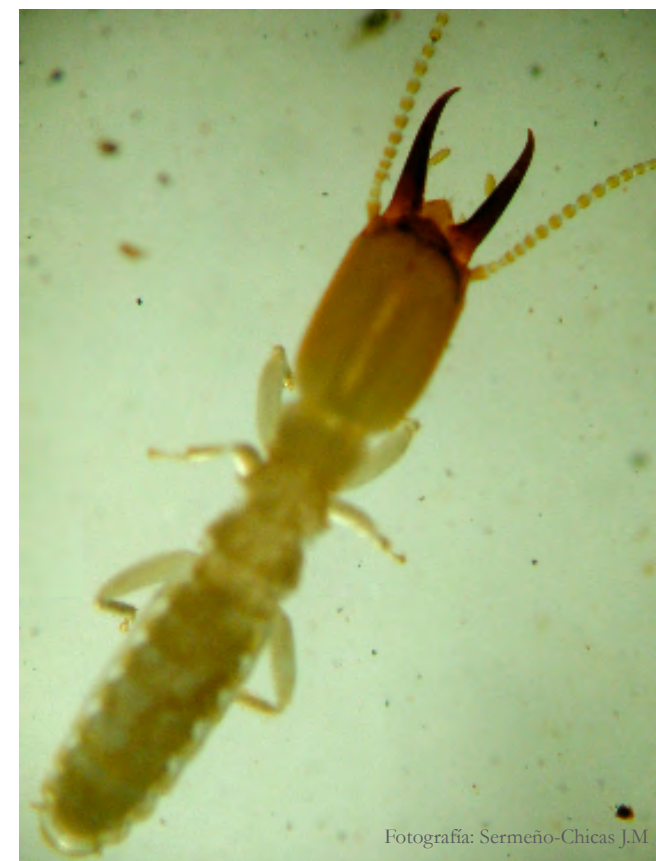
Fotografía: Sermeño-Chicas J.M.

Orden: Isoptera

Familia: Rhinotermitidae

Nombre Científico: *Heterotermes* sp.

Los soldados son alargados con cabeza amarillenta y lados paralelos. Mandíbulas alargadas sin dientes, delgadas, ligeramente más largas que la anchura de la cabeza. Fontanella pequeña, de forma circular, situada en el dorso de la cápsula cefálica, posterior a los receptáculos antenales. Tarsos de 4 segmentos, pronotum plano, cerci cortos de dos segmentos. *Heterotermes* sp. perfora las ramas de los árboles de mamey.



Fotografía: Sermeño-Chicas J.M.

Bibliografía

- Ayala Barajas, R. 1992. Revisión de las abejas sin aguijón de México. UNAM, Facultad de Ciencias. México, D. F. p. 27.
- Coto, D. y Saunders, J. L. 2004. Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. Serie Técnica, Manual Técnico 52. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, América Central. 400p.
- Schmutterer, H. 1990. Plagas de las plantas cultivadas en el Caribe con consideraciones particulares en la República Dominicana. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Technical Cooperation Federal Republic of Germany. 640p.
- Sermeño, J. M.; Rivas, A. W.; Menjívar, R. A. 2005. Guía técnica de las principales plagas artrópodos y enfermedades de los frutales. MAG – IICA Frutales, Programa Nacional de Frutas de El Salvador. Santa Tecla, El Salvador, C. A. p. 29.
- Nickle, D. A.; Collins, M. S. 1992. Termites of Panamá. In: Insects of Panamá and Mesoamerica. Ed. Quintero, D. A. Y Aiello, A. New York: Oxford University Press. p. 208-241.



Triprion petasatus

Conocida comúnmente como Rana Cabeza de Pala, es un anfibio perteneciente a la familia Hylidae, de hábitos arborícolas, distribuida en México y parte de centroamérica. La característica principal es que el hueso prenasal impar y los huesos maxilares están alargados para formar una prolongación labial en forma de pala que se extiende hasta después de la mandíbula inferior.

Captada en Mérida, Yucatán, México.

Texto y fotografía: Edgar E. Neri Castro.



Hablemos con el

Veterinario

Rudy Anthony Ramos Sosa

Médico Veterinario Zootecnista
e- mail: escueladepajaros@yahoo.com

Generalidades sobre El Cuido de Reptiles

Cada vez es más común que las personas adquieran reptiles como animales de compañía, tortugas, serpientes e iguanas, entre otras especies, las hemos convertido en mascotas, quizá un tanto por excentricismo y otro poco por esnobismo. Ya en casa el reptil es una realidad y por lo tanto hay que velar por su salud, así que dedicaremos las siguientes líneas a dar algunas recomendaciones de cuidado, no sin antes invitar a la juventud a que se abstenga de adoptar como mascotas estas especies que pertenecen más a la libertad de su entorno natural y que difícilmente están adaptadas a nuestra vida casera. En caso de obtener uno de estos especímenes hay que asegurarse que proceden de un criadero, de lo contrario estaremos contribuyendo al tráfico ilegal de animales exóticos que son extraídos de su hábitat natural. Más que un problema legal, representa un golpe para nuestros ecosistemas cada día más deteriorados.

Comenzaremos recordando que tener una mascota implica compromiso, es responsabilizarnos de la vida de otro ser, en el caso particular de los reptiles es preciso reconocer que se trata de un animal que, aunque este en casa, no es doméstico y por lo tanto necesita de un cuidado especial que simule –en la manera de lo posible– las condiciones a las que enfrenta en estado libre. Como todo animal de vida libre la cautividad les resulta estresante, por lo que mayoría de casos de especímenes en cautiverio llegan a sufrir en algún momento disfunción del sistema inmune, lo que los expone más a enfermar. La mayoría de padecimientos que llegan a sufrir se relacionan directamente a factores de mal manejo, tanto en alojamiento como alimentación.



Detalle del templo de Quetzalcóatl (Serpiente Emplumada) en Teotihuacán, México. Muchos animales se contemplaban dentro del marco religioso en las culturas mesoamericanas, incluyendo algunos reptiles como la serpiente y el cocodrilo.

Fotografía: http://farm5.staticflickr.com/4124/5086104721_6b1ceae38f_o.jpg

Algunas características de los reptiles.

Son de sangre fría ya que el calor que producen mediante su actividad metabólica es limitado, además carecen de mecanismo de control para retener el calor, motivo que los hace desplazarse de sitios fríos a templados o exponerse al sol para regular su temperatura, factor de importancia, ya que la utilizan en sus diferentes gradientes para muchos de sus procesos fisiológicos (funciones) como favorecer la digestión e incrementar la producción de anticuerpos.



Especies de reptiles comunes como mascotas: *Lampropeltis triangulum* (falso coral). Fotografía: Sandra Coria. Manual ilustrado sobre especies de fauna amenazadas y sujetas a comercio en Nicaragua.

Los reptiles tienen la particularidad de una piel gruesa, escamosa, la cual sufre a lo largo de su vida un proceso llamado ecdisis, comúnmente llamado “muda”.

En general el ciclo de ecdisis o muda se divide en seis estadios en el que los primeros dos no presentan cambios visibles. En el tercer estadio se observa opacidad de la piel y ojos, mientras que en el cuarto estadio se opaca el ojo de forma marcada. Hacia el quinto estadio los ojos recuperan su brillo natural mientras que en el sexto estadio se produce la muda tal y como la interpretamos, es decir el desprendimiento de la piel.

Este proceso varía dependiendo la especie. Las serpientes regularmente dejan la piel completa e invertida mientras que los lagartos mudan por placas, observándoseles durante este proceso unos “parches” de piel en diferentes partes del cuerpo. Las tortugas en cambio mudan del caparazón uno o más escudos córneos (cubierta de los huesos del caparazón) al mismo tiempo.

Requerimientos de alojamiento.

Los reptiles deben alojarse en recintos llamados terrarios los cuales deben tener un diseño y tamaño de acuerdo a la especie que aguarda y suficientemente seguras para evitar un escape. Las jaulas de mallas metálicas son poco recomendables dado que el carácter nervioso de estas especies puede hacer que busquen salir a través de las rendijas, pudiendo quedar atrapados causándoles lesiones o la muerte en casos graves.

Peceras ambientadas adecuadamente funcionan con especies pequeñas tales como iguanas, algunas tortugas y las serpientes cuando aún son pequeñas, pero a medida que éstas aumenten de tamaño requerirán un espacio mayor. Una serpiente, por ejemplo, necesitará suficiente espacio como para extenderse.

De los terrarios se debe prestar mayor cuidado a la temperatura, asociada a una fuente de iluminación, la humedad y la ambientación. También debe asegurarse ventilación pero sin exponer directamente a corrientes de viento.



Especies de reptiles comunes como mascotas : a) *Caiman crocodilus* (caimán). Fotografía: Eric van den Berghe; b) *Trachemys scripta*. Fotografía: Jorge Paniagua; c) *Boa constrictor* (boa común). Fotografía: Jerry Bauer. Manual ilustrado sobre especies de fauna amenazadas y sujetas a comercio en Nicaragua.



Especies de reptiles comunes como mascotas: a) *Rhinoclemmys pulcherrima* (tortuga sabanera); b) *Iguana iguana* (iguana verde). Fotografía (a): Jerry Bauer; Fotografía (b): Jorge Paniagua. Manual ilustrado sobre especies de fauna amenazadas y sujetas a comercio en Nicaragua.

Para el piso se puede utilizar arena, grava o tierra, dependiendo de la especie. Aunque en situaciones particulares, como durante el curso de una enfermedad, es recomendable colocar papel periódico para poder examinar excremento y regurgitaciones que ayuden al examen veterinario y seguimiento del caso.

Los reptiles reaccionan regularmente con inseguridad y nerviosismo al verse en cautiverio, no son especies adaptadas al encierro, así que para disminuir su estrés hay que colocar en su recinto objetos que los haga sentirse más cómodos, como rocas, troncos y ramas. Estos además son necesarios en aquellas especies de carácter arbóreo como algunas serpientes e iguanas, y las que necesitan lugares, como cuevas, para esconderse.

No es conveniente colocar muchos especímenes en un solo recinto, esto puede crear competencia por alimento, agua, sitios para tomar sol o por compañeras de apareamiento, sobre todo si son poco sociables. Además el sitio en que permanezca debe ser tranquilo, sin exagerada observación humana que los moleste ya que ciertas especies, como algunas las serpientes, son muy propensas al estrés por presencia humana.

Las tortugas acuáticas deben estar en un acuario pero debe proporcionarles un espacio para que pueden salir del agua por si solas.

Agua y humedad. Esta puede proporcionarse en un recipiente, a manera de plato, sumergido en el piso. Debe permanecer limpia y aireada, además habrá que cuidar que no se acumulen excesos de desechos orgánicos para evitar la proliferación exagerada de microorganismos patógenos que enfermen al espécimen.

Necesitan agua suficiente para poder sumergirse por completo si así lo requieren, ya que también suelen utilizar el agua para su termorregulación, además especies de tortugas semiacuáticas se alimentan, se reproducen e interactúan en el agua.

Generalmente las especies tropicales requieren una humedad entre el 60 y 90% mientras que las especies desérticas un ambiente mucho más seco, con humedad de 30-50%. Las tortugas semiacuáticas requieren de humedad del recinto entre el 30 y el 70%, lo cual podemos interpretar como un ambiente húmedo pero no mojado como si acabara de llover.

Un ambiente demasiado seco puede provocar resequedad anormal de piel y ecdisis (muda) forzada, y humedad exagerada pueden propiciar crecimiento

de bacterias y hongos que predisponga a infecciones cutáneas.

Temperatura e iluminación. Importante es una fuente de calor, la preferida y recomendada es luz solar, naturalmente, aunque podría sustituirse empleando focos infrarrojos, incandescentes o halógenos. Debe cuidarse de no sobrecalentar el recinto, lo mejor será poner estas fuentes de calor a una altura prudencial superior a los 45 cm del piso, aunque esta medida pueda variar, los reptiles podrían sufrir quemaduras si entran en contacto directo con estas fuentes de calor. Dentro del terrario deben propiciarse zonas cálidas y frías, para que el reptil pueda controlar su temperatura variando entre estos sitios. Debe colocarse un termómetro que permita el monitoreo de la temperatura para un mejor control ya que debe mantenerse en función de lo requerido por la especie.

En cuanto a la luz proporcionada se estima que las especies nativas (tropicales) deben tener un fotoperiodo de trece horas aproximadas durante el periodo seco y de once horas durante el periodo lluvioso. Para las demás especies se recomiendan quince y nueve horas respectivamente.

Para el caso de tortugas acuáticas el acuario no debe estar expuesto directamente al sol, debe mantener una temperatura de 23-26°C. Las tortugas terrestres deben tener acceso a sol y agua, en un sitio entre los 23-27°C. Estás son bastante adaptables a los jardines. El cuidado que debe tenerse debe ser la humedad (no muy seco ni siempre empapado) y la ausencia de animales que los molesten, tales como perros o gatos, quienes suelen “jugar” ocasionándoles graves daños como fracturas irreparables que pueden ocasionarles la muerte. Para las serpientes se sugiere una temperatura que oscile entre los 23.5-29.5°C mientras que para las iguanas se recomiendan temperaturas de 26.5° a 32°C.



Los reptiles se desplazan de sitios fríos a templados para regular su temperatura, como fuente de calor la preferida y recomendada es luz solar. Fotografía: <http://www.fotosimagenes.org/imagenes/iguana-verde-1.jpg>

Limpieza. La higiene de los recintos incluyen retirar diariamente restos de comida y mantenerla libre de excremento, lo cual se asocia mucho a problemas de parasitosis. El piso del terrario (arena, grava, tierra) debe cambiarse totalmente cada tres meses, al igual que la limpieza general del resto de objetos. Los platos de agua, en cambio, deben desinfectarse cada dos semanas.

Alimentación. En el comercio existen alimentos diseñados para ciertos reptiles, sin embargo lo recomendable es prepararles su propio menú ya que una dieta basada únicamente en estos concentrados no podrá satisfacer las necesidades particulares por especie. Muchos de estos alimentos se generalizan para grupos como todo tipo de tortugas, lo cual los vuelve deficientes en balance nutricional.

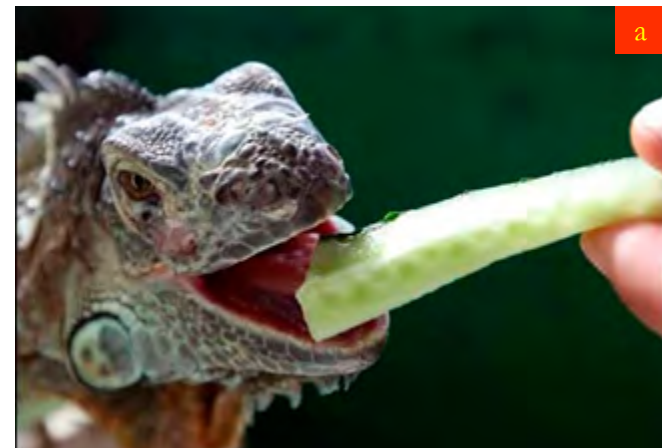
Tortugas e Iguanas. Puede ofrecérseles comida a diario o cada dos días, deben procurarse trozos pequeños. Las de río y terrestres pueden alimentarse con vegetales como zanahoria, tomate, espinaca, brócoli, aguate entre otros; también frutas como plátano, manzana, sandía y pétalos de flores como la campanilla. Puede ofrecérseles pescado, pollo o

camarón en pequeños trozos que pueden estar o no cocido. La clave de la buena alimentación reside en que sea variada y mezclada, evitando dar solo una cosa. De manera ocasional puede proporcionarse suplementos vitamínicos y de calcio, pero estos no deben ser permanentes y lo mejor es mezclarlos con la comida ofrecida.

Serpientes. Se acostumbra dar presas que sean un poco mayor que la cabeza de la serpiente, estos incluyen roedores y pollitos. En cuanto si deben ofrecerse vivos o muertos existe discusión, por un lado están quienes opinan que deben “cazar” y por lo tanto ofrecerlos vivos para recrear una situación natural, lo cual es contradictorio pues permanecen en un sitio cerrado donde la caza siempre tendrá éxito, pero también existen recomendaciones de ofrecerlos muertos para evitar que, por ejemplo los roedores, no causen lesiones por mordedura que traigan graves consecuencias a la serpiente.

Manipulación.

Cuando se manipula hay que tener cuidado, no se debe emplear exceso de fuerza ni brusquedad, sobre todo en especies como las iguanas que puede soltar su cola si se les aprieta mucho, proceso llamado autotomía en el cual músculos de la cola ejercen una presión que resulta en el desprendimiento de la misma, un mecanismo de defensa que tiene por objeto entretener a sus depredadores con la cola “viva” mientras huyen, la cola vuela a crecerles. Tratándose de especímenes grandes, que poseen además de garras fuertes una cola de crecimientos cortantes, lo mejor es utilizar guantes preferiblemente de cuero. Lo mejor será en estas especies sujetarla por detrás de la cabeza u debajo de la cintura pélvica (arriba de donde emergen la patas traseras) cuidando de esconder entre el brazo la cola la cual pueden mover lanzando golpes al verse intimidadas.



Una dieta basada en concentrados comerciales no satisface las necesidades particulares por especie, lo mejor es brindarles alimentos naturales y variados. Fotografías a) <http://planmascotas.com/wp-content/uploads/2010/08/alimentaciondeiguanas.jpg>; b) <http://oi43.tinypic.com/2hpuiw3.jpg>.

Las serpientes pueden sostenerse sujetándolas tras la cabeza y con la otra mano el cuerpo, sin embargo no hay que manipularlas durante el periodo de muda, una semana antes aproximadamente, cuando los ojos se ven “nublados” y la piel pálida. Durante este proceso no hay que manipularlas.

Las tortugas se sujetan por el caparazón sin ningún problema, teniendo nada más el debido cuidado en aquellas especies que pueden intentar morder. Nunca debe forzarse el caparazón en aquellas que se “encierran” ya que podemos dañarlo.



Las iguanas deben tomarse con guantes cuando han crecido ya que pueden provocarnos lesiones, sin embargo hay que cuidar de no apretarlas mucho para evitar la autotomía. Fotografía: <http://4.bp.blogspot.com/-HmZvXazpuTs/UAMjSi06pI/AAAAAAAAACQ/rQPHtTdatYJU/s1600/iguana-cola-arrancada.jpg>

Algunas enfermedades que afectan a los reptiles.

Ante cualquier anomalía en cuanto aspecto o cambio de comportamiento lo mejor es consultar con el veterinario. Ya que el objeto del presente artículo es informativo a nivel de cuidado solo nos referiremos a síntomas visibles y la prevención, dejando el tratamiento respectivo a criterio del profesional a cargo.

En tortugas puede darse el crecimiento anormal del maxilar superior (es decir la boca que parece “pico”), esto se debe a una dieta demasiado blanda en la que muerden poco, esto puede complicarse cuando existe rompimiento. La prevención se basa en una dieta adecuada debiendo cuidar que “ejerciten” sus mandíbulas.

Otra enfermedad importante es la estomatitis ulcerativa, de mayor frecuencia en serpientes, la cual se presenta con síntomas de sialorrea (salivación) pudiendo permanecer con la boca espumosa o con moco espeso. La serpiente suele no alimentarse. Las causas se asocian a deficiencias de vitamina C,

también se relacionan la malnutrición y temperaturas demasiado bajas.

Los vómitos suelen presentarse por diversas causas. Una es la hipotermia crónica (exposición a temperatura baja durante un periodo largo), en este caso la baja temperatura provoca disminución de enzimas digestivas por lo que alimento ingerido no se digiere y acaba por descomponerse llevando a una gastroenteritis. De ahí que es importante mantener una temperatura adecuada en el terrario. Manipular a una reptil después de su alimentación también puede provocar vómito. En el caso de serpientes suelen recomendarse periodo de no molestar hasta después de 2-14 días de haber comido, dependiendo que tan grande sea. También existen procesos obstructivos (abscesos, tumores, retención de huevos, parásitos o estreñimiento) que se presenta con vómitos. Lo mejor es llevar a nuestra mascota a un examen completo para determinar la causa.

La diarrea se presenta la mayoría de veces por parasitosis (Entamoeba invadens, coccidiosis, tricomoniasis) aunque también puede ser provocada por infecciones bacterianas (salmonelosis) u hongos.

La retención de huevo (distocia) es más común en tortugas, en este caso se observa tenesmo (impulso como de defecación), abultamiento en la región de la cloaca, postración y anorexia.

La muda dificultosa (disecdisis) es más común en serpientes y se asocia a un ambiente con humedad baja del entorno, la cual debe girar entre los 50-60%, deshidratación y temperaturas inadecuadas.

Los ectoparásitos (ácaros y garrapatas) también suelen ser problema en reptiles, estos pueden ser visibles o incluso observarse en el agua donde los animales se sumergen por la irritación que les causan. Entre los síntomas puede notarse, además de la inmersión en agua por más tiempo de lo habitual, irritación, fricción contra objetos (rascado).



La mayoría de padecimientos que llegan a sufrir los reptiles se relacionan directamente a factores de mal manejo, tanto en alojamiento como alimentación.

Fotografías: a) crecimiento anormal del maxilar superior y b) estomatitis
fuente: a) http://4.bp.blogspot.com/_cfgzRhKROms/Skk0oin21X1/AAAAAAAAABY/O2vEr2ymRdc/s320/turtle_beak_untrimmed.JPG; b) <http://i993.photobucket.com/albums/af52/geckohunter1/DSCF9941.jpg>

Deformidades del caparazón o caparazón blando en tortugas puede ser resultado de una dieta baja en calcio y vitamina D. Esto puede evitar con una dieta variada y suplemento vitamínico mezclado en el alimento como ya se mencionó.

Bibliografía

- Bargalló, F; Martínez, A; Grífols, J. 2006. Mantenimiento de reptiles. Auxiliar Veterinario n° 1:38-41.
- Cobos, R; Ribas, R. 1987. Reptiles: Tortugas, serpientes, lagartos. AVEPA 7(3):132-150.
- Merck. 2000. El manual Merck de veterinaria. 5 ed. Océano grupo editorial, S.A. Barcelona, ES. p 1581-1605.
- Vanegas, F; Castellón, R; Cajina, X; Bauer, J. 2008. Manual ilustrado sobre especies de fauna amenazadas y sujetas a comercio en Nicaragua. USAID-MARENA. Nicaragua. P 45-75.



Fotografía: <http://planmascotas.com/wp-content/uploads/2010/08/alimentaciondeiguanas.jpg>, <http://oi43.tinypic.com/2hpuiw3.jpg>.

Hemidactylus turcicus

Este pequeño lagarto de color rosado tiene actividad nocturna y se alimenta de pequeños artrópodos. Ha sido introducido en diversos países mediante vía portuaria. Captado en Gran Canaria, Islas Canarias, España.

Fotografía y texto: Aday Pérez Rodríguez



Selección, caracterización y evaluación *in situ* de germoplasma de mamey (*Mammea americana* L.), con alto potencial genético en zonas con mayor prevalencia natural de la especie en El Salvador

Parada-Berrios, F. A.

Profesor de Fruticultura, Departamento de Fitotecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador,
El Salvador, C.A.
E-mail: faparadaberrios@yahoo.com

Torres-Calderón, E.

Técnico Investigador Programa de Frutales
del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA).

Resumen

Con el objetivo de encontrar germoplasma de mamey (*Mammea americana* L.), que presente aptitudes para consumo como fruta fresca y buen potencial para agroindustria. Se realizó una selección, caracterización y evaluación *in situ* del mismo. Siendo necesario un proceso de caracterización morfoagronómica en las zonas de mayor prevalencia natural de la especie a nivel nacional. Se realizaron giras de campo en los lugares donde existe producción de la fruta a nivel de traspatio, evaluando 37 árboles distribuidos en diferentes municipios de varios departamentos de El Salvador, entre ellos: Atiquizaya, Ahuachapán; Izalco, Sonsonate; Santo Tomás y Tonacatepeque, San Salvador; Santa María Ostuma, San Pedro Nonualco y San Francisco Chinameca en la La Paz. Como resultado de la investigación se completó la caracterización con 12 materiales seleccionados de los cuales se recolectaron frutos para sus respectivas evaluaciones cualitativas, cuantitativas y análisis bromatológicos, utilizando en las mediciones de

campo y laboratorio la estadística descriptiva, desvío estándar, intervalo de confianza y el análisis de correlación de Pearson. Como resultado se encontró germoplasma con aptitudes para consumir como fruta fresca, mencionándose entre ellos: SFC0607C1, IZ0605H1 y IZ0633MG10. Selecciones con potencial de agroindustria los siguientes: STT0631FM5, STT032FM6 y SFC0625ME1. El resto de los materiales pueden utilizarse para consumo como fruta fresca o la agroindustria artesanal. Por otra parte como producto de la investigación se cuenta con dos colecciones *ex situ*, una en el Campus Universitario de la Universidad de El Salvador y otra en la Estación Experimental de San Andrés en el CENTA.

Palabras claves: mamey, *Mammea americana*, frutales, potencial genético, germoplasma.

Introducción

El árbol de mamey (*Mammea americana* L.), es nativo desde el sur de México, hasta el norte de América del Sur y las Antillas. El mamey pertenece a la Familia Guttiferae, siendo esta especie la más representativa en América (Avilán y Leal, 1989).

En El Salvador el mamey es un árbol cuyos frutos son de alto valor comercial y nutricional, que se encuentra distribuida en forma natural principalmente en los departamentos de Cuscatlán, La Paz, San Salvador, Sonsonate y Ahuachapán, en elevaciones que pueden variar desde los 100 hasta los 1000 msnm (Parada Berríos, 2001).

Generalmente se propaga por semilla por lo que las poblaciones existentes se consideran espontáneas, es decir no existe en poblaciones establecidas con fines comerciales utilizando algún tipo de tecnología y si se encuentran plantaciones con mayor abundancia, la propagación ha sido sexualmente (Parada Berríos, 2001).

No se conocen variedades comerciales de mamey, sin embargo existe una amplia diversidad genética que se manifiesta en la forma y tamaño de los frutos, rendimiento, acidez, grados brix y en el color de la pulpa; entre otras características referentes a la forma, tamaño, precocidad y arquitectura de la planta en general (Villachica, 1996).

El mamey tiene alto valor nutricional como fruta fresca, también existe el potencial de utilizar sus frutos en la agroindustria, lo que crea la necesidad de identificar germoplasma con atributos cualitativos y cuantitativos que al seleccionarlos, caracterizarlos, evaluarlos morfológicamente y conservarlos se pueda disponer a corto y/o mediano plazo como variedades comerciales de alto potencial genético. La selección de germoplasma es uno de los métodos de mejoramiento genético más utilizados por el ser humano principalmente en especies cuyo ciclo

productivo es muy prolongado (Phoelman, 1965). Existen perspectivas para el mejoramiento del cultivo de Mamey, tomando como base la diversidad genética que se manifiesta tanto a nivel del fruto y estructura del árbol como consecuencia de la propagación por semilla, sin embargo esta diversidad no ha sido estudiada (Villachica, 1996).

De igual forma Vallejo y Estrada (2002), aseguran que estos recursos genéticos son subutilizados debido a la falta de información sobre el valor y uso de los materiales e incluso a la carencia de comunicación entre los bancos de germoplasma, los fitomejoradores y demás usuarios. Esto limita el aprovechamiento de los beneficios sociales y económicos a largo plazo. Por otra parte Villachica (1996), indica que en el caso de mamey estos recursos genéticos disponibles en instituciones son limitados, informando además que en el INPA, Manaus existe una colección con seis entradas; dos accesos en CPATU, Belem, Brasil; cinco en el INIA y 36 cultivares mejorados en la Universidad Nacional Agraria “La Molina”, Lima, ambos en el Perú; 20 entradas en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica, Cinco en el Departamento de Agricultura de Los Estados Unidos (USDA), Miami y plantas aisladas en jardines botánicos de República Dominicana, Puerto Rico y Guadalupe.

Vallejo y Estrada (2002), mencionan que el mejoramiento de la especie se debe de efectuar por medio de la selección de plantas con alta productividad que presenten frutos con peso entre 1 y 2 kg y rendimiento de pulpa superior a 70%. Otras características que deben ser consideradas son: baja acidez, alto grado brix en la pulpa y que las semillas no presenten cartílagos penetrando la pulpa. Existe amplia variabilidad genética para todas esas características. Las plantas madres seleccionadas deben ser clonadas para su conservación *ex situ* en bancos de germoplasma y/o propagación comercial.

Por otra parte los mismos autores se refieren a que la caracterización permitirá medir variables de tipo cualitativo, no afectadas por el ambiente. Países como Colombia ha puesto énfasis en caracterizaciones de sus especies vegetales, mencionando también que el 40% de sus colecciones nacionales presentan algún grado de caracterización morfoagronómica. Finalmente indican que las actividades de caracterización junto con las de evaluación, es decir aquellas características de tipo cuantitativo afectadas por el medio ambiente ayudan a mejorar las estrategias de colección y conservación de germoplasma porque permiten detectar las necesidades de variabilidad y conservación más eficientes, promover su uso y diseñar estrategias de mejoramiento de las especies en estudio.

Materiales y métodos

La investigación fue realizada por del Departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y el Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), estudiando árboles de mamey que producen frutos de tamaño mediano a grande, sabor dulce, alto rendimiento de pulpa, semilla pequeña, grados brix, pH y contenidos nutricionales por selección.

Localización

Los lugares con mayor frecuencia de la especie donde se realizó el estudio fueron: Atiquizaya en el departamento Ahuachapán; Izalco, en Sonsonate; Tonacatepeque Santo Tomás y Santiago Texacuangos, en San Salvador; Santa María Ostuma, San Pedro Nonualco y San Francisco Chinameca en la Paz.

Climatología

Las zonas donde se realizó el estudio según Holdrige (1982), se clasifican como Bosque Húmedo Tropical, con respecto a las temperaturas máximas que ocurren durante el año no sobrepasan los 35°C, ocurriendo

estas generalmente entre los meses de abril y mayo. Las mínimas que se registran oscilan entre los 15-17°C, generalmente entre los meses de enero y febrero.

Para las zonas en estudio los vientos predominantes son del Norte y Noreste, con velocidades promedios anuales de 10 km.h-1. Con respecto a la Humedad Relativa las mayores que se registran son de 87% en los meses de mayor lluvia (de junio a septiembre) y las menores de 65% en los meses más secos (de diciembre a abril). La precipitación que registra el acumulado anual en los lugares de estudio es de 1700 mm, con máximos registrados en el mes de septiembre superiores a 400 mm y mínimos con datos de 0 mm en los meses entre diciembre 2005 y febrero 2006 (SNET, 2006).

Suelos

La principal característica de los suelos en el estudio es la abundante materia orgánica constatada visualmente por las deposiciones de hojarasca sobre estos, originados a partir de cenizas volcánicas principalmente, por lo que la profundidad efectiva de estos es mayor de un metro y con poca o nada pedregosidad. En la mayoría de casos la vegetación arbórea fue muy abundante. En cuanto a topografía la mayor parte de los terrenos donde se encontraron los árboles eran ondulados y se estimó pendientes superiores a 10%, por otra parte en localidades como Izalco el manto freático oscilaba entre los 6 y 15 metros, no así en los lugares más altos o con mayor pendiente, donde la profundidad del agua era superior.

Material experimental

En total se identificaron 37 árboles, seleccionando al final 14, de los cuales únicamente 12 se caracterizaron, tomando como base atributos cualitativos y cuantitativos de los mismos dentro de los aspectos

morfoagronómicos y los análisis bromatológicos para determinar su estado nutricional, además estos 12 eran los únicos que presentaron frutos al momento de realizar el estudio.

Evaluación

Para las evaluaciones respectivas fue necesario, readecuar el descriptor para frutas tropicales del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos de Plantas (IPGRI) agregando atributos que describen caracteres específicos del mamey, como adherencia de semilla y la cáscara a la pulpa; la superficie de la semilla, el rendimiento, pH, y contenidos de pectina que no son mencionados en dicho descriptor. Asimismo, se hizo una codificación de los materiales para identificarlos, asignando a cada árbol evaluado un código tomando las iniciales de la zona de estudio, seguido del año en que se tomó la muestra y el número correlativo de la accesión, iniciales del donante (productor) y el número correlativo del árbol proporcionado por un mismo donante. Cada árbol fue georeferenciado utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) marca GARMIN, modelo LEGEND CX. En cuanto a la información de campo tomados *in situ* fueron los datos de pasaporte y otros que caracterizan a cada árbol como: edad, altura, diámetro a 1.30 m y las respectivas fechas de fructificación.

Variables en estudio

Se registraron variables cuantitativas y cualitativas. Dentro de las variables cuantitativas se registraron: Área foliar, peso del fruto, peso de la pulpa, peso de la cáscara, grosor de la cáscara, peso de semilla, rendimiento. Entre las variables cualitativas: pH, grados brix, proteínas, carbohidratos, grasas, fibra cruda, calcio, fósforo, hierro, épocas de floración, fructificación y tipos de flores.

Resultados y discusión

Descripción de los árboles y sus hojas

Según los descriptores del IPGRI, se presentan varios tipos de crecimiento de los árboles: rectangular, piramidal, columnar y obovado. Los materiales evaluados se manifestaron los cuatro tipos mencionados; las formas rectangulares, piramidales y columnares, en este estudio, es altamente probable que se deba a la presión de sombra ejercida por la vegetación a su alrededor y a la topografía del terreno, por lo que el árbol es obligado a buscar la luz, en el caso de los árboles cuya forma se presentó obovada, estos por alguna razón perdieron la dominancia apical y se forzaron a estimular ramas laterales, aunque la tendencia de esta especie es de crecimiento como líder central, (es decir, existe una rama que crece como principal, seguida de laterales, en posiciones que le dan forma de pirámide a la estructura del árbol). Las variaciones en altura encontradas se debieron específicamente a la edad de los mismos, las que fluctuaron entre los ocho y 75 años, con una edad media de 30 años en varios de los árboles evaluados. Asimismo las alturas de estos oscilaron entre los 15 y 30 m con diámetros a la altura del pecho entre los 0.24 y 1.02 m.

Con respecto a las hojas se presentaron desde pequeñas a muy grandes, con formas oblanceoladas, ovaladas y obovadas, predominando estas últimas; con áreas foliares entre 70 a más de 100 cm² (Fig. 1), encontrándose una alta correlación positiva ($r=0.72$), con el peso de los frutos, creyendo que pueda existir gran influencia de estas en el tamaño y peso de los frutos. Calderón Alcaraz (1998), afirma que el factor nutritivo es de una importancia primordial en la formación de los frutos, en los cuales se establece una competencia tenaz entre los distintos órganos del vegetal, llegando a tener una idea general del número de hojas que los árboles deben tener para la producción de un fruto. Interviene en la determinación

de ese número, principalmente el área foliar de las hojas y el correspondiente del fruto, la capacidad fotosintetizadora de las hojas, distribución particular en el conjunto del árbol de productos anabólicos característicos por cada variedad, menciona además que en el mamey se requieren 25 hojas para formar un buen fruto.

Caracterización de Flores

Comúnmente se afirma que al propagar los árboles por semilla aparecen árboles improductivos, conocidos como machos, por tal motivo se trató de verificar dicha situación basada en la observación de la anatomía floral de la especie, encontrando árboles con flores hermafroditas y árboles con inflorescencias masculinas. Generalmente los que presentan flores hermafroditas, se encuentran solitarias o formando pequeños racimos; cuando son masculinas, tal como lo menciona Villachica (1996), se encuentran solitarias o formando racimos en las axilas de los brotes jóvenes con dos sépalos y cuatro a seis pétalos blancos y fragantes. Avilan y Leal (1989), describe a las inflorescencias que nacen de las axilas de las hojas suficientemente viejas en madera dura, sésiles, 1-3 flores polígamas, pedicelo de 10-15 mm de largo. Dos pétalos valvados de 1.2-1.6 cm de largo, los pétalos 4 a 6, blancos y anchos, de 1.5-2 cm de longitud, los estambres son numerosos (Fig. 2 y 3), libres o unidos en su base. El ovario es de 2 a 4 celdas, con 1 o 2 óvulos en cada celda. El estilo es corto y está sobremontado por un estigma entero o ampliamente peltado con cuatro lóbulos. Debido a la anatomía floral antes descrita y analizada, la propagación más recomendada para esta especie es la clonación, ya sea por injerto o por cualquier método que garantice la fidelidad genética en la multiplicación, con esto se evita la aparición de los árboles improductivos.

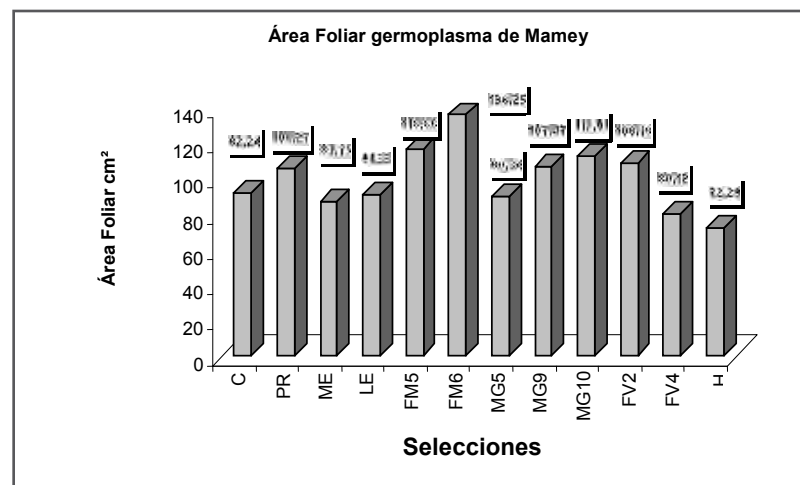


Figura 1. Área foliar de las 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).

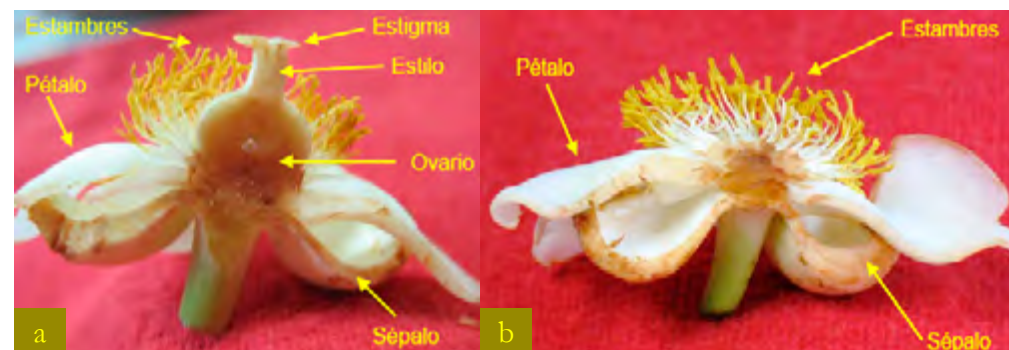


Figura 2. Presencia de flores: a) hermafroditas (productivas); b) masculinas (improductivas) en árboles de mamey (*Mammea americana* L.).



Figura 3. Vista frontal de una flor hermafrodita (izquierda) y la masculina (derecha)

Forma, tamaño, peso de frutos y pulpa

Por cada material caracterizado se analizaron entre 10 y 20 frutos según la disponibilidad de los mismos. Cuando se evaluó la forma de los frutos, predominaron los tipos esféricos, y en menor cantidad los elipsoides y oblongos. Con respecto al tamaño, estos se presentaron desde frutos pequeños hasta frutos muy grandes, superando los 1,300 g, la media de pesos de frutos fue de 662.32 g, con un desvío estándar (S) de $\pm 251,23$ y un Intervalo de confianza de 913.55 (Cuadro 1), la selección de mamey que lo supera es el STT06632FM6 con un peso promedio por fruto de 1335.15 g. Al respecto Villachica (1996), menciona como prioridades de investigación la selección de árboles con alta productividad que presenten frutos con peso entre 1,000 y 2,000 g (Fig. 4). En la cultura salvadoreña, se prefiere el consumo de la fruta pequeña a mediana, pues los costos por adquirir una fruta más grande tiende a ser mayor. Couto (2006), en su entrevista a Ryan Bathrick, coordinador en El Salvador de la iniciativa privada “Programa de Fortalecimiento de la Competitividad de los Agronegocios” al referirse a una serie de frutas nativas que se están exportando hacia Estados Unidos, entre ellas el mamey asegura “que existen muchas posibilidades y oportunidades de exportación si se apostara con las frutas nativas, pero pese al dinamismo experimentado en los últimos años, preocupan algunos aspectos como la heterogeneidad del tamaño de las frutas, entre otros aspectos”. Con el presente trabajo se exhibe la oportunidad de estandarizar tamaños principalmente, entre otros caracteres que más adelante se discuten.

Grosor de la cáscara

El grosor de la cáscara de los frutos presentó fluctuaciones desde los 3 a 6 mm; en los materiales evaluados, se consideró importante el estudio de esta variable pensando, que al encontrar frutos con cáscara gruesa habría mayor resistencia a plagas, sin embargo, el material que presentó el mayor grosor

SFC0625ME1 (Fig. 5), la mayoría de sus frutos presentaron daños por mosca de la fruta. Por otra parte el material IZ0605H1, cuyo grosor de cáscara fue menor (Fig. 5), sus frutos estaban libres de daños por la mosca, sin embargo pese a las evidentes diferencias genéticas entre los materiales, la otra variante es de tipo ambiental, la única diferencia registrada es la diferencia altitudinal, el primer material se encontró a 950 msnm y el de menor grosor de cáscara se encontró a 520 msnm, algunos técnicos se refieren a

la distribución de la mosca de la fruta según los pisos altitudinales, siendo la probable explicación de los daños, ya que la mayoría de materiales encontrados en Izalco no presentaron en absoluto daños por moscas, mientras que los que se evaluaron arriba de los 700 msnm si presentaron daños.

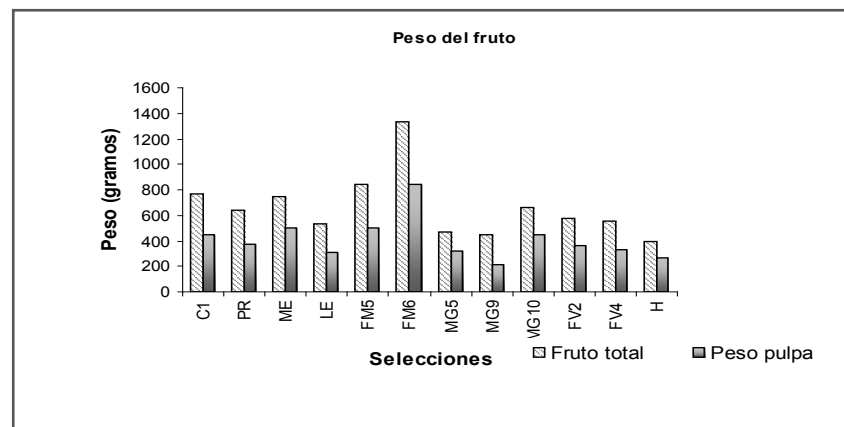


Figura 4. Peso de frutos y pulpa de 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).

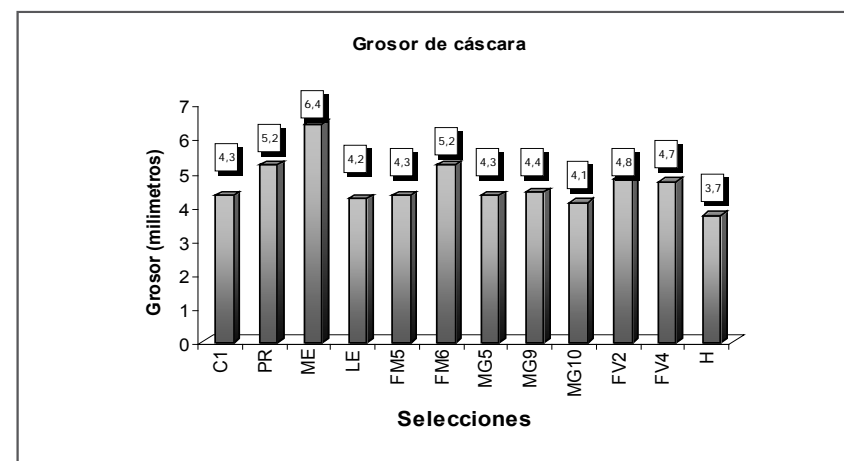


Figura 5. Grosor de la cáscara en 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).

Adherencia de la cáscara y semilla a la pulpa y peso de semillas

La adherencia de la cáscara a la semilla es una variable cualitativa que se evaluó en tres categorías: débil (Cuando la cáscara desprende fácilmente dejando muy pocos residuos de ésta en la pulpa), media (desprende fácilmente pero deja algunos residuos de ésta en la pulpa) y fuerte (desprenderse se trae consigo residuos de pulpa). La mayoría de los materiales presentaron adherencia débil y solamente el SFC0622LE1 fue de adherencia muy fuerte significando que el desprendimiento de la cáscara deja residuos de pulpa, lo cual no es del gusto del consumidor.

Con respecto a la adherencia de la semilla a la pulpa se reportaron como adherencia fuerte los siguientes materiales: SFC0623PR1, SMO0607C1, SFC0625ME1, IZ0617MG5, IZ0621MG9, IZ0633MG10 y IZ0605H1. Los materiales con débil adherencia fueron: STT06631FM5, STT06632FM6, SFC0622LE1, IZ0613FV2 y IZ0615FV4. Tanto el consumidor como el comercializador manifestaron que la débil adherencia de la cáscara y semilla a la pulpa es una de las características que ambos desean al momento de vender y adquirir el producto respectivamente, ya que una fuerte adherencia deja exceso de residuos de pulpa, reduciéndose el rendimiento de la misma.

Con respecto al peso de semillas en los frutos se puede observar en la figura 6, que el IZ0617MG5, registró 68.05 g y presentó de 1 a 2 semillas, este mismo material reportó el tercer lugar en peso total de frutos, además se registra con el mayor rendimiento como discutiremos más adelante. El de menor peso de semillas fue el SFC0622LE1, con 43.48 g, presentando de 1 a 4 semillas. En el comercio se considera deseable que las semillas sean pequeñas y con mayor peso de pulpa.

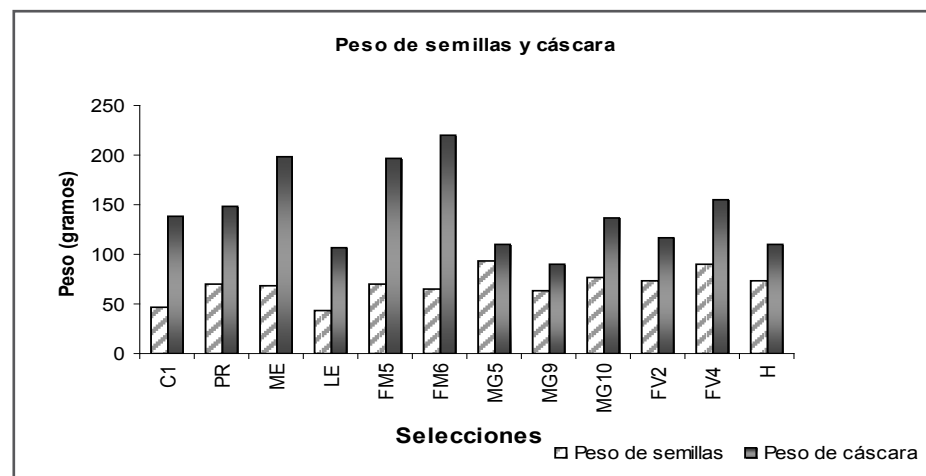


Figura 6. Peso de semilla y cáscara de frutos de 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).

Número de semillas

Los materiales que presentaron mayor número de semillas (2-5 semillas por fruto) fueron: SMO0607C1 y SFC0625ME1, los que presentaron de 1-2 semillas fueron: SFC0622LE1, IZ0613FV2, IZ0617MG5, IZ0621MG9, IZ0633MG10 y el IZ0605H1. Presentando de 2-4 semillas por fruto IZ0615FV4, SFC0623PR, ST0631FM5 y ST0632FM6. Al analizar la media (143.83 g), el S (41.82) y el IC (102.1), para la variable peso de semillas por fruto, encontramos que la selección IZ0621MG9 con un peso promedio 89.67 es la de menor valor (Cuadro 1 y Fig. 6), sin embargo también es una de las dos selecciones de menor peso de fruto total y el de menos peso de pulpa (Fig. 4), al respecto Calderón Alcaraz (1998), es enfático al referirse a la influencia de las semillas en la formación del interior del fruto, siendo importante ya que está íntimamente ligada a la retención de él y al tamaño que éste adquiera. De esta forma, aún cuando comercialmente no es deseable esta característica, fisiológicamente representa una gran necesidad, ya que existe correlación directa entre su número y el volumen de los frutos, así como con su fuerte

adhesión al brote. Asimismo afirma que la carencia de semillas en cantidad suficiente en diferentes especies de frutas puede repercutir en diversas anomalías, tales como desprendimiento de frutos, defectuosa maduración, crecimiento exiguo, malformación del fruto con irregularidades congénitas, falta de simetría, entre otras. En el caso de mamey la generalidad es que aparezcan 4 semillas para mantener la simetría esférica del fruto, cuando se encontraron de uno a tres frutos, estos presentaban asimetría.

Rendimiento de pulpa

Los materiales evaluados presentaron rendimientos superiores a 48.72 % y el de mayor rendimiento con 68.06% fue el IZ0617MG5 (Fig. 7); Villachica (1996), al respecto menciona que para una buena selección, el rendimiento debe ser superior a 70%. Sin embargo en nuestro medio, la tendencia de tamaños en la mayoría de frutas para el consumo como fruta fresca es hacia frutos pequeños, Tung *et al.* (2003), haciendo referencia a los frutos de papaya menciona que a mayor tamaño la dulzura de fruta es menor

siendo los pequeños los más dulces. Por otra parte la capacidad adquisitiva de los salvadoreños según estudios de CDC (2006), ha disminuido en los últimos 10 años, lo que hace difícil adquirir frutos grandes para consumo, por esta razón lo más probable es que rendimientos superiores a 70% podrían servir para la agroindustria. Esta variable se considera la característica más importante en la selección de germoplasma promisorio.

pH y Grados Brix (Sólidos solubles)

Ambas variables de gran importancia en la selección de los mejores germoplasmas de cualquier fruta, son básicas en decidir si se utiliza para consumo como fruta fresca o si sus aptitudes son para la agroindustria o simplemente para agroindustria artesanal como hacer “el famoso refresco de ensalada”. En el estudio realizado el material que presentó mayor pH fue el SMO0607C1 (Fig. 8) y el de menor pH fue STT0632FM6. Con respecto a los grados brix fue el mismo material que resultó ser el más dulce SMO0607C1 (Fig. 9), al establecer la correlación de Pearson entre ambas variables se encontró una $r=0.60$, hallando una correlación positiva entre las mismas. El material que resultó con menos dulzura o menos grados brix fue el SFC0625ME1, no obstante Tung *et al.* (2003), afirman que ambas variables en papaya pueden corregirse con el buen manejo principalmente dosis adecuadas de fertilizantes a base de potasio, valorando particularmente que el mamey puede comportarse en forma similar, ya que las selecciones recolectadas han sido de árboles sin manejo agronómico. Por otra parte Calderón Alcaraz (1998), afirma sobre ambas variables que el análisis químico para cuantificarlas constituye un método de gran precisión, internacionalmente adoptado, no solo para determinar el momento de cosecha, sino para verificar la calidad de los frutos: Entre ambos datos señalados se establece una relación que proporciona un índice indicador llamado Relación Sólidos solubles

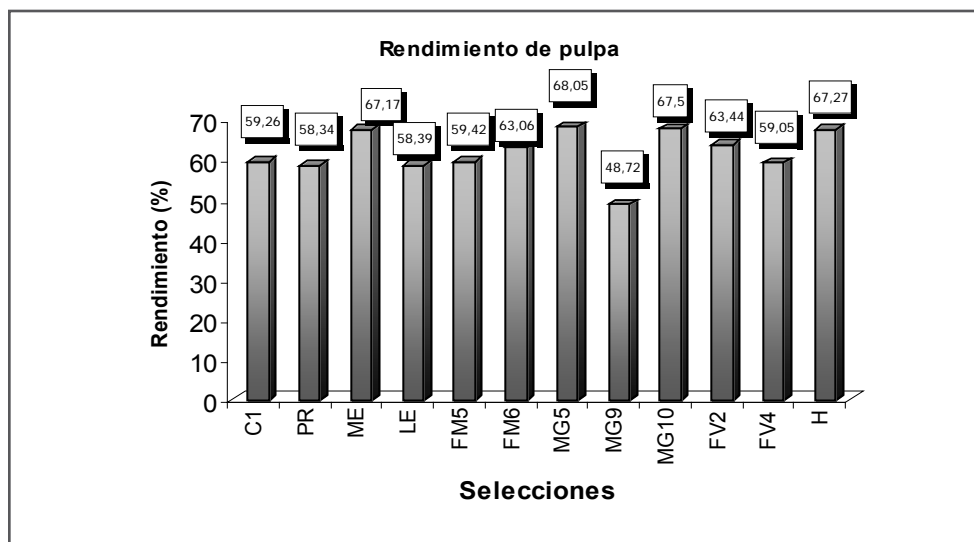


Figura 7. Rendimiento de pulpa de frutos de 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).

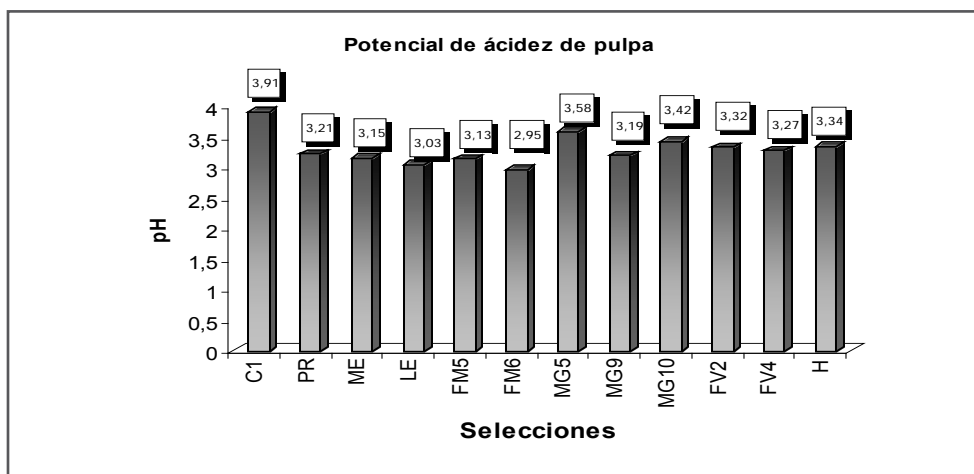


Figura 8. Comportamiento del pH en las 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.). Análisis realizados en los laboratorios de tecnología de alimentos de CENTA.

totales/Acidez total con el cual se puede entrar a tablas de normalización que ofrecen información sobre la aceptación o la composición de los frutos tanto para cosecha como para mercado.

Análisis Bromatológicos¹

Porcentaje de proteínas, grasa y fibra cruda

Al observar la figura 10, se aprecia que el material codificado como SFC0623PR1 fue el que presentó los mayores porcentajes de las tres variables en discusión. En cuanto a las variables grasa y proteína se encontró una alta correlación positiva ($r=0.89$), mientras que fibra cruda y grasa se reporta un $r=0.54$, considerada como una correlación media. Para las 12 selecciones analizadas, los valores de proteínas oscilaron entre 0.25-0.77%; para grasa entre 0.10-0.36% y fibra cruda entre 0.28-1.39% (Fig. 10). En cuanto a los valores encontrados por Villachica (1996), para la especie reporta valores de proteínas de 0.50 % y para grasa 0.10%, por lo tanto nuestras selecciones se pueden considerar que sus concentraciones se encuentran dentro de ese margen reportado, en el caso de la fibra cruda Morton (1987), reporta valores entre 0.8 y 1.07%; aunque los valores inferiores los reportan las selecciones codificadas como SMO0607C1 (0.26 %), IZ0621MG9 (0.61 %), SFC0622LE1 (0.69%) y STI0631FM5 (0.72%), se considera que en términos generales el resto de los materiales se ajustan a lo encontrado por Morton (1987).

Carbohidratos

La selección con mayor cantidad de carbohidratos fue SMO0607C1 con 17.88%, mientras que el reportado con menor valor fue el SFC0625ME1 con 6.28% (Fig. 11). Estos mismos materiales reportaron la mayor y menor cantidad de grados brix respectivamente. En cuanto a los carbohidratos Villachica (1996), reporta valores promedio para la especie de 9.7%. También

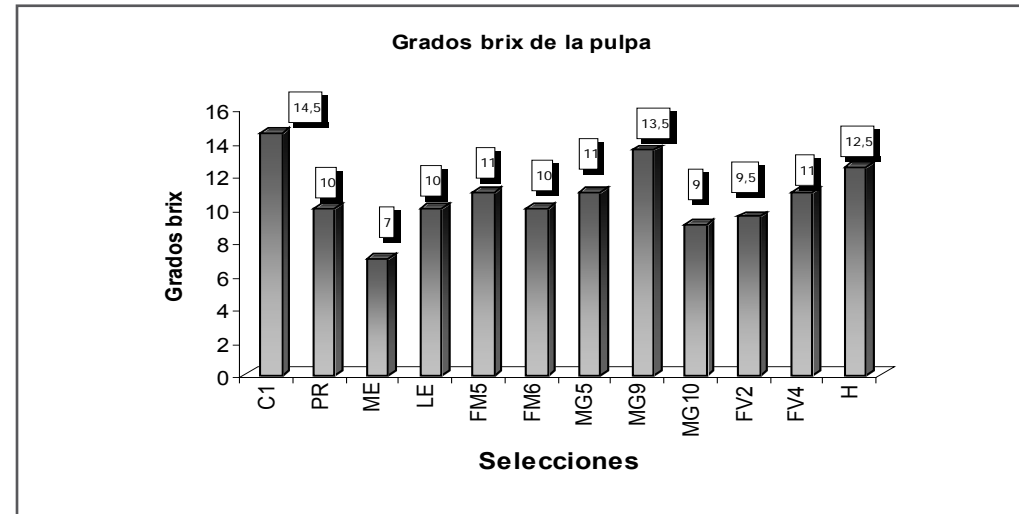
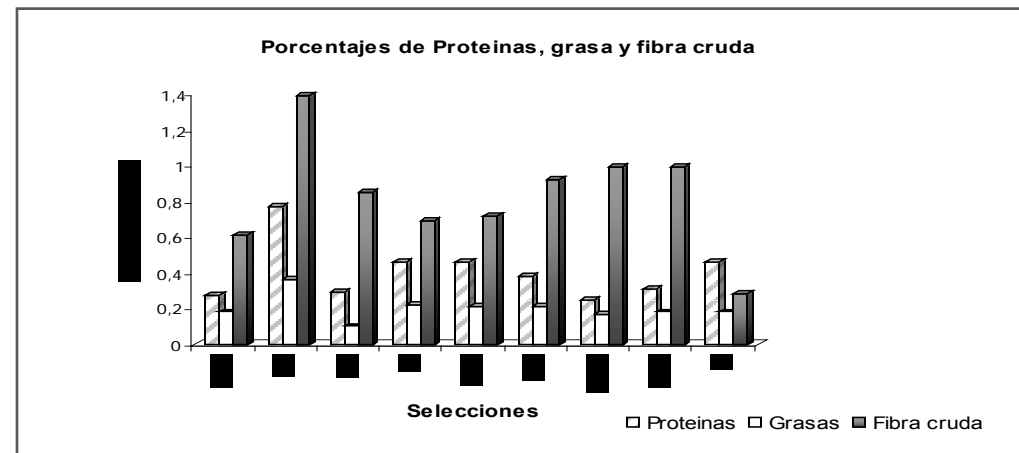


Figura 9. Comportamiento de los grados brix, en las 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).



¹ Análisis realizados en los laboratorios de Química Agrícola del CENTA.

se reporta una correlación positiva entre los grados brix y la concentración de carbohidratos de $r=0.60$, coincidiendo con mayor valor de carbohidratos y grados brix el mismo material (SFC0625ME1), y según Calderón Alcaraz (1998), los grados brix equivalen al porcentaje del jugo que en las frutas existe de azúcar. Así, si en el jugo de una fruta hay 12% de azúcar, entonces, se dice que ese jugo contiene 12 grados brix

Concentración de calcio y fósforo

La selección que presentó la mayor concentración de calcio fue SMO0607C1 (0.66 mg.g⁻¹) y el que resultó con menor concentración fue IZ0617MG5 (0.24 mg.g⁻¹), además se pudo encontrar una estrecha correlación positiva entre los contenidos de calcio y carbohidratos ($r=0.65$) y calcio con área foliar ($r=0.61$). En cuanto al fósforo el material con mayor concentración fue SFC0623PR1 (0.24 mg.g⁻¹) y el de menor concentración STT0631FM5 (0.10 mg.g⁻¹), al hacer el análisis de la correlación de Pearson se encontró una alta correlación positiva entre la concentración de fósforo y contenidos de grasas ($r=0.87$) y con fibra cruda ($r=0.65$) (Fig. 12).

Concentración de hierro

La selección que presentó el mayor contenido fue SFC0623PR1 con 8 $\mu\text{g.g}^{-1}$, y el de menor contenido de hierro fue el SMO0607C1 con 3 $\mu\text{g.g}^{-1}$, se establecieron correlaciones positivas del hierro con fibra cruda y grasa, reportando valores de $r=0.67$ y $r=0.69$ respectivamente (Fig. 13).

Otros minerales analizados

Se analizaron en laboratorio, además potasio, magnesio, zinc, cobre y manganeso en frutos (Cuadro 1), encontrando valores para el caso de potasio entre 0.36-1.53 m.g⁻¹, magnesio entre 0.08-0.15 m.g⁻¹, zinc entre 1.94-11.56 $\mu\text{g.g}^{-1}$, cobre entre 0.44-7 $\mu\text{g.g}^{-1}$ y manganeso en intervalos de 2 a 4.40

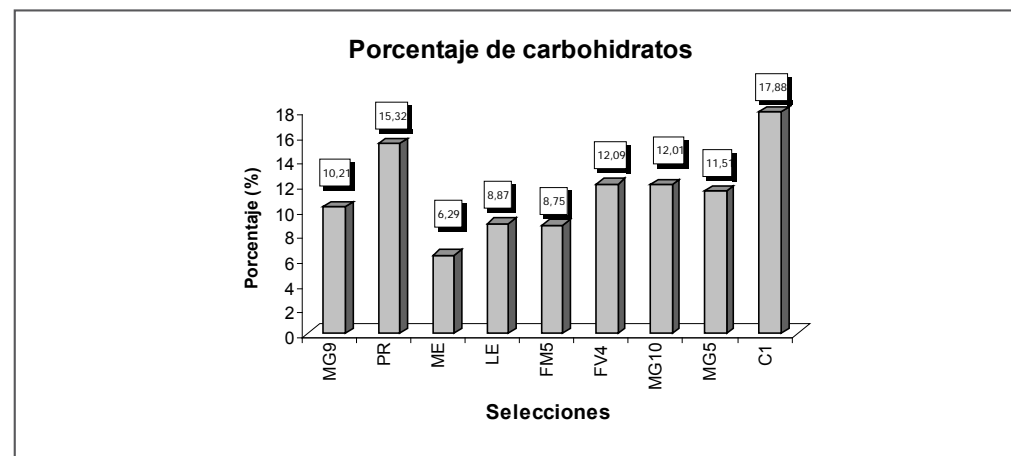


Figura 11. Comportamiento de la concentración de carbohidratos en 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).

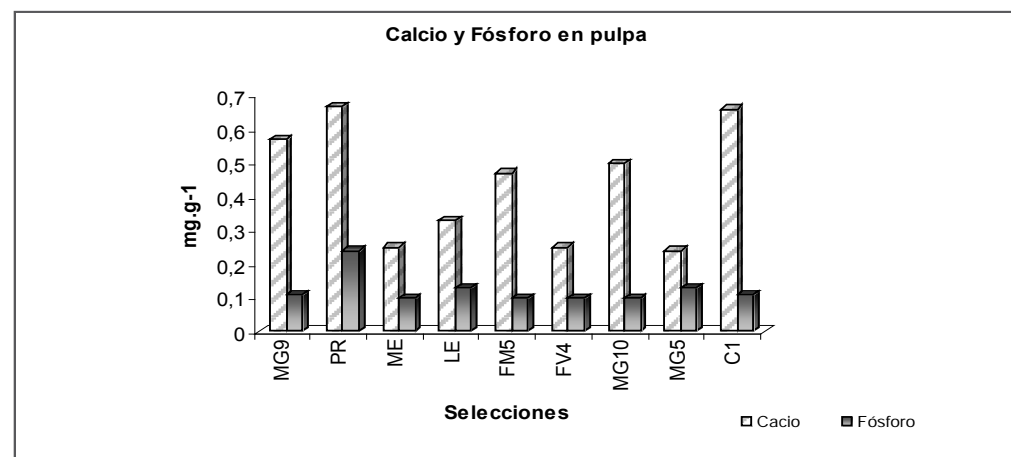


Figura 12. Concentraciones de calcio y fósforo en 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).

$\mu\text{g-1}$, no se reportan otros trabajos, indicando valores de estos elementos, para comparar si se encuentran en suficiencia, pero considerando, que los suelos donde se encontró la mayor parte de selecciones es abundante en materia orgánica, es altamente probable que los frutos, no presentan déficit de algunos de ellos.

Floración y Fructificación

Otras variables de importancia en el mejoramiento de especies frutales como el mamey es el comportamiento de la floración y fructificación; conociéndolas es fácil planificar huertos comerciales, con selecciones que presentan diferentes épocas de producción y que a la vez se puedan intercalar de tal forma que siempre exista fruta en el mercado y que no se genere especulación por precios por la estacionalidad, es decir que las cosechas se puedan mantener constantes y mantener una oferta interna e incluso externa que provea los mercados, que como el étnico no se reconozca al mamey como un producto de baja rotación y ocasional (Zamora, 2003). Las selecciones IZ0617MG5, IZ0621MG9, IZ0633MG10, IZ0613FV2 y IZ0613FV4, presentan dos cosechas al año, mientras que el resto de materiales solo una cosecha anual (Cuadro 2). Según el análisis de las condiciones edáficas realizadas en el estudio, los materiales con más de una cosecha, el manto freático se pudo constatar que se presenta en algunos puntos entre 6 y 15 metros, topografía plana a semiplana, mientras que la selección IZ0605H1 que también es de la zona de Izalco, es el único que se encontró a una mayor elevación en la zona (520 msnm), además de presentar una fructificación que va desde diciembre a abril, época en la que esta fruta no abunda en los mercados. Las otras selecciones originarias de Santa María Ostuma, San Francisco Chinameca y Santo Tomás que se encuentran arriba de 700 msnm solo presentan una cosecha al año. En términos generales las épocas de mayor

abundancia de mamey para estas selecciones se ubica entre los meses de abril a agosto (Cuadro 2). Un comportamiento similar presentan los cítricos al encontrar mantos freáticos cercanos a la zona radicular y/o someterse a riego. La floración y fructificación pueden prolongarse durante todo el año en forma constante con períodos de mayor o menor abundancia, cuando los cítricos no se riegan la cosecha también se comporta estacional (Avilán y Leal, 1989). Valdría la pena investigar sobre el cultivo de mamey bajo riego.

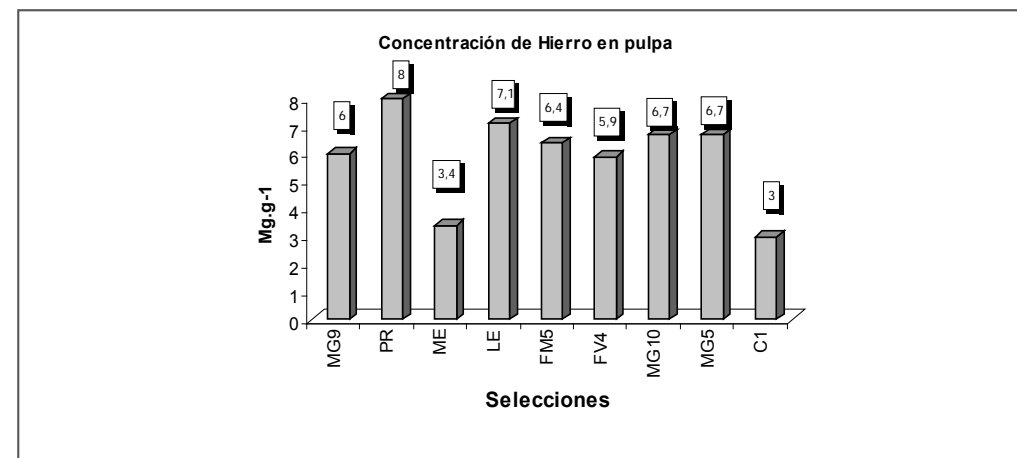


Figura 13. Concentraciones de hierro en 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.).

Cuadro 1. Resultados de los análisis Bromatológicos y estadísticos realizados a las 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.) en diferentes localidades de El Salvador.

No. Accesoión	Ger	A.F (cm ²)	P.F. (g)	P.P (g)	P.C. (g)	P.S (g)	G.C (mm)	Brix	pH	Rend (%)	Pt (%)	Ch (%)	Grasas (%)	F.C. (%)	Ca	P	Fe	K	Zn	Mg	Cu	Mn
1	C1	92,24	763,25	452,29	46,24	137,7	4,3	14,5	3,91	59,26	0,46	17,88	0,18	0,28	0,66	0,11	3	0,71	5,00		0,56	2,00
2	PR	106,27	639,82	373,24	70,26	149	5,2	10	3,21	58,34	0,77	15,32	0,36	1,39	0,67	0,24	8	1,53	5,40	0,15	2,70	4,40
2	ME	87,75	744,36	500	69	198,725	6,4	7	3,15	67,17	0,29	6,28	0,1	0,85	0,25	0,1	3,4	0,58	2,50	0,08	1,16	2,00
4	LE	91,33	531,28	310,24	43,48	106,68	4,2	10	3,03	58,39	0,46	8,87	0,22	0,69	0,33	0,13	7,1	0,49	3,11	0,11	1,56	2,62
1	FM5	116,66	837,63	497,75	69,41	195,9	4,3	11	3,13	59,42	0,46	8,75	0,21	0,72	0,47	0,1	6,4	0,61	3,26	0,09	1,63	2,97
2	FM6	136,25	1335,15	842	64,5	220,65	5,2	10	2,95	63,06	0,35	6,77	0,19	0,84	0,193	0,082	8,5	0,36	2,30	0,08	1,10	2,15
1	MG5	90,34	465,8	317	93,89	110,24	4,3	11	3,58	68,05	0,31	11,51	0,18	0,99	0,24	0,13	6,7	0,96	1,94	0,1	0,49	2,79
1	MG9	107,47	444,2	216,4	64,05	89,67	4,4	13,5	3,19	48,72	0,27	10,21	0,18	0,61	0,57	0,11	6	0,55	4,00	0,12	1,50	2,27
2	MG10	112,91	658,5	444,5	77	137	4,1	9	3,42	67,5	0,25	12,01	0,17	0,99	0,5	0,1	6,7	0,86	11,56	0,15	1,14	2,56
3	FV2	109,19	577,7	366,5	74,13	115,98	4,8	9,5	3,32	63,44												
1	FV4	80,12	555	327,75	89,63	154,7	4,7	11	3,27	59,05	0,38	12,09	0,21	0,92	0,25	0,1	5,9	0,80	1,94	0,10	7,00	2,32
2	H	72,29	395,17	265,83	73,86	109,68	3,7	12,5	3,34	67,27												
Suma		1202,82	7947,86	4913,5	835,45	1725,925	55,6	129	39,5	739,67	4	109,69	2	8,28	4,133	1,202	61,7	7,45	41,01	0,98	18,84	26,08
<u>Media</u>		100,24	662,32	409,46	69,62	143,83	4,63	10,75	3,29	61,64	0,40	10,97	0,20	0,83	0,41	0,12	6,17	0,75	4,10	0,11	1,88	2,61
<i>Max</i>		136,25	1335,15	842	93,89	220,65	6,4	14,5	3,91	68,05	0,77	17,88	0,36	1,39	0,67	0,24	8,5	1,53	11,56	0,15	7,00	4,40
<i>Min</i>		72,29	395,17	216,4	43,48	89,67	3,7	7	2,95	48,72	0,25	6,28	0,1	0,28	0,193	0,082	3	0,36	1,94	0,08	0,49	2,00
<i>DS</i>		17,78	251,23	163,00	14,68	41,82	0,71	2,03	0,26	5,63	0,15	3,63	0,07	0,29	0,18	0,04	1,77	0,33	2,89	0,03	1,90	0,71
<i>CV</i>		17,74	37,93	39,81	21,08	29,08	15,30	18,87	7,85	9,13	38,21	33,13	32,66	35,00	44,24	37,04	28,63	44,04	70,38	25,25	100,93	27,19
<i>Signmas</i>	IC	118,02	913,55	572,46	84,30	185,65	5,34	12,78	3,55	67,27	0,55	14,60	0,27	1,12	0,60	0,16	7,94	1,07	6,99	0,14	3,79	3,32
<i>Signmenos</i>	IC	82,45	411,09	246,45	54,94	102,01	3,92	8,72	3,03	56,01	0,25	7,34	0,13	0,54	0,23	0,08	4,40	0,42	1,21	0,08	-0,02	1,90

A.F= Area foliar ; P.F= Peso fruto; P.P.=Peso de pulpa; P.C= Peso de cáscara; P.S.= Peso de semilla; G.C= Grosor de cáscara; Pt= Proteína; Ch= Carbohidratos; F.C.= Fibra cruda; Ren= rendimiento de pulpa. Ca, P, Mg y K (mg.g-1); Fe, Zn, Cu (μ.mg-1).

Cuadro 2. Épocas de Floración y Fructificación de 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.) en las diferentes localidades de El Salvador.

Mes \ Material	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
SFC0623PR1	Floración			Fructificación							Floración	
STT0631FM5	Floración			Fructificación							Floración	
STT0632FM6	Floración			Fructificación							Floración	
SMO0607C1	Floración	Floración		Fructificación							Floración	
SFC0625ME1		Floración			Fructificación						Floración	
SFC0622LE1	Floración			Fructificación							Floración	
IZ0617MG5	Floración				Fructificación	Fructificación	Fructificación	Fructificación				Floración
IZ0621MG9	Floración				Fructificación	Fructificación	Fructificación	Fructificación				Floración
IZ0633MG10	Floración				Fructificación	Fructificación	Fructificación	Fructificación				Floración
IZ0605H1		Fructificación				Fructificación	Fructificación	Fructificación	Fructificación			Fructificación
IZ0613FV2	Floración				Fructificación	Fructificación	Fructificación	Fructificación				Floración
IZ0613FV4	Floración				Fructificación	Fructificación	Fructificación	Fructificación				Floración



SFC0623PR: Ubicado en San Francisco Chinameca, La Paz, a una altura de 878 msnm; Latitud: 13°36'54.7"N y Longitud: 89°05'26.3"W. Árbol de 30 años y 15 m de alto. Frutos de forma esferoide con un peso de 640 g, con 10.8 cm de diámetro ecuatorial y 11 cm de diámetro polar. La cáscara presenta un grosor promedio de 5.2 mm. Frutos con 1 a 3 semillas Rendimiento promedio de 58.34%.



ST0631FM5: Ubicado en Cantón El Carmen, Santo Tomás, San Salvador, a una altura de 767 msnm; Latitud: 13°37'59.9"N y Longitud: 89°07'43.0"W. Árbol de 35 años y 20 m de alto. Frutos de forma esferoide con un peso de 837.6 g, con 11.70 cm de diámetro ecuatorial y 11.1 cm de diámetro polar. La cáscara presenta un grosor promedio de 4.3 mm. Frutos con 2 a 3 semillas Rendimiento promedio de 59.42%.



IZ06117MG5: Ubicado en Cantón Cúntan, Finca el Mamey Macho, Izalco, Sonsonate, a una altura de 425 msnm; Latitud: 13°44'43"N y Longitud: 89°39'37"W. Árbol de 15 años y 18 m de alto. Frutos de forma elipsoide con un peso de 465.8 g, con 9.6 cm de diámetro ecuatorial y 10.1 cm de diámetro polar. La cáscara presenta un grosor promedio de 4.3 mm. Frutos con 1 a 2 semillas Rendimiento promedio de 68.05%.



SMO0607C1: Cantón San Antonio, Santa María Ostuma, La Paz, altura 704 msnm; Latitud: 13°37'17"N; Longitud: 88°54'21.9"W. Árbol de 30 años y 16 m de alto. Frutos de forma ovoide, con peso de 763.25 g, 12.4 cm de diámetro ecuatorial y 10.9 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 4.3 mm. Frutos con 2 a 5 semillas. Rendimiento promedio de 59.26%.



SFC0625ME1: Cantón Candelaria, San Francisco Chinameca, La Paz, altura 954 msnm; Latitud: 13°37'23"N; Longitud: 89°05'26"W. Árbol de 35 años y 16 m de alto. Frutos de forma esferoide, con peso de 744.36 g, 11.3 cm de diámetro ecuatorial y 11.2 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 6.4 mm. Frutos con 2 a 5 semillas. Rendimiento promedio de 67.17%.



IZ0615FV4: Finca el Tránsito, Izalco, Sonsonate; altura 488 msnm; Latitud: 13°45'29.4"N; Longitud: 89°39'38.5"W. Árbol de 20 años y 27 m de alto. Frutos de forma ovoide, con peso de 703.85 g, 12.45 cm de diámetro ecuatorial y 11.85 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 4.7 mm. Frutos con 2 a 3 semillas. Rendimiento promedio de 59.05%.



SFC0622LE1: Calle la Ronda, San Francisco Chinameca, La Paz, altura 749 msnm; Latitud: 13°36'26"N; Longitud: 89°05'42"W. Árbol de 55 años y 30 m de alto. Frutos de forma esferoide, con peso de 531.28g, 11 cm de diámetro ecuatorial y 10.2 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 4.2 mm. Frutos con 2 a 5 semillas. Rendimiento promedio de 58.39.



STT0632FM6: Cantón El Carmen, Santo Tomás, San Salvador, altura 746 msnm; Latitud: 13°37'58.9"N; Longitud: 89°07'39.2"W. Árbol de 20 años y 14 m de alto. Frutos de forma esferoide, con peso de 1,335 g, 13.4 cm de diámetro ecuatorial y 13.5 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 5.2 mm. Frutos con 2 a 4 semillas. Rendimiento promedio de 63.06%.



IZ0621MG9: Cantón Cuntan, Finca el Mamey Macho, Izalco, Sonsonate, altura 430 msnm; Latitud: 13°44'43"N; Longitud: 89°39'35"W. Árbol de 75 años y 27 m de alto. Frutos de forma esferoide, con peso de 444.2 g, 9.2 cm de diámetro ecuatorial y 9.8 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 4.4 mm. Frutos con 1 a 2 semillas. Rendimiento promedio de 48.72%.



IZ0633MG10: Cantón Cuntan, Finca el Mamey Macho, Izalco, Sonsonate, 425 msnm; Latitud: 13°44'41"N; Longitud: 88°39'36". Árbol de 75 años y 30 m de alto. Frutos de forma ovoide, con peso de 658.5 g, 10.3 cm de diámetro ecuatorial y 11.1 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 4.1 mm. Frutos con 2 semillas. Rendimiento promedio de 67.5%.



IZ0605H1: Finca Montecristo, Cantón Chorro abajo, Izalco, Sonsonate, altura 520 msnm; Latitud: 13°45'50"N; Longitud: 89°39'26"W. Árbol de 8 años y 20 m de alto. Frutos de forma esferoide, con peso de 728.5 g, 11.35cm de diámetro ecuatorial y 11.1 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 4.7 mm. Frutos con 1 a 2 semillas. Rendimiento promedio de 67.27%.



IZ0613FV2: Finca el Tránsito, Izalco, Sonsonate, altura 478 msnm; Latitud: 13°45'34"N; Longitud: 89°39'41"W. Árbol de 18 años y 16 m de alto. Frutos de forma oblonga, con peso de 577.7 g, 10.9 cm de diámetro ecuatorial y 11.17 cm de diámetro polar. La cáscara con grosor promedio de 4.8 mm. Frutos con 1 a 2 semillas. Rendimiento promedio de 63.44%.

Conclusiones y recomendaciones

De la evaluación de 37 materiales de mamey, se tiene una selección de los mejores doce materiales sobresalientes por sus atributos cualitativos y cuantitativos, ofreciendo germoplasma con alto potencial genético promisorio para el establecimiento de huertos con fines comerciales.

Se cuenta con un catálogo en donde se describe cada uno de los materiales y sus principales características, recomendando germoplasma como:

IZ0613FV2, IZ0613FV4 y SFC0622LE1 para el consumo como fruta fresca y para la agroindustria, ya que tiene un rendimiento de 63.44%, 59.05 y 58.39% respectivamente, la cáscara y las semillas desprenden con facilidad.

SMO0607C1 como el más dulce (14.5 grados Brix), peso (763.25 g) y rendimiento de pulpa (59.26%), pese a que, la semilla se queda muy adherida a la pulpa y la cáscara no desprende con mucha facilidad, este material puede ser promisorio para el consumo como fruta fresca.

IZ0605H1 para consumo como fruta fresca, pulpa de color anaranjado intenso, sabor dulce (12.5 grados brix). Su período de fructificación, en una época diferente con respecto a los demás (agosto, septiembre y octubre).

STT0631FM5, ST0632FM6 y SFC0625ME1 propios para la industrialización debido al alto rendimiento de pulpa (59.42 %), (63.06 %) y (67.17 %); mayor peso (837.63), (1335.15) y (744.36) respectivamente y facilidad de desprendimiento de la cáscara y semilla.

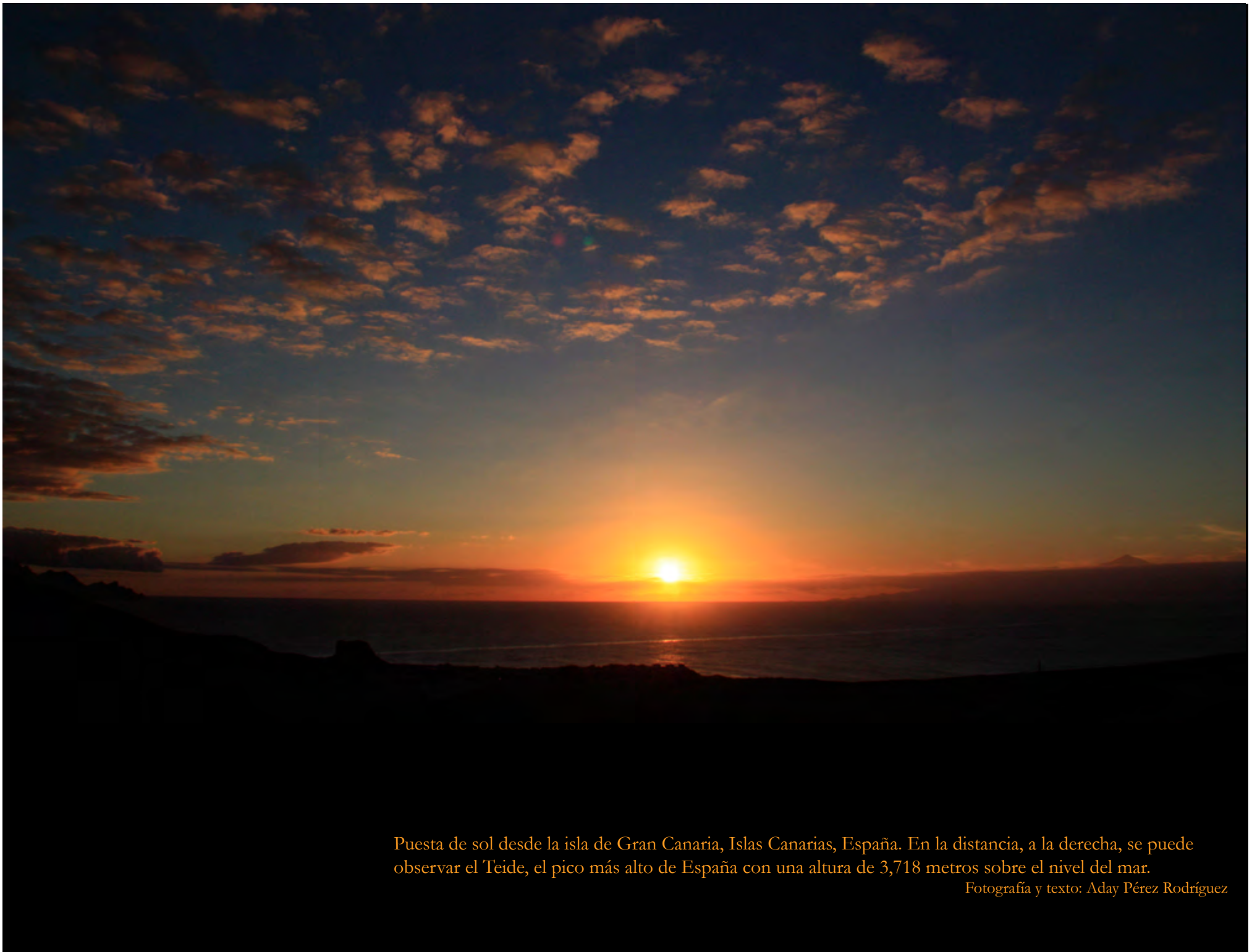
Bibliografía

- Avilán, L. y Leal, F. 1989. Manual de Fruticultura. Editorial América. Chacaito, Caracas, Venezuela Pp. 659-665.
- Calderón Alcaraz, E. 1998. Fruticultura General. El Esfuerzo del hombre Editorial Limusa. Grupo NORIEGA Editores. Balderas 95, México D.F. 763 p.
- CDC, (2003). Centro para la Defensa del Consumidor.
- Couto, F. 2006. Un negocio helado. Revista Dominical. Reportaje de Diario de Hoy. Publicado el domingo 26 de mayo 2006.
- Holdridge, LR. 1982. Ecología Basada en Zonas de Vida, 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA.
- Morton, J. 1987. Fruits of warm template climates: Mamey. (On line). Miami Us. Center for New Crops and Platn Products. Consultado 25 octubre. Formato PDF disponible en <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mamey.html>.
- Parada Berríos, FA. 2001. Guía Técnica del cultivo de mamey. San Andrés, La libertad, CENTA. Inédito.
- Poehlman, JM. 1965. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Ed. LIMUSA-WILEY, México, D.F. 453 P.
- SNET. 2006. Perfiles climatológicos. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). San Salvador, El Salvador.
- Tung, CJ; García, MA y Flores S., EO. 2003. Manual del Cultivo de Papaya. MAGA/PROFRUTA/ Misión Técnica Agrícola de la República de China. 79 p.

Zamora T, SI. 2003. Oportunidades de mercado de frutas en El Salvador de los Estados Unidos de América. FRUTALES/IICA. 40 p. Ayala Barajas, R. 1992. Revisión de las abejas sin aguijón de Mexico. UNAM, Facultad de Ciencias. México, D. F. p. 27.

Vallejo, FA y Estrada, EI. 2002. Mejoramiento Genético de Plantas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. 402 p.

Villachica, H. 1996. El Mamey (*Mammea americana* L). Frutales y Hortalizas Promisorios de la Amazonia. Lima, Perú. Pp 182-187.



Puesta de sol desde la isla de Gran Canaria, Islas Canarias, España. En la distancia, a la derecha, se puede observar el Teide, el pico más alto de España con una altura de 3,718 metros sobre el nivel del mar.

Fotografía y texto: Aday Pérez Rodríguez

Stingless bee distribution and richness in El Salvador (Apidae: Meliponini)

Ruano Iraheta C.E.

Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador,
e-mail: carlos.ruano3@ues.edu.sv

Hernández Martínez M.A.

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica,
Unidad de Posgrado, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador,
hernandez_mhm@yahoo.com

Claros Álvarez M.E.

Departamento de Agronomía,
Facultad Multidisciplinaria de Oriente, Universidad de El Salvador.

Rosales Arévalo D.

Departamento de Biología,
Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador.

Rodríguez González V.A.

Departamento de Agronomía,
Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador.

Abstract

This is the first complete inventory of stingless bees in El Salvador. It includes the spatial distribution of wild and domesticated colonies and the relationships between their occurrence and altitude and temperature. Applying a stratified sampling, we located wild colonies (n= 477) and domesticated colonies (n= 686) of stingless bees in tropical forests, agriculture fields and urban areas. Each stratum (14) was a department (political division) of El Salvador. Using GPS and Arc-GIS 9.3 software, we made maps of the distribution of wild and domesticated most frequent colonies. For the estimation of diversity between departments, the Shannon-Wiener diversity index (H') was calculated. Linear regression was used to evaluate the effects of altitude and temperature on species richness. We concluded that: a) There are at least 20 species, six subgenera and ten genera of stingless bees in El Salvador; b) the departments with highest levels of diversity were Santa Ana (H' = 2.55), Chalatenango (H' = 2.41), Morazán

(H' = 2.31) and La Libertad (H' = 2.22); c) The most abundant wild colony, was *Tetragonisca angustula* (n= 156, relative abundance= 32.70%) and was found in each department; d) *Melipona beecheii* (n= 405, relative abundance= 59.04%) was the most frequent domesticated colony mainly found the northern and the western part of El Salvador; e) the species richness decreases with altitude (r = -0.87, p = 0.0010) and increases with temperature (r = 0.86, p = 0.0015).

Key words: stingless bees, meliponiculture, species richness, diversity, relative abundance, altitude, temperature, GIS, El Salvador.



Introducción

El Salvador is the smallest country in Central America. It has an area of 20,935 km² and a high population density: 273 inhabitants km². It is located between geographic coordinates 13°09' to 14°25' N and 87°43' to 90°08' W (Flores, 1980). El Salvador has a tropical weather with an average annual temperature of 23.2 °C, a relative humidity of 74.9% and a precipitation of 1841.8 mm (Engels, *et al.*, 1998). The natural vegetation and cultivated trees cover 34.16% of the territory. Stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) are a group of eusocial insects from the tropics living in permanent colonies, where they store pollen and honey. The main characteristics are the presence of a vestigial sting, reduced veins in the forewings and composite eyes without pilosity (Nates-Parra, 2001). These bees are classified in three tribes: Meliponini Trigonini and Lestrimellitini (Biesmeijer, 1997). The Meliponini tribe has just one genus and approximately 40 species. The Trigonini tribe has several genera and subgenera, and over 50 supraespecific groups (Ramirez and Ortiz, 1995). The Lestrimelittini tribe has 19 species (Camargo and Pedro, 2007). The stingless bees in the Neotropical region embrace 13 genera, 10 subgenera and 271 species (Nates-Parra, 2001). Meliponiculture (breeding of stingless bees) has been already practiced long time ago in Mesoamerica by ancient Maya culture (Biesmeijer, 1997). Stingless bees are pollinators of many wild plant species and seem to be a good future alternative in commercial pollination (Slaa *et al.*, 2006). They are known to visit the flowers of approximately 90 crops and are considered effective pollinators for at least

nine of them (Heard, 1999). In El Salvador, Stingless bees are appreciated for honey production, which is used by farmers as food and medicine. According to the farmers, the medicinal properties of this honey depend on the bee species: honey of *M. beecheii* is used for treatment of gastritis and skin burns. Pure honey of *T. angustula* or diluted with water, is used for conjunctivitis, cataracts and throat infections (Ruano, 1999).

The information about the number of species of stingless bees, their distribution and management in El Salvador is very limited. In 1993, the Department of Vegetal Protection of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of El Salvador in association with the Food and Agriculture Organization (FAO), published an inventory of 13 species of stingless bees that were captured mostly in the western part of El Salvador. In addition, de Jong (1999) presented a list of 16 species collected also in the west, near the border with Guatemala. The current situation of meliponiculture in El Salvador is similar to other Neotropical countries like México, where their habitat is rapidly being removed, causing danger of extinction. Furthermore, competition from colonies of *Apis mellifera*, inappropriate management and lack of economic incentive for stingless beekeepers (Villanueva *et al.*, 2005) also hinder the development of this culture.

The objectives of this study were a) to identify the species of stingless bees present in El Salvador, b) to determine the most abundant species, c) to find their geographic distribution within Salvadorian boundaries, and d) to find out the relationships between species richness and altitude and temperature.

M. beecheii in traditional keeping hole.

Materials y Methods

The study lasted from May 2005 until May 2007. A stratified sampling was applied across the 14 departments of El Salvador. Each stratum was a department (political division). The sampling places were tropical forests, protected natural areas (vegetation cover on mountains, volcanoes and some places near to water bodies or to the coast), agriculture fields and urban areas. The selection in every stratum was based on preliminary information from agronomist engineers, biologists, farmers and forest guard. We sampled on 70 places (5 sample places per department) using active searching of flow of foragers, tube entrance, and exposed nests where the bees were manually captured for identification and placed in plastic containers. Wild colonies were searched focusing the same efforts in trees, ground holes and walls. For domesticated colonies, the samples were taken directly from boxes or trunks in the houses and backyards belonging to the farmers.

Nine stingless bee species were identified using the entomologic key of Dr. David Ward Roubik (1992) and 11 were identified directly by Dr. Roubik. Species diversity was analyzed using Shannon-Wiener diversity index (H') based on the number of wild colonies of each species found in each department. We tested diversity using software PAST 2.02

The Species richness is the number of species for each department and also for the whole country. The relative abundance (RA) is a percentage of the total and was also estimated for each species of stingless bees to compare the number of colonies between departments. We used Global position system (GPS) Garmin model Geko 101 in each sampling place, to obtain data of latitude, longitude and altitude above sea level (m.a.s.l.). The digital cartography based on data from the Ministry of Environment and Natural Resources of El Salvador (MARN). The collected data were systematized using the software Arc-GIS

9.3 to develop a map of distribution of the most abundant species. This map was compared with an existing map of important vegetation covertures for stingless bees (Fig. 1) to check for sources of food or threats for the use of pesticides in wide areas with cultivated crops.

The software SAS 8.01 was used to apply a linear regression analysis to find relationships between species richness and altitude. Ten different altitude ranges were defined: 0–250, 251–500, 501–750, 751–1000, 1001–1250, 1251–1500, 1501–1750, 1751–2000, 2001–2250 and 2251–2500 m.a.s.l. The same statistical analysis was applied to find the relationship between species richness and temperature, matching values corresponding to ranges of altitude indicated. A simple average difference was used for comparison temperatures between departments. Temperature data of sampling places was based on historic register (annual average) from near meteorological stations in each department (2 to 7 stations per department).



A student collecting samples of stingless bees

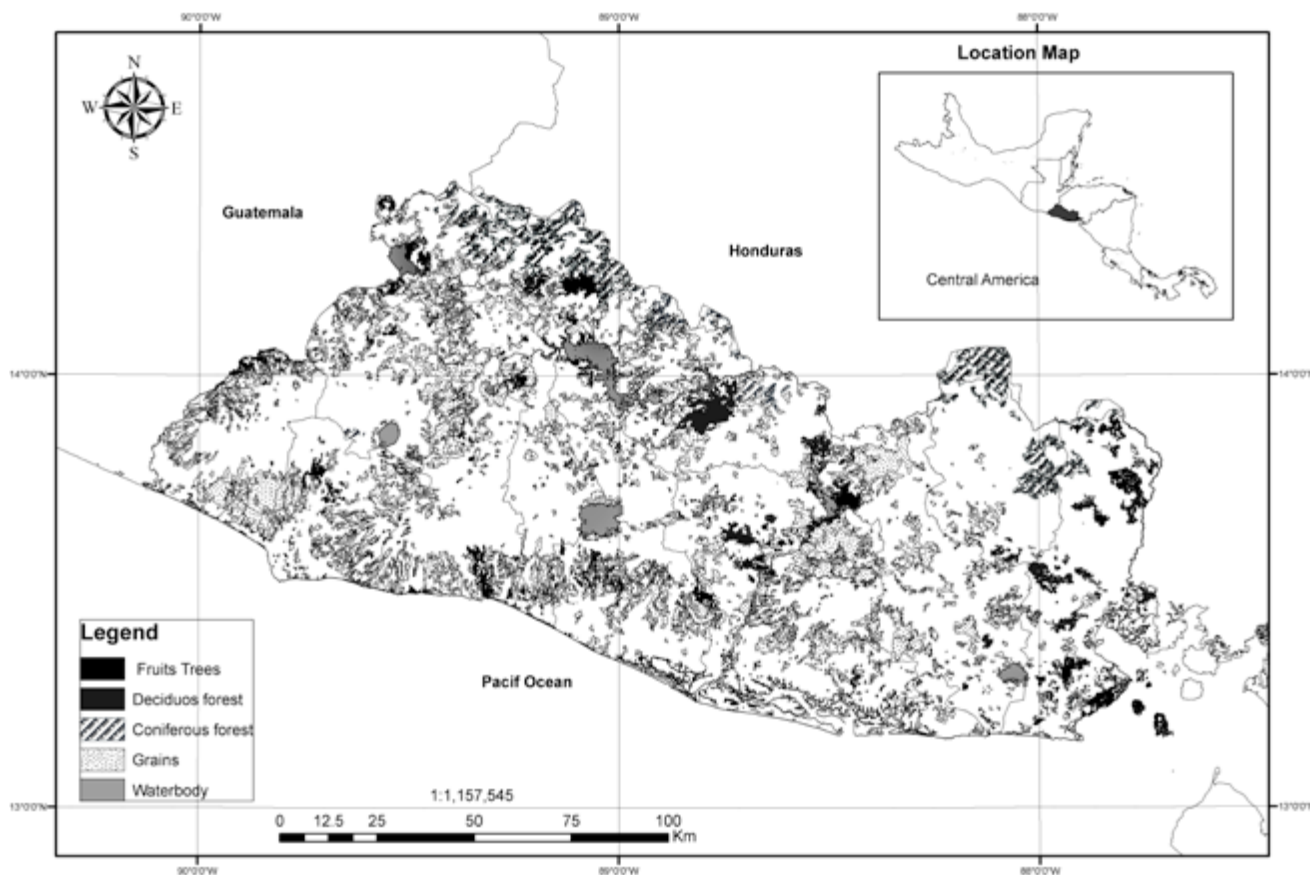


Figure 1. Important vegetation covertures for stingless bees and location map of El Salvador.

Results

Species richness, diversity and relative abundance

In collaboration with Dr. Roubik, we identified 20 species, six subgenera and ten genera (Table 1). There were 17 species from the Trigonini tribe, two species from the Meliponini tribe and one species from the Lestrimelittini. No new species was found, but *Plebeia moureana*, *Plebeia jatifformis*, *Frieseomelitta nigra*, and *Trigonisca sp.* were reported for the first time in El Salvador in this study.

The Shannon Wiener diversity index revealed superior diversity for Santa Ana ($H' = 2.55$), Chalatenango ($H' = 2.41$), Morazán ($H' = 2.31$) and La Libertad ($H' = 2.22$). The lowest diversity index was found in

La Unión ($H' = 1.42$). *Tetragonisca angustula* was the most abundant wild colony ($n = 156$, $RA = 32.70\%$), followed by *Nannotrigona perilampoides* ($n = 51$, $RA = 10.69\%$) and *Trigona fulviventris* ($n = 49$, $RA = 10.27\%$). The less abundant wild colonies were those of *Trigona fuscipennis* ($n = 4$, $RA = 0.84\%$) and *Melipona yucatanica* ($n = 3$, $RA = 0.63\%$). The most abundant domesticated colonies were from *Melipona beecheii* ($n = 405$, $RA = 59.04\%$) *T. angustula* ($n = 221$, $RA = 32.22\%$) and *N. perilampoides* ($n = 17$, $RA = 2.48\%$). The less abundant domesticated colonies were *Plebeia moureana* ($n = 2$, $RA = 0.29\%$) and *Tetragona mayarum* ($n = 1$, $RA = 0.15\%$). *Tetragona dorsalis* from Central America is *T. mayarum*.

Geographic location of species

Wild colonies ($n = 477$) were found in each of the departments of El Salvador, whereas domesticated colonies ($n = 686$) appeared in 12 of the 14 departments (Table 2). In San Vicente and La Unión, we did not find domesticated colonies, but some farmers stated that in previous years to the field work of this study some kept colonies of *T. angustula* in trunks or boxes, but they were abandoned by the bees. Most of the wild colonies of the Trigonini and Lestrimelittini tribes were found in the central area of El Salvador (San Salvador, $n = 125$, $RA = 26.21\%$; La Libertad, $n = 60$, $RA = 12.58\%$; La Paz $n = 55$, $RA = 11.53\%$), being *T. angustula* and *N. perilampoides* the most predominant species. Wild colonies of *T. angustula* presented uniform distribution in all departments (Fig. 2). Similar distribution was observed in domesticated colonies of *T. angustula*, except in San Vicente and La Unión. The wild colonies of the Meliponini tribe in throughout the country were scant and disperse. Wild colonies of Meliponini were found only in Santa Ana ($n = 4$, $RA = 0.84\%$), Chalatenango ($n = 4$, $RA = 0.84\%$), Ahuachapán ($n = 2$, $RA = 0.42\%$) and Cuscatlán ($n = 2$, $RA = 0.42\%$). As expected, they coincided with the location of the majority of domesticated colonies of *M. beecheii* in the northern (Chalatenango $n = 347$, $RA = 50.58\%$) and in the western (Santa Ana $n = 55$, $RA = 8.02\%$) part of El Salvador.

Table 1. Inventory of stingless bees species in alphabetic order with number of colonies and relative abundance.

Scientific name	Wild colonies (n)	Domesticated colonies (n)	Relative abundance of wild colonies (%)	Relative abundance of domesticated colonies (%)
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i> *	7	3	1.47	0.44
<i>Frieseomelitta nigra</i> *	6	1	1.26	0.15
<i>Geotrigona lutzii</i> *	5	0	1.05	0.00
<i>Lestrimelitta</i> sp. **	6	0	1.26	0.00
<i>Melipona beecheii</i> **	9	405	1.89	59.04
<i>Melipona yucatanica</i> *	3	8	0.63	1.17
<i>Nannotrigona perilampoides</i> **	51	17	10.69	2.48
<i>Oxytrigona mediorufa</i> *	14	0	2.94	0.00
<i>Partamona bilineata</i> *	13	0	2.73	0.00
<i>Plebeia jatifformis</i> *	11	7	2.31	1.02
<i>Plebeia moureana</i> *	15	2	3.14	0.29
<i>Scaptotrigona mexicana</i> *	5	3	1.05	0.44
<i>Scaptotrigona pectoralis</i> **	40	9	8.39	1.31
<i>Tetragona mayarum</i> **	24	1	5.03	0.15
<i>Tetragonisca angustula</i> **	156	221	32.70	32.22
<i>Trigona corvina</i> **	34	0	7.13	0.00
<i>Trigona fulviventris</i> **	49	0	10.27	0.00
<i>Trigona fuscipennis</i> **	4	0	0.84	0.00
<i>Trigona nigerrima</i> *	5	9	1.05	1.31
<i>Trigonisca</i> sp. *	20	0	4.19	0.00

* = Identified by Dr. David W. Roubik

** = Identified by Agricultural Engineer Carlos E. Ruano

Table 2. Species Richness, Number of colonies, Shannon Wiener index and Temperature (annual average) in each department.

Departments	Species Richness	Wild colonies (n)	Domesticated colonies (n)	Shannon Wiener index (H')	Temperature (°C)
Ahuachapán	8	23	15	1.73	23.33±3.43
Santa Ana	14	29	103	2.55	21.08±4.52
Sonsonate	8	17	8	1.84	22.93±5.04
Chalatenango	14	35	479	2.41	21.30±6.01
La Libertad	12	60	1	2.22	22.84±3.53
San Salvador	13	125	4	1.98	23.20±0.14
Cuscatlán	8	21	5	1.84	24.05±2.62
La Paz	12	55	1	1.71	25.70±0.11
Cabañas	6	9	2	1.68	25.00±2.12
San Vicente	9	25	0	1.99	25.90±1.82
Usulután	10	22	7	2.07	23.93±2.54
San Miguel	9	26	35	1.88	27.60±2.10
Morazán	11	17	26	2.31	21.08±5.48
La Unión	5	8	0	1.42	27.03±1.24

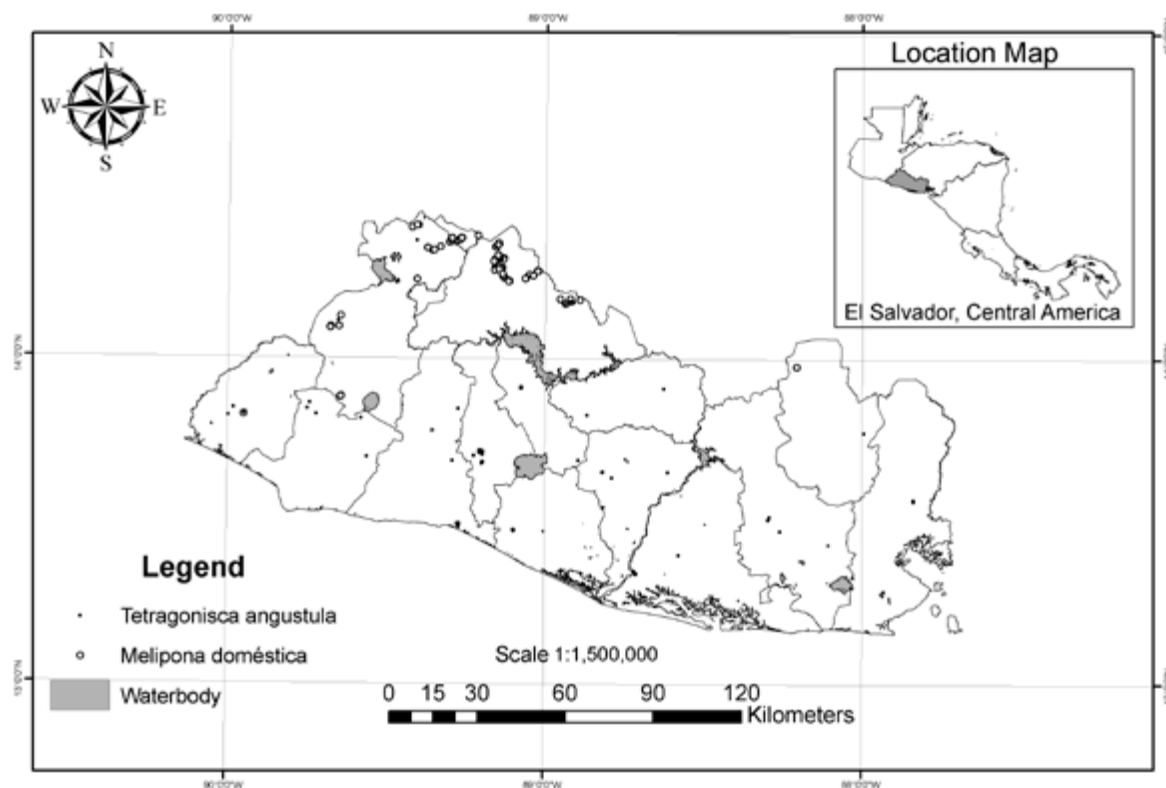


Figure 2. Geographic location of wild colonies of *T. angustula* and domesticated colonies of *M. beecheii*.

Species richness and altitude

The maximum altitude at which a stingless bee colony was found (*M. beecheii*) was 2260 m.a.s.l.; whereas the lowest altitude (*T. fuscipennis*) was at 2 m.a.s.l. The range of altitude for *M. beecheii*, the largest found species (10.7 mm long) was between 640 and 2260 m.a.s.l. The subterranean nest species *G. lutzi*, (6.0 mm) was found between 570 and 1367 m.a.s.l. The altitude range for *T. angustula* (4.7 mm) was from 10 to 1373 m.a.s.l.. The smallest species, *Trigonomisca sp.* (3.2 mm), was found between 17 and 964 m.a.s.l. The majority of the species (19) was found within the range of 501 and 750 m.a.s.l. and gradually decreased. There were two species (*T. corvina* and *M.*

beecheii) at an altitude higher than 1750 m.a.s.l. and just one (*M. beecheii*) at more than 2250 m.a.s.l. The linear regression analysis showed a highly negative correlation ($r = -0.87$, $p = 0.0010$) between species richness and altitude. The model developed was: $y = -0.0079x + 19.27$ (Fig 3).

Richness species and temperature

The largest difference in temperature in ranges of altitude was 17.15°C (between 0 and 2500 m.a.s.l.), but every 250 meters the temperature decreased by an average of $1.91 \pm 0.82^{\circ}\text{C}$. The highest average

temperatures of each department corresponded to San Miguel ($27.60 \pm 2.10^{\circ}\text{C}$) and La Unión ($27.03 \pm 1.24^{\circ}\text{C}$). The lowest average temperatures were Santa Ana ($21.08 \pm 4.52^{\circ}\text{C}$), Morazán ($21.08 \pm 5.48^{\circ}\text{C}$) and Chalatenango (21.30 ± 6.01). (Table 2), the largest difference between departments was 6.52°C . The linear regression analysis showed a highly positive relationship ($r = 0.86$, $p = 0.0015$) between species richness and temperature. The analysis showed this model: $y = 1.067x - 12.07$ (Fig 4).

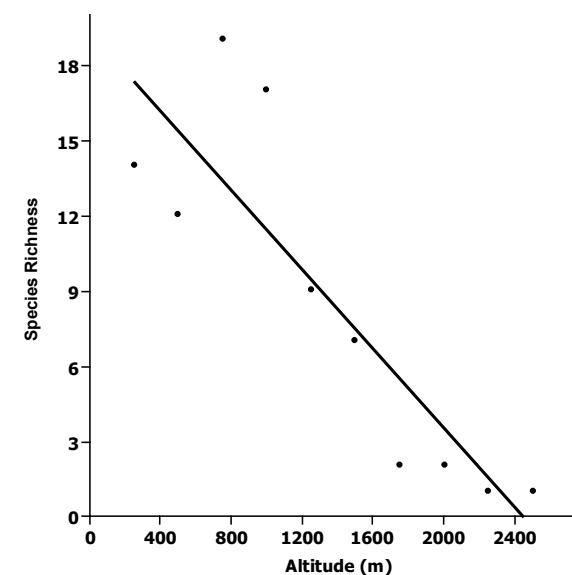


Figure 3. Relationship between species richness versus altitude.

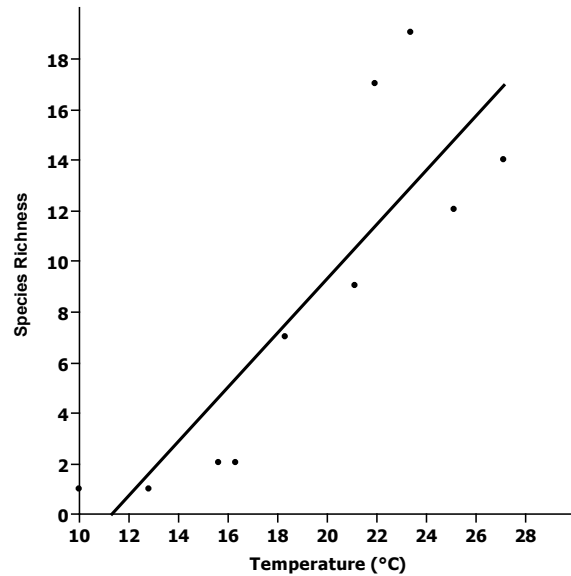


Figure 4. Relationship between species richness versus temperature

Discussion

The newly found species in El Salvador have been already reported in near countries: *P. Jatiformis* and *Trigona* sp. in México, Guatemala, Costa Rica and Panamá; *F. nigra* in Mexico, Belize, Guatemala, Costa Rica (Camargo and Pedro, 2007) and Panamá (Roubik, 1993); and *P. moureana* in Mexico (Ayala, 1999) and Guatemala (Yurrita and Enríquez, 2005). The number of species of stingless bees in El Salvador (20) is smaller in comparison to other Neotropical countries: over 50 species identified in Costa Rica (Ortiz, 1998), 46 species in Mexico (Ayala, 1992), 32 species in Guatemala (Yurrita and Enríquez, 2005) and 20 species in drier lowland forests of Panamá (Roubik, 1993). The lower number of species in

El Salvador does not have an obvious explanation, however it is probably associated with the smaller area, the limited original vegetation (reduced to less than 3%), deforestation (annual rate is 4.6%) and intensive farming. Some farmers stated that until the 1970's there were some stingless bee species of the Meliponini tribe (probably *M. solani*, *M. costaricensis* or *M. melanopleura*) in the eastern departments (San Miguel, Morazán and La Unión), but we have not found any of these species during our study, which might indicate that now they are extinct or threatened with extinction.

Santa Ana, Chalatenango, Morazán and La Libertad have higher diversity of stingless bees. This can be related to their different vegetation cover compared with the other departments: protected natural areas like mountains and volcanoes, different fruit trees species and forests of coniferous and deciduous trees. Furthermore, the levels of diversity shown in La Libertad ($H' = 2.22$) might be related to a forest of deciduous trees and some areas with cultivated trees (Fig. 1), despite its recent urban development. The others 10 departments have a more intensive agriculture and more deforestation.

Even though a large range of altitude and a very diverse vegetation are found across the four departments with the highest diversity the annual average temperature was similar between them (21.08 to 22.84°C, major difference of 1.76°C). Macieira and Proni (2004) reported thermal limits of mortality for *Scaptotrigona postica* in Brazil outside the range of -5 °C and 41 °C. San Miguel and La Unión presented the highest temperatures (maximal 35.3 and 35.5°C respectively) in conformity with a lower diversity index (Table 2). However, such temperature does not fall outside the range reported by Macieira and Proni (2004), therefore is not possible to say that the temperature itself is a factor negatively affecting the species. It is possible that temperature and altitude

have effects on other factors more directly affecting the survival of stingless bees, such as vegetation. Both departments with high temperature also show a low range of altitude (65-540 m.as.l. in sampling locations) and with this a low diversity of plants along with a lower vegetation cover.

Wild colonies of the trigonini tribe were commonly found in some densely populated departments such as San Salvador (1768 inhabitants/km²) and La Libertad (400 inhabitants/km²). Their presence in so populated areas might be related to the low demand of these bees for sugar concentration from flower nectar (Kerr, *et al* 1981) or any source of sugar. We observed some cases of *T. fulviventris* and *T. corvina* consuming residues of coffee and soda water in trash. The species *O. mediatorufa* and *T. fuscipennis* even drank the sweet honeydew produced by treehoppers (Homoptera: Membracidae). The majority of species of Trigonini were not selective when they needed holes to build their nests. Thus they adapt very well to wide deforested areas. *T. angustula*, *T. fulviventris*, and *N. perilampoides* were the most abundant wild colonies, probably because of the wide range of adaptation in food sources and lodging. *Melipona beecheii* were the most abundant domesticated colonies due to relative high honey production (2.17±1.41 liters per year), followed by *T. angustula* and *N. perilampoides* due to the relative abundance of wild colonies in the country.

In study in Costa Rica, Slaa (2006) found that the probability of annual survival of *T. angustula* is better in deforested areas than in forest, but the survival of all other stingless bees was similar in forests and in deforested areas. We did not find wild or domesticated colonies of the Meliponini tribe in departments (San Miguel and La Unión) with scant vegetation cover and intensive farming. In agreement with our findings, Brosi *et al.* (2007) reported that at forest edges in Costa Rica, native social stingless bees comprised more than 50% of the individuals

sampled, whereas away from forests (remnant trees and open pastures) their proportion dropped to 20% of the sampled bees.

Likewise, we found no wild or domesticated colonies of the Meliponini tribe in the coastal zone (south of El Salvador), because it was deforested gradually during the 1930s to develop intensive agriculture with cereals and cotton, which required flat topography and constant use of pesticides (López, 1986). Agriculture expansion and intensification have been identified as major threats to bees due to logging and land clearing which diminishes bee nesting and feeding opportunities. Also, agricultural insecticides kill adult and larval bees. The sub-lethal effects are dangerous too: disrupting sensory, navigational and recognition abilities (Freitas, 2009). In Guatemala, Rodas, *et al* (2008) demonstrated the effect of parathion (an organophosphate insecticide widely used in Central America) on *M. beecheii* and *T. angustula*. The mortality rates for the two bees species within 24 hours were 50% and 100% respectively.

The most limiting factor for survival of *M. beecheii* and *M. yucatanica*, is probably the kind of vegetation. We found wild and domestic colonies in major proportion in northern and western parts of El Salvador. These communities are close to forested areas that correspond to 8.73% of El Salvador embracing open vegetation predominantly tropical perennial sub mountain of conifers. The predominating trees were pine (*Pinus spp*), oak (*Quercus spp.*) and some broadleaf trees. The keepers of stingless bees consider these species as the most frequent natural lodging for stingless bees. They also asserted that the preferred sources of food were cirín (*Clidemia spp.*, *Miconia spp.*, and *Conostegia xalapensis*), guayaba (*Psidium guajava*), manzana rosa (*Syzygium jambos*), liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), suquinay (*Vernonia spp.*), and tatascamite (*Perymenium grande*). The importance of proper vegetation for



Traditional keeping of stingless bees of *M. beecheii* in Citalá, Chalatenango, El Salvador

stingless bees was demonstrated through the project “Support for reforestation and forest management by the traditional keeping of stingless bees in north-west El Salvador” (PROMABOS) that developed palynological research in El Salvador and Costa Rica to determine the source of food of stingless bees. In El Salvador, the species of plants that were important as pollen sources for *M. beecheii* were *Cestrum sp.*, *Solanum asperum*, *Heliocarpus mexicanus*, *Miconia sp.* and *Ardisia compressa*. Nectar sources were *Cordia alliodora*, *Prunus sp.*, *Cestrum sp.*, *Solanum dyphyllum* and *Montanoa*

hibiscifolia. The research in Costa Rica, included *M. beecheii* and *T. angustula*, and the results showed that the diversity of pollen collected by *T. angustula* was greater than that collected by *M. beecheii*. This is probably due to a different foraging behavior and physical differences among these bee species, leading them to different accessibility to flowers based on differences in morphology, color and smell of the flower, the availability of pollen and nectar during the day (Landaverde *et al*, 2004). Also, Biesmeijer (1997) demonstrated in Costa Rica that *M. beecheii* is

very selective with pollen and sugar concentration of nectar, for this reason was less foraging of plants (almost the half) in comparison with *T. angustula*. In addition, the foraging range is wider in Meliponini than Trigonini tribe. Roubik and Aluja (1983), reported more than two kilometers of foraging range for *M. fasciata*; whereas van Nieuwstadt and Ruano (1996) reported just 800 meters for *T. angustula*. This limited range leads *T. angustula* to be less selective to the sources of pollen and nectar.

We found that *M. beecheii* limits its distribution to forested areas, in contrast to *T. angustula* which is also found in urban areas. These results coincide with those of Arce (1994), who reported also found such pattern for the two most frequent domestic species of stingless bees in Costa Rica (*M. beecheii* and *T. angustula*). According to elder farmers nowadays is harder than before to find wild colonies of *M. beecheii*, and also the number of stingless beekeepers has decreased. The civil war in El Salvador from 1980 until 1991, and more recently, the extreme poverty have played a role in this phenomenon, causing the migration of people living in the country sides abandoning their homes and their agricultural activities, domesticated stingless bees included there. This tendency of decreasing meliponiculture is similar for other countries of Mesoamerica. Different to the situation of *T. angustula*, there is a large gap between wild and domesticated colonies of *M. beecheii* (Table 1).

In El Salvador, some keepers of stingless bees protects this species from extinction by using techniques of artificial reproduction along with feeding practices (e.g. sugar syrup) during the season of lack of flowering plants (from april until October).

Most of the domesticated colonies of *M. beecheii* were found at altitudes higher than 1000 m.a.s.l., with relative low human population density (96 inhabitants/km²; 3.4% of the country). Low human

population density is linked with less deforested areas, less pollution and, thus, more probability of survival for the bees. The altitude is also important for *G. lutzii*, because they need places without risk of inundation for their subterranean nests. Normally, *G. lutzii* nests in hills and mountains. The vast majority of the species was found between 501 and 750 m.a.s.l., in accordance to Nates-Parra (2001) in Colombia, and Yurrita and Enríquez (2005) in highlands of Guatemala. Altitude over 2000 meters in El Salvador, represent a significantly small area (0.0029 %) in the whole country. We found two species (*M. beecheii* and *T. corvina*) of stingless bees (10.00%) over 2000 meters, probably related to a less diverse vegetation (Flores, 1980; Jacquemyn, *et al.*, 2005) and a fresher temperature (15.62°C). The size of these two species is relatively large in comparison with the rest the species of El Salvador (head wide and body length 2.5 mm and 10.7 mm for *M. beecheii* and 2.0 mm and 6.0 mm. for *T. corvina*). Large size is an advantage in highlands because even weak winds already have an effect on the flight and landing behavior of small insects. In addition, when wind speed increases, small animals lose control over their flight trajectory (Eugster, 2008). Moreover, larger insects gain and lose heat more slowly than smaller insects (Pereboom and Biesmeijer, 2003).

This research helps to understand how this important group of pollinators is affected by changes in land use, climate changes and even human social behaviour. It also reflects the need to implement conservation activities in the vegetation covertures (forest and protected natural areas) of the El Salvador.



Tropical perennial sub mountain of conifers in Chalatenango, El Salvador.

Acknowledgements

This research was supported by Council of Scientific Research, University of El Salvador (CIC-UES). Also was important the participation of keepers of stingless bees, Dr. Roubik in identification of species and reviewing the manuscript, MSc. Joaquin Castro Montoya in reviewing of structure of the article, Engineer Mario Bermudez in statistical analysis of the data, Bill Mares in reviewing the English translation. Also the collaborations of students in filed work: Ivonne Guadalupe López, Rebeca Eunice Martínez, Serafín Constanza Rivas, Roxana Villaherrera and the students in elaboration of maps: Abel Alexei Argueta Platero, José Armando Martínez, Irvin David Cáceres Cruz and Luis Alas Romero.

Bibliography

- Arce, H. 1994. Meliponiculture in Costa Rica. *Pegone*. Autumn 1994: 6–8.
- Ayala, R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana* 106: 1-123.
- Biesmeijer, J C. 1997. Abejas sin aguijón. Su biología y la organización de la colmena. Utrecht, Holanda. 77pp.
- Brosi B J; Daily G C; Ehrlich P. 2007. Bee community shifts with landscape context in a tropical countryside. *Ecological applications* 17(2): 418–430.
- Camargo, J M F; Pedro, S R M. 2007. Meliponini Lepelletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia. pp. 272–578.
- De Jong, H. 1999. The land of corn and honey: The keeping of stingless bees (meliponiculture) in the ethno-ecological environment of Yucatán (Mexico) and El Salvador. 423 pp.
- Departamento de Protección Vegetal- FAO. 1993. Abejas nativas de El Salvador. Protección Vegetal. Universidad de El Salvador. 3 (1): 11–12.
- Engels, M; Urbina, C; Sloom, P; Castillo, V. 1998. El Salvador: estudio climático de datos meteorológicos mensuales para llegar a una zonificación agroclimática. MAG-CENTA, FAO. San Andrés, El Salvador. 38pp.
- Eugster, W. 2008. Wind effects. *Ecological processes*. Encyclopedia of Ecology. Elsevier. United Kingdom. pp. 3794–3803.
- Freitas, B M; Imperatriz-Fonseca, V L; Medina, L M; Kleinert, A; Galetto, L; Nates-Parra, G; Quezada-Euán, J J G. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40 (3): 332–346. DOI: 10.1051/apido/2009012
- Flores, J S. 1980. Tipos de vegetación de El Salvador y su estado actual. Editorial Universitaria. Universidad de El Salvador. 273pp.
- Heard, T A. 1999. The Role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology*. 44: 183–206. DOI: 10.1146/annurev.ento.44.1.183
- Jacquemyn, H; Micheneau, C; Roberts, D; Pailler, T. 2005. Elevational gradients of species diversity, breeding system and floral traits of orchid species on Reunion Island. *Journal of Biogeography*. 32(10): 1751–1761. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2005.01307
- Kerr, W E; Blum, M; Fales, H M. 1981. Communication of food source between workers of *Trigona (Trigona) spinipes*. *Revista Brasileira de Biologia*. 41(3): 619–623.
- Landaverde, V; Sánchez, L; Ruano, C; Smeets, M. 2004. Temporary dominance of pollen of nectariferous and polliniferous plants collected by *Melipona beecheii* in El Salvador and pollen of polliniferous plants collected by *Tetragonisca angustula* and *M. beecheii* in Costa Rica. In: Conference on Tropical Beekeeping: Research and Development for Pollination and Conservation. San José, Costa Rica, p.22-25 february 2004.
- López, E. 1986. Impacto ecológico del uso de pesticidas en el cultivo de algodón sobre los ecosistemas acuáticos de El Salvador. *La Universidad*. 3:47-67.
- Macieira, O J D; Proni, E A. 2004. Capacidade de resistência a altas e baixas temperaturas em operárias de *Scaptotrigona postica* (Latreille) (Hymenoptera, Apidae) durante os períodos de verão e inverno. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (4): 893–896.
- Nates-Parra, G. 2001. Las abejas sin aguijón de Colombia (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Biota Colombiana* 2 (3): 233–248.
- Pereboom, J; Biesmeijer, J. 2003. Thermal constraints for stingless bee foragers: the importance of body size and coloration. *Oecologia* 137 (1): 42–50. DOI: 10.1007/s00442-003-1324-2
- Ramirez, J F; Ortiz, RA. 1995. Crianza de las abejas sin aguijón. CINAT. Universidad Nacional. Costa Rica. 22pp.
- Ortiz, RA. 1998. Distribución, biodiversidad e importancia ecológica de los Melipónidos. II Taller Regional de Apicultura y Meliponicultura. Costa Rica. 53pp.

- Rodas, A; Enriquez, E; Maldonado, C. 2008. Determinación de insecticidas y estudio nutricional de las mieles de las abejas nativas sin aguijón, *Melipona Beecheii* y *Tetragonisca angustula* (Hymenóptera: Apidae: Meliponinae). Universidad de San Carlos. Guatemala. 30pp.
- Roubik, D W; Aluja, M. 1983. Flight ranges of *Melipona* and *Trigona* in tropical forest. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 56 (2): 217–222.
- Roubik, D W. 1992. Stingless bees: A guide to Panamanian and Mesoamerican species and their nests (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). Oxford University Press. pp.489–521.
- Roubik, D W. 1993. Direct costs of forest reproduction, bee-cycling and the efficiency of pollination modes. *J. Biosci.* 18, (4): 537-552.
- Ruano Iraheta, C E. 1999 Preliminary data on meliponiculture in west and central, El Salvador. *Pegone*. Summer: 19–21.
- Slaa, E J. 2006. Population dynamics of a stingless bee community in the seasonal dry lowlands of Costa Rica. *Insectes Sociaux*. 53(1):70–79. DOI: 10.1007/s00040-005-0837-6
- Slaa, E J; Sánchez, I; Malagodi, K; Hofstede, F. 2006. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. *Apidologie*. 37: 293–315. DOI: 10.1051/apido:2006022
- Villanueva, R; Roubik, D; Colli-Ucan, W. 2005. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. *Bee World* 86 (2) 35–41
- Van Nieuwstadt, MGL; Ruano Iraheta, C E. 1996. Relation Between Size and Foraging Range in Stingless Bees (Apidae, Meliponinae). *Apidologie*. 27: 219–228. DOI: 10.1051/apido:19960404
- Yurrita, C; Enriquez, E. 2005. Distribución de abejas sin aguijón en Guatemala. Universidad de San Carlos. Guatemala. 5pp.



La naturaleza en tus manos

Normativa para la publicación de artículos en la revista Bioma

Naturaleza de los trabajos: Se consideran para su publicación trabajos científicos originales que representen una contribución significativa al conocimiento, comprensión y difusión de los fenómenos relativos a: recursos naturales (suelo, agua, planta, atmósfera, etc) y medio ambiente, técnicas de cultivo y animales, biotecnología, fitoprotección, zootecnia, veterinaria, agroindustria, Zoonosis, inocuidad y otras alternativas de agricultura tropical sostenible, seguridad alimentaria nutricional y cambio climático y otras alternativas de sostenibilidad.

La revista admitirá artículos científicos, revisiones bibliográficas de temas de actualidad, notas cortas, guías, manuales técnicos, fichas técnicas, fotografías de temas vinculados al ítem anterior.

En el caso que el documento original sea amplio, deberá ser publicado un resumen de 6 páginas como máximo. Cuando amerite debe incluir los elementos de apoyo tales como: tablas estadísticas, fotografías, ilustraciones y otros elementos que fortalezcan el trabajo. En el mismo trabajo se podrá colocar un link o vínculo electrónico que permita a los interesados buscar el trabajo completo y hacer uso de acuerdo a las condiciones que el autor principal o el medio de difusión establezcan. No se aceptarán trabajos que no sean acompañados de fotografías e imágenes o documentos incompletos.

Los trabajos deben presentarse en texto llano escritos en el procesador de texto word de Microsoft o un editor de texto compatible o que ofrezca la opción de guardar como RTF. A un espacio, letra arial 10 y con márgenes de 1/4”.

El texto debe enviarse con las indicaciones específicas como en el caso de los nombres científicos que se escriben en cursivas. Establecer títulos, subtítulos, subtemas y otros, si son necesarios.

Elementos de organización del documento científico.

1. El título, debe ser claro y reflejar en un máximo de 16 palabras, el contenido del artículo.
2. Los autores deben establecer su nombre como desea ser identificado o es reconocido en la comunidad académica científico y/o área de trabajo, su nivel académico actual. Estos deben ser igual en todas sus publicaciones, se recomienda usar en los nombres: las iniciales y los apellidos. Ejemplo: Morales-Baños, P.L.

Regulations For the publication of articles in Bioma Magazine

Nature of work: For its publication, it is considered original research papers that represent a significant contribution to knowledge, understanding and dissemination of related phenomena: natural resources (soil, water, plant, air, etc.) and the environment, cultivation techniques and animal biotechnology, plant protection, zootechnics, veterinary medicine, agribusiness, Zoonoses, safety and other alternative sustainable tropical agriculture, food and nutrition security in addition to climate change and sustainable alternatives.

Scientists will admit magazine articles, literature reviews of current topics of interest, short notes, guides, technical manuals, technical specifications, photographs of subjects related to the previous item.

In the event that the original document is comprehensive, a summary of 6 pages must be published. When warranted, it must include elements of support such as: tables statistics, photographs, illustrations and other elements that strengthen the work. In the same paper, an electronic link can be included in order to allow interested people search complete work and use it according to the conditions that the author or the broadcast medium has established. Papers not accompanied by photographs and images as well as incomplete documents will not be accepted.

Entries should be submitted in plain text written in the word processor Microsoft Word or a text editor that supports or provides the option to save as RTF. Format: 1 line spacing, Arial 10 and 1/4” margins. The text should be sent with specific instructions just like scientific names are written in italics. Set titles, captions, subtitles and others, if needed.

Organizational elements of the scientific paper.

1. Title must be clear and reflect the content of the article in no more than 16 words.
2. Authors, set academic standards. Name as you wish to be identified or recognized in the academic-scientific community and/or work area. Your presentation should be equal in all publications, we recommend using the names: initials and surname. Example: Morales-Baños, P.L.

3. Filiación/Dirección.

Identificación plena de la institución donde trabaja cada autor o coautores, sus correos electrónicos, país de procedencia del artículo.

4. Resumen, debe ser lo suficientemente informativo para permitir al lector identificar el contenido e interés del trabajo y poder decidir sobre su lectura. Se recomienda no sobrepasar las 200 palabras e irá seguido de un máximo de siete palabras clave para su tratamiento de texto. También puede enviar una versión en inglés..

Si el autor desea que su artículo tenga un formato específico deberá enviar editado el artículo para que pueda ser adaptado tomando su artículo como referencia para su artículo final.

Fotografías en tamaño mínimo de 800 x 600 píxeles o 4" x 6" 300 dpi reales como mínimo, estas deben de ser propiedad del autor o en su defecto contar con la autorización de uso. También puede hacer la referencia de la propiedad de un tercero. Gráficas deben de ser enviadas en Excel. Fotografías y gráficas enviadas por separado en sus formatos originales.

Citas bibliográficas: Al final del trabajo se incluirá la lista de las fuentes bibliográficas consultadas. Para la redacción de referencias bibliográficas se tienen que usar las Normas técnicas del IICA y CATIE, preparadas por la biblioteca conmemorativa ORTON en su edición más actualizada.

Revisión y Edición: Cada original será revisado en su formato y presentación por él o los editores, para someterlos a revisión de ortografía y gramática, quienes harán por escrito los comentarios y sugerencias al autor principal. El editor de Bioma mantendrá informado al autor principal sobre los cambios, adaptaciones y sugerencias, a fin de que aporte oportunamente las aclaraciones del caso o realicen los ajustes correspondientes.

Bioma podrá hacer algunas observaciones al contenido de áreas de dominio del grupo editor, pero es responsabilidad del autor principal la veracidad y calidad del contenido expuesto en el artículo enviado a la revista.

Bioma se reserva el derecho a publicar los documentos enviados así como su devolución.

No se publicará artículos de denuncia directa de ninguna índole, cada lector sacará conclusiones y criterios de acuerdo a los artículos en donde se establecerán hechos basados en investigaciones científicas.

No hay costos por publicación, así como no hay pago por las mismas.

Los artículos publicados en Bioma serán de difusión pública y su contenido podrá ser citado por los interesados, respetando los procedimientos de citas de las Normas técnicas del IICA y CATIE, preparadas por la biblioteca conmemorativa ORTON en su edición más actualizada.

Fecha límite de recepción de materiales es el 20 de cada mes, solicitando que se envíe el material antes del límite establecido, para efectos de revisión y edición. Los materiales recibidos después de esta fecha se incluirán en publicaciones posteriores.

La publicación y distribución se realizará mensualmente por medios electrónicos, colocando la revista en la página Web de la Facultad de Ciencias Agronómicas de La Universidad de El Salvador, en el Repositorio de la Universidad de El Salvador, distribución directa por medio de correos electrónicos, grupos académicos y de interés en Facebook.

3. Affiliation / Address.

Full identification of the institution where every author or co-authors practice their work and their emails, country procedence of paper.

4. Summary. this summary should be sufficiently informative to enable the reader to identify the contents and interests of work and be able to decide on their reading. It is recommended not to exceed 200 words and will be followed by up to seven keywords for text processing.

5. If the author wishes his or her article has a specific format, he or she will have to send the edited article so it can be adapted to take it as reference.

6. Photographs at a minimum size of 800 x 600 pixels or 4 "x 6" 300 dpi output. These should an author's property or have authorization to use them if not. Reference to the property of a third party can also be made. Charts should be sent in Excel. Photographs and graphics sent separately in their original formats.

7. Citations: At the end of the paper, a list of bibliographical sources consulted must be included. For writing references, IICA and CATIE Technical Standards must be applied, prepared by the Orton Memorial Library in its current edition.

Proofreading and editing: Each original paper will be revised in format and presentation by the publisher or publishers for spelling and grammar checking who will also make written comments and suggestions to the author. Biome editor will keep the lead author updated on the changes, adaptations and suggestions, so that a timely contribution is made regarding clarifications or making appropriate adjustments. Biome will make some comments on the content of the domain areas of the publishing group, but is the responsibility of the author of the accuracy and quality of the content posted on the paper submitted to the magazine.

Biome reserves the right to publish the documents sent and returned.

No articles of direct complaint of any kind will be published. Each reader is to draw conclusions and criteria according to articles in which facts based on scientific research are established.

There are no publication costs or payments.

Published articles in Bioma will be of public broadcasting and its contents may be cited by stakeholders, respecting the citation process of IICA and CATIE Technical Standards, prepared by the Orton Memorial Library in its current edition.

Deadline for receipt of materials is the 20th of each month. Each paper must be sent by the deadline established for revision and editing. Materials received after this date will be included in subsequent publications.

The publication and distribution is done monthly by electronic means, placing the magazine in PDF format on the website of Repository of the University of El Salvador, direct distribution via email, academics and interest groups on Facebook nationally and internationally.

Envíe su material a:

Send your material by email to:

edicionbioma@gmail.com