



MESOAMERICANA

Revista Oficial de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación

Volumen 18(1) Agosto de 2014

© **2014** Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación

Una publicación semestral

Derechos reservados

Edición impresa de este número, Cuernavaca, México

ISSN: 1659-2794

Diseño de la portada: Tigram Contreras MacBeath

Fotografía de la portada: Vladimir Torres

EDITOR

Jaime Raúl Bonilla-Barbosa

EDITOR ASOCIADO

Olivier Chassot

CONSEJO EDITORIAL

Alfonso Mata
Bernal Herrera
Bruce Ferguson
Christopher Vaughan
Daisy Rodríguez Batista
Eduardo Carrillo
Fernando González García
Guisselle Monge Arias

Jaime García-Moreno
Jim Barborak
Jorge Correa
Juan Carlos Martínez-Sánchez
Lenin Corrales
Oliver Komar
René Calderón-Mandujano

COMITÉ EDITORIAL

Andrea Bolongaro-Crevenna Recaséns
Celia Selem Salas
Elma Kay
Ortensia Colín Bahena
Jaime Raúl Bonilla-Barbosa
Jorge Luna Figueroa

Juan Tun Garrido
Lorena Martínez González
María Cristina Saldaña Fernández
Marisela Taboada Salgado
Verónica Rodríguez López

DISEÑO GRÁFICO

Tigram Contreras MacBeath

DISEÑO DE ILUSTRACIONES

Alejandro de Jesús Medrano Silva

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Jaime Raúl Bonilla-Barbosa Betzy Santamaría Araúz Alicia Enriquez-Miranda Jaime Israel
Bonilla-Escobar

DIRECTORIO

SOCIEDAD MESOAMERICANA PARA LA BIOLOGÍA Y LA CONSERVACIÓN

JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENTE

Olivier Chassot

VICEPRESIDENTE

Jaime Raúl Bonilla-Barbosa

SECRETARIA

Feng Mei Wu Chen

TESORERO

Wilfredo Antonio López Martínez

FISCAL

Zaida Piedra Cerdas

FISCAL SUPLENTE

Elma Kay

VOCAL 1

Maikel Cañizares Morera

VOCAL 2

Andrea Bolongaro-Crevenna Recaséns

VOCAL 3

Loraine Gisseth Pérez Justavino

PRESIDENTES DE CAPÍTULO

CAPÍTULO BELICE

Roberto F. Pott

CAPÍTULO COSTA RICA

Alexander Gómez Lépiz

CAPÍTULO CUBA

Maikel Cañizares Morera

CAPÍTULO EL SALVADOR

Melissa Esther Rodríguez Menjivar

CAPÍTULO GUATEMALA

Jorge Benjamín Jiménez Barrios

CAPÍTULO HONDURAS

Jimmy Andino

CAPÍTULO MÉXICO

Andrea Bolongaro-Crevenna Recaséns

CAPÍTULO NICARAGUA

Sandra Mercedes Hernández Potosme

CAPÍTULO PANAMÁ

Loraine Gisseth Pérez Justavino

CONTENIDO

THE ORION CAMERA SYSTEM, A NEW METHOD FOR DEPLOYING CAMERA TRAPS IN TREE CANOPY TO STUDY ARBOREAL PRIMATES AND OTHER MAMMALS: A CASE STUDY IN PANAMA. Pedro G. Méndez-Carvajal	9
VARIACIÓN DEL CLADÓCERO <i>Daphnia laevis</i> BIRGE, 1879 EN EL LAGO ZEMPOALA, MORELOS, MÉXICO. Trejo-Albarrán, R., J. G. Granados-Ramírez, J. L. Gómez-Márquez, B. Peña-Mendoza y J. R. Bonilla-Barbosa	25
MONITOREO PARTICIPATIVO DE MAMÍFEROS GRANDES Y MEDIANOS EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE, COLOMBIA. Sebastián Mejía-Correa	39
NOTA CIENTÍFICA	55
USE OF VIDEO CAMERA-TRAPS TO STUDY OCELOT (<i>Leopardus pardalis</i>) BEHAVIOR AT LATRINES. Ricardo Moreno y Jacalyn Giacalone	

THE ORION CAMERA SYSTEM, A NEW METHOD FOR DEPLOYING CAMERA TRAPS IN TREE CANOPY TO STUDY ARBOREAL PRIMATES AND OTHER MAMMALS: A CASE STUDY IN PANAMA

EL SISTEMA DE CÁMARAS ORIÓN, UN MÉTODO NUEVO PARA INSTALAR CÁMARAS TRAMPA EN EL DOSEL PARA EL ESTUDIO DE PRIMATES Y OTROS MAMÍFEROS: UN CASO DE ESTUDIO EN PANAMÁ

Pedro G. Méndez-Carvajal

Fundación Pro-Conservación de los Primates Panameños (FCPP), 0816-07905 Panamá, Panamá.

Department of Anthropology, Durham University, Durham, UK, South Road, DH1 3LE

*Corresponding author: fcprimatespanama@gmail.com, p.g.mendez@durham.ac.uk

Fecha de recepción: 2 de octubre de 2013 - Fecha de aceptado: 15 de agosto de 2014

RESUMEN. Cámaras-trampa es un método muy utilizado como herramienta no invasiva en estudios ecológicos, mayormente en aves y mamíferos tropicales, desde los 1900s. Cámaras-trampa ha tenido uso en Panamá, aunque limitado al estudio de animales no arbóreos. Desde Agosto de 2010, la Fundación Pro-Conservación de los Primates Panameños (FCPP) ha implementado una nueva vía para observar primates no humanos y otros animales arbóreos utilizando “Sistema de Cámaras Orión”, SCO, el cual permite instalar cámaras dentro del estrato medio del dosel sin necesidad de escalar los árboles. El método SCO elimina el riesgo para el investigador y el material utilizado es económicamente viable comparado con el equipo para subir árboles. Esta técnica ha permitido a FCPP liderar el primer estudio de largo plazo con cámaras de dosel a nivel internacional y los resultados apoyaran los planes de conservación de los primates panameños.

Palabras clave: SCO, arbóreo, mamíferos, primates, Panamá, conservación.

ABSTRACT. Camera trapping has been a very useful and non-invasive tool in ecological studies, mainly for tropical birds and mammals, since the 1900s. Camera traps have been used in Panama, but were limited to studies on non-arboreal fauna. Since August 2010, the Fundación Pro-Conservación de los Primates Panameños (FCPP) has implemented a new way to observe non-human primates and other arboreal fauna using the “Orion Camera System” or OCS, which allows us to install camera traps within the intermediate stratum canopy without climbing trees. The OCS reduces the risk for the researcher, and the materials used are more economically viable compared to the equipment required for climbing trees. This technique allowed FCPP to lead the first long term camera trap projects in the canopy at international level, and the results will support conservation plans for Panamanian primates.

Key words: OCS, arboreal, mammals, primates, Panama, conservation.

INTRODUCTION

USE OF CAMERA TRAPS AROUND THE WORLD

Camera traps have been used by ecologists since the early 1900 and are a non-invasive and informative method of obtaining data on animals that may otherwise be difficult to observe (Sanderson and Trolle, 2005; Kucera and Barrett, 2011). They have expanded the studies of terrestrial and arboreal fauna, especially of cryptic species that often cannot be detected by conventional methods (Rabinowitz, 1993; Schipper, 2007; O’Connell *et al.*, 2011; O’Shea *et*

al., 2011). Camera traps have been providing valuable information about presence/absence, behavior, and habitat use for amphibians, reptiles, birds and mammals (Kays and Allison, 2001).

Camera traps have been implemented in studies on Old World primates in Asia and Africa, where primates occupy niches from the tree-top to the terrestrial level. Thus, there is a need for an economical and safe method for installing camera traps throughout the canopy. Recent studies using camera trap methods have been useful in determining

the actual distribution and efficiency of natural reserves towards the conservation of *Macaca nemestrina* and *M. fascicularis* in Borneo (Azlan and Lading, 2006). In the Lajuma Research Centre, South Africa, camera traps have been assessing mammal population surveys and seed removal studies related to the primates *Cercopithecus albogularis*, *Otolemur crassicaudatus* and *Papio ursinus*, among other mammals (Seufert *et al.*, 2009). Camera traps may also opportunistically capture valuable information that can be shared among conservationists, such as the habitat use of *Macaca nemestrina* (from a study on Sumatran tigers) (O'Brien *et al.*, 2003). In 2010, camera traps monitoring a mammal community in the understory of Shenzhen National Forest Park helped to evaluate management plans and corridor effectiveness for *Macaca mulatta* (Kurtis *et al.*, 2010). Camera traps have provided data on biogeography, circadian activity, and geophagy in South African *Papio cynocephalus ursinus* (Pebsworth *et al.*, 2011). Gray and Phan (2011) published important results obtained from camera traps about conservation effectiveness in large mammals, including *Macaca nemestrina*, from the Phnom Prich Wildlife Sanctuary in Cambodia. In Ghana, camera traps have been used to assess the remaining populations of endangered *Ptilocolobus badius*, *Cercopithecus diana*, and *Cercocebus atys* (Buzzard and Parker, 2012). Recently, camera traps in Nakai-Nam Theun National Park in Laos have been used to study the co-existence of *Macaca arctoides*, *M. assamensis*, *M. leonina*, and *M. mulatta*, and to model niche differentiation (Coudrat and Nekaris, 2013). Despite these success stories, Magintan *et al.* (2010) were unable to capture photographs of *Hylobates lar* and *H. agilis* in Sumatra, which exist higher in the canopy, and they used understory camera traps.

New World primates, which are mostly arboreal, are underrepresented in studies using camera traps, because camera height has been limited to no more than three meters; though some have been successful by using plateau structures and using climbing techniques at higher elevation but for short periods. In Brazil, cameras have been used to measure social structure, behavior, and presence of *Callithrix kublii*, *C. penicillata*, *C. geoffroyi*, *Cebus xanthosternus*, and *Leontopithecus chrysomelas* (Kierulff *et al.*, 2004). Blake *et al.* (2010) assessed the conservation status of mammal species in Tiputini Biodiversity Station in Ecuador, including specific data on geophagy and circadian activity in *Ateles belzebuth* and *Alouatta seniculus*. Recently, camera traps in Peru have been observing the use of canopy bridges by *Saguinus imperator* and other mammal species; additionally, there are many other arboreal mammal diversity projects in Panama, Peru, Suriname, and Ecuador using camera

traps where eventually could capture *Cebus apella*, *Saguinus imperator*, and *S. fuscicollis* (Tobler *et al.*, 2008; O'Shea *et al.*, 2011; Gregory *et al.*, 2014).

A CASE STUDY IN PANAMA

In Panama, Chapman (1929) started the first study with understory camera traps on Barro Colorado Island, then again for the same area in 1994, to calculate the diversity and population of mammals on the biggest island in the Panama Canal (Moreno and Giacalone, 2006; Moreno *et al.*, 2006b; Kays *et al.*, 2011; Moreno *et al.*, 2012). At the end of the 1990s, the first long term camera trap study took place within Panama to determine the distribution of jaguar (*Panthera onca*); the study also is actually collecting important information about mammal diversity, distribution, density and habitat use in Panama (Moreno and Olmos, 2008; Moreno and Bustamante, 2009).

Panama has been improving the knowledge of its terrestrial mammals' actual distribution by using camera traps, but still lacks information for arboreal fauna. Panama is the most diverse country in Mesoamerica with respect to Neotropical primates (Rylands *et al.*, 2006; Boubli *et al.*, 2012): there are night species (14 subspecies), eight of them diurnal and one nocturnal. Because they are all arboreal, the use of camera traps is a good tool to complement information related to their biology and behavior in future studies and conservation practices (Méndez-Carvajal pers. obs.). In Panama, primates inhabit several kinds of forest, including mangroves, dry tropical forest, tropical rainforest, and pre-montane forest (Méndez, 1970), also due to primates' behavioral plasticity, wild primates are also found living in patches of forest, gallery forest and living fences (Méndez-Carvajal, 2011).

THE NEED FOR A NEW TECHNIQUE TO REACH THE CANOPY

Using arboreal camera traps in Panama will require an easy and practical method to reach the canopy to deploy surveillance devices at the right position, so primates can be recorded and photographed. Overall, a method is required that can reach the average of the intermediate stratum of forest which is between 15-20 m, with equipment that can be available to use in the field.

One of the reasons that camera traps do not tend to be used in the canopy is the difficulty and risk that scientists are exposed to when installing these devices. For climbers, it is important to put safety first during tree climbing, as risks in this method are high: there should always be

another person present with knowledge of professional tree climbing, as well as rescue personnel to aid anyone in the event of an emergency in the canopy (Whitacre, 1981). The tree climbing procedure needs to be followed not only when installing, but also when taking down cameras for maintenance or change of battery and memory cards, or when cleaning away spider webs or ants, that if not removed could interfere with the camera's sensor function (Mohd-Azlan, 2009). Therefore, the risks of tree climbing are present throughout the course of study.

Secondly, a large amount of specialized equipment is needed, including but not limited to: at least four locking carabineers, two harnesses, a belay device such as a Gri-Gri or ATC, dynamic and static ropes, ascenders, Personal Anchor Systems/Daisy chains, and nylon webbing for equalizing anchors, as needed. It can be hard to find this kind of climbing equipment in tropical countries and it is expensive (Perry, 1978; Houle *et al.*, 2004). A second set of ropes should be installed as a rescue rope-line in case the climber gets dizzy at the top of the tree, attacked by bees or wasps, or anything similar.

Since August 2010, the FCPP has implemented a new method, the "Orion Camera System" or OCS, to observe non-human primates using camera traps in the intermediate stratum of forest, without incurring the risks and cost of tree climbing. An additional benefit of OCS is that it is easy to adjust from the ground. The intermediate stratum has large branches where primates (and other arboreal or censorial animals) perch and pass from one tree to another (O'Connell *et al.*, 2011; Olson *et al.*, 2012). The OCS cameras take views of the animal in a parallel plane rather than vertical, so the range of capture is six meters or more from the camera; thus the capacity of detection is better than traditional camera-trap methods.

FCPP started a long-term project monitoring habitat use of non-human primates in four locations in Panama using OCS. This monitoring program has primarily focused on: Mantled howler monkey (*Alouatta palliata*), Equatorial howler monkey (*A. p. aequatorialis*), Azuero howler monkey (*A. coibensis trabeata*), Coiba howler monkey (*A. c. coibensis*), Panamanian Black spider monkey (*Ateles fusciceps rufiventris*), Azuero spider monkey (*A. geoffroyi azuereensis*), capuchin monkey (*Cebus imitator*, *C. capucinus*), Chiriqui's Squirrel monkey (*Saimiri oerstedii oerstedii*), Costa Rican Squirrel monkey (*S. o. citrinellus*) Geoffroy's Tamarin (*Saguinus geoffroyi*) and Panamanian owl monkey (*Aotus zonalis*).

The main objective of this project is to monitor primate populations, confirm presence/absence of arboreal fauna in Panama, and detect strategic places to deploy camera traps for long periods, so we can improve the information of primate actual distribution, behavior, habitat use and conservation status. The OCS will be tested for feasibility for tracking arboreal mammals. Moreover, this information will be important to obtain comparable data that could help the Environmental Authority of Panama (ANAM) and FCPP to conserve primate populations in deforested and protected areas within the country. OCS will surely increase the information about Panamanian primates, and as a case study, it will facilitate studies of primates and arboreal mammals in other parts of the world.

MATERIAL AND METHODS

STUDY AREAS

Were placed 13 camera traps in six areas within Panama: the Corpachi Trail in Limones, a protected area with humid tropical forests (Miranda-Jiménez and Méndez-Carvajal, 2012); the Amelia Farm, Jaramillo Arriba; Boquete in a shadow coffee plantation in highlands up to 1,461 m with pre-mountain forest; at Chiriqui Province (Loría and Méndez-Carvajal, in prep.); and at La Miel from Azuero Peninsula, located in the southwest of Panama, with remnant dry tropical forest and living fences that line the principal and secondary roads (Méndez-Carvajal, 2011); Chucanti Natural Reserve, located in the Darien Province with pre-montane forest and cloudy forest (Méndez-Carvajal, 2012) (Table 1, Figure 1). Two other places where tested as a brief survey, Montijo Gulf and Bajo Chiquito, both from Veraguas and Darien provinces, respectively.

CAMERA TRAP MODEL AND SETTING

Was mounted Bushnell® Trophy Cam™ Model 119436 digital cameras, up to the canopy at 12 m average height (Table 1); each was equipped with highly sensitive passive-infrared motion sensor (IRS), and a 4 to 8-gigabyte Secure Digital memory card and 8 extended-use AA batteries. I adjusted the infrared sensor to normal, the capture setting to the multi-image mode of three images per trigger, and the time lapse between triggers to 10-s intervals. I also programmed the date and time according to Panama Standard Time (PST), using military system from 00:00 to 24:00 h. The cameras operated continuously throughout the 24-h cycle and will operate as a long term project, but I will present here the results of three months from February to April 2013 as a random example of the method. The

Table 1. Study sites description. GPS: Global position system; Tem: Temperature; RH: Relative humidity; WS: Wind speed; DBC: Distance between cameras.

LOCATION/ PROVINCE	GPS COORDINATES	TEMP °C	RH (%)	WS (m/sec)	HEIGHT (m)	AREA SIZE (km ²)	LEVEL OF CAMERA (m)	NO. OF CAMERAS/ DBC (*m, **km)	PRIMATE SPECIES PRESENT
LONG TERM SITES									
Limones/ Chiriqui	N 8°5'8.1" W 82°52'13.64"	30.0	82	1.7	64	0.30	14, 16	3/500*	<i>A. p. palliata</i> <i>C. imitator</i> <i>S. o. oerstedii</i>
Boquete/ Chiriqui	N 8°47'18.2" W 82°24'44.3"	17.5	91	1.0	1,461	0.13	8	1/0	<i>C. imitator</i>
La Miel/Los Santos	N 7°32'12" W 80°17'14"	33.7	61	2.6	120	1.86	12, 16, 16, 14, 12	5/1**	<i>A. c. trabeata</i> <i>A. g. azuerensis</i> <i>C. imitator</i>
Chucanti NR/Darien	N 8°47'16.5" W 78°27'1.4"	27.0	74	1.7	1,250	3.00	18, 18, 14	3/1**	<i>A. p. aequatorialis</i> <i>A. f. rufiventris</i> <i>S. geoffroyi</i> <i>C. capucinus</i> <i>A. zonalis</i>
SHORT TERM SITES									
Bajo Chiquito/ Darien	N 8°12'43.42" W 77°30'54.28"	29.0	75	1.7	160	1.00	16	1/0	<i>A. p. aequatorialis</i> <i>A. f. rufiventris</i> <i>S. geoffroyi</i> <i>C. capucinus</i> <i>A. zonalis</i>
Montijo/ Veraguas	N 7°53'0.01" W 81° 7'20.27"	30.0	84	1.0	1	0.10	10	1/0	<i>C. imitator</i>

cameras operated continuously throughout the 24-h cycle from February 2013 to April 2013. According to Schipper (2007), using IRS cameras is not harmful to animals since they are not scared away by the light of a flash. Weather was monitored using the Electrical Transmission Company data in Panama (ETESA in Spanish). Analysis of the results is based on number of captures per hour, per day, and per month; from the photos, we can measure patterns of activity and details of behavior to obtain percentage of time for activity. An Excel statistical program was used to analyze Central Measurement Tendency. The project is under scientific permit No. SE/A-70-14 from the Panamanian Environmental Authority (ANAM).

DEVELOPMENT OF THE ORION CAMERA SYSTEM (OCS)

GETTING READY BEFORE CAMERA DEPLOYMENT

The OCS is a practical and easy method for setting cameras at intermediate stratum using the following materials: a bow, an arrow, weights and fishing filament cord (30 pounds), 5 mm rope (30 m long), 11mm rope (30 m long), a hacksaw or knife, PVC (Polyvinyl chloride) pipes (1" diameter, 2 m long), PVC connectors (1" diameters), T-shaped PVC connectors (1" diameter), plastic tape, duct tape, nylon cable ties (7" long), AA batteries, Bushnell Camera. Except for the digital equipment, all items are easy to find in a

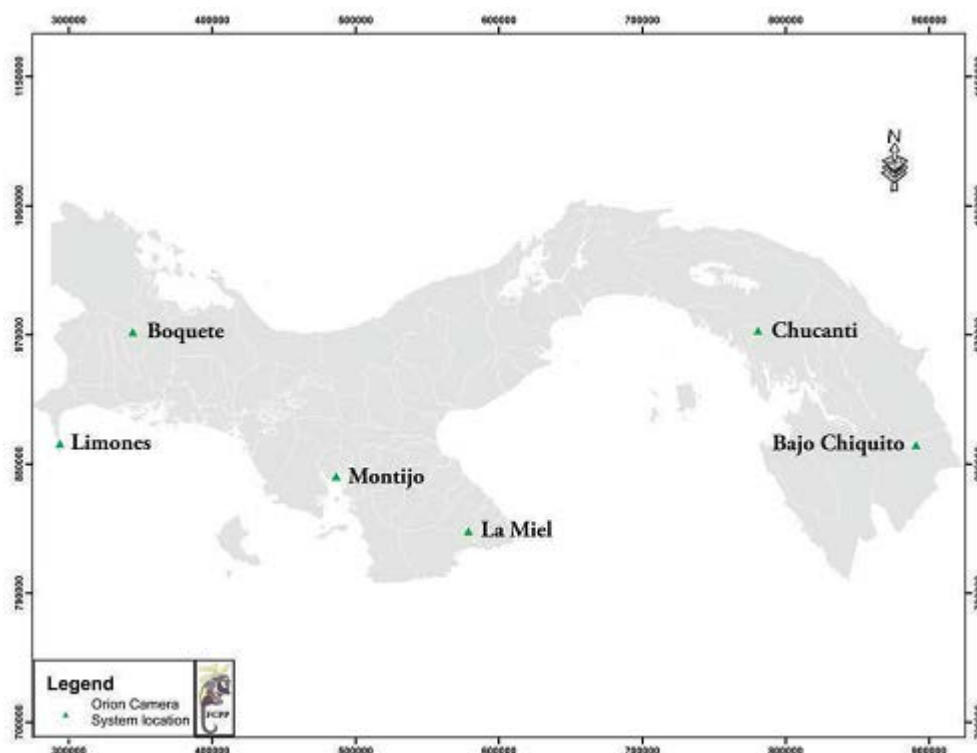


Figure 1. Location of study sites using Orion Camera System (OCS) in Panama, Central America. Map was elaborated by Jonathan González from FCPP.

hardware store, and some could be home-made. Before any installation, the PVC pipes should be painted with green and brown colors, to camouflage and keep them discreet.

Prior scouting in the area should be done in order to locate convenient places to put the camera; for our study we looked for branches that could be used by animals for support, bridges to cross between trees, or presence of trees during blooming or flowering season.

HOW TO SET THE OCS:

Using a bow and arrow with a weight attached to the tip, the researcher needs to shoot a 30 pound fishing filament rope (or nylon cord) up and over the branch that has been selected for the placement of a camera trap (Figure 2).

Once the researcher has shot the filament rope over the correct branch, the end of the rope should then be attached with a second rope of 5 mm diameter, using a knot (sheet bend or double sheet bend recommended).

This knot should then be covered with plastic tape to help facilitate the ropes passing through the branches and leaves as they are hoisted up.

After the second rope has been passed over the branch and down the other side (to be held by an assistant), another rope, called the principal line, should be attached. This principal line should be at least 11 mm in diameter and the knots should again be covered with plastic tape to avoid potential resistance when passing up and over the branch (same knot recommended as in step number 2).

Then the end of the 11 mm rope held by the assistant should be tied to a tree to anchor the rope. The other end of the rope will support the camera (Figure 2).

A camera trap should then be attached to a PVC (Polyvinyl chloride) pipe measuring 1" diameter by 2 meters long (Figure 2). This is to be done by securing the loops located on the back of the camera to the PVC pipe with nylon cable ties and then covering the ties with duct-tape. Because the back of this camera model has a

protruding lip near the bottom of the exterior case, it is necessary to make a small, linear groove in the pipe with a hacksaw or knife. The lip of the camera is then inserted into this groove so that the camera will lie flush with the surface of the pipe. The PVC pipe should then be affixed with a T-joint (Figure 2), in order to provide the principal pipe with the camera more stability on the branch once in place.

The T-joint has to be pre-cut along its entire length, dissecting it across its middle (once cut, the interior shape of the channel becomes a “U” instead of an “O”). This is done in order for the camera to be stabilized within its channel (Figure 2).

After being attached to the pipe, the camera’s perimeter needs to be sealed with duct tape in order to help waterproof it from the elements. If it is not sealed properly, moisture can enter into the interior and disrupt the camera’s operation.

The principal rope line should now be threaded through the interior length of the PVC pipe. Depending on the height of the tree, the first PVC pipe will need to be attached to a second PVC pipe via a 1” diameter connector. The principal rope will then need to be threaded through this second pipe as well. With connectors, keep attaching more PVC pipes together until you reach the desired height for the camera trap (Figure 2). You will need to use approximately 7-8 PVC pipes, attached end-to-end with the principal rope threaded through the entire length, for a tree 16 meters tall. The length of the ropes used should be double the height of where you would like to place the camera.

Once the camera is in place, you will be able to adjust the direction it faces by rotating the pipes by hand from below. This will allow you to move the camera lens to the most desirable direction so that it captures photos and video of the animals you are seeking.

Finally, after reaching the top of the selected branch, for the PVC pipes to hold the camera in place, the end of the principal rope should be secured with a knot at the base of the tree or in the ground using a stick, wrapped with a rubber band to ensure stability (a bike tire-tube works well for this).

HOW TO REVIEW THE OCS

To take camera down for changing memory cards and batteries, you will need to untie the anchor (Figure 2L),

attach an extra rope (5 mm diameter) with a similar length to the sum of PVC pipes used in that specific setup using double sheet bend knot to the principal line and cover this knot with plastic tape. Then you should pull the pipes down slowly without removing the connectors. Be careful when moving down the PVC pipes, they could separate easily and cause the camera to fall abruptly and possibly break the protruding lip in the back.

RESULTS

During the case study using the Orion Camera System in Panama, I completed a total of 232 camera trap days with 14,568 hours of surveillance, and 37,601 pictures taken for the six areas sampled. Images of 11 vertebrate species (one reptile, ten mammals) were photographed, including one marsupial, seven subspecies of primates, one arboreal frugivore-carnivore, and two rodents (Table 2).

PRESENCE/ABSENCE RESULTS

The camera in Limones captured images of three species of arboreal mammals, from the five reportedly present in the area. Based on our previous surveys, Limones area has a group of ~32 individuals of Chiriqui’s squirrel monkey *S. o. oerstedi*, at least two groups of mantled howler monkeys (*A. p. palliata*), a group of capuchins (*C. imitator*), two tayras (*Eira barbara*), coatimundis (*Nasua narica*) and red-tailed squirrel (*Sciurus granatensis*) (Miranda-Jiménez and Méndez-Carvajal, in prep.). From that list only two species were captured, detecting an additional species never seen before during our transect surveys, kinkajou (*Potos flavus*), an arboreal and mostly nocturnal frugivore-carnivore (Table 2).

The camera in Boquete, a highland with shadow coffee habitat, captured a pair of kinkajous *Potos flavus*, and the only species of primate seen in previous surveys in the area: capuchin monkeys (*C. imitator*) frequently use the surrounding trees (mostly “guaba” *Inga* spp.). This area, however, is connected with a continuous forest and we expect to obtain information on other mammals using the shadow coffee habitat. Species like the Mexican hairy dwarf porcupine *Sphiggurus mexicanus*, red-tailed squirrel *S. granatensis*, and the common opossum *Didelphis marsupialis* have been detected in our previous observations (Loría and Méndez-Carvajal, in prep.).

In La Miel, cameras photographed six species of vertebrates, including a reptile, the green iguana *Iguana iguana*, a marsupial, the Central American woolly opossum

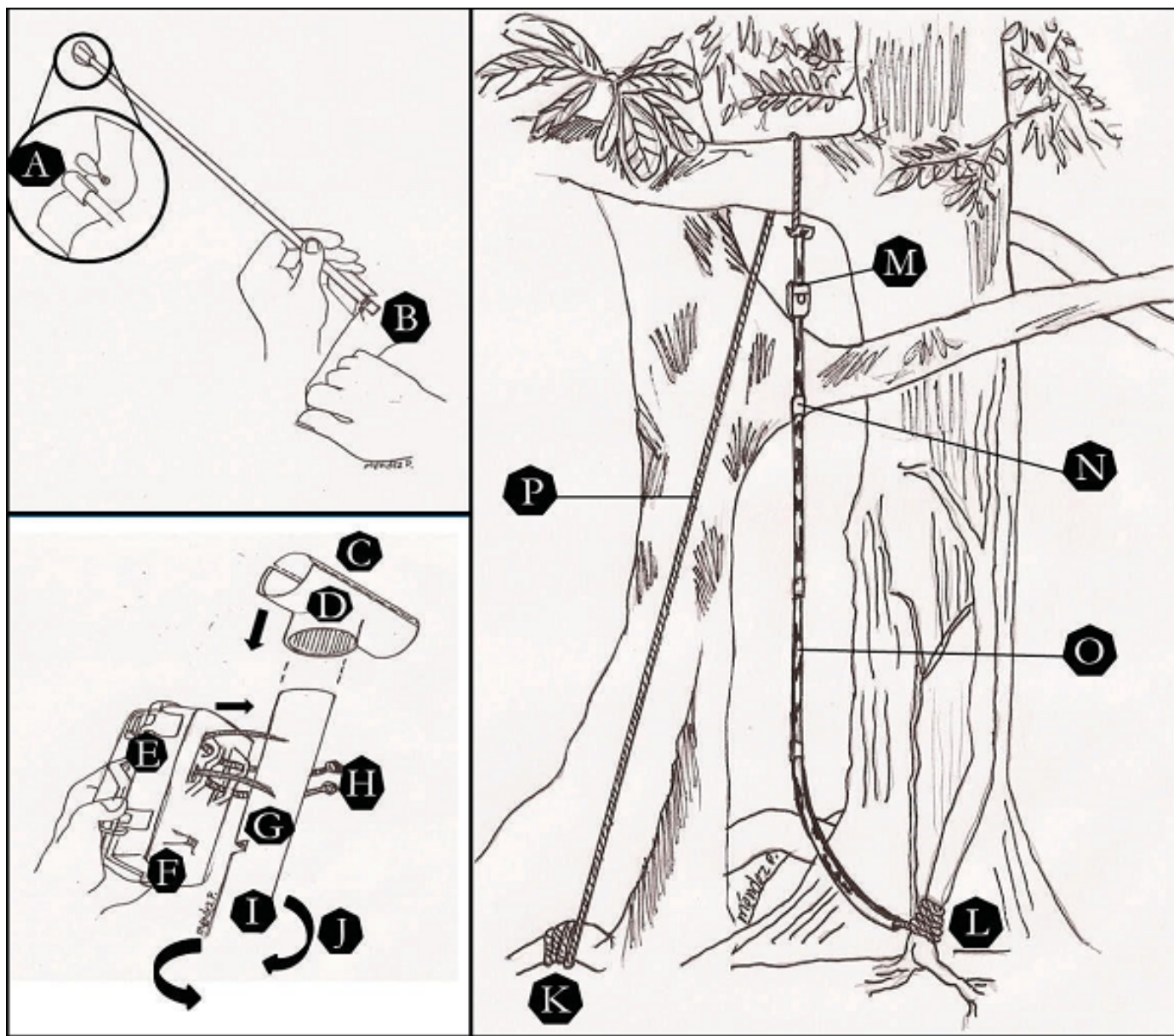


Figure 2. OCS Deployment: A) Weight should be attached to the tip of the arrow with a duct tape; B) Nylon cord should be attached to the rear of the arrow using a running knot; C) This part should be cut with a knife and top removed; D) T joint; E) Camera trap; F) Camera lip; G) Pipe groove; H) Nylon cable ties; I) PVC Pipe; J) Arrows showing the rotation that is needed to direct the lens of the camera to a branch or target location; K) Anchor of the principal rope; L) Anchor where pipes should be passed through the rope with the camera, it will be eventually removed to put down the camera, change batteries and SD card;; M) Camera trap;; N) Connector;; O) PVC pipe with camouflage paint.

Caluromys derbianus, the variegated squirrel *Sciurus variegatoides*, at least two individuals of kinkajou *P. flavus* and two species of primates, both of them endemic and Critically Endangered, the Azuero howler monkey *A. c. trabeata* and the Azuero spider monkey *A. g. azuerensis*. This area is one of the few places where the Azuero spider monkey is still alive outside the reserves, with a group ~ 25 individuals (Méndez-Carvajal, 2011); the place has been

monitored since 2005 and incorporated the use of camera traps to complement information related to their behavior and use of fragmented habitat (Table 2).

Cameras in Chucanti Nature Reserve obtained images of two of the five primates living in the area, the Panamanian black spider monkey *A. f. rufiventris* (~60 individuals), and the Equatorial howler monkey *A. p. aequatorialis* (~85

Table 2. Results obtained for each study site. Number of ind.: Number of individuals photographed.

STUDY SITE	SAMPLED PERIOD (2013)	CAMERAS WORKING	CAMERA TRAP DAYS (H)	NUMBER OF SPECIES	NUMBER OF IND.	TOTAL PICTURES	SPECIES
Long Term Study							
Limonas/Chiriqui	Feb. 18-March 12	2	23 (1,104)	0	0	26	0
				0	0	0	0
	March 12-19	2	7 (336)	1	2	100	<i>A. p. palliata</i>
				1	1	17	<i>Potos flavus</i>
	March 19-April 3	2	15 (720)	0	0	91	0
				0	0	0	0
	April 3-16	2	13 (624)	1	3	8,707	<i>C. imitator</i>
				1	3	70	<i>Potos flavus</i>
	April 16-June 4	1	49 (1,176)	0	0	10	0
TOTAL	3.5 months	1.8	107 (3,960)	3	9	9,021	
Boquete/Chiriqui	June 2-June 6	1	4 (96)	1	3	117	<i>C. imitator</i>
La Miel, Los Santos	Feb. 20-March 16	5	24(2,880)	1	4	9,999	<i>Potos flavus</i>
				1	7	8,420	<i>Sciurus variegatoides</i>
				1	0	0	0
				1	2	59	<i>A. c. trabeata</i>
				1	2	8,896	<i>Potos flavus</i>
	March 17-May 9	4	53 (5,088)	6	28	562	<i>Potos flavus</i> <i>Sciurus variegatoides</i> <i>Iguana iguana</i> <i>A. g. azuerensis</i> <i>Caluromys derbianus</i> <i>A. c. trabeata</i>
TOTAL	2.5 months	4.5	77 (7,968)	6	43	27,936	
Chucanti/Darien	March 4-April 4	3	31(2,232)	2	6	117	<i>A. p. aequatorialis</i>
				0	0	76	<i>A. f. rufiventris</i>
				0	0	258	0
Total	2.5 months	3	31 (2,232)	2	6	451	
SHORT TERM STUDY							
Bajo Chiquito/Darien	April 3-8	1	5(120)	0	0	183	0
Montijo/Veraguas	April 18-26	1	8 (192)	1	3	10	<i>C. imitator</i>
TOTAL	23 days	2	13 (316)	1	3	193	

individuals) (Méndez-Carvajal, 2012). The area has been monitored since 2010 to obtain information about habitat use and behavior of the Endemic and Critically Endangered Panamanian black spider monkey living in an area with more than 3 km² of protected forest. Information from camera traps in this site will help to understand changes in social structure, and group composition in a large continuous forest (Table 2).

I did not obtain any data from Bajo Chiquito; this area was included as part of a brief study to establish presence/absence in areas already impacted by humans. Bajo Chiquito is an area with large scale logging activity, according to

a plan monitored by World Wildlife Fund (WWF) and executed by International Organization of Tropical Woods (IOTW). The project for sustainable use of forest from the Embera-Wounam indigenous community plans to reduce the impact of vast deforestation happening in Darien province, but there are still some effects on the fauna after removing 119 km² of forest in a selected area over time. The camera was placed in this habitat to detect any arboreal mammal using the fragmented forest but the only result obtained was a kinkajou *P. flavus*. Howler monkeys *Alouatta palliata aequatorialis* were detected by vocalizations far away from our site, though no other arboreal mammal was detected through direct observation.

The Montijo Gulf was surveyed as a part of a mammal diversity study in the area. The habitat is composed of mangroves *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, among others. Personal observations detected arboreal mammals including the gray four eyed opossum *Philander opossum*, the brown four eyed opossum *Metachiurus nudicaudatus*, the coatimundi *Nasua narica*, and capuchin monkeys *C. imitator*, this last one captured by our camera (Table 2).

BEHAVIOR AND CIRCADIAN ACTIVITY RESULTS

For the six areas sampled, I recorded useful information to calculate habitat use rate; for this paper, camera traps were present longer at La Miel and Chucanti and therefore contribute more data. La Miel site's data from February 2013 demonstrated that *P. flavus* and *S. variegatoides* were frequent in the area and used this point almost every day (12% of use). *C. derbianus* used the habitat 6%, and pictures showed that they (and other animals) opportunistically used our OCS rope as an easy way to communicate with the canopy. For *A. c. trabeata* and *A. g. azuerensis*, both primates showed a habitat use of 3% from February 2013, but increased their presence in March and April 2013 to 16% for *A. g. azuerensis* and 12% for *A. c. trabeata*. Results obtained for *A. p. aequatorialis* and *A. f. rufiventris* from Chucanti obtained similar activity for both genera using 3% of the area (Figure 3).

Preliminary circadian activity appeared to be dominated by diurnal mammals, although species like Azuero spider monkeys showed extended range from dawn to dusk hours. For variegated squirrel *S. variegatoides*, major activity was reflected from 05:00 h until 12:00 h, with little to no activity after noon. *C. imitator*, *A. p. aequatorialis* and *A. f. rufiventris* demonstrated more activity after noon (Figure 3). Only two mammals were strictly nocturnal, those were *P. flavus* and *C. derbianus*, with activity range from 19:00 h to 05:00 h (*P. flavus*) and 00:00 h to 06:00 h (*C. derbianus*) (Figures 3 and 4). Although the period presented here is a preliminary overview for behavior activities, most of the mammals appeared to be moving; only *A. g. azuerensis* and *A. c. trabeata* were photographed resting in front of the camera (Figure 5).

DISCUSSION

ARBOREAL VERTEBRATES DETECTED BY OCS

Results revealed the presence of *P. flavus*, and *C. derbianus*, two arboreal mammals that were not previously detected during direct observations in two of the study sites, due

to their nocturnal activity (Bucher and Huffmann, 1980; Kays, 1999) (Table 2). Three events indicated that *P. flavus* searched in front of the camera, but neither individual avoided crossing after finding these devices. *P. flavus* behavior recalls the fact that some animals may need some time to habituate to the presence of a strange object in their home range. *P. flavus* presence, from Punta Burica to Darien, confirms its actual distribution for almost in the entire country as cited by Reid (1987). *C. derbianus*, a species important for observing ancestral patterns of Primate behavior (Rasmussen, 1990), have been poorly documented in the wild (Bucher and Huffmann, 1980); the behavior captured by the camera reflected the use of limited home range and adaptations to climb using their prehensile tail, and its nocturnal activity pattern.

The use of OCS facilitated selecting a study area due to the confirmation of presence of *C. imitator* in the Boquete's coffee plantation. This study also detected an adult individual of *I. iguana* in La Miel of Azuero Peninsula. Appearances of *I. iguana* are important for management plans and conservation efforts in the area, considering this is a species classified as Vulnerable by Panamanian law and under CITES II category (ANAM, 1999).

Comparing study sites, results of detection suggest La Miel as the site with highest species richness (Table 2). However, the results may be skewed to indicate more activity in a fragmented forest due to reduced space available and high levels of competition for the resources compared to a continuous forest (Yunger *et al.*, 2002).

Cameras detected *A. g. azuerensis* one hour earlier and later than the regular circadian pattern reported for this species (Muñoz-Delgado *et al.*, 2004). The increased hours of activity could be related to new patterns adopted to survive in a reduced habitat in terms of food availability and space, as occurred with *Ateles hybridus* in Colombia (Abondano and Link, 2012), or as a result of climatological factors as suggested by Chaves *et al.* (2011). For the four primates found, activity levels were similar to other studies of the genus in continuous forest (Difiore and Campbell, 2007). Results of habitat use and circadian activity indicated that *A. f. rufiventris* and *A. p. aequatorialis* from Chucanti were overall more active in the afternoon, though sample size was small (0.03 ind/camera). The time of traveling from the resting site to the camera could imply they might be sleeping or traveling from distances far from the camera. Additional cameras to generate more data will confirm if the average travel distance is greater than that

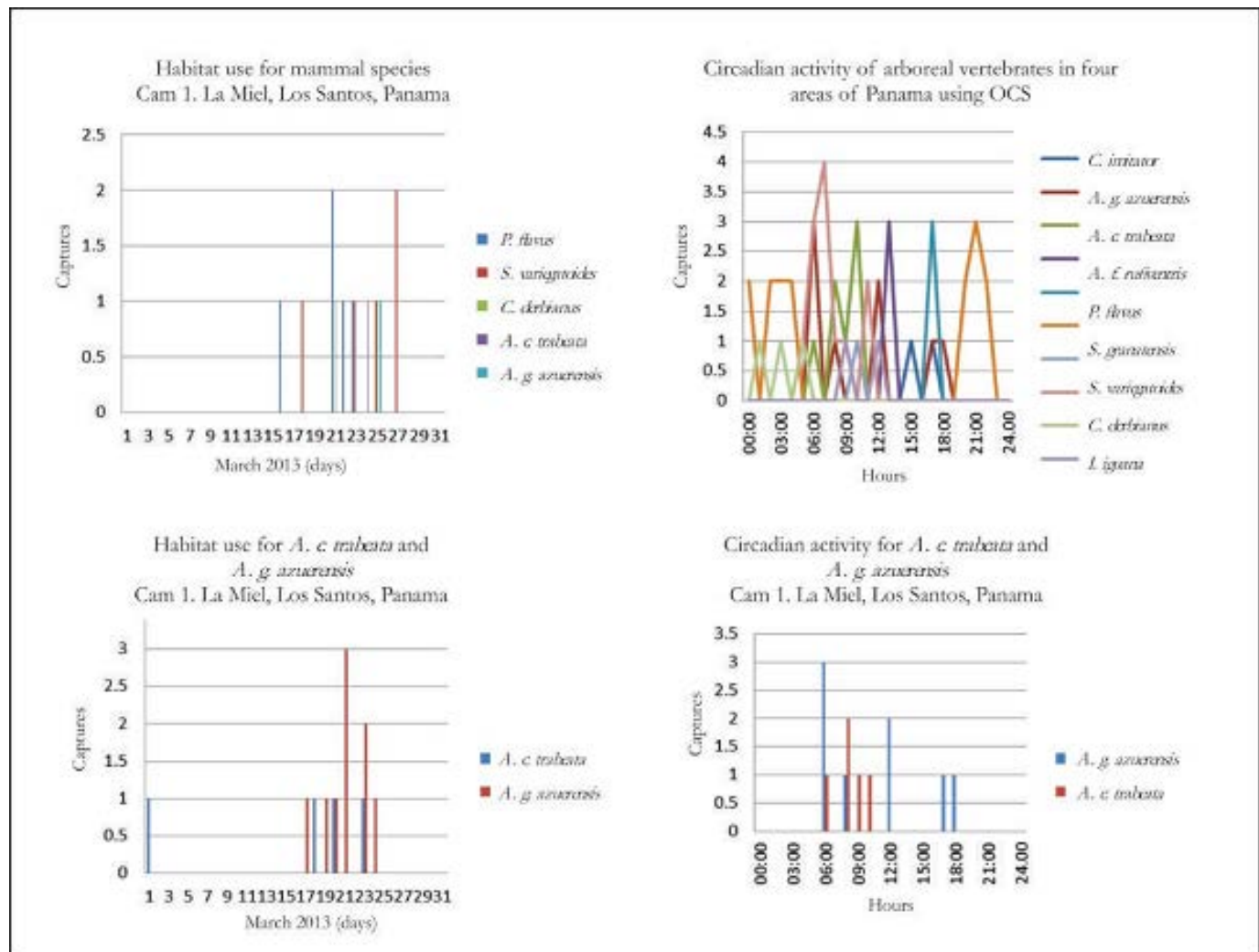


Figure 3. Data obtained for habitat use and circadian activity in primates and other arboreal fauna detected in one complete month using OCS.

obtained for *A. g. azuarensis* in a fragmented habitat. As the Chucanti forest is well connected and rainfall rate is higher than La Miel in Azuero Peninsula, I expect to find greater traveling time for *A. f. rufiventris* than for *A. g. azuarensis*, as *Ateles* feeding time is directly proportional to high average rainfall (González-Zamora *et al.*, 2011). For medium sized mammals that require more food (like monkeys), this process could be important to study how healthy primates are in living fences, patches of forest and gallery forest and how they are reacting to habitat changes (McFarland-Symington, 1988; Yunker *et al.*, 2002).

OCS DEPLOYMENT: FINDINGS AND ADVICE

I noted two events that could be interfering in the proper function of the camera at the intermediate stratum: the camera located in front of moving leaves, and the wind

speed (Figure 4). If the camera is directed to an area where leaves are exposed for an extensive time to sunlight and wind, they tend to activate the infrared sensor, falsely triggering the camera and reducing space on the memory card. This also discharges the batteries sooner. I recommend that the camera should be positioned directly in front of big branches, instead of towards foliage. If possible, position the camera towards the NE, NW, SE or SW, to avoid direct sunlight in the background. Direct sunlight behind a subject will provide too strong of a contrast in photographs, often leaving the subject in silhouette, thereby showing very little detail. The camera should ideally be located near branches that could provide access for animals to other trees.

Depending on the type of rope and batteries used and the memory card capacity, it is important to review OCS-

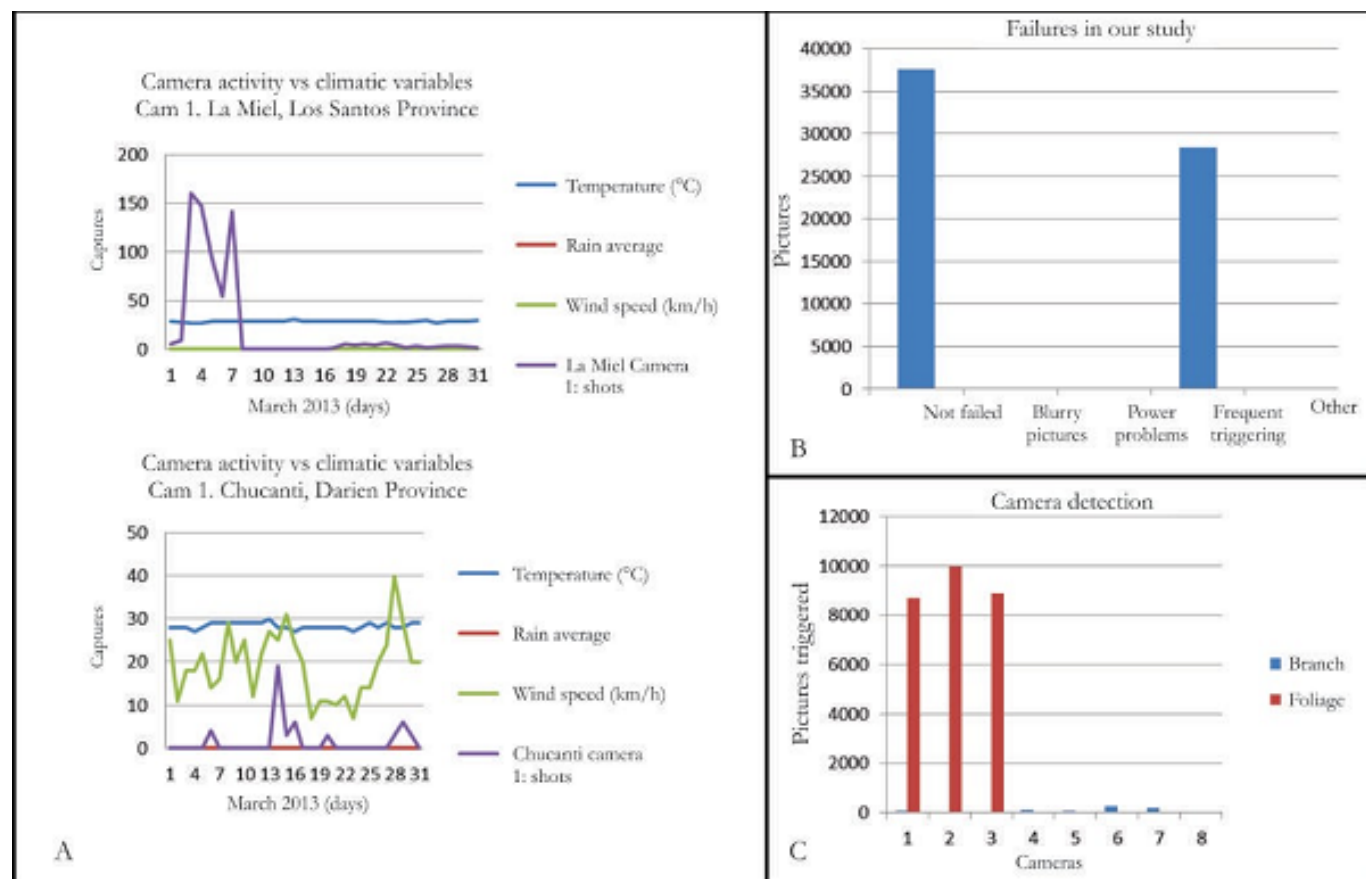


Figure 4. OCS values comparing A) Climatic variables influencing the effectiveness of the cameras;; B) Failures of the study;; C) Pictures triggered related to foliage vs branches as a potential places to set a camera.

installed cameras more often than understory camera traps. Always secure the camera trap's rope very tightly, minimizing slack. Prolonged exposure to wind and rain can cause distension of the dynamic rope, which can lead to a change in the position of the camera. Rain may also damage any adhesive material if exposed for long periods. Animals could damage the rope (although we have not experienced this in our studies), so protection of the anchor and principal line would be beneficial. Avoid anchoring the camera trap rope in places where it is easy for it to get untied and cover it for protection from the environment as much as possible. I recommend using synthetic ropes rather than natural material because they are more durable, and they do not attract termites or ants to make nests inside the OCS once the end of the PVC tubes are sealed with tape.

Memory cards should be at least 8-16 GB. It is recommended to check the cameras between 30-60 days (depending on the weather), since in the canopy, cameras

will be more sensitive to movement, wind, rain, and sun damage and falling branches. We recommend placing a piece of paper inside the camera's battery chamber to secure the position of the batteries, since they can shift from strong winds in the canopy.

To conduct a camera trap survey in the canopy can be a challenge, because of locating an appropriate place to set up camera traps in order to capture photos of desired wildlife. When studying mammals in the tropics, camera traps are normally located in strategic places that are known as popular corridors used by these animals to cross between trees or to obtain food. An understory animal's path of travel and behavior can be detected by their footprints, excrement and other marks on the trails. In arboreal mammals it will depend on the plants they eat, trees they use as support and as corridors between tree tops. For quick surveys, trees in bloom or with fruits could be the best places to set camera traps at the intermediate stratum or canopy zones.



Figure 5. Primate species photographed with OCS: A) *C. imitator*, B) *A. c. trabeata*; C) *A. g. azuerensis*; D) *A. p. aequatorialis*; resting and traveling around their natural habitat.

The OCS method proves to be practical and effective in terms of target achievement (57% detection of the target; $n=5$; $SD\pm 1.5$). The OCS is a good alternative method to deploy camera traps at the tree-top without the need to climb trees; this method is economically accessible with considerable low risk for researchers, compared with deployment methods discussed by Houle *et al.* (2004) (single rope, climbing spurs, ladder, peconha, boom, canopy raft, rope web, tower, crane, walkway tram) (for details about of OCS, see Figures 2 and 5). The process of taking down and reviewing the camera took an average of 25 minutes ($n = 6$) and the process of setting the camera up was 25 minutes on average ($n = 6$).

CONCLUSIONS

Mammal populations in arboreal stratum are difficult to observe and have been poorly documented in Panama (Kays and Allison, 2001). From our 257-264 total mammal species distributed in Panama, 45% are volant mammals, 22% are small rodents, 10% aquatic mammals, and other 10% could be endemic, fosorial or evasive to human, means that almost 87% are difficult to detect by conventional methods (Transect line, Tomahawks and mist nets). Being only 13% mammal species are able to be detected by tracks and direct observation in the field, the 12% are completely or partially arboreal, some of them ignored in Environmental Impact Studies and mammal research which means almost

30 species avoided due to the past difficulties to search the canopy. Nowadays, the use of OCS at canopy level is increasing the knowledge about our mammal diversity and behavior, reason by which I encourage other scientist to conduct research in the canopy using OCS, as this fauna is an important contributor to our ecosystem.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Idea Wild, Mohamed bin-Zayed Species Conservation Fund (projects # 1025476 and 12055182); II Rufford Small Grant for Nature Conservation (project #16021-2); Advantage Tours Panama; Conserve-Action, Barbara Réthoré, Julien Chapuis, Samuel Valdés and Noel Rowe for supporting our long-term primate projects within Panama. My appreciation to: Ivelisse Ruiz, Guido Berguido, Ricardo Moreno, Samuel Valdés, Helen Paryniuk, Gianni Morselli, Alessandro Pedrazzi, Glenis De León, Ceverino De León Jr., Daniel Medina, Laura Martínez Izquierdo, Hilario Espinosa, Marcial Sabugara, José Polanco, Ovidio Jaramillo, Mario Urriola, Luz Loría, Elvia Miranda-Jiménez, Jorge Garzón-Vásquez and José Aparicio for their cooperation in the field setting OCS camera traps. I would like to thank Helen Paryniuk, Magdalena Svensson, Timothy Webb, Laura Martínez Isquierdo for previous review, and my appreciation to Katie Hall, Chia Tan, Marni LaFleur, Joanna Setchell, and Jaime Bonilla-Barbosa who did a great support in the grammar and edition of this manuscript. Thank to Jonathan Gonzalez for his support mapping the locations of the cameras in this paper. The author would like to thank the government of Panama through the Senacyt-IFARHU for the opportunity to obtain a doctoral scholarship to analyze part of the FCPP's long term data at the University of Durham, UK.

LITERATURE CITED

- Abondano, L. A. and A. Link. 2012. The social behavior of brown spider monkeys (*Ateles hybridus*) in a fragmented forest in Colombia. *Int. J. Primatol.* 33: 769-783.
- Azlan, J. M. and E. Lading. 2006. Camera trapping and conservation in Lambir Hills National Park, Sarawak. *The Raffles Bulletin of Zoology* 54(2): 469-475.
- Blake, J. G., J. Guerra, D. Mosquera, R. Torres, B. A. Loiselle and D. Romo. 2010. Use of mineral licks by white-bellied spider monkeys (*Ateles belzebuth*) and red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in Eastern Ecuador. *Int. J. Primatol.* 31: 471-483.
- Boubli, J. P., A. B. Rylands, I. P. Farias, M. E. Alfaro and J. Lynch Alfaro. 2012. *Cebus* phylogenetic relationships: a preliminary reassessment of the diversity of the untufted capuchin monkeys. *American Journal of Primatology* 74: 381-393.
- Bucher, J. E. and R. S. Hufmann. 1980. *Caluromys derbianus*. *Mammalian Species* 140: 1-4.
- Buzzard, P. J. and A. J. A. Parker. 2012. Surveys from the Subri River Forest Reserve, Ghana. *African Primates Journal* 7(2): 175-183.
- Chapman, F. M. 1929. *My Tropical Air Castle*. D. Appleton. New York, USA. 299 p.
- Chaves, O. M., K. E. Stoner and V. Arroyo-Rodríguez. 2011. Seasonal differences in activity patterns of geoffroy's spider monkey (*Ateles geoffroyi*) living in continuous fragmented forests in Southern Mexico. *Int. J. Primatol.* 32: 960-973.
- Coudrat, C. N. Z. and K. A. I. Nekaris. 2013. Modelling niche differentiation of co-existing, elusive and morphologically similar species: a case study of four macaque species in Nakai-Nam Theun National Protected Area, Laos. *Animals* 3: 45-62.
- Di Fiore, A. and C. J. Campbell. 2007. The atelines: variation in ecology, behavior, and social organization. *In: Campbell, C. J., A. Fuentes, K. C. MacKinnon, M. Panger and S. K. Bearder (eds.). Primates in perspective*. Oxford University Press. New York. pp. 155-185.
- Environmental Authority of Panama (ANAM). 1999. Riqueza Biológica de Panamá. Análisis de la situación actual. *Estrategia Nacional del Ambiente* 5(7): 46.
- González-Zamora, A., Arroyo-Rodríguez, V., Chaves, O. M., Sánchez-López, S., Aurelli, F., Stoner, K. 2011. Influence of climatic variables, forest type, and condition on activity patterns of Geoffroy's Spider Monkeys throughout Mesoamerica. *American Journal of Primatology* 73: 1-10.
- Gray, T. N. E. and C. Phan. 2011. Habitat preferences and activity patterns of the larger mammal community in Phnom Prich Wildlife Sanctuary, Cambodia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 59(2): 311-318.
- Gregory, T., F. C. Rueda, J. L. Diechman, J. Kolowski and A. Alonso. 2014. Arboreal camera trapping: taking a proven method to new heights. *Methods in Ecology and Evolution* 5: 443-451.

- Houle, A., C. Chapman and W. Vickery. 2004. Tree climbing strategies for primate ecological studies. *Int. J. Primatol.* 25(1): 237-260.
- Kays, R. 1999. Food preferences of kinkajous (*Potos flavus*): a frugivorous carnivore. *Journal of Mammalogy* 80(2): 589-599.
- Kays, R. and A. Allison. 2001. Arboreal tropical forest vertebrates: current knowledge and research trends. *Plant Ecology* 153: 109-120.
- Kays, R., S. Tilak, B. Kranstauber, P. A. Jansen, C. Carbone, M. Rowcliffe, T. Fountain, J. Eggert and Z. He. 2011. Camera traps as sensor networks for monitoring animal communities. *International Journal of Research and Reviews in Wireless Sensor Networks* 1(2): 19-29.
- Kierulff, M. C., G. Rodrigues dos Santos, G. Canale, C. E. Guidorizzi and C. Cassano. 2004. The use of camera-traps in a survey of the buff-headed capuchin monkey, *Cebus xanthosternos*. *Neotrop. Prim. J.* 12(2): 56-59.
- Kucera, T. E. and R. H. Barrett. 2011. A history of camera trapping. *In*: O'Connell, A. F., J. D. Nichols and K. U. Karanth (eds.). *Camera trapping in animal ecology*. Springer, New York. pp. 9-25.
- Kurtis, J. P., L. Yu-Ching, T. C. Richard and S. Kai-Yuen. 2010. The larger mammal fauna of Hong Kong: species survival in a highly degraded landscape. *Zoological Studies* 49(2): 253-264.
- Magintan, D., M. B. M. Rufino, N. Cosmas and T. C. Y. Dennis. 2010. Some evidences of Sumatran Rhinoceros presence in Temengor Forest Reserve, Perak. *Journal of Wildlife and Parks* 26: 5-10.
- McFarland-Symington, M. 1988. Food competition and foraging party size in the Black Spider Monkey. *JASTOR Behaviour* 105(1/2): 117-134.
- Méndez, E. 1970. Los principales mamíferos silvestres de Panamá. Editorial E. Méndez, Panamá, Panamá. 283 p.
- Méndez-Carvajal, P. G. 2011. Population Size, Distribution and Conservation Status of Howler Monkeys (*Alouatta coibensis trabeata*) and Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi azuerensis*) on the Azuero Peninsula, Panama. *Primate Conservation* 26: 13-25.
- Méndez-Carvajal, P. G. 2012. Preliminary primate survey at the Chucanti Nature Reserve, Darien Province, Republic of Panama. *Mesoamericana* 16(3): 22-29.
- Miranda-Jiménez, E. G. and P. G. Méndez-Carvajal. 2012. Conservation of Chiriquí's Squirrel monkey (*Saimiri oerstedii oerstedii*) in Chiriquí Province, western Panama. *Canopy* 13(1): 24-26.
- Mohd-Azlan, J. 2009. The use of camera traps in Malaysian rainforests. *Journal of Tropical Biology and Conservation* 5: 81-86.
- Moreno, R. and A. Bustamante. 2009. Datos ecológicos del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá; utilizando el método de cámaras trampa. *Tecnociencia* 11(1): 91-102.
- Moreno, R. and J. Giacalone. 2006. Ecological data obtained from latrine use by ocelots (*Leopardus pardalis*) on Barro Colorado Island, Panama. *Tecnociencia* 8(1): 7-21.
- Moreno, R., R. Kays and R. Samudio Jr. 2006. Competitive release in the diet of ocelots (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. *Journal of Mammalogy* 87(4): 808-816.
- Moreno, R., R. Kays, J. Giacalone-Willis, E. Alliaga, R. Mares and A. Bustamante. 2012. Ámbito de hogar y actividad circadiana del ocelote (*Leopardus pardalis*) en la Isla Barro Colorado, Panamá. *Mesoamericana* 16(3): 30-39.
- Moreno, R. and M. Olmos. 2008. Estudio preliminar sobre el problema de la depredación de ganado por jaguares (*Panthera onca*) y pumas (*Puma concolor*) en el Parque Nacional Portobelo, Provincia de Colón, Panamá. *Tecnociencia* 10: 85-98.
- Muñoz-Delgado, J., M. Corsi-Cabrera, D. Canales-Espinosa, A. Santillán-Doherty and H. D. Erkert. 2004. Astronomical and meteorological parameters and rest-activity rhythm in the Spider monkey *Ateles geoffroyi*. *Physiology and Behavior* 83: 107-117.
- O'Brien, T. G., M. F. Kinnaird and H. T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6: 131-139.
- O'Connell, A. F., J. D. Nichols and K. U. Karanth. 2011. *Camera traps in animal ecology*. Springer. New York. 271 p.
- Olson, E. R., R. A. Marsh, B. N. Bovard, H. L. L. Randrianarimanana, M. Ravaloharimanitra, J. H. Ratsimbazafy and T. King. 2012. Arboreal camera trapping for the critically endangered greater bamboo lemur *Prolemur simus*. *Oryx* 46(4): 593-597.

- O'Shea, B. J., L. E. Alonso and T. H. Larsen. 2011. A rapid biological assessment of the Kwamalasamutu region, Southwestern Suriname. RAP Bulletin of Biological Assessment 63. Arlington, VA, USA. 157 p.
- Pebsworth, P. A., M. Bardi and M. A. Huffman. 2011. Geophagy in Chacma Baboons: Patterns of soil consumption by age class, sex, and reproductive state. American Journal of Primatology 73: 1-10.
- Perry, D. R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. Biotropica 10: 155-157.
- Rabinowitz, A. 1993. Wildlife field research and conservation training manual. The Wildlife Conservation Society. Springer. New York. 281 p.
- Rasmussen, D. 1990. Primate origins: lessons from a Neotropical marsupial. American Journal of Primatology 22(4): 263-277.
- Reid, F. 1987. A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. Oxford University Press. Oxford, USA. 334 p.
- Rylands, A., C. Groves, R. Mittermeier, L. Cortes-Ortiz and J. Hines. 2006. Taxonomy and distributions of Mesoamerican primates. In: Estrada, A., P. Garber, M. Pavelka and L. Luecke (eds.). New perspectives in the study of Mesoamerican primates. Springer. New York. USA. pp. 29-80.
- Sanderson, J. G. and M. Trolle. 2005. Monitoring elusive mammals. American Scientist 93: 148-155.
- Schipper, J. 2007. Camera-trap avoidance by Kinkajous *Potos flavus*: rethinking the "non-invasive" paradigm. Small Carnivore Conservation 36: 39-41.
- Seufert, V., B. Linden and F. Fischer. 2009. Revealing secondary seed removers: results from camera trapping. Afr. J. Ecol. 48: 914-922.
- Tobler, M. W., S. E. Carrillo-Percestequi, R. L. Pitman, R. Mares and G. Powell. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium- sized terrestrial rainforest mammals. Animal Conservation 11: 169-178.
- Whitacre, D. F. 1981. Additional techniques and safety hints for climbing tall trees, and some equipment and information sources. Biotropica 13: 286-291.
- Yunger, J. A., P. L. Meserve and J. R. Gutiérrez. 2002. Small-mammal foraging behavior: mechanisms for coexistence and implication for population dynamics. Ecological Monographs 72(4): 561-577.

VARIACIÓN DEL CLADÓCERO *Daphnia laevis* BIRGE, 1879 EN EL LAGO ZEMPOALA, MORELOS, MÉXICO

VARIATION OF THE CLADOCERAN *Daphnia laevis* BIRGE, 1879 AT ZEMPOALA LAKE, MORELOS, MEXICO

*Trejo-Albarrán, R.¹, J. G. Granados-Ramírez², J. L. Gómez-Márquez³, B. Peña-Mendoza³ y J. R. Bonilla-Barbosa⁴

¹Laboratorio de Hidrobiología, Departamento de Hidrobiología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Río Pánuco 41, Col. Vista Hermosa. 62290 Cuernavaca, Morelos, México. ²Laboratorio de Invertebrados, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. 62209 Cuernavaca, Morelos, México. ³Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de Mayo esquina Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, Delegación Iztapalapa. 09230 México, D. F. ⁴Laboratorio de Hidrobotánica, Departamento de Biología Vegetal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. 62209 Cuernavaca, Morelos, México

*Autor de correspondencia: trejo@uaem.mx

Fecha de recepción: 15 de noviembre de 2013 - Fecha de aceptado: 25 de Agosto de 2014

RESUMEN. Los cladóceros son organismos acuáticos microscópicos de amplia distribución en los ecosistemas acuáticos. *Daphnia laevis* es una especie de amplia distribución mundial y en México, pero poco conocida por lo cual el objetivo en este estudio fue analizar la variación espacio-tiempo de durante un ciclo anual en el lago Zempoala, Morelos, México. Esta especie prefiere la zona limnética más que en la zona litoral. Sin embargo, no tiene dificultad para desplazarse en toda la columna de agua, pero su distribución está ligada a la disponibilidad de fitoplancton que emplea como alimento, donde la temperatura juega un papel importante en el incremento de su abundancia, principalmente en la época de primavera, periodo cálido seco que se presenta en el lago Zempoala.

Palabras clave: composición, abundancia, *Daphnia laevis*, distribución.

ABSTRACT. Cladocerans are microscopic aquatic organisms with wide distribution in many aquatic ecosystems. *Daphnia laevis* is a species that occurs worldwide and in Mexico, but is poorly understood, and the aim in this study was to analyze the time-space variation during an annual cycle in Zempoala Lake, Morelos, Mexico. We found that this species prefers the limnetic zone more than littoral zone. However, has not trouble getting around throughout the water column, but their distribution is more related to the availability of phytoplankton used as food in the abiotic ecosystem, where temperature plays an important role in increasing their abundance, mainly in the spring of time and in the dry season that occurs in Zempoala lake.

Key words: composition, abundance, *Daphnia laevis*, distribution.

INTRODUCCIÓN

Los organismos del zooplancton son identificados como componentes importantes de los ecosistemas acuáticos, quienes ayudan en la regulación de la productividad algal y microbiana por medio del pastoreo, además de la transferencia de la productividad primaria a los peces y otros consumidores (Dejen *et al.*, 2004).

En México los cladóceros han sido denominados comúnmente como “pulgas de agua”, ya que guardan

similitud con estos insectos terrestres, tanto en la forma como en el movimiento, y se utilizan desde hace años como alimento vivo en los acuarios. Son crustáceos de tamaño pequeño que han evolucionado para colonizar principalmente las aguas dulces, aunque existen otras especies que han invadido ambientes marinos de manera secundaria, por lo que están prácticamente distribuidos en todos los sistemas acuáticos y junto con los copépodos y los rotíferos constituyen el grupo más conspicuo del zooplancton (Elías-Gutiérrez y Suárez-Morales, 2000; Elías-Gutiérrez *et al.*, 2008).

En la comunidad zoopláctica, los caldóceros tienen un papel importante en el ecosistema pelágico de los lagos y presas como consumidores de fitoplancton y también como recurso alimenticio para peces planctívoros (Korponai *et al.*, 2003), aunque también se alimentan de bacterias (Thouvenot *et al.*, 1999). Los cladóceros son microcrustáceos con características morfológicas y biológicas distintivas que exhiben claras manifestaciones de radiación adaptativa. Se distribuyen en todos los sistemas epicontinentales, desde los lagos tectónicos hasta pequeños charcos efímeros, desde las latitudes tropicales hasta las regiones boreales (Elías-Gutiérrez *et al.*, 2008), siendo algunos estrictamente planctónicos mientras que otros forman parte de la comunidad litoral-bentónica (Carruyo-Noguera *et al.*, 2004).

El aislamiento relativo de extensas masas de agua, que suele caracterizar a algunos lagos, ocasiona notable heterogeneidad en la distribución del zooplancton dentro del ecosistema acuático (Granados, 1990). A pesar de desarrollarse en hábitat acuáticos de agua dulce su distribución no es cosmopolita, ya que se han registrado varias especies en espacios limitados y algunas son totalmente endémicas (Kotov *et al.*, 2005).

Los cladóceros limnéticos realizan movimientos migratorios verticales y horizontales, tendencia que la población en general realiza comúnmente hacia la zona fótica con el atardecer y hacia la zona afótica con el alba (Pennak, 1978). El nivel de amplitud oscila entre 2 y 10 metros y parecen ser regidos por la especie, edad, tamaño, temperatura, alimentación, química del agua, color del agua, estación del año, intensidad luminosa, depredación y turbulencia (Pennak, 1978; Kvam y Kleiven, 1995; Korponai *et al.*, 2003). Sin embargo, la variación de los organismos del zooplancton, en los lagos, se interpreta como el movimiento diario de éstos debido a los cambios en las condiciones ambientales, donde la luz no es un factor determinante en su distribución vertical (O'Brien *et al.*, 1979). Con base en lo anterior, en el presente estudio se analizó la abundancia y la variación temporal de *Daphnia laevis* y su relación con los factores ambientales en el lago Zempoala, Morelos, México.

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Lagunas de Zempoala es un área natural protegida que se localiza a 65 km al sur de la ciudad de México y a 38 km al noroeste de la ciudad de Cuernavaca, Morelos (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995).

Tiene una superficie de 4,790 hectáreas de las cuales 3,965 (82.8%) pertenecen a Morelos y 825 (17.2%) al Estado de México, entre los 2400 y 3100 msnm.

Geológicamente, la formación Zempoala, comprende rocas de composición andesítica, dacítica y riódacítica de origen volcánico, con brechas volcánicas y derrames lávicos que forman parte del Mioceno, así como la mayor parte del Plioceno (Fries, 1960). Fisiográficamente, el Parque pertenece a la Altiplanicie Mexicana en la Meseta Central o de Anáhuac, como parte de la Provincia del Eje Neovolcánico o Eje Volcánico Transversal, dentro de la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1979a; Arredondo y Aguilar, 1987). Su topografía es accidentada, porque está bordeado y cruzado por pequeñas serranías de altitud superior a los 3000 msnm, cuya configuración del terreno, causa la formación frecuente de cañadas y barrancas (Bonilla, 1992).

Edafológicamente, en los alrededores del lago Zempoala, existen suelos andosoles, derivados de material volcánico reciente, capaces de retener agua y nutrientes, con alta tendencia a erosionarse y fijar fósforo; contienen, además, altas cantidades de Alofan que inhibe la capacidad de los microorganismos del suelo para descomponer la materia orgánica (Bonilla, 1992). En la zona suroeste lo rodea una mezcla de suelos de tipo litosol, andosol húmico y regosol eútrico (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1979b).

Hidrológicamente, en el Parque se ubican en la actualidad cuatro de los siete lagos que existían: Zempoala, Tonatiahua, Compila y Acoyotongo. El lago Zempoala es el de mayor tamaño y tiene una superficie que va de 10.56 hectáreas en la época de estiaje a 12.34 hectáreas en la época de lluvias, con 401.73 a 508 m de longitud máxima en dirección norte-noreste y sur-suroeste, con ancho mínimo de 403.58 m y ancho promedio de 207.9 m, y está localizado entre las coordenadas 19°03'00" N y 99°18'42" O (Figura 1), a 2800 msnm situado al pie del cerro Zempoala (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995). Es una cuenca endorreica con drenaje de tipo torrencial que lleva agua principalmente en la temporada de lluvias, aunque es alimentado permanentemente por el arroyo "Las Trancas". Presenta agua durante todo el año con una profundidad promedio de 8.0 m (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995). Provee de agua al poblado de Huitzilac, estado de Morelos por medio de un acueducto (Santillán-Alarcón *et al.*, 2010). Miller (2009) asegura que en el pasado, los lagos del Parque

tuvieron conexión con la cuenca del Lerma, apoyando su aseveración al reconocer la presencia del pez *Girardinichthys multiradiatus*, como especie endémica de esta región.

El clima del área de estudio corresponde a un templado subhúmedo $C(w_2'')(w)big$, con lluvias en verano, con canícula, temperatura media anual entre 12 y 18 °C, la del mes más frío entre -3 y 18 °C y la del mes más caliente entre 6.5 y 22 °C, porcentaje de lluvia invernal menor de cinco, isotermal y marcha de temperatura tipo Ganges (García, 1988; Taboada *et al.*, 2009).

Con base en Rzedowski (1978), Bonilla-Barbosa y Novelo (1995) y Bonilla-Barbosa y Viana-Lases (1997) el área de estudio se ubica en el reino Holártico dentro de la región Mesoamericana de Montaña y en la Provincia de las Sierras Meridionales, y lo constituyen los tipos de vegetación como el bosque de *Quercus*, bosque de coníferas (oyamel y pino), pastizal y la vegetación acuática, quedando contemplado en el bosque boreal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre agosto de 1996 y julio de 1997, donde se llevaron a cabo 12 muestreos mensuales en seis estaciones: E-1 (19°03'08" Lat N y 99°18'52" Long O), E-2 (19°03'03" Lat N y 99°18'53" Long O), E-3 (19°03'00" Lat N y 99°18'52" Long O), E-4 (19°03'03" Lat N y 99°18'48" Long O), E-5 (19°02'59" Lat N y 99°18'48" Long O) y E-6 (19°03'01" Lat N y 99°18'45" Long O) (Figura 1), que incluyeron la zona limnética (tres estaciones, E-1, E-2 y E-3, cuyas colectas fueron verticales empleando la botella Van-Dorn de tres litros de capacidad) y la zona litoral (tres estaciones, E-4, E-5 y E-6, cuyas recolectas se hicieron en la parte superficial del lago, debido a la abundancia de plantas acuáticas sumergidas, particularmente *Egeria densa*). Las muestras se preservaron en formalina al 4%, y posteriormente se analizaron en el laboratorio (Wetzel y Likens, 2000).

Se registró la visibilidad al disco de Secchi (transparencia), la temperatura del ambiente y del agua, los sólidos disueltos y totales, el pH, el oxígeno disuelto, el bióxido de carbono, la dureza total y la alcalinidad total en todas las estaciones, tanto en superficie como en profundidad, con base en las técnicas adecuadas para cada una de ellas (Rodier, 1981; APHA, 1992; Contreras, 1994).

Se aplicó el coeficiente de correlación producto momento de Pearson (Sokal y Rohlf, 1980; Reyes, 1982;

Steel y Torrie, 1988), utilizando el programa SPSS ver. 5.0, con el objeto de determinar el grado de asociación de estos factores con la distribución y abundancia de *Daphnia laevis* en cada una de las estaciones.

Las estimaciones de la abundancia de *D. laevis* se realizaron por medio de alícuotas de 1 ml de muestras concentradas (500 ml aproximadamente) y analizadas en cámaras de Sedgwick-Rafter con una repetición (Wetzel y Likens, 2000).

Todos los parámetros fueron evaluados estadísticamente para normalidad y homocedasticidad, registrando que se cubrieran dichos supuestos de acuerdo con las pruebas de K-S y de Levene, respectivamente (Reyes, 1982). Se aplicó el análisis de agrupamiento (cluster) para analizar la asociación entre las variables ambientales y la abundancia de la especie (Sokal y Rohlf, 1980).

RESULTADOS

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto, determinado en la superficie fluctuó entre 0.4 mg/l en febrero (E-6) a 9.6 mg/l en el mismo mes (E-3) con un promedio general de 5.4 mg/l; en la zona limnética a profundidades de 2.5 m, se registró la concentración mínima de 2.8 mg/l en octubre (E-1) y el máximo en febrero con 10.0 mg/l (E-2). A 5.0 m de profundidad, la máxima concentración se obtuvo durante febrero con 8.6 mg/l (E-2) y la mínima, en julio de 0.2 mg/l (E-1) (Figura 2). No hubo diferencias estadísticas significativas entre las estaciones de superficie ($F=0.36$; $P=0.8773$) para este factor, pero sí para los diferentes niveles de profundidad ($F=15.402$; $P=0.0004$), lo que se considera como un gradiente de distribución vertical (curva clinógrada), aunque no se registraron valores de anoxia. En los meses de agosto y febrero específicamente en la E3, se detectó mayor concentración de oxígeno a 2.5 m de profundidad y no en la superficie.

VISIBILIDAD AL DISCO DE SECCHI

Durante el periodo de estudio la visibilidad al disco de Secchi (transparencia) más alta se registró en septiembre en todas las estaciones con 4.1 m y el valor mínimo de 1.7 metros de profundidad en noviembre (E-4), con un promedio de 2.6 m (Figura 3), y no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las estaciones ($F=0.21$; $P=0.9582$).

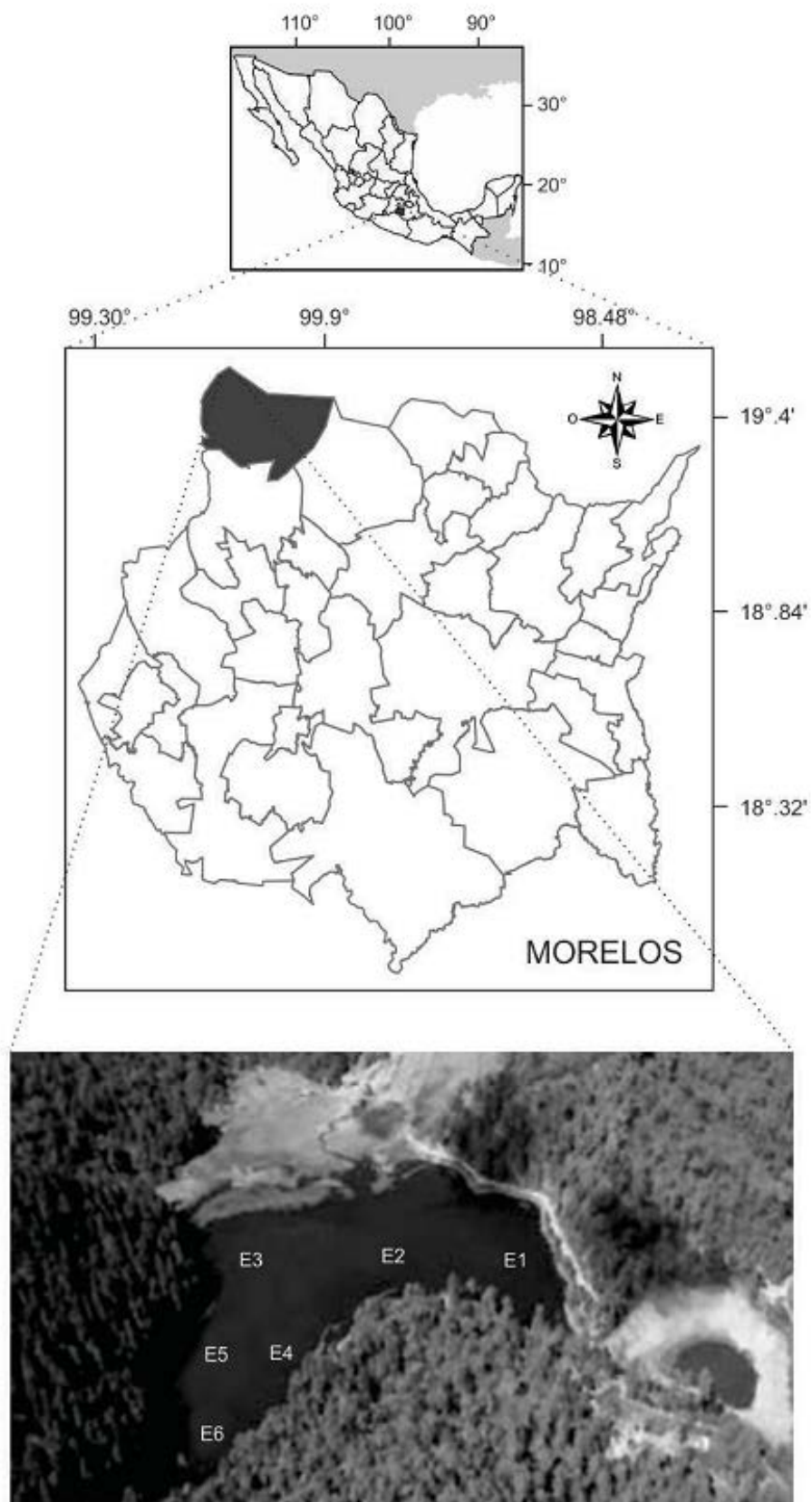


Figura 1. Localización geográfica del Lago Zempoala, Morelos, México indicando las estaciones de monitoreo.

BIÓXIDO DE CARBONO

El bióxido de carbono registró el promedio general de 3.4 mg/l de CO_2 , en las estaciones E-4, E-5 y E-6, siendo que se cuantificó en la superficie el valor más elevado de 6.6 mg/l de CO_2 en el mes de marzo, mientras que en junio no se registró la presencia de este gas a lo largo de las seis estaciones (Figura 3), detectándose que no existen diferencias estadísticas significativas entre las estaciones ($F=0.36$; $P=0.8756$) y tampoco entre los diferentes niveles de profundidad ($F=1.26$; $P=0.2862$) para las concentraciones del bióxido de carbono.

pH

El promedio general del pH fue de 7.5, el mínimo de 6.1 fue en la superficie durante junio en la E-1, E-2, E-4 y E-5 y el máximo de 8.9 para la E-5 en mayo (Figura 3). No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones, así como entre los diferentes niveles de profundidad.

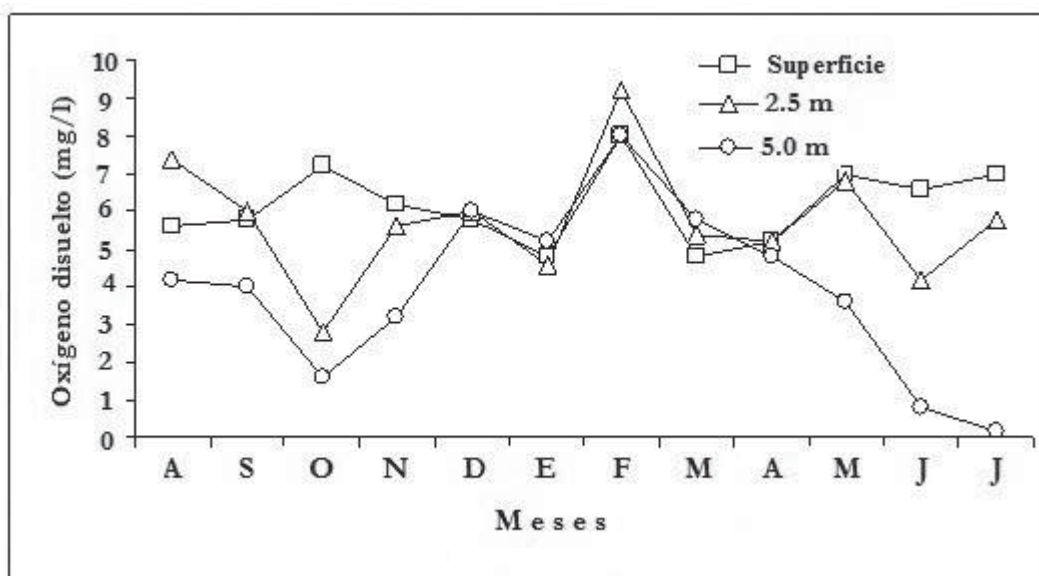


Figura 2. Variación temporal del oxígeno disuelto en el lago Zempoala a diferentes profundidades.

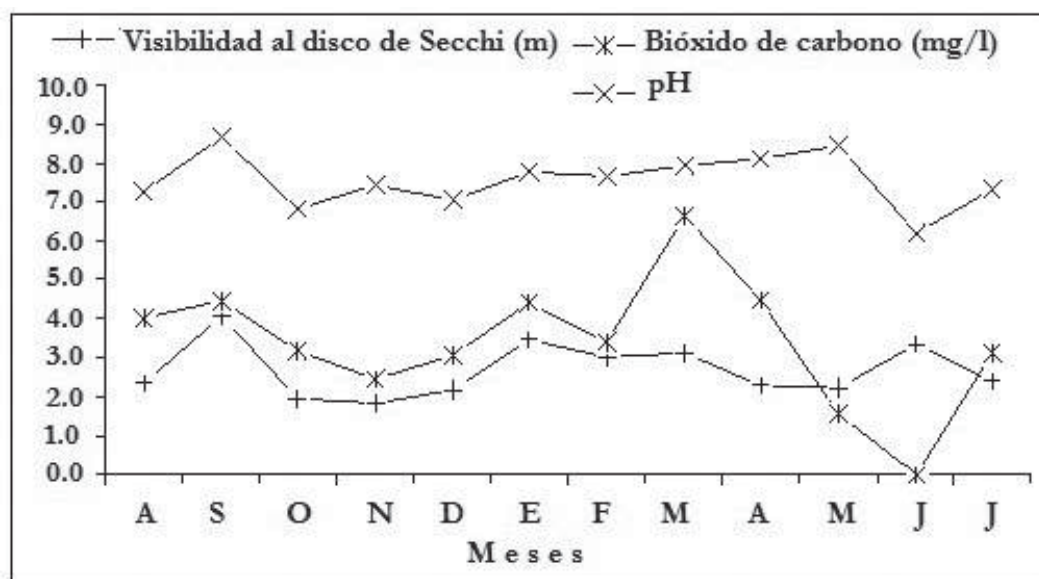


Figura 3. Comportamiento temporal del pH, CO_2 y visibilidad al disco de Secchi en el lago Zempoala.

DUREZA

La dureza total del agua tuvo el promedio de 34.16 mg/l de CaCO_3 , en la zona limnética el registro fue de 28 mg/l de CaCO_3 durante el mes de octubre en la E-3 y de 54 mg/l de CaCO_3 en el mes de julio en la E-5 (Figura 4). En el nivel de 2.5 m de profundidad la concentración fue de 26 mg/l de CaCO_3 en diciembre en las E-2 y E-3, mientras que en septiembre la concentración fue de 46 mg/l de CaCO_3 en la E-3. A 5.0 m de profundidad el valor mínimo se obtuvo en diciembre con 26 mg/l de CaCO_3 en las E-2 y E-3, lo que manifiesta que el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre estaciones ($F=1.33$; $P=0.2547$) y tampoco entre profundidades ($F=1.26$; $P=0.2880$).

E-2 y E-3). Los valores de la temperatura a 5.0 m fueron en promedio de 15.1 °C, con valores máximos de 18.8 °C en agosto (E-2) y el mínimos de 11 °C en enero (E-1, E-2 y E-3) (Figura 5). No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las estaciones ($F=0.72$; $P=0.6088$), pero si entre las profundidades ($F=5.01$; $P=0.0079$), lo cual manifiesta un gradiente térmico en el sistema a pesar de no ser profundo.

En el análisis de agrupamiento (Cluster) de los parámetros físicos, químicos y biológicos muestra que las estaciones E-2 y E-3 presentan características similares, las cuales corresponden a la zona limnética (Figura 6), mientras que las estaciones E-1 (zona limnética) y E-6 (zona litoral) (Figura 6) también presentan similitud entre ellas. Esta similitud se debe a que la E-1 es una estación

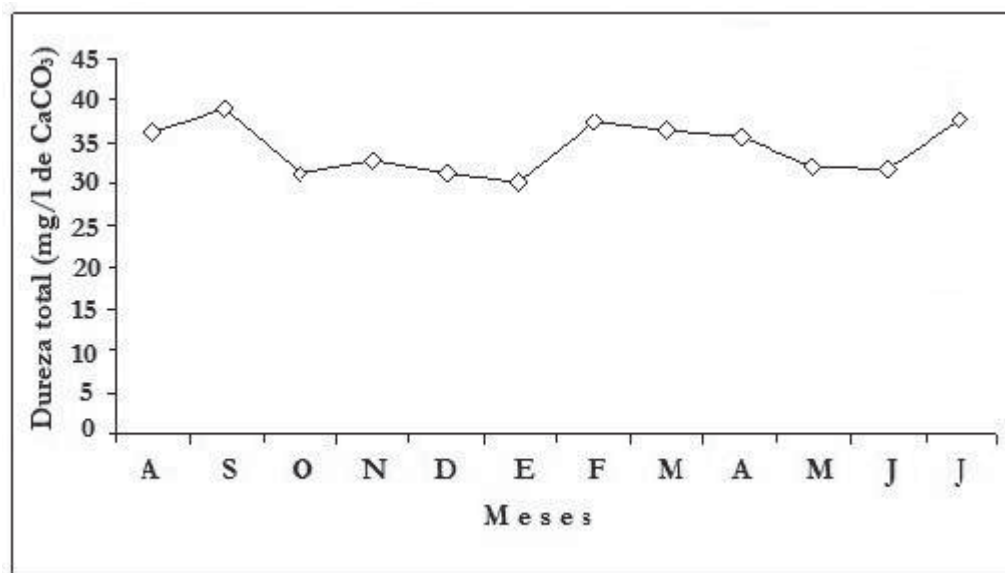


Figura 4. Variación temporal de la dureza total en el lago Zempoala.

TEMPERATURA

En el lago Zempoala durante el periodo de estudio, la temperatura del agua presentó en promedio 16 °C en toda la columna, con un registro máximo de 22.2 °C en la superficie en agosto en la E-4 y un mínimo de 12 °C en enero para las E-1, E-2 y E-3. La temperatura promedio a 2.5 m de profundidad fue de 15.7 °C, con un máximo de 19.9 °C en agosto (E-2) y el mínimo de 11 °C en enero (E-1,

que está en contacto con el lago Compila debido a que aquí fluye el agua con la cual se abastece a este último en la época de lluvias (Figura 2).

ABUNDANCIA DE *Daphnia laevis*

En las muestras obtenidas de la superficie del lago Zempoala, *D. laevis* registró abundancia total de 3265 org/l en la E-2 y la mínima en la E-6 con 1552 org/l, siendo mayor en la zona limnética que en la litoral. La mayor

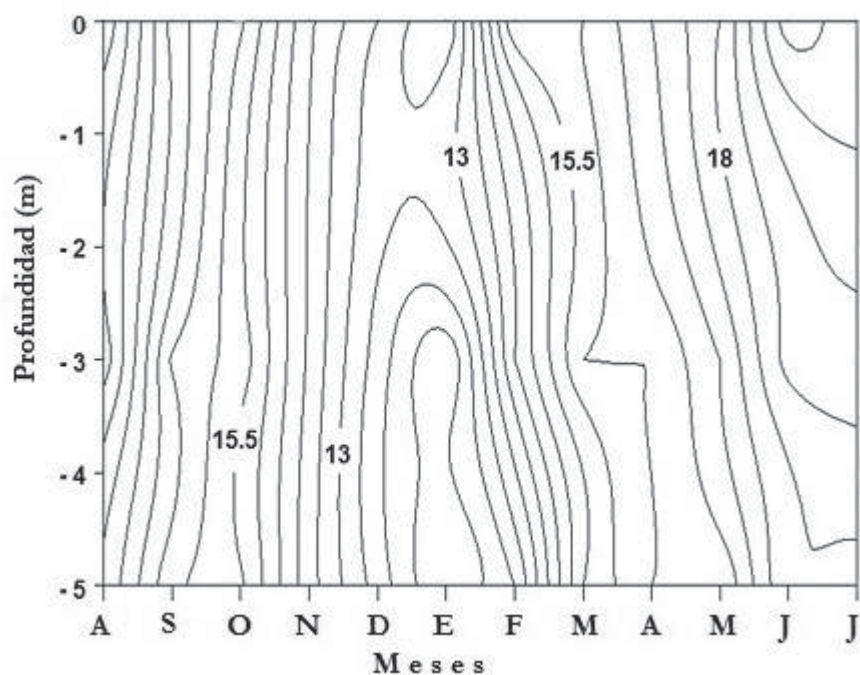


Figura 5. Comportamiento espacio-temporal de la temperatura del agua en el lago Zempoala.

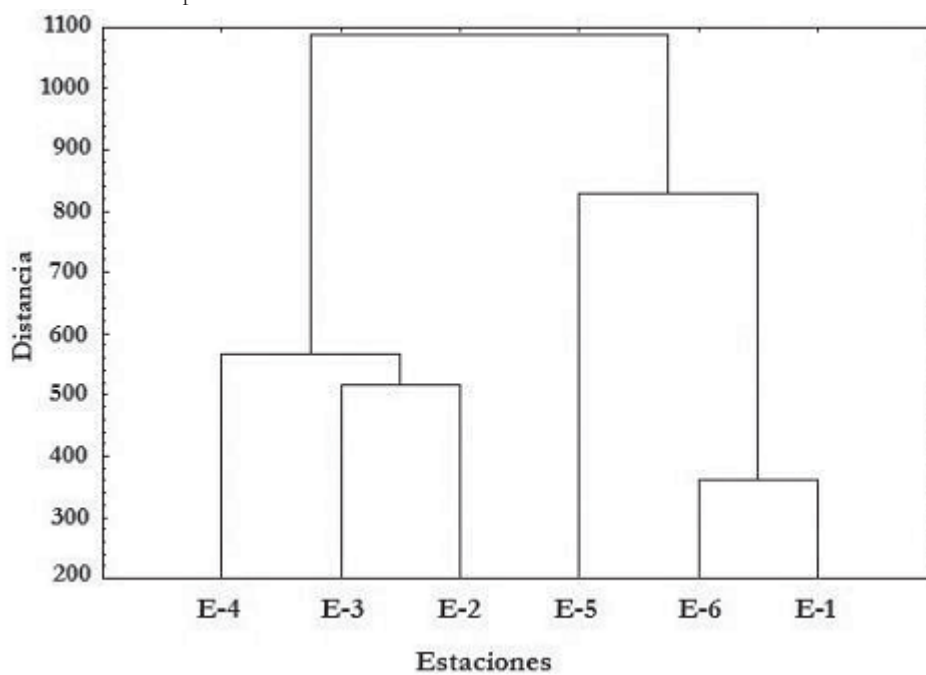


Figura 6. Análisis de agrupamiento entre los factores físicos y químicos con la abundancia de *Daphnia laevis*.

abundancia registrada en la E-1, fue en el mes de marzo con 535 org/l y la mínima de 4 org/l en septiembre; para la E-2, el mayor valor de abundancia fue para marzo con 819 org/l y 8 org/l en septiembre como mínimo; en la E-3, se obtuvo la abundancia máxima de 955 org/l en marzo, siendo ausente en los meses de noviembre y diciembre; para la E-4, la abundancia máxima fue de 720 org/l en febrero y estuvo ausente en septiembre. En la E-5, el mayor número de organismos colectados fue de 1009 org/l en marzo y no se registró en septiembre;; finalmente, en la E-6 la mayor abundancia se cuantificó en abril con 537 org/l y no se observó en las muestras de septiembre y noviembre. Sin embargo, la distribución horizontal se presentó en todas las estaciones de muestreo (Figura 7).

se registró en la E-2 con 101 org/l, seguida de la E-1 con 95 org/l, y por último, la E-3 con 90 org/l. Los valores mínimos correspondieron a la E-1 en el mes de agosto, febrero y julio (1 org/l) y para la E-2, de 2 org/l en enero y julio;; finalmente, para la E-3, no se registraron organismos en diciembre.

DISCUSIÓN

Daphnia laevis es una especie que está presente tanto en la superficie como en las diferentes profundidades que se muestrearon, pero con preferencia a situarse en la zona de la superficie (Figura 8). Es una especie que incrementó su abundancia a partir del mes de marzo (período de secas) y también debido al aumento en la temperatura (Figura 5)

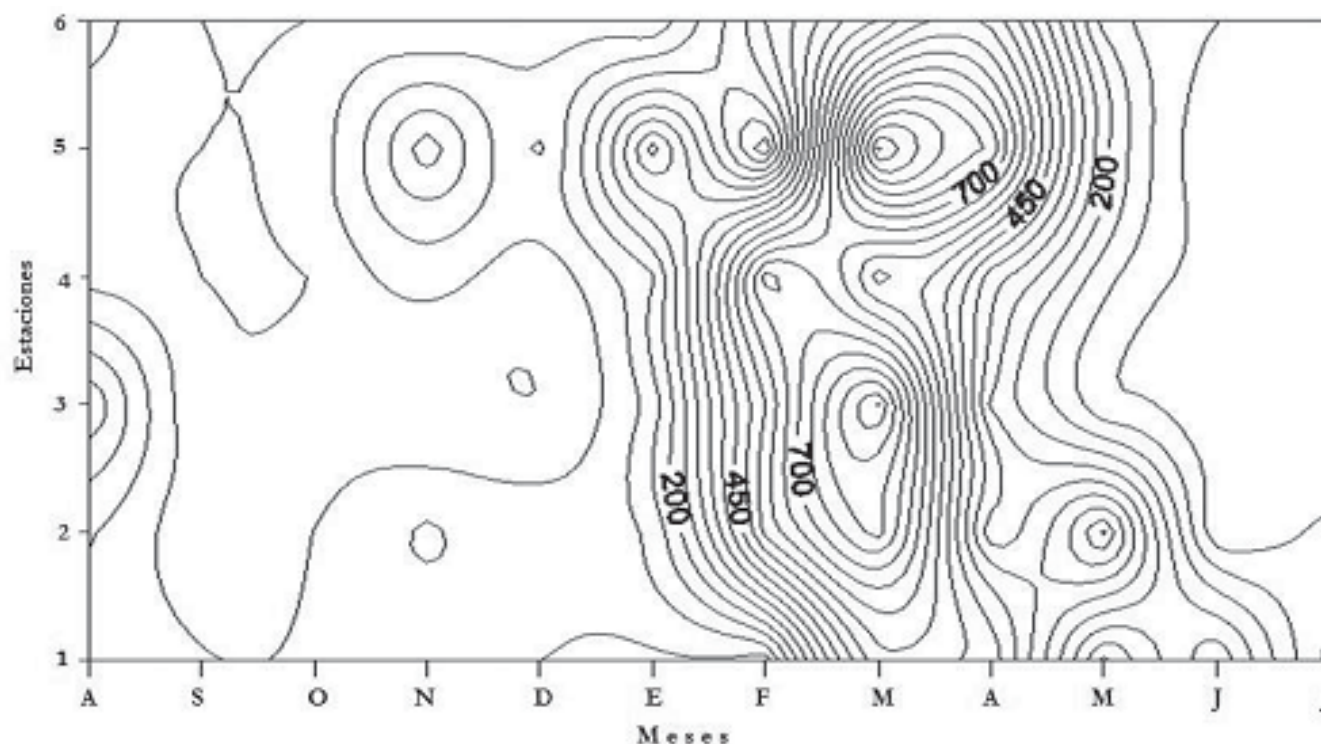


Figura 7. Isolíneas de la distribución horizontal para *Daphnia laevis* en la superficie del lago en las seis estaciones.

Para los 2.5 m de profundidad, la estación que presentó la abundancia total máxima fue la E-2 con 424 org/l; seguida de la E-1 con 285 org/l, y por último, la E-3 con 278 org/l. La mínima abundancia se cuantificó en la E-2 en julio y diciembre con 2 org/l y para la E-3 no se obtuvieron organismos en julio (Figura 8). A los 5.0 m de profundidad, la abundancia total máxima de esta especie

coincidiendo con el pH que registró de 7.9 a los 5.0 metros de profundidad a 8.1 en la superficie (Figura 3). Además, *D. laevis* mostró altas abundancias en zonas con excelentes condiciones de oxigenación al incrementar su población (Figura 2), mientras que en las altas concentraciones de bióxido de carbono las abundancias fueron mínimas, ya que cuando se obtienen registros altos de este gas, la población

tiende a disminuir (Figura 3). La concentración de estos gases en el agua, no son determinantes en la presencia de este organismo en los diferentes estratos, ya que se puede situar en cualquier profundidad por su capacidad para desplazarse en la columna de agua (Figura 8).

Con referencia a la distribución (Pennak, 1978; Taylor *et al.*, 1998) señalan que *Daphnia laevis* principalmente se distribuye en el sur de los Estados Unidos, sin embargo, se ha localizado en ambas costas de la Unión Americana y forma parte de las especies meridionales que son comunes en América del Sur. Es considerada por Hutchinson (1967), Margalef (1983) y Elías (2006), como una especie que vive en pequeños cuerpos de agua temporales, estanques poco profundos y pantanos, en diversos bordos y presas permanentes. La distribución horizontal en el lago Zempoala indica que es una especie que concentra su población en la zona limnética, presentando altas abundancias entre los meses de febrero y mayo principalmente en las áreas ligeramente profundas. Similares resultados fueron indicados por Elías-Gutiérrez (1995) quien considera que *D. laevis* es una especie abundante en la zona limnética durante el invierno en el lago Guadalupe, Estado de México. Sin embargo, Lindholm (2002), señala que es una de las especies de cladóceros que tiende a concentrarse en la zona litoral cuando se presentan densas capas de algas y macrófitas, sin embargo, en el presente estudio la distribución de *D. laevis* mostró un patrón opuesto al presentar altas densidades en la zona limnética, área donde los refugios para evitar los depredadores son escasos.

Korovchinsky (1992) y Visman *et al.* (1994) consideran que tiene preferencia por espacios poco profundos y sus abundancias han coincidido con los incrementos de la temperatura del agua. En relación con lo registrado en este estudio, se muestra que después del mes de enero *D. laevis* fue incrementando su abundancia, apreciando que el lago mantenía una estratificación térmica, condición que permitió incrementar su población, relacionándola con el aumento de la temperatura del agua (inicios de la primavera). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ireta (2011), quien la registró como especie importante en ambientes lóticos, con temperaturas de 17 a 24 °C, sin embargo, Visman *et al.* (1994) señalan que no muestra tener afinidades por alguna estación del año específica.

Por otra parte, Korponai *et al.* (2003) y Brandao *et al.* (2012) observaron un patrón estacional en la fluctuación de *D. laevis*, con altas densidades registradas durante los periodos de circulación (mayo-agosto) y que estos

resultados indican que los cambios en las características físicas y químicas del agua si están relacionadas con la estratificación y circulación que presentan los lagos y que además puede tener un efecto directo (la temperatura, fósforo total) o indirecto (la disponibilidad de alimento, presencia de depredadores, eclosión de efipios), influyendo directamente sobre la fluctuación de la población de *D. laevis*.

Mallin y Partín (1989) aclaran que la temperatura del agua tiene el papel principal en la regulación de los ciclos sucesionales de daphnidos, incluyendo a esta especie, y que la fecundidad a altas temperaturas, acompañado con el decremento de la sobrevivencia, demuestra que los cambios en la temperatura del agua pueden afectar el desarrollo constante y ser clave en la regulación de los ciclos estacionales de cladóceros en los lagos templados y cuya distribución horizontal más que vertical se debe a la disponibilidad de alimento, que coincide con el aumento en las densidades del fitoplancton presentes para este lago por García (2004). Esta autora señala que el incremento de los nutrimentos en la zona epilimnética, coincide con la zona eufótica justo al inicio del periodo de mezcla. En este sentido, la distribución vertical depende del periodo de mezcla y la estratificación del agua del lago, así como de la disponibilidad de luz, la concentración de nutrientes, gases y de la formación de picnoclinas y termoclinas que ejercen efectos sobre su distribución, como también lo manifiestan Armengol (1978) y Green y Kling (1988) quienes indican que la presencia de *D. laevis* en los lagos de Camerún es casi seguro que está mejor adaptada a las altas temperaturas si se toma en cuenta a la distribución geográfica.

Con relación a la concentración de oxígeno disuelto, este, marca otro límite para el zooplancton; sin embargo, existen especies que pasan su vida moviéndose hacia el fondo y hacia la superficie (González, 1988;; Contreras, 1993), como sucedió en el lago Zempoala en donde, *D. laevis* se distribuye en toda la columna de agua, pero disminuye sus abundancias de acuerdo con la profundidad, debido a las bajas concentraciones de oxígeno disuelto lo cual ocasiona que se comporte en una curva clinógrada. Durante el mes de febrero, muestra distribución vertical bien marcada, posiblemente influenciada por la temperatura que se da en ese mes, lo que no permitió su distribución en la columna de agua. El oxígeno disuelto en algunas ocasiones es más elevado en la parte del fondo, que al parecer *D. laevis* prefiere situarse en las zonas donde existe la mayor concentración de este gas.

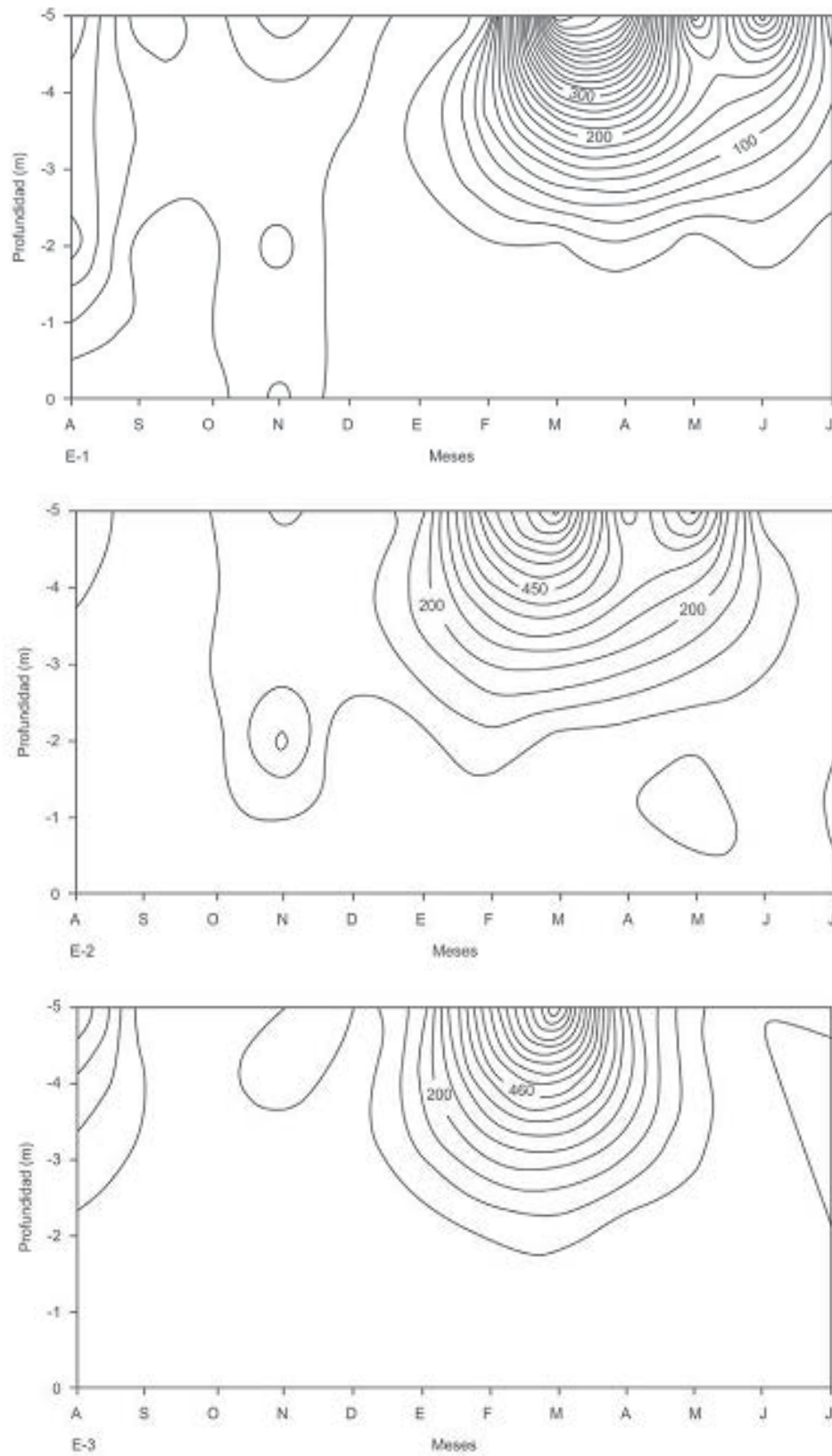


Figura 8. Isolíneas de la distribución vertical en las estaciones limnéticas para *Daphnia laevis* en el lago Zempoala.

Por otro lado, *Daphnia laevis* es un organismo que prefirió distribuirse horizontalmente en el lago Zempoala debido a que se desplazó hacia de la zona litoral y cuyo movimiento fue debido a las corrientes de aire que se presentaron sobre el sistema acuático. En este sentido, el lago Zempoala está caracterizado como un cuerpo de agua templado y en cuanto a la circulación por efecto de la temperatura y el viento, es definido como monomítico por García-Rodríguez y Tavera (2002).

Al analizar la figura 5, se observa que en ese estudio hay estratificación bien definida en los meses de verano e inicio de otoño (junio a septiembre) e incipiente estratificación a inicio de invierno (diciembre) en el lago Zempoala. Esto es similar a lo reportado por García-Rodríguez y Tavera (2002), lo cual muestra que el sistema se comporta como un cuerpo de agua monomítico. Sin embargo, por la incipiente estratificación en enero se puede decir que el sistema corresponde a un cuerpo de agua dimítico, con dos épocas de estratificación y dos periodos de mezcla por los valores de temperatura registrados y la variación espacial y temporal que esta presentó a lo largo del estudio y al efecto del viento y por lo tanto, es necesario realizar un estudio con mayor detalle y un registro de valores cada metro (en ambos estudios solo se tomaron muestras a tres niveles cuando el cuerpo de agua tiene una profundidad máxima de ocho metros), así como un ciclo nictímeral, que permita observar al menos en las cuatro estaciones del año el comportamiento a lo largo del día y poder definir mejor el o los periodos de estratificación y de mezcla. Además, con base en lo citado por Elías-Gutiérrez (1995), el lago Zempoala por los valores de temperatura promedio (16.5 °C), así como el valor mínimo registrado (11 °C), corresponde a cuerpos de agua tropicales.

Mavuti (1992) indica que no existe parámetro significativo en la distribución vertical del zooplancton, relacionado con el oxígeno y la temperatura, debido posiblemente a la ausencia de límites físicos y químicos permanentes o a la falta de periodos de mezcla en los lagos. Rudjakov (1970) y Modenutti (1987) indican que la migración vertical diaria del zooplancton en los lagos fríos, no es una adaptación del modo de vida, sino como consecuencia de una alteración innata. Dodson y Silva-Briano (1996), señalan que estos movimientos son característicos y que esa tendencia a moverse es una respuesta a buscar la zona donde hay mayor proporción de alimento, señalamientos que coinciden con los propuestos por García-Rodríguez y Tavera (1998) y García (2004), quienes manifiestan que la distribución homogénea del fitoplancton en el lago Zempoala se da

cuando la columna de agua se mezcla (invierno-primavera) y el máximo de mezcla coincide con una disminución en la densidad, generando un aumento en los valores de visibilidad del disco de Secchi (transparencia). También señalan que la densidad y biomasa algal presenta incrementos durante este periodo de mezcla, mostrando el mismo patrón que guarda la distribución del fitoplancton, cuando hay altas densidades en superficie, y poco abundantes o nulas a los 5.0 m y apreciando un aumento de la abundancia de *D. laevis* en el lago cuando hay un florecimiento (blooms) en las poblaciones del fitoplancton, el cual es citado por García (2004), debido a que es un especie que se alimenta preferentemente de clorofíceas.

Cooper y Smith (1982) y Korponai *et al.* (2003) indican que las abundancias relativas de *D. pulex* y *D. laevis* son controladas por un conjunto de factores bióticos y abióticos como la profundidad y densidad de depredadores, señalando que la intensa depredación por notonectidos provoca que la especie dominante sea *D. laevis* y cuando esta disminuye domine *D. pulex*.

Matsumura-Tundisi (1984) cita que en un pequeño lago poco profundo y cubierto completamente por plantas acuáticas del género *Nymphaea*, *Daphnia laevis* representa el principal componente de la comunidad zoopláctica mostrando su dominio en los ambientes más eutrofizados y que esta especie también parece ocurrir en lagos que se someten al impacto humano como es citado por Elías-Gutiérrez (1995). En este sentido, el lago Zempoala es un ecosistema altamente influenciado por las actividades humanas ya que es un lugar turístico y con dominancia de plantas acuáticas sumergidas como *Egeria densa*, especie exótica invasora (Bonilla-Barbosa y Santamaría, 2014), en donde se indica que las condiciones del lago son un serio deterioro ecológico, originado por infinidad de factores, entre ellos: la tala inmoderada, extracción de tierra de monte, sobre pastoreo, contaminación, la inclusión de materiales sólidos, materia orgánica, grasas, detergentes, la extracción de agua sobre todo del lago (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995; Quiroz, 2011; Quiroz *et al.*, 2007, 2011).

Asimismo, Bonilla-Barbosa y Novelo (1995), Quiroz *et al.* (2007) y Quiroz (2011) manifiestan que a inicios de la década de los 80's se tenía un nivel de profundidad máxima de ocho metros y a finales de los 90 se registraron seis y hasta siete metros. Con base en estos registros, se puede enfatizar que es inminente el decremento de la profundidad de aproximadamente un metro o más en los próximos 20 años, lo que significa que en la década del 2030 el lago

Zempoala presentará un nivel entre cuatro y cinco metros de profundidad, lo que sin lugar a dudas propiciará la colonización acelerada de vegetación litoral hasta modificar el estado trófico de eutrofia o hipereutrofia, esto, si no se incrementa la extracción de agua para consumo humano y la desaparición de estos sistemas, lo que se ve bastante factible debido al incremento y a las necesidades de los asentamientos humanos en la región.

CONCLUSIONES

Daphnia laevis es un cladócero que en el lago Zempoala es una especie común que conforma el zooplankton y que presenta distribución en la columna de agua tanto vertical como horizontal, pero tiene preferencia a ubicarse en la zona fótica correspondiente a la zona limnética, en donde se sitúa principalmente el fitoplancton, y que los factores físicos y químicos no son determinantes en su distribución espacio-tiempo, pero que la temperatura si es un elemento importante en el incremento de la población.

Al lago Zempoala se le caracteriza como un ecosistema de aguas templadas, bien oxigenadas, escasa variación físico-química del agua, con posiblemente dos períodos de mezcla y estratificación y por lo tanto, se puede considerar como un cuerpo de agua dimíctico.

LITERATURA CITADA

- American Public Health Association (APHA). 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Federation. Washington, D.C. USA. 874 p.
- Armengol, J. 1978. Ecología del zooplankton de los embalses. Mundo Científico (La Recherche) 11(1): 168-178.
- Arredondo-Figueroa, J. L. y C. Aguilar-Díaz. 1987. Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas realizadas en los lagos mexicanos, con especial énfasis en su ictiofauna. En: Gómez, A. S. y V. Arenas (eds.). Contribuciones en Hidrobiología. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 91-133.
- Bonilla, B. J. 1992. Flora y vegetación acuática vascular de las Lagunas de Zempoala, Morelos, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 120 p.
- Bonilla-Barbosa, J. R. y A. Novelo. 1995. Manual de identificación de plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. Cuadernos 26. 168 p.
- Bonilla-Barbosa, J. R. y B. Santamaría A. 2014. Capítulo 13. Plantas acuáticas exóticas y traslocadas invasoras. En: Mendoza, R. y P. Koleff O. (coords.). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. pp. 223-247.
- Bonilla-Barbosa, J. R. y J. A. Viana-Lases. 1997. Listados Florísticos de México. XIV. Flora del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 31 p.
- Brandao, L. P. M., T. Fajardo, E. Eskinazi-Santanna, S. Brito y P. Maia-Barbosa. 2012. Fluctuations of the population of *Daphnia laevis* Birge 1878: a six-year study in a tropical lake. Braz. J. Biol. 72(3): 479-87.
- Carruyo-Noguera, J., J. L. Reyes, C.L. Casler y Y. Reverol. 2004. Cladóceros (Crustacea, Branchiopoda) de la laguna de Kunana, Sierra de Perijá, Estado Zulia, Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas 38(2): 1-16.
- Contreras, F. E. 1994. Manual de técnicas hidrobiológicas. Editorial Trillas. México, D. F. 141 p.
- Contreras, S. C. 1993. Contribución al conocimiento de las especies de copépodos cyclopoides y algunos aspectos de su biología y ecología, de la presa "La Goleta", Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 79 p.
- Cooper, S. D. y D. W. Smith. 1982. Competition, predation and the relative abundances of two species of *Daphnia*. Journal of Plankton Research 4(4): 859-879.
- Dejen, E., J. Vijverberg, L. Nagelkerke y F. Sibbing. 2004. Temporal and spatial distribution of microcrustacean zooplankton in relation to turbidity and other environmental factors in large tropical lake (L. Tana, Ethiopia). Hydrobiologia 513: 39-49.
- Dodson, S. I. y M. Silva-Briano. 1996. Crustacean zooplankton species richness and associations in reservoirs and ponds of Aguascalientes State, México. Hydrobiologia 325: 163-172.
- Elías, G. M. 2006. Estudio comparativo del zooplankton en dos regiones de México. El Colegio de la Frontera

- Sur. Informe Final SNIB-CONABIO, proyecto No. AS019. México, D. F.
- Elías-Gutiérrez, M. 1995. Notas sobre los cladóceros de embalses a gran altitud en el Estado de México, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 40: 197-214.
- Elías-Gutiérrez, M. y E. Suárez-Morales. 2000. Estado actual del conocimiento de los cladóceros de México. *Planctología Mexicana* 9: 171-184.
- Elías-Gutiérrez, M., E. Suárez-Morales, M. A. Gutiérrez-Aguirre, B. Silva-Briano, J. G. Granados-Ramírez y T. Garfías-Espejo. 2008. Cladocera y copepoda de las aguas continentales de México. Guía Ilustrada. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México y El Colegio de la Frontera Sur. México, D. F. 322 p.
- Fries, C. J. Jr. 1960. Geología del estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. *Boletín del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, México D. F. 60: 1-36.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México, D. F. 71 p.
- García, R. J. 2004. Distribución espacio tiempo del fitoplancton del lago Zempoala, Morelos México, durante un ciclo anual. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 28 p.
- García-Rodríguez, J. y R. L. Tavera S. 1998. Fitoplancton del lago de Zempoala. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 63: 85-100.
- García-Rodríguez, J. y R. L. Tavera S. 2002. Phytoplankton composition and biomass in a shallow monomictic tropical lake. *Hydrobiologia* 467: 91-98.
- González, I. A. 1988. El plancton de las aguas continentales. Secretaría General de la OEA. Monografía. No. 33. Washington, D. C. USA. 130 p.
- Granados, R. J. G. 1990. El comportamiento del zooplancton en tres ambientes acuáticos epicontinentales del estado de Morelos, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 42 p.
- Green, J. y W. Kling. 1988. The genus *Daphnia* in Cameroon, West Africa. *Hydrobiologia* 160: 257-261.
- Hutchinson, G. E. 1967. A treatise on limnology. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley and Sons. Nueva York, USA. Tomo 2, 1015 p.
- Ireta, H. L. 2011. Variación del zooplankton en el río Lerma a su paso por el estado de Guanajuato en avenidas y estiaje. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 69 p.
- Korovchinsky, N. M. 1992. Introduction to the Cladocera (Daphniformes, Polypherrhormes and Leptodorphormes). Universiteit Gent, Bélgica 129 p.
- Korponai, J., G. Paulovits, K. Mátyás e I. Tátrai. 2003. Long-term changes of cladoceran community in a shallow hypertrophic reservoir in Hungary. *Hydrobiologia* 504: 193-201.
- Kotov, A., M. Elías-Gutiérrez y J. Granados-Ramírez. 2005. *Moina dumonti* sp. nov. (Cladocera, Anomopoda, Moinidae) from southern México and Cuba, with comments on moinid limbs. *Crustaceana* 78(1): 41-57.
- Kvam, O. V. y O. T. Kleiven. 1995. Diel horizontal migration and swarm formation in *Daphnia* in response to *Chaoborus*. Institute of Zoology. Department of Ecology, University of Bergen, Allégaten 41, N-5007 Bergen, Norway. *Hydrobiologia* 307: 177-184.
- Lindholm, M. 2002. Predator-induced cyclomorphosis of *Daphnia laevis* (Branchiopoda, Cladocera) in tropical floodplain (Okavango Delta Botswana). *Crustaceana* 75(6): 803-814.
- Mallin, M. y W. Partin. 1989. Thermal tolerances of common Cladocera. *Journal of Freshwater Ecology* 5(1): 45-50.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Omega. Barcelona, España. 1010 p.
- Matsumura-Tundisi, T. 1984. Occurrence of species of the genus *Daphnia* in Brazil. *Hydrobiologia* 112: 161-165.
- Mavuti, K. M. 1992. Diel vertical distribution of zooplankton in Lake Naivasha, Kenya. *Hydrobiologia* 232: 31-41.
- Miller, R. R. 2009. Peces dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Ictiológica Mexicana A. C., El

- Colegio de la Frontera Sur y Consejo de los Peces del Desierto México-Estados Unidos. México, D. F. 559 p.
- Modenutti, B. E. 1987. Variaciones en la diversidad del zooplancton del arroyo Rodríguez (Prov. de Buenos Aires). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 18(1):6 1-70.
- O'Brien, W. J., C. Buchanan y J. F. Haney. 1979. Artic zooplankton community structure: exceptions to some general rules. *Artic* (32)3: 237-247.
- Pennak, R. 1978. Freshwater invertebrates of the United States. John Wiley & Sons. New York, USA. 803 p.
- Quiroz, C. H. 2011. Situación actual de los lagos del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. *Hypatia. Revista de Divulgación Científico-Tecnológica del Estado de Morelos*. Cuernavaca, México. 37: 2 p.
- Quiroz, C. H., I. Molina, J. García y M. Díaz. 2007. Los lagos Zempoala y Tonatiahua del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Morelos. *En: de la Lanza, E. G. (comp.). Las aguas interiores de México. Conceptos y casos*. AGT Editor, S. A. México, D. F. pp. 142-167.
- Reyes, C. P. 1982. Bioestadística aplicada. Trillas. México, D. F. 216 p.
- Rodier, J. 1981. Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales y aguas de mar. Ed. Omega. Barcelona, España. 1959 p.
- Rudjakov, J. A. 1970. The possible causes of diel vertical migrations of planktonic animals. *Mar. Biol.* 6: 98-105.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F. 504 p.
- Santillán-Alarcón, S., V. Sorani D., J. R. Bonilla-Barbosa, J. Luna-Figueroa y H. Colín. 2010. Capítulo 1. Escenario geográfico. *En: Bonilla-Barbosa, J. R., V. M. Mora, J. Luna-Figueroa, H. Colín y S. Santillán-Alarcón (eds.). Biodiversidad, conservación y manejo en el Corredor Biológico Chichinautzin. Condiciones actuales y perspectivas*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos y Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos. México. pp. 3-20.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1979a. Síntesis geográfica de Morelos. Anexo cartográfico. Carta estatal de regionalización fisiográfica. México, D.F.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1979b. Síntesis gráfica y descriptiva. Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Parques Nacionales. México, D. F.
- Sokal, R. y Rohlf, F. J. 1980. Introducción a la bioestadística. Ed. Reverté. Barcelona, España. 362 p.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México, D. F. 622 p.
- Taboada, S. M., A. E. Granjeno-Colín y R. Oliver G. 2009. Normales climatológicas (Temperatura y Precipitación) del estado de Morelos. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, México. 258 p.
- Taylor, D. J., T. L. Finston y P. D. N. Hebert. 1998. Biogeography of a widespread freshwater crustacean: Pseudocongruence and cryptic endemism in the North America *Daphnia laevis* complex. *Evolution* 52(6): 1648-1670.
- Thouvenot, A., M. Richardot, D. Debroas y J. Devaux. 1999. Bacterivory of metazooplankton, ciliates and flagellates in a newly flooded reservoir. *Journal of Plankton Research* 21: 1659-1679.
- Visman, V., D. McQueen y E. Demers. 1994. Zooplankton spatial patterns in two lakes with contrasting fish community structure. *Hydrobiologia* 284: 177-191.
- Wetzel, R. G. y G. E. Likens. 2000. Limnological analyses. Springer-Verlag. Nueva York, USA. 429 p.

MONITOREO PARTICIPATIVO DE MAMÍFEROS GRANDES Y MEDIANOS EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE, COLOMBIA

Sebastián Mejía-Correa

Fundación HomoNatura, Calle 140 No. 22-22, Bogotá D.C, Cundinamarca, Colombia.

Autor de correspondencia: sebasmecco@fundacionhomonatura.org

Fecha de recepción: 15 de noviembre de 2013 - Fecha de aceptado: 25 de Agosto de 2014

RESUMEN. El propósito del presente trabajo fue realizar el monitoreo participativo de mamíferos grandes y medianos con pobladores del sector “El Cóndor” en el Parque Nacional Natural Munchique. Este término se aplica a actividades de monitoreo donde participan personas locales que no cuentan con capacitación profesional y que tienen distinto grado de conocimiento e intereses. Adicionalmente, se complementó con el fototrampeo del oso andino para el sector “La Romelia”. Entre octubre del 2009 y abril del 2010 el monitoreo se realizó mediante transectos; seleccionados y recorridos con apoyo de pobladores y funcionarios del sector, en zonas de bosque nativo e intervenidas. De las especies registradas, la “guagua” *Cuniculus paca* fue la más abundante, detectándose en todos los transectos, seguida de los “venados” *Mazama* spp., mientras que en áreas intervenidas la “chucha” *Didelphis marsupialis* fue la más detectada. Los primates fueron las especies menos detectadas junto al “tigriillo” *Leopardus pardalis* y el “zaino” *Pecari tajacu*. Adicionalmente se identificaron cuatro individuos de “oso andino” *Tremarctos ornatus* en la zona muestreada. Estos resultados son los primeros datos poblacionales para estas especies en el área protegida, constituyéndose una base para futuros monitoreos. También se estableció que la expansión agrícola es la actividad que más efectos negativos tiene en el parque a diferencia de la caza, que ha disminuido en los últimos años. El monitoreo participativo involucró a los pobladores como realizadores, acercándolos más a los proyectos de conservación, mejorando el uso y la percepción que tienen de las especies.

Palabras clave: participativo, fototrampeo, poblacionales, expansión, realizadores.

ABSTRACT. The main purpose of this study was to conduct a participatory monitoring of large and medium-sized mammals with the inhabitants of “El Cóndor” sector in Munchique National Natural Park. The term applies to monitoring activities with the participation of local people who have no professional training and have different knowledge and interests. It was complemented with the spectacled bear camera trapping for “La Romelia” sector. Between October 2009 and April 2010 the monitoring was carried out through line transects, selected and walked along local residents and park rangers in native forest and disturbed areas. Of the recorded species, the “guagua” *Cuniculus paca* was detected in all transects, followed by deer *Mazama* spp., whereas in disturbed areas the “chucha” *Didelphis marsupialis* was the most abundant. The primates were the least abundant with the ocelot *Leopardus pardalis* and the “zaino” *Pecari tajacu*. Additionally, four individuals of spectacled bears *Tremarctos ornatus* were identified in the sampled area. The results of this study provides the first population data for species of large and medium sized mammals for Munchique NNP and thus constitute the baseline for comparison in future monitoring. Furthermore it was found that the agricultural expansion is the most negative threat on the park as opposed to the hunt, which is not as continuous as before. The participatory monitoring involved local people as performers, giving them the insight of what project conservation is all about, improving the species use and perception.

Key words: participatory, camera-trapping, population, expansion, performers.

INTRODUCCIÓN

Es ampliamente reconocido que los ecosistemas tropicales albergan más del 80% de la diversidad de ecosistemas, especies y variedades genéticas de plantas y animales (Reaka-Kudla *et al.*, 1997). Pero es de nuestro conocimiento

que los ecosistemas es en donde se ha dado acelerada destrucción y degradación de los hábitats naturales como consecuencia del crecimiento de la población humana durante el Siglo XX, llevando a la a la amenaza o extinción alta cantidad de sus especies animales y vegetales (Reaka-Kudla *et al.*, 1997).

En América del Sur es poco probable que el ritmo de deforestación disminuya en un futuro próximo, debido a que las condiciones sociales y económicas precarias de la población favorecen esta situación por la producción ganadera y de cultivos agrícolas, con el fin de satisfacer sus necesidades básicas y de supervivencia. Estas acciones llamaron la atención mundial y justificó la creación de áreas silvestres protegidas con el fin de mantener muestras representativas de todos los ecosistemas terrestres y proteger la mayor cantidad de especies, poblaciones y genes (Primack *et al.*, 2001). Sin embargo, hoy en día, algunas áreas protegidas se siguen administrando con métodos antiguos, excluyendo a las comunidades, lo cual se produce en parte porque la mayoría de los países en desarrollo aprobaron sus leyes de conservación entre las décadas de 1960 y 1970, cuando todavía predominaba el modelo excluyente de conservación (Oilwatch y WRM, 2004).

La situación en el Parque Nacional Natural Munchique en Cauca, Colombia, ha estado cambiando en los últimos cinco años debido a la realización de proyectos enfocados a apoyar las comunidades humanas, en proyectos como los de sistemas sostenibles y restauración ecológica participativa (UAESPNN, 2005) que buscan garantizar la preservación y conservación de los recursos naturales del área, al mismo tiempo que se mejora la calidad de vida de las familias.

Sin embargo, la falta de estudios sobre el efecto que las actividades humanas tienen sobre las especies y sus ecosistemas no existe y se hacen necesarios. Con un inventario de mamíferos grandes y medianos realizado en el área (Mejía-Correa y Díaz-Martínez, 2009) se logró determinar su riqueza y al mismo tiempo se conoció que la población humana ha aumentado, dividiendo cada vez más las propiedades, expandiendo la frontera agrícola, y por ende la extracción de madera y vida silvestre; siendo los mamíferos grandes los más utilizados. Por este uso, además de su importancia e impacto biológico en los ecosistemas, los convierten en uno de los mejores bioindicadores para el área.

Lo anterior, llevo a un segundo paso para mejorar estrategias de conservación, esto es, el monitoreo participativo que permitirá determinar a través del tiempo si las medidas de conservación y manejo aplicadas en el área son efectivas o necesitan ajustarse. El término “monitoreo participativo” se aplica a actividades que suponen la participación de personas locales que no están

capacitadas profesionalmente o especializada en estas áreas del conocimiento y que tienen distinto grado de saberes, experiencia, roles sociales e intereses. El monitoreo participativo es un proceso continuo en el que los usuarios locales del bosque registran sistemáticamente información acerca del mismo, reflexionan al respecto y llevan a cabo acciones de gestión en respuesta a lo aprendido (Evans y Guariguata, 2008).

En este trabajo de investigación, este tipo de práctica fue muy adecuada para el Parque Nacional Natural (PNN) Munchique por su realidad social, involucrando a los pobladores como realizadores y no como colaboradores de información, acercándolos y capacitándolos a futuros proyectos en conservación, que mejoren el uso y la percepción que tienen de las especies, todo dentro de un marco de manejo y desarrollo sostenible.

En adición, la determinación de índices de abundancia relativa como datos poblacionales iniciales permitieron recoger información sobre el estado de salud de los ecosistemas y las especies, presentando datos más puntuales y reales para la toma de decisiones de la administración del Parque.

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Natural (PNN) Munchique está localizado en el Departamento del Cauca, al occidente de la ciudad de Popayán, en jurisdicción del municipio de El Tambo, Colombia, entre los 2°28' y 2°55' de latitud Norte y los 76°51' y 77°10' de longitud Oeste (Figura 1). Posee una superficie aproximada de 47,000 hectáreas y se ubica geográficamente sobre la vertiente occidental de la Cordillera Occidental (UAESPNN, 2005).

A nivel biogeográfico, el PNN Munchique forma parte del pacífico colombiano que de acuerdo con Hernández-Camacho *et al.* (1992), lo conforman dos provincias: la Norandina (ubicada en la montaña) y la Chocó Magdalena (ubicada en el andén pacífico), siendo la cota de 200-500 msnm el límite divisorio entre ellas, razón por la que, la mayor parte del Parque está incluido en la Provincia Norandina. De esta, el Parque Munchique lo integran áreas correspondientes a dos Distritos: la Selva Subandina de la Vertiente Pacífica (Cauca) y la Selva Andina de la Cordillera Occidental (Cauca y Valle). La estructura del hábitat predominante está caracterizada por un bajo dosel (menos de cinco metros), alta densidad de arbustos y alta diversidad de briofitas (UAESPNN, 2005). El presente estudio se enfocó en dos zonas del área protegida: Zona

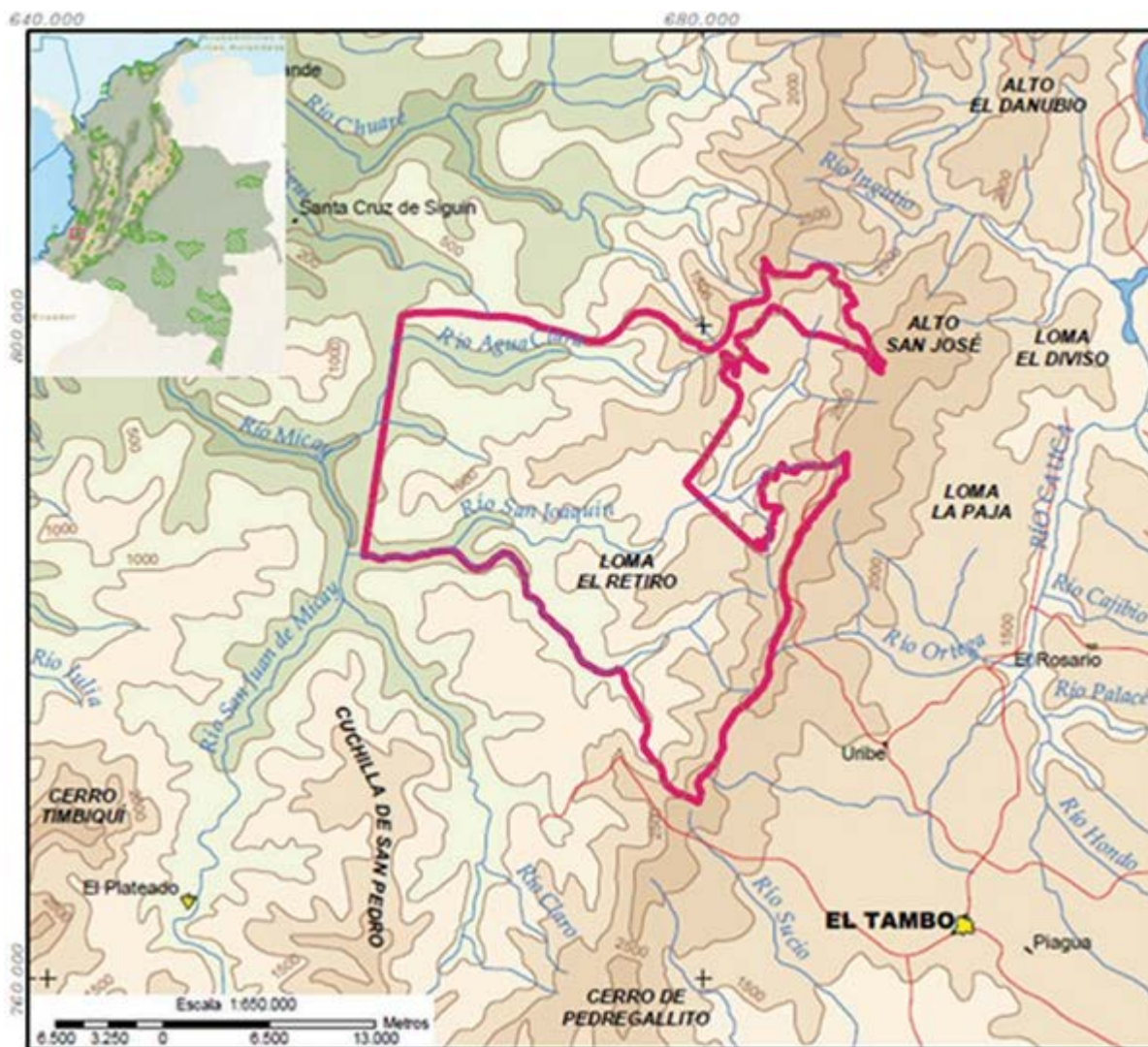


Figura 1. Localización geográfica del Parque Nacional Natural Munchique, Cauca, Colombia.

Cóndor (1200-2000 msnm) y zona Romelia (2000-3100 msnm).

MATERIALES Y MÉTODOS

INDICADORES SELECCIONADOS

Un indicador biológico es una especie que aporta información sobre el estado de salud del ecosistema, tomando en cuenta que un ecosistema saludable está balanceado (Noss, 1990). La selección de las especies indicadores que se consideraron fueron con base en un inventario realizado en el Parque (Mejía-Correa y Díaz-Martínez, 2009), quienes observaron el uso y la importancia que tienen en la zona.

Estas especies indicadoras forman parte de tres grandes grupos de mamíferos: primates, especies de caza y carnívoros. El monitoreo se enfocó en las siguientes especies: los primates *Ateles fusciceps* y *Cebus capucinus*; los roedores *Cuniculus paca* y *Dasyprocta punctata*, el “pecari” *Pecari tajacu* y los venados del género *Mazama*; los carnívoros fueron el “oso de anteojos” *Tremarctos ornatus*, los “tigrillos” *Leopardus* sp. y *Puma yagouaroundi*, la “tayra” *Eira barbara* y los “coatíes” *Nasua nasua* y *Nasuella olivacea*.

TRABAJO PARTICIPATIVO

Antes de iniciar el monitoreo, durante el primer mes se hicieron visitas personalizadas a las familias que integran el área de estudio para presentarles el proyecto. Mediante charlas informales, se formó un grupo básico de pobladores,

cazadores específicamente, al que se incorporó el personal del Parque, quienes planificaron y desarrollaron la mayoría de muestreos.

Posteriormente a estos primeros acercamientos, se realizaron las primeras incursiones en donde se inició la selección y conocimiento de los transectos a muestrear. Durante estas salidas, se instruyó a los pobladores y funcionarios en las técnicas de monitoreo, recolección e interpretación de datos. Al mismo tiempo, se llegó a un acuerdo, para que a través del proyecto se lograra la gestión de recursos para las familias de la zona, que se involucrarán de manera directa o indirecta en el trabajo.

Durante el desarrollo del proyecto, se continuaron las visitas a las viviendas de los pobladores, recogiendo los registros hechos por ellos para así complementar y sistematizar los datos de abundancia y uso de hábitat de las especies. Conjuntamente se participó activamente en el desarrollo de varias actividades de la comunidad, como reuniones de la junta, presentaciones en la escuela, eventos deportivos de la región, entre otros.

MONITOREO

Para la realización del monitoreo se siguió el método del transecto lineal teniendo en cuenta los lineamientos propuestos por Peres (1999) en cuanto a tamaño de los mismos y la manera de recorrerlos. De esta forma, la estimación de abundancia y presencia de las especies se hizo a través de señales indirectas.

Con la información obtenida de los rastros se calculó el índice de abundancia relativa como el número de indicios por especie encontrados, dividido por la distancia recorrida por los observadores (Carrillo *et al.*, 2000).

Además, se hizo un enfoque simple, en el cual se combinaron las señales de especies similares, es decir, de la misma familia. Se utilizaron trampas cámara para identificar especies, y también se tomaron en cuenta otras especies para conocer su abundancia e importancia en la zona.

Se trazaron cinco transectos en el sector “El Cóndor”, de una distancia promedio de 3 a 4 km. Los transectos seleccionados fueron caminos preexistentes lo que permitió que las características del suelo fueran similares en todos, por lo cual se asume que la probabilidad de que los rastros se hicieran evidentes y quedaran en los recorridos sería la misma en todos y que su presencia variaría solo por la abundancia de las especies (Figura 2).

Estos transectos se recorrieron por un período de 12 días cada uno, rotando así todos cada semana para obtener un total de 60 días de esfuerzo de muestreo y de 201.6 km recorridos. Las huellas fueron identificadas de acuerdo con Aranda (2000) y también con ayuda de los cazadores de la zona. En el caso particular de los primates, cuando se localizó o se escuchó un grupo, este fue registrado como una observación.

FOTOTRAMPEO DEL OSO ANDINO

En los últimos dos meses (febrero a abril) se inició el fototrampeo del oso de anteojos, en el que participaron funcionarios y pobladores con base al protocolo de Silver (2004) y teniendo en cuenta las recomendaciones del estudio de Ríos-Uzeda *et al.* (2006).

Por cuestiones ajenas al proyecto, se optó por hacer solo reconocimiento de individuos y de distribuciones espaciales en el sector de “La Romelia”. Adicionalmente se calculó su abundancia relativa, en donde el número de fotografías tomadas de la especie fue dividido por las noches cámara que duró el muestreo (Griffiths y Van Schaik, 1993; O'Brien *et al.*, 2003).

Se colocaron 10 trampas-cámara (Bushnell 4MP Trail Sentry Digital Camera) a lo largo del eje de la cordillera occidental, límite oriental del Parque, manteniendo una distancia promedio de 1 km entre cada estación (Figura 2). Las trampas-cámara se mantuvieron durante un periodo de 30 días para un esfuerzo total de 300 trampas noche. Cada trampa-cámara se programó para un monitoreo continuo de 24 horas por día y fueron revisadas cada 15 días.

La selección de sitios se hizo con base en un estudio previo del funcionario del sector “La Romelia” y un estudiante de la Universidad del Cauca, complementado con la realización de este proyecto. La ubicación de cámaras se hizo sobre senderos del oso tomando en cuenta marca-remarca en árboles, señales de ascenso, comederos de bromelias y frutales.

USO DE HÁBITAT Y EFECTO DE LA DEFORESTACIÓN

Los tipos de hábitat que se establecieron para el área fueron: bosque primario (BP), bosque secundario (BS) y zonas intervenidas (ZI), que básicamente en el área son los potreros, cultivos y viviendas presentes. Esta descripción se hizo teniendo en cuenta las condiciones observadas de alteración en la vegetación en el área de muestreo y la información entregada por las personas de las intervenciones que han realizado en la misma.

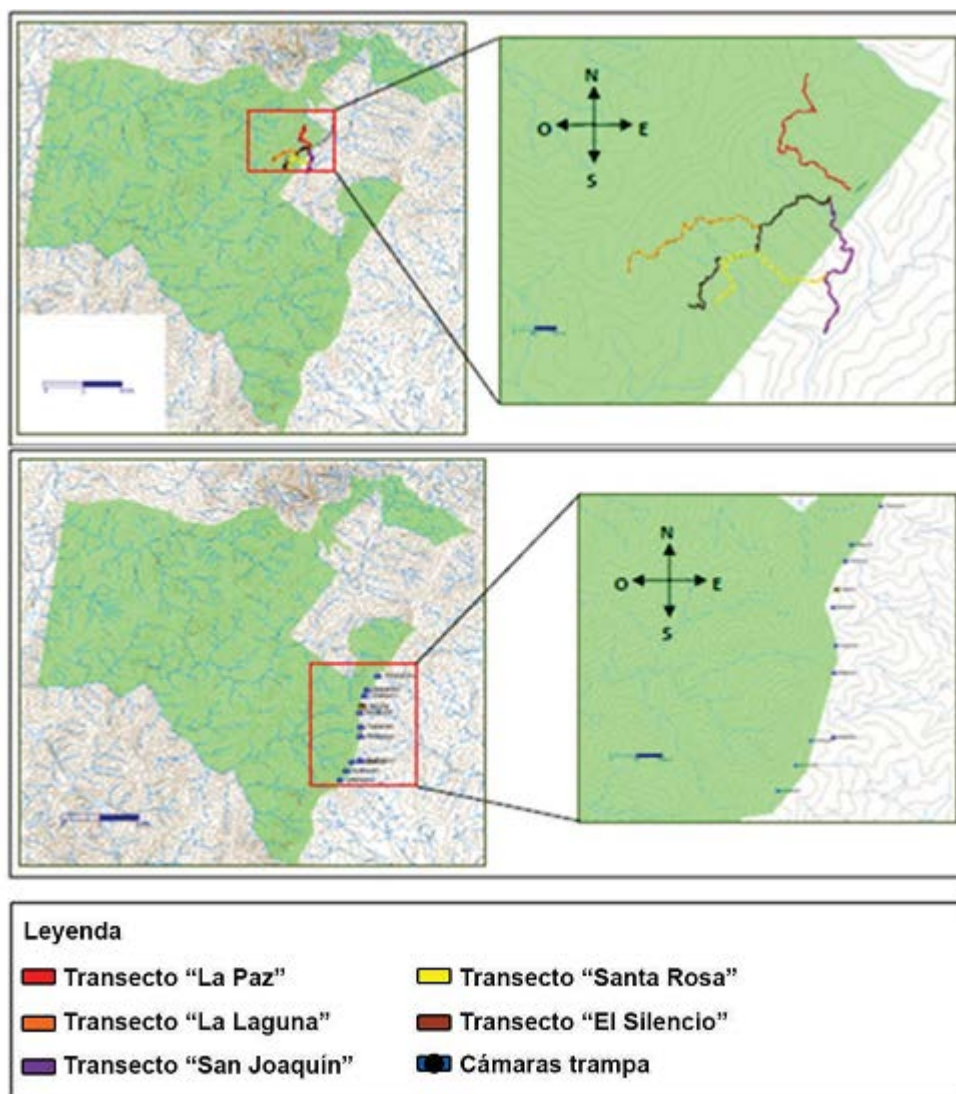


Figura 2. Ubicación de los transectos seleccionados y cámaras trampa en el área de estudio.

Por medio de georreferenciación de puntos se calculó para cada tipo de hábitat su longitud por el total de kilómetros recorridos y determinar las áreas de muestreo por recorrido, tipo de cobertura y área total de muestreo que fue de 190.3 ha de la que el 57.38% (109.19 ha) correspondió a zona intervenida, 25.25% (48.06 ha) a bosque secundario y 17.37% (33.05 ha) a bosque primario.

Con esta información y con los datos de ubicación de las observaciones directas y los indicios se utilizó para determinar el uso de hábitat de las especies en cada una de los hábitats.

Para comprobar diferencias estadísticas entre el número de indicios encontrados de cada especie en las diferentes tipos de hábitat, se aplicó la prueba de Chi cuadrada y se determinaron las siguientes hipótesis estadísticas, con un nivel de significancia (P) de 0.05:

HO = No existe diferencia entre el número de indicios observados y los esperados

HA = Existe diferencia entre el número de indicios observados y los esperados

Para posteriormente determinar los grados de libertad que son el número de categorías independientes que existen. En este caso son el número de coberturas (3) menos 1, lo que equivale a 2 (Painter *et al.*, 1999).

Por último, se calcularon los intervalos confidenciales de Bonferroni para determinar la preferencia o rechazo por los tipos de hábitat utilizados. El intervalo de Bonferroni se calculó con la fórmula establecida por Byers *et al.* (1984), y se tomó la decisión de acuerdo con Aranda (2000), que cuando la proporción esperada de uso no cae dentro del intervalo, existe un 95% de probabilidad de que el uso esperado y el observado difieran significativamente.

RESULTADOS

MONITOREO SECTOR EL CÓNDOR

En el sector de “El Cóndor” del Parque Nacional Natural Munchique se registraron e identificaron 172 indicios (huellas, rastros, avistamientos, excretas, pasaderos, comederos) pertenecientes a 15 especies de mamíferos grandes y medianos (Tabla 1).

Para toda el área muestreada, los valores más altos de abundancia relativa lo obtuvieron la guagua *Cuniculus paca* con 0.263, seguida de las chuchas *Didelphis* spp. con 0.144 y los venados *Mazama* spp. con 0.124 (Figura 3), mientras que las especies con los valores más bajos fueron el zaino *Pecari tajacu* con 0.01, el mico negro *Ateles fusciceps* con 0.025 el zorro collarejo *Eira barbara* con 0.035. Las huellas fueron el indicio más encontrado (102) seguido de los pasaderos (48) y los avistamientos (12).

USO DE HÁBITAT Y EFECTO DE LA DEFORESTACIÓN

De los 172 indicios registrados de las especies de mamíferos identificadas, el mayor número fue en las zonas de bosque secundario (65). Para este tipo de cobertura la especie con mayor índice de abundancia relativa fue la guagua *Cuniculus paca* con 0.49, seguida de los venados *Mazama* spp. con 0.28. En las zonas intervenidas se obtuvo un total de 54 indicios, en donde las chuchas *Didelphis* spp. tuvieron el valor más alto de abundancia relativa con 0.21. Para las zonas de bosques primarios, se registraron 53 indicios, y al igual que en los bosques secundarios, la guagua *Cuniculus paca* obtuvo el valor más alto de abundancia relativa con 1.68 seguida del guatín *Dasyprocta punctata* con 0.26.

La prueba de Chi Cuadrada para todas las especies, a partir de los indicios observados (O) y los indicios esperados (E) calculados, tuvo un valor de 58.731, y se

considera que fue mayor al valor crítico (5.991) (Tabla 2), rechazando la hipótesis nula y estableciendo que si existen diferencias entre los indicios observados y los esperados, mostrando posible preferencia de las especies registradas a un tipo de cobertura en particular. Asimismo, los valores de Chi cuadrada para cada tipo de cobertura fueron mayores que el valor crítico, rechazando la hipótesis nula también.

A partir de los datos de la Tabla 3, se observó que los valores de la proporción de uso esperada (P_o) para todos los tipos de cobertura no caen dentro del intervalo de Bonferroni, por lo que existe el 95% de probabilidad de que el uso esperado y el observado difieran significativamente. En este mismo sentido, se observó que para el bosque primario y el bosque secundario su proporción de uso esperado fue menor al intervalo calculado, indicando “preferencia” o mayor uso por parte de las especies registradas hacia estas coberturas. En el otro sentido, se observó que la proporción de uso esperado para las zonas intervenidas fue mayor al intervalo calculado, lo que muestra un “rechazo” o menor uso para esta cobertura.

FOTOTRAMPEO DEL OSO ANDINO

El presente proyecto se logró realizar conjuntamente con los funcionarios del sector, con quienes se realizaban los recorridos y se pudo enseñar en el manejo de las cámaras y usos aplicables para el área. Con todas las trampas cámara se logró fotografiar al oso andino *Tremarctos ornatus* en 10 ocasiones, con lo cual se pudo identificar a cuatro individuos (Figura 4). Tres de los individuos fueron fotografiados en dos ocasiones o días diferentes.

Con el número total de fotografías del oso andino se estimó su índice de abundancia relativa. El valor calculado que se obtuvo fue de 0.03. En adición a esto, se pudo inferir y observar una posible ocupación y distribución diferenciada entre individuos en el área de muestreo. Conjuntamente, se obtuvieron varios rastros de la especie en toda el área de muestreo, no solo donde se hizo el fototrampeo sino en otras zonas del Parque, para tener en cuenta en futuros monitoreos para esta especie.

TRABAJO PARTICIPATIVO

El trabajo participativo se enfocó en el sector “El Cóndor”, principalmente por la cercanía y presencia de familias dentro del área protegida en este sector. Se realizaron 20 incursiones al campo con participación de pobladores del sector y funcionarios del Parque. De estas, cinco se hicieron previamente al monitoreo para conocer los recorridos de

Tabla 1. Índice de abundancia relativa, número y tipo de indicios de las especies registradas en el sector de “El Cóndor” del Parque Nacional Natural Munchique.

ESPECIES	NOMBRE LOCAL	TIPO DE INDICIO	NÚM. DE INDICIOS	ÍNDICE DE ABUNDANCIAS
<i>Didelphis marsupialis</i> y <i>Didelphis albiventris</i>	“chucha”	Huellas	30	0.144
<i>Cebus capucinus</i>	“mico cariblanco”	Avistamientos	6	0.040
		Frutos comidos	2	
<i>Ateles fusciceps</i>	“mico negro”	Avistamientos	3	0.025
		Frutos comidos	1	
		Excretas	1	
<i>Dasyprocta punctata</i>	“guatin”	Huellas	15	0.094
		Frutos mordidos	1	
		Pasadero	3	
<i>Cuniculus paca</i>	“guagua”	Huellas	25	0.263
		Pasadero	27	
		Señales alimentación	1	
<i>Leopardus pardalis</i> , <i>Leopardus tigrinus</i> y <i>Puma yagouaroundi</i>	“tigrillos”	Huellas	8	0.040
<i>Eira barbara</i>	“zorro collarejo”	Huellas	4	0.035
		Avistamientos	3	
<i>Nasua nasua</i> y <i>Nasuella olivacea</i>	“cusumbo”	Huellas	1	0.079
		Pasadero	13	
		Señales alimentación	1	
<i>Pecari tajacu</i>	“zaino”	Huellas	2	0.010
<i>Mazama americana</i> y <i>Mazama gouazoubira</i>	“venados”	Huellas	18	0.124
		Señales alimentación	1	
		Dormidero	1	
		Pasadero	5	

los transectos. Las restantes fueron para la recolección de datos. En esta actividad se integraron siete pobladores diferentes, con los cuales se hacía rotación cada fin de semana para las incursiones de campo (Figura 5).

Con estas incursiones se aprendió aún más sobre la ecología de las especies en la zona. Además, el investigador aprendió y fue capacitado por los pobladores para identificar los diferentes rastros de las especies presentes

en el área y también de los comportamientos que tienen en el sector. Asimismo se contó con el apoyo de ellos al identificar rastros y huellas de las especies cuando estas fueron confusas. Igualmente, el investigador enseñaba a los pobladores en estas incursiones del porque de la realización de este tipo de proyectos, su importancia y de cómo se realizaban en campo. Sumado a esto, se les mostró más información acerca de las especies que allí se presentan

Tabla 2. Valores de Chi cuadrado calculados para las especies registradas en tres tipos de cobertura a nivel de significancia $P = 0.05$ y $gl = 2$.

TIPO DE COBERTURA	NUM. KM	O	E	(O-E)	(O-E) ²	(O-E) ² /E
Bosque primario	30.684	53	26.178	26.822	719.419	27.481
Bosque secundario	52.344	65	44.658	20.342	413.796	9.265
Zona intervenida	118.572	54	101.160	-47.16	2224.065	21.985
TOTAL	201.600	172	172.000			58.731

a nivel de su importancia y función en los ecosistemas de los cuales ellos extraen algunos de sus recursos. Estas charlas no solo se centraron en temas relacionadas con las especies, sino a la conservación y protección general de los ecosistemas.

Con lo anterior, se logró que los cazadores realizaran rotaciones en los lugares de cacería en cada faena de caza y también de que no cazaran de manera indiscriminada. También se logró un primer acercamiento para que en futuros monitoreos, estas personas acompañaran a los funcionarios para realizarlos. Esto apoyado a través de las capacitaciones en campo y sobre la recolección de rastros e interpretación de los mismos.

La participación de los pobladores no solo se enfocó en el estudio en sí o sobre los aspectos de la conservación, sino también en compartir actividades familiares con las personas del sector, como la elaboración de panela, eventos en escuelas, eventos deportivos y colaboración en actividades propias del sector. Además con este proyecto se logró apoyar a 14 familias a través de insumos como láminas de zinc para el tejado en viviendas, plástico y enmallado para huertas caseras, mangueras para el transporte de agua, estufas de gas, juegos de ollas y otros materiales. Igualmente se pudo apoyar al equipo de fútbol de la comunidad “El Cóndor” con uniformes y balón, además de apoyar con recursos didácticos a la escuela de la vereda a través de la junta de acción comunal y los profesores (Figura 6).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio ofrecen los primeros datos poblacionales de especies de mamíferos grandes y medianos presentes en el Parque Nacional Natural Munchique en el Cauca, Colombia. Es importante indicar y tener presente que los índices de abundancia relativa que se obtuvieron no dan información del actual tamaño

de las poblaciones de mamíferos, sino que se convierte en información de referencia para reflejar cambios o tendencias poblacionales en futuros estudios de monitoreo (Crawford, 1991), por lo que el siguiente paso es obtener datos sobre la abundancia o densidad absoluta de las especies a través de otros métodos y compararlos con los índices de abundancia.

El índice de abundancia relativa de las especies en el PNN Munchique muestra un valor teórico alto para especies herbívoras como los roedores *Dasyprocta punctata* y *Cuniculus paca* y los venados *Mazama* spp. Contrariamente se observó que los carnívoros obtuvieron los valores más bajos. Esto se ve relacionado principalmente a que las personas en el área son mas “agresivas” con este grupo de animales, especialmente con la “tayra” *Eira barbara* y los “coatíes” *Nasua nasua*, aprovechando cualquier encuentro fortuito para cazarlos, al considerarlos más dañinos y/o competencia por especies de caza en algunos casos. En términos de abundancia, la comunidad de mamíferos del área presenta la organización fundamental que Eisenberg (1990) describe para bosques tropicales de varios estratos, con la mayor parte de la biomasa concentrada en los herbívoros, que es seguida por la biomasa de carnívoros.

La guagua, *Cuniculus paca*, fue la especie más registrada en toda el área de muestreo y la que obtuvo los valores más altos de abundancia relativa en las zonas de bosques primario y secundario. Esta especie transita generalmente por caminos preestablecidos en estas áreas, pero si estos caminos son alterados inmediatamente los rechaza y busca otros (Pérez, 1992). En el área de muestreo, estos “pasaderos” fueron el indicio más frecuente para esta especie, en los que se podían observar las uñas e igualmente confirmar el rechazo a “pasaderos” intervenidos cuando se realizaban cacerías en las zonas donde estos se localizaban. Sumado a esto, se pudo confirmar la preferencia de la

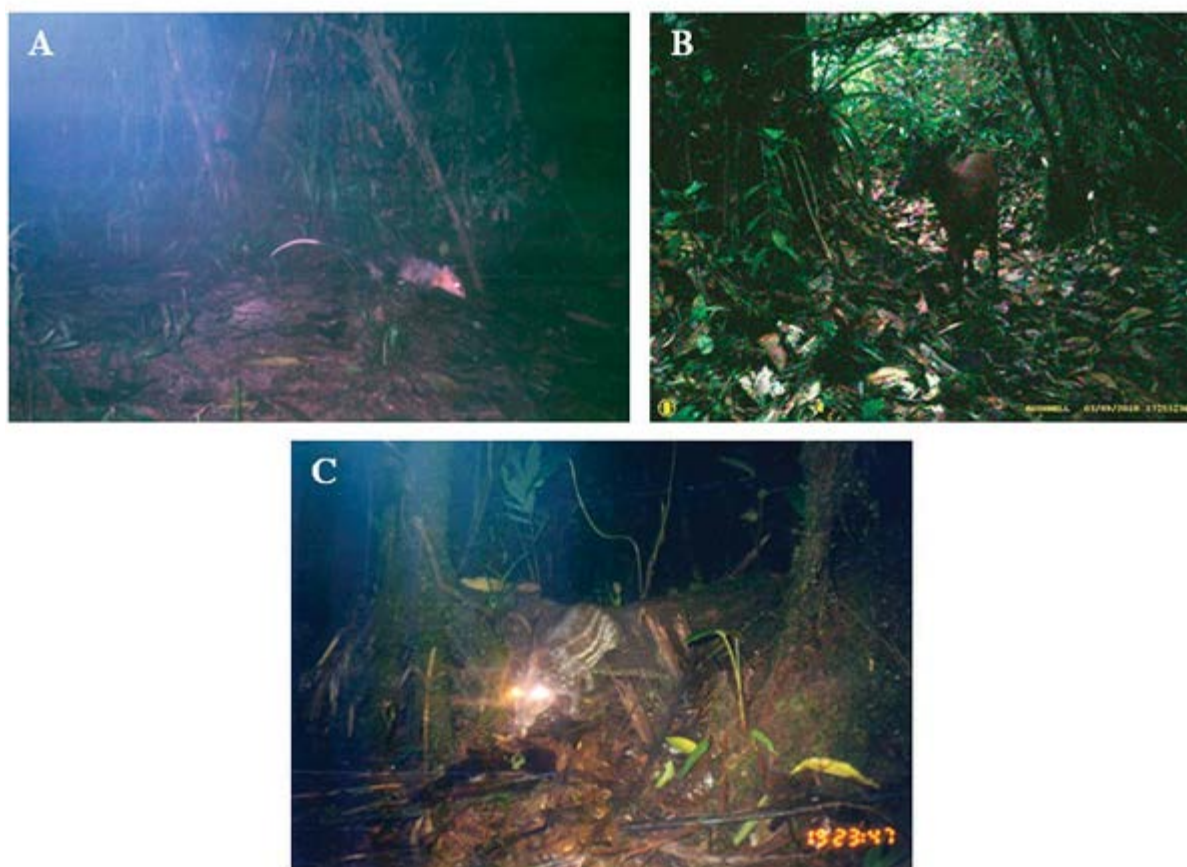


Figura 3. Especies más registradas en el área de estudio. (A) *Didelphis albiventris*, (B) *Mazama americana*, (C) *Cuniculus paca*.

especie a las zonas de bosques secundario y primario por su tipo de vegetación, ideales por su comportamiento “arisco” (Mondolfi, 1972).

Paradójicamente, la guagua *Cuniculus paca* es la especie más cazada no solo en el sector sino en toda la región cercana al Parque. Los índices altos de abundancia obtenidos para el área pueden mostrar adaptación del hábito a la modificación de su hábitat que Cabrera y Molano (1995) determinaron, en donde la especie modifica su alimentación, consumiendo maíz, plátano y yuca, lo que dispara la cantidad de energía por unidad de área e igualmente dispara la reproducción de la especie. En el área algunos de estos mismos cultivos están cerca a bosques primarios y secundarios, sembrados ocasionalmente con la intención de que aparezcan las especies para cazarlos, y en donde se observan señales de alimentación de la guagua, por lo que debe ser tomada en cuenta para cualquier plan

de manejo o monitoreo de fauna que se piense realizar en el futuro.

Orjuela y Jiménez (2004) indican que en un bosque subandino fragmentado del Departamento de Risaralda, Colombia, *Didelphis marsupialis* presentó el valor más alto de abundancia relativa en zonas de cultivo. Igualmente, en este estudio las chuchas *Didelphis* spp. obtuvieron el valor más alto de abundancia relativa en las zonas intervenidas (cultivos, potreros) afirmando aun más su gran plasticidad etológica. Igualmente a nivel local, estos mamíferos se sienten muy atraídos a los asentamientos humanos, alimentándose de cultivos de banano y en algunos casos de pollos de gallina.

Los estudios de uso de hábitat toman en cuenta el lugar donde los animales desarrollan sus actividades (Litvaitis *et al.*, 1996), siendo propio de cada especie y está influenciado

Tabla 3. Análisis del uso de coberturas de las especies registradas desde los intervalos de Bonferroni por la proporción de usos observada y esperada con nivel de significancia $P = 0.05$ y $gl = 2$.

TIPO DE COBERTURA	ÁREA	ÁREA RELATIVA	USO OBSERVADO	USO ESPERADO
Bosque primario	33.05	0.17	53	29.87
Bosque secundario	48.06	0.25	65	43.44
Zona intervenida	109.19	0.57	54	98.69
TOTAL	190.30	1.00	172	172.00
	PROPORCIÓN DE USO ESPERADA (Po)	PROPORCIÓN DE USO OBSERVADA (Pi)	INTERVALO BONFERRONI	
Bosque primario	0.17	0.308	$0.223 \leq P_i \leq 0.392$ [$P_i > P_o$]	
Bosque secundario	0.25	0.378	$0.289 \leq P_i \leq 0.466$ [$P_i > P_o$]	
Zona intervenida	0.56	0.314	$0.229 \leq P_i \leq 0.396$ [$P_i < P_o$]	

por requerimientos dietarios, áreas para descanso y refugio y períodos estacionales, que implican frecuentemente la adopción de diversas estrategias en el uso de los espacios (Noss *et al.*, 2003; Guzmán-Lenis y Camargo-Sanabria,

2004). En esta investigación se observó preferencia o mayor uso general de las especies muestreadas hacia las coberturas de bosques primario y secundario, en donde desarrollan sus actividades de alimentación y reproducción

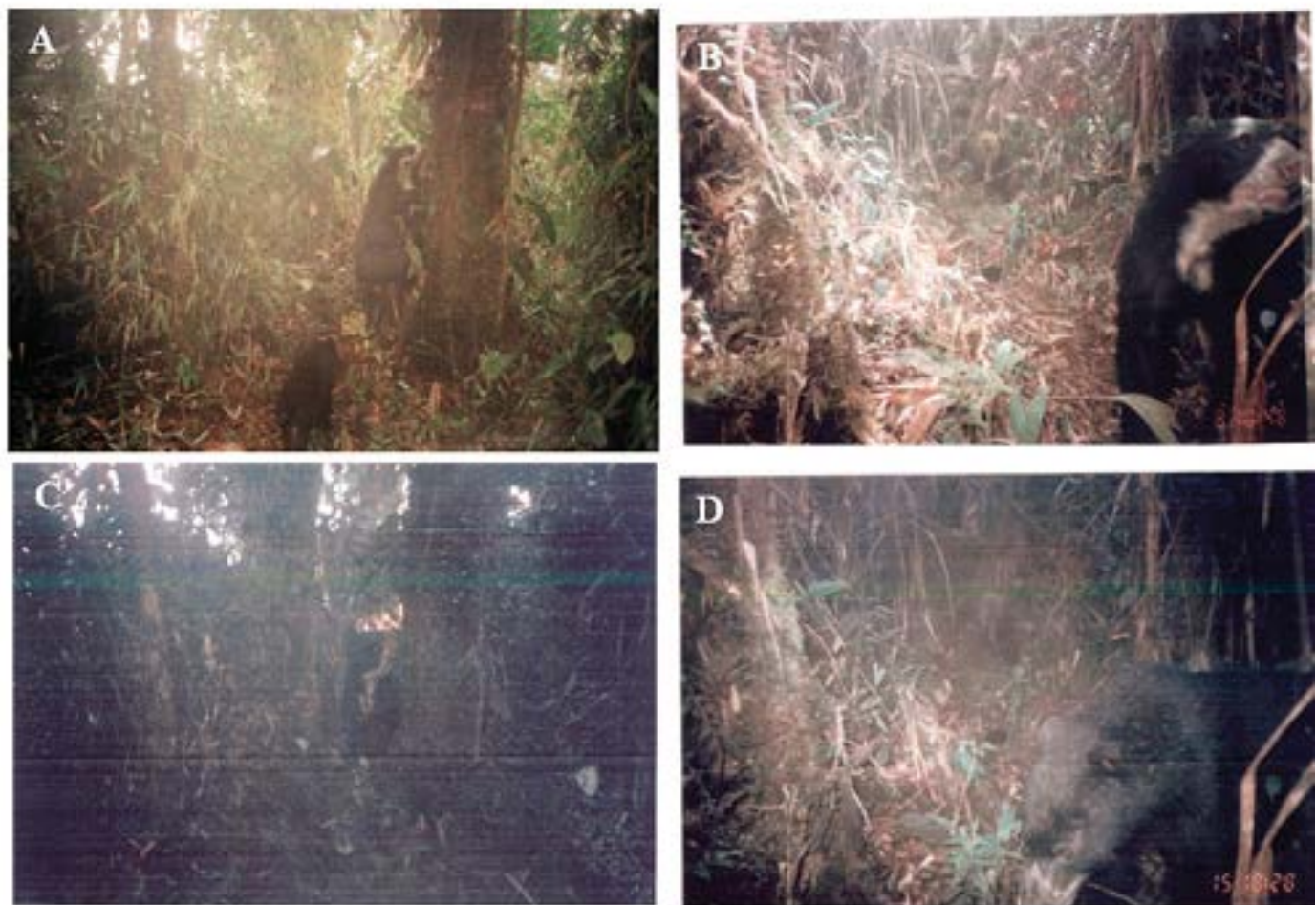


Figura 4. Cuatro osos andinos identificados en el sector “La Romelia” del Parque Nacional Natural Munchique.



Figura 5. Pobladores y funcionarios con quienes se realizaron recorridos en el sector “El Cóndor” del Parque Nacional Natural Munchique.

tranquilamente. Por esto y muchas más razones, los esfuerzos de conservación para el área se deben enfocar en preservar las zonas de bosques primario y secundario y trabajar para ampliar las conexiones entre estos para permitir el desplazamiento de especies.

Los primates en el área de muestreo no fueron tan detectados como se esperaba, la especie *Ateles fusciceps* se

registró solo en un transecto y en una pequeña zona de bosque primario que conecta con otras zonas del Parque. *Cebus capucinus* se registró ocho veces en los tres tipos de cobertura establecidas. En las zonas intervenidas se les observó asociados a cultivos de maíz, en donde los grupos se alimentaban de esta planta. Burgoa y Pacheco (2008) observaron en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata en Bolivia, que *Cebus*



Figura 6. Actividades realizadas e insumos entregados a pobladores de la vereda “El Cóndor”.

libidinosus se alimentaba también de los cultivos de maíz pero que la mayor tasa de encuentro se dio en áreas sin cultivos, sugiriendo que los grupos de micos que habitan cerca a los cultivos, tienden a usar estos como fuente de alimento, probablemente más que el propio bosque maduro, sin embargo, las mayores abundancias estarían en zonas alejadas de los cultivos. Esto puede estar ocurriendo

también en el área, sumado a la presión que las personas ejercen hacia a los micos cuando los ahuyentan de los cultivos convirtiéndolos más cautelosos en toda el área.

Ríos-Uzeda *et al.* (2006) indica en su estudio sobre fototrampeo para estimar densidad de osos de anteojos, que para la mejor identificación de individuos, la utilización

de tres trampas cámara por estación es la más adecuada. En esta investigación, al no estimar densidad absoluta, se optó por ubicar una sola trampa cámara en sitios en donde los individuos tuvieran que moverse de varias formas y así poder capturar rasgos específicos de cada individuo. De esta manera se logró la identificación de individuos, convirtiéndose en un primer paso para el monitoreo de poblaciones de oso andino que permitiría identificar tendencias poblacionales e identificar corredores y barreras a las poblaciones, aportando información invaluable para diseñar planes de manejo para la especie a largo plazo.

Steinmetz *et al.* (2006) muestran cómo un programa de monitoreo conjunto aplicado en el Santuario de Fauna Thung Yai Naresuan en Tailandia, ayudó a crear nexos entre las tribus montañosas Karen y las autoridades de la reserva natural pese a que anteriormente la relación entre ambos grupos había estado caracterizada por desconfianza mutua. De esta misma manera, el haber incluido a los pobladores como participantes activos y no solo como colaboradores, además de compartir y mostrar los datos que se iban registrando, acercó a la gente en la tarea de investigación para la conservación. Esto sumado al desarrollo de otras actividades fuera del proyecto, lo que permitió mejorar la relación e imagen de la administración del Parque entre los pobladores.

Danielsen *et al.* (2005) describen el monitoreo local como una instancia en la que los lugareños, incluidos comunidades o personal gubernamental, recolectan y analizan datos, y posee varios enfoques, desde el auto-monitoreo del aprovechamiento por parte de los usuarios locales de los recursos, hasta censos e inventarios efectuados por guardas forestales locales. Aquí se observó cómo las personas se motivan aún más cuando se les invita a participar de manera directa en proyectos como el que se realizó en esta área protegida y sobre todo con la idea de que ellos en un futuro realizaran la recolección de datos.

La selección de especies de caza (*Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*), primates (*Cebus capucinus*, *Ateles fusciceps*) y carnívoros (*Leopardus spp.*, *Tremarctos ornatus*) como indicadores para este estudio permiten mejor forma de realizar el monitoreo participativo por la influencia y el uso que tienen las personas sobre las especies. También a nivel logístico y económico permite a los funcionarios del Parque realizar de manera sencilla diseñar métodos que apoyen la toma de decisiones y de implementación de prácticas. Algunos expertos en monitoreo aconsejan la definición de indicadores factibles antes de iniciar las

actividades de monitoreo (Case, 1990; Prabhu *et al.*, 1999), ya que se convierten en variables o componentes de un ecosistema forestal o sistema de manejo que se usa para inferir el estado de un criterio en particular.

En esta investigación se apoyó a las familias asentadas en el área de muestreo por iniciativa propia para mejorar aunque fuera a medio plazo su calidad de vida. Los mecanismos de compensación por prestación de servicios ecológicos ha sido también utilizado exitosamente en otras aéreas para la conservación (Asquith *et al.*, 2008), pero para esta región en particular podría convertirse en arma de doble filo, debido a que se acostumbrarían a apoyar y a trabajar con la administración del Parque únicamente cuando se les remunere. Lo que se propone para el sector y la región en general, es convertirse, cuando se pueda en un puente entre las personas y otras organizaciones que puedan apoyar de forma más directa y concreta a los pobladores.

Para el Parque Nacional Natural Munchique se recomienda seguir realizando monitoreos de fauna en el sector “El Cóndor” en la medida de lo posible con la participación de diferentes pobladores, para así aprovechar el acercamiento con los pobladores y conseguir mayor apropiación en los esfuerzos de conservación del área por parte de la comunidad.

Así mismo se sugiere la realización de monitoreos para estimar densidades absolutas para las siguientes especies: la guagua *Cuniculus paca* (control de la caza), *Cebus capucinus* (control de la tala) y el oso *Tremarctos ornatus* (especie bandera). El monitoreo de oso andino se debe seguir realizando en el sector de “La Romelia”, ampliando los recorridos por todo el eje de la cordillera occidental para así cubrir mayor área. Conjuntamente tener en cuenta las poblaciones y ubicaciones del árbol motilón *Hieronyma macrocarpa*, por el gran uso que el oso le da en la zona.

Igualmente se insta a la gestión de recursos a través de instituciones conservacionistas nacionales e internacionales, para así fortalecer los proyectos que se estén realizando y también las propuestas que se quieran realizar en el futuro.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia. Este trabajo fue posible gracias a los fondos obtenidos a la subvención otorgada por “The Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund”. Igualmente estoy muy agradecido al apoyo logístico y personal de los

funcionarios del PNN Munchique, especialmente a Isaac, a Huber, a Roso, a Dimer y a Don Amador.

De manera especial y con mucho afecto, agradezco a toda la comunidad de la vereda “El Cóndor”, quienes me acogieron como uno más de su comunidad, y también como parte de sus familias, gracias. Gracias John, Alejo, Don Hamilton, Wilson, Don Marcos, Don Jairo, Don Marcial.

LITERATURA CITADA

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 212 p.
- Asquith, N. M., M. T. Vargas y S. Wunder. 2008. Selling two environmental services: In-kind payments for bird habitat and watershed protection in Los Negros, Bolivia. *Ecological Economics* 65(4): 675-684.
- Burgoa, N. y L. F. Pacheco. 2008. Densidad de población y uso de hábitat de *Cebus libidinosus* (Primates, Cebidae) en un bosque yungueño de Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 15(2): 273-283.
- Byers, C. R., R. K. Steinhorst y P. R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48: 1050-1053.
- Crawford, T. J. 1991. The calculation of index numbers from wildlife monitoring data. *In*: Goldsmith, F. B. (ed.). *Monitoring for conservation and ecology*. Chapman & Hall, London. pp. 225-248.
- Cabrera, J. A. y F. Molano. 1995. Mamíferos de la Macarena. Asociación para la Defensa de la Macarena. Giro Editores. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 140 p.
- Carrillo, E., G. Wong y A. D. Cuarón. 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican Protected Areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology* 14(6): 1580-1591.
- Case, D. D. 1990. The community's toolbox: The idea, methods and tools for participatory assessment, monitoring and evaluation in community forestry. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 146 p.
- Danielsen, F., N. D. Burgess y D. Balmford. 2005. Monitoring matters: Examining the potential of locally based approaches. *Biodiversity and Conservation* 14: 2507-2542.
- Eisenberg, J. 1990. Neotropical mammal communities. *En*: Gentry, A. H. (ed.). *Four Neotropical rainforest*. Yale University Press, New York. p. 358-368.
- Evans, K. y M. R. Guariguata. 2008. Monitoreo participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Bogor, Indonesia. 50 p.
- Griffiths, M. y C. P. van Schaik. 1993. The impact of human traffic on the abundance and activity periods of Sumatran Rain Forest Wildlife. *Conservation Biology* 7(3): 623-626.
- Guzmán-Lenis, A. y A. Camargo-Sanabria. 2004. Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque Los Mangos (Puerto López, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 9(1): 11-22.
- Hernández-Camacho, J., A. Hurtado G., R. Ortiz Q. y T. Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. *En*: Halffter, G. (comp.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo e Instituto de Ecología, A. C., México*. pp. 105-151.
- Litvaitis, J. A., K. Titus y E. M. Anderson. 1996. Measuring vertebrate use of terrestrial habitats and foods. *En*: Bookhout, T. (ed.). *Research and management techniques for wildlife and habitats*. The Wildlife Society. Maryland, USA. pp. 254-247.
- Mejía-Correa, S. y J. A. Díaz-Martínez. 2009. Primeros registros e inventario de mamíferos grandes y medianos en el Parque Nacional Munchique, Colombia. *Mesoamericana* 13(3): 7-22.
- Mondolfi, E. 1972. Mamíferos de caza de Venezuela. La “lapa” o paca. *Defensa de la Naturaleza* 2(5): 4-16.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Noss, A. J., E. S. Cuéllar y R. S. Leny-Cuellar. 2003. Hunter self-monitoring as a basis for biological research: data from the Bolivian Chaco. *Mastozoología Neotropical/J. Neotrop. Mammal*. 10(1): 49-67.
- O'Brien, T. G., M. F. Kinniard y H. T. Wibisono. 2003.

- Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Anim. Conserv.* 6: 131-139.
- Oilwatch y World Rainforest Movement (WRM). 2004. Áreas Protegidas ¿Protegidas contra quién? Oilwatch y Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. Uruguay-Ecuador. 129 p.
- Orjuela, O. J. y G. Jiménez. 2004. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca hacienda Cristales, área Cerritos-La Virginia, Municipio de Pereira, Departamento de Risaralda, Colombia. *Universitas Scientiarum* 9: 87-96.
- Painter, L., D. Rumiz, D. Guinart, R. Wallace, B. Flores y W. Townsend. 1999. Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Manual del III Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía. Documento Técnico 82/1999, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR, Santa Cruz. 81 p.
- Peres, C. A. 1999. General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates* 7(1): 11-16.
- Pérez, E. M. 1992. *Agouti paca*. *Mammalian Species* 404: 1-7.
- Prabhu, R., P. J. P. Colfer y R. G. Dudley. 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. 1. The Criteria and Indicators Toolbox Series. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia. 183 p.
- Primack, R., R. Rozzi y P. Feinsinger. 2001. Establecimiento de Áreas Protegidas. *En*: Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, F. Mazardo (eds.). *Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. pp. 449-476.
- Reaka-Kudla, M. L., D. E. Wilson y E. O. Wilson. 1997. *Biodiversity II: Understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press. Washington, DC. USA. 551 p.
- Ríos-Uzeda, B., H. Gómez y R. Wallace. 2006. A preliminary density estimate for Andean bear using camera-trapping methods. *Ursus* 18(1): 124-128.
- Silver, S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. Protocolo para el trapeo con cámaras. Wildlife Conservation Society, New York. 27 p.
- Steinmetz, R., W. Chutipong y N. Seuaturien. 2006. Collaborating to conserve large mammals in Southeast Asia. *Conservation Biology* 20: 1391-1401.
- Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN). 2005. Plan de manejo 2005-2009 - Parque Nacional Natural Munchique. Popayán, Colombia. 219 p.

NOTA CIENTÍFICA

USE OF VIDEO CAMERA-TRAPS TO STUDY OCELOT (*Leopardus pardalis*) BEHAVIOR AT LATRINESUSO DE CÁMARAS TRAMPA DE VIDEO PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO EN LETRINAS DE OCELOTES (*Leopardus pardalis*)Ricardo Moreno^{1,2,3*} y Jacalyn Giacalone^{1,4}

¹Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Unit 0948, Apdo. AA 34992-0948, Panamá. ²Yaguará, Investigación y Conservación de Vida Silvestre. Apdo. 67-8203, Puerto Jiménez, Golfito, Puntarenas 60702, Costa Rica. ³Yaguará Panamá- Sociedad Panameña de Biología, Panamá. ⁴College of Science and Mathematics, Montclair State University. Upper Montclair, NJ 07043 (JG)

*Corresponding author: morenors@si.edu, rmoreno@yaguara.org

Fecha de recepción: 24 de febrero de 2014 - Fecha de aceptado: 15 de julio de 2014

RESUMEN. Se utilizó el método de video cámaras trampa para monitorear las letrinas de los ocelotes por más de cinco meses en tres localidades en el bosque húmedo de tierras bajas de la Isla de Barro Colorado, Panamá. Diez ocelotes fueron identificados utilizando las letrinas y se observaron diferentes tipos de comportamiento en donde se incluyen la exploración de la zona olfateando y depositando excretas y orina. Cada letrina fue visitada por diferentes subgrupos de ocelotes, y en cada localidad entre cinco o más individuos y a su vez en diferentes proporciones de sexos entre machos y hembras en las diferentes letrinas. Las hembras visitaron las letrinas con mayor frecuencia que los machos, y ambos sexos exhibieron los mismos comportamientos. Hubo tendencia de que las hembras estuvieran mayor tiempo en las letrinas olfateando, más que los otros comportamientos que aquí se describen. Se postula que las letrinas de ocelotes tienen función de comunicación social. Video cámaras trampa y letrinas hicieron posibles observaciones de múltiples ocelotes en vida silvestre sin ser alterado su comportamiento, porque de otra manera no podrían ser realizadas.

Palabras clave: ocelote, *Leopardus pardalis*, cámaras trampa de video, comportamiento, Isla de Barro Colorado, letrinas, comunicación social.

ABSTRACT. Ocelot latrines were monitored with video camera-traps for up to five months at three locations in humid lowland forest on Barro Colorado Island, Panama. Ten individual wild ocelots were identified using these latrines and were observed exhibiting several behaviors that included exploring the area by sniffing, and depositing feces and urine. Each latrine was visited by a different subgroup of up to five individuals that included both males and females in different proportions at different latrines. Females visited latrines slightly more often than males, and both genders exhibited all three behaviors. Females tended to spend more visits for sniffing than other behaviors. A social communication function is postulated for the latrine behaviors. Video camera-traps and latrines made possible multiple observations of undisturbed wild-living ocelots – observations that could not otherwise be accomplished.

Key words: ocelot, *Leopardus pardalis*, video camera traps, behavior, Barro Colorado Island, latrines, social communication.

INTRODUCTION

Studying the ecology and behavior of tropical forest-dwelling carnivores is difficult because of the solitary and secretive nature of these species. However, new technologies have made it possible to obtain detailed information about their activities and movements (Konecny, 1989; Laack,

1991; Martínez-Meyer, 1997; Moreno *et al.*, 2012). It is known that African forest cats, ocelots, and lynxes deposit and concentrate their scats in special sites resulting in a strong accumulated odor (Ludlow and Sunkist, 1987; Seidensticker and Lumpkin, 2004). Latrines are often located at the base of a tree, on a trail, at trail junctions, on fallen tree trunks, or inside abandoned structures made

by humans (Moreno and Giacalone, 2006, Moreno *et al.*, 2006). Generally, felid latrines are used by more than one individual (Bailey, 1974; Stuart, 1977), and the emphasis has been on the role of latrines in male territorial marking (Emmons, 1988).

This project was undertaken on Barro Colorado Island, Panama, to determine how ocelots use latrines, and if males and females use latrines differently. It was expected that males would make more use of latrines than females, given that males patrol their home ranges regularly (Emmons, 1988), as our observations. In this paper we describe for the first time the differential use of latrines by males and females and present a possible explanation of their use on Barro Colorado Island.

MATERIAL AND METHODS

This study took place on Barro Colorado Island (Figure 1), located in the Panama Canal, in Lake Gatun, part of the waterway between the Atlantic and Pacific Oceans. With an area of 15.6 km², it is located on the middle of the Barro Colorado National Monument, which includes five peninsulas on the mainland. Following the bioclimatic classification of Holdridge (1947), the island is considered to be within the Humid Tropical Forest Biome (Tosi, 1971). The island has a mean temperature of 27 °C and mean annual precipitation of 2600 mm, 90% of which falls during the months of May to November (Dietrich *et al.*, 1996). We used video camera-traps triggered by infrared-sensitive motion detectors (CamTrak South, Inc.) to monitor latrines (Figure 2). The camera was set to film for 30 seconds at a time, and would trigger again if the animal continued to move in front of the camera. Information on the date and time of each recording was imprinted on the videotape. The camera used infrared light at night so that recordings were possible 24 hours a day during the study (Figure 2, A). Audio was recorded as well from a small microphone mounted on the housing of the camera-trap.

Each of the three latrines was monitored for three to five months to record behavior of ocelots and other mammals at these sites. Two of the three latrines used by the ocelots were human-made structures (Figure 2, B and C). One was a small bohío (open-sided shelter) used by forest rangers, approximately 2 x 2 meters in area, with a roof of galvanized sheets and a concrete platform base (Figure 2, C) (Moreno and Giacalone, 2006). The other latrine structure was a concrete tower approximately 15 meters high, built as part of the Canal signal system (Figure 2, B). These two structures were in open areas within

sight of the lakeshore. The one latrine located in a natural structure was on the top surface of a very large fallen cuipo tree (“árbol caído”) (*Cavanillesia platanifolia*) in a large light gap in the center of the island (Figure 1) (Figure 3, A) (Tracking a Female ocelot Yar, in Moreno *et al.*, 2012). The latrine locations were designated as “Harvard Trail End” (Harvard), “Miller Range Light” (Faro de Miller) and “cuipo” (“árbol caído”). We found other latrines (n = 8) at the bases of trees and alongside trails (Moreno and Giacalone, 2006; Moreno *et al.*, 2006), but the three described in this study were the most active sites and best suited for long-term monitoring.

This study was part of a broader study that included radio tracking and trail camera-traps, and some of the animals recorded were known from other island locations through these additional methodologies (Moreno *et al.*, 2012). All of the ocelots that were recorded at latrines had been identified to individual using their unique spot patterns recorded previously in still camera-trap photos.

RESULTS

We found that the three latrines were visited by different subgroups of ocelots residing on the island. Ten different ocelots were identified by their spot patterns, including five males and five females of varying ages and stages of maturity. In a total of 66 recorded visits, males and females visited 31 and 35 times, respectively. These 10 individuals represented 38% of the total island population estimated at 26+ independent individuals. At the “árbol caído” latrine location we recorded two adult females, one sub adult female, and one adult male. At the Harvard location we identified one adult female, one adult male, and one sub adult male. The ocelots visiting the Faro de Miller included one very mature adult male, one young adult female, and one young adult male. We never observed two individuals at a latrine at the same time, or immature animals. The videos show that ocelots were always exploring the latrine site by sniffing on arrival and committed any of the following combinations of activities which we categorized as: a) sniffing and urinating, b) sniffing and defecating, c) sniffing only, or d) sniffing, urinating, and defecating.

Using these categories, we determined that male ocelots used the latrines primarily for a) sniffing and urinating (38.7% of visits) and b) sniffing and defecating (35.4%), while females used the latrine visits mainly for c) sniffing only (34.2%) and secondly for d) sniffing, urinating, and defecating (25.7%). Figure 3 shows the assorted behaviors by gender. The “árbol caído” latrine was used primarily for

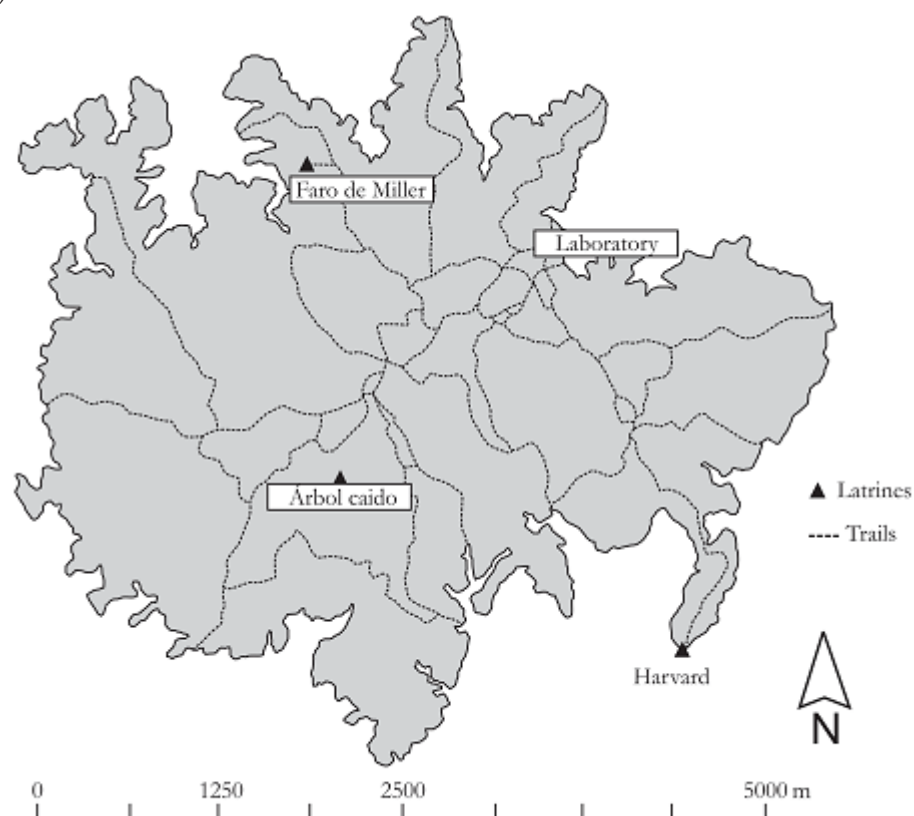


Figure 1. Location of latrines on Barro Colorado Island, Panama. Made by R. Moreno.

sniffing (52%), the Faro de Miller was used for sniffing and urinating (70%), and the Harvard site was used broadly for all scent-related behaviors, with a predominance of sniffing and defecating (39%). However, these biases in behavior at each site are reflective of the gender biases in the resident subgroups. At the “árbol caído” latrine, the ratio was 4:1 in favor of females, who sniff frequently at latrines. The Faro de Miller location had a sex ratio of 2:1 in favor of males, who generally sniff and urinate. The Harvard site had a sex ratio similar to that of the Miller location, 2:1 in favor of males.

We also recorded other species that visited the latrines, some attracted to feed on the ocelot feces. Coatis (*Nasua narica*) were the main visitors, followed by opossums (*Didelphis marsupialis*) and tayras (*Eira barbara*). We also recorded vultures (*Cathartes aura* and *Coragyps atratus*) at the sites.

DISCUSSION

The data obtained in this study are not sufficient for a detailed statistical analysis, but the results are of interest in understanding the behavior of a species that is not normally observable. Our results are in contrast to the findings of Emmons (1988), who indicated that the use of latrines is a behavior of males.

We found that females use latrines at least as much as males, and those they may have a special interest in investigating the scent marks of animals of both sexes who also use the same latrine. The scats and urine of females are an important part of the mix of scents that remain in a latrine for many weeks or months. These scents may convey the identities of individuals, dominance, health status, their stage of maturity, territorial status, and the reproductive condition of each animal (Seidensticker and Lumpkin, 2004; per. obs.).



Figure 2. Ocelot latrines on Barro Colorado Island, A) ocelot adult female Yara at “árbol caído” latrine, B) Faro de Miller latrine, C) R. Moreno setting the video camera trap at Harvard latrine, and D) young adult male ocelot Franz arriving to Harvard Latrine.

Others have suggested that scent marks convey an array of information about social hierarchy, home range borders, and even the time when an animal passed a location (Kitchener, 1991; Sunquist and Sunquist, 2002; Seidensticker and Lumpkin, 2004). Olfactory marking forms the foundation of social organization in carnivores and other groups (Sunquist, 1981). The olfactory abilities of felids are not well known, and are considered less developed than those of canid species (Sunquist and Sunquist, 2002).

The use of video cameras for recording behaviors in this study made it possible to make observations that would otherwise be impossible using any other method

available (Bridges *et al.*, 2004). The most interesting aspect is the non-intrusive application of video cameras to observe the natural behavior of animals that clearly did not suspect an observer. The observed animals often reclined at the latrines and groomed in very relaxed and non-defensive postures. When ocelots did notice a camera, they sometimes sprayed urine on the camera as they would spray other parts of the latrine.

This investigation provides valuable information showing that latrines are significant “meeting” and “messaging” places used by subpopulations of ocelots in a particular home area, and enable investigators to see what other species visit the latrines (Bustamante, 2008).

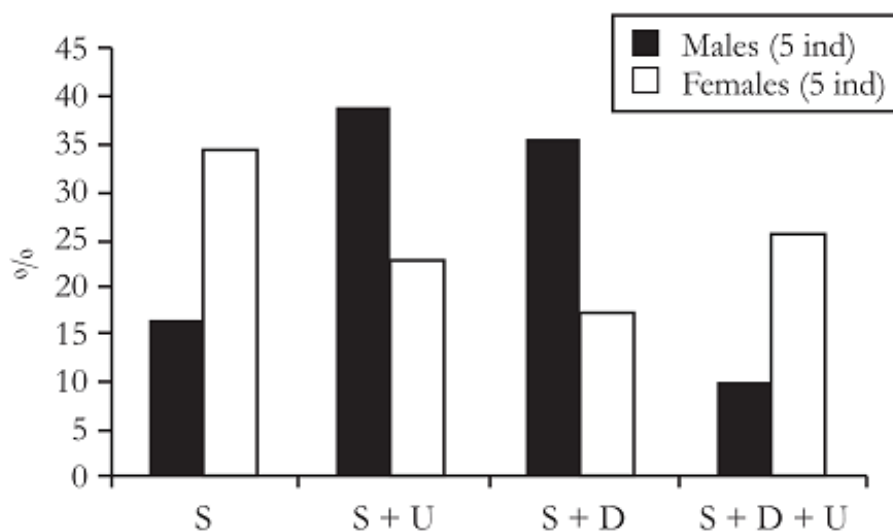


Figure 3. Behaviors of ocelots recorded in three latrines through video camera traps. Formula: S = sniffing, S+U = sniffing+urinating, S+D = sniffing+defecating, S+D+U = sniffing+defecating+urinating.

We recommend the use of latrines with a combination of other more traditional population census data (e.g. track survey) and radio tracking (GPS or VHF) to monitor the conservation status of an area and its management.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are particularly grateful to the Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) and the Montclair State University for support of this project. The office of Academic Programs of the Smithsonian Institution supported the project by awarding the Andrew Mellon Fellow Scholarship and the Fellowship of the residents of the island to R. Moreno. Thanks very much to O. Acevedo, N. Gómez and A. Bilgray for their support. We are grateful to Joseph Wright, Oris Acevedo, the Game Warden of BCNM for his collaboration, to Gregory E. Willis for his many years in the field in support of this project, and to Roland Kays and Martin Wilkeski for their suggestions and support in the project. We thank Melvin Sunquist, Federico Chinchilla, Romeo M. Spinola and Ninon Meyer for their contribution and for editing the manuscript; Aida Bustamante and Lara Denapole for their ideas and editing of the manuscript. Thanks to Egbert G. Leigh for his valuable comments and V. Fernandez, R. Mares, J. Isabelle, P. Méndez-Carvajal, P. Capece, E. Aliaga Rossel, P. Gonzales y A. Santos for their assistance in the field. We acknowledge the help of library staff of the Smithsonian Tropical Research Institute.

LITERATURE CITED

- Bailey, T. 1974. Social organization in a bobcat population. *Journal of Wildlife Management* 38: 435-446.
- Bridges, A., J. Fox, C. Olfenbuttel and M. Vaughan. 2004. American black bear denning behavior: observations and applications using remote photography. *Wildlife Society Bulletin* 32: 188-193.
- Bustamante, A. 2008. Densidad y uso de hábitat por los ocelotes (*Leopardus pardalis*), pumas (*Puma concolor*) y jaguares (*Panthera onca*) en la parte sureste del área de amortiguamiento del Parque Nacional Corcovado, Península de Osa. Tesis de Maestría en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 142 p.
- Dietrich, W. E., D. M. Windsor and T. Dunne. 1996. Geology, climate, and hydrology of Barro Colorado Island. In: Leigh, E. G., A. S. Rand and D. M. Windsor (eds.). *The ecology of a tropical forest*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. USA. pp. 21-46.
- Emmons, L. H. 1988. A field study of ocelots in Peru. *Rev. d'Eco. de la Terre et de la Vie*. 43: 133-157.
- Holdridge, L. R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105(2727): 367-368.

- Kitchener, A. 1991. The natural history of the wild cats. Comstock Publishing Associates, New York, USA. 280 p.
- Konecny, M. 1989. Movements patterns and food habits of four sympatric carnivore species in Belize, Central America. *In*: Redford, K. H. and J. F. Eisenberg (eds.). Advances in Neotropical mammalogy. The Sandhill Crane Press, Inc. Florida, USA. pp. 232-242.
- Laack, L. 1991. Ecology of the ocelot (*Felis pardalis*) in South Texas. Master Thesis. Texas A & M University, Kingsville. USA. 113 p.
- Ludlow, M. E. and M. E. Sunquist. 1987. Ecology and behavior of ocelots in Venezuela. *Nat. Geo. Res.* 3: 447-461.
- Martínez-Meyer, E. 1997. Ecología del ocelote (*Leopardus pardalis*) en la región de Chamela, Jalisco, México. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología Animal). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 76 p.
- Moreno, R. and J. Giacalone. 2006. Ecological data obtained from latrine use by ocelots (*Leopardus pardalis*) on Barro Colorado Island, Panama. *Tecnociencia* 8(1): 7-21.
- Moreno, R., R. Kays and R. Samudio Jr. 2006. Competitive release in diet of ocelots (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. *Journal of Mammalogy* 87(4): 808-816.
- Moreno, R., R. Kays, J. Giacalone, E. Aliaga-Rossel, R. Mares and A. Bustamante. 2012. Ámbito de hogar y actividad circadiana del ocelote (*Leopardus pardalis*) en la Isla de Barro Colorado, Panamá. *Mesoamericana* 16(3): 30-39.
- Stuart, C. 1977. Analysis of *Felis lybica* and *Genetta genetta* scats from the central Namib Desert, South West Africa. *Zool. Afr.* 12: 239-241.
- Seidensticker, J. and S. Lumpkin. 2004. Cats. Smithsonian Answer Book. Smithsonian Institution Press. USA. 254 p.
- Sunquist, M. E. 1981. The social organization of tigers (*Panthera tigris*) in Royal Chitawan National Park, Nepal. *Smithsonian Contributions to Zoology* 336: 1-107.
- Sunquist, M. and F. Sunquist. 2002. Wild cats of the World. The University of Chicago Press. USA. 452 p.
- Tosi, J. 1971. Zonas de vida: una base ecológica para investigaciones silvícolas e inventariación forestal en la República de Panamá. PNUD-FAO. Informe Técnico 2. Roma, Italia. 89 p.

GUÍA PARA AUTORES

Mesoamericana

Criterios de aceptación. Los manuscritos propuestos a publicación, deberán ser textos científicos inéditos y estar enfocados a la región mesoamericana y caribeña, es decir, los países centroamericanos, México y el Caribe. Dichos documentos se recibirán en el entendido de que todos los autores están de acuerdo con su publicación. Los resultados o ideas contenidas en los trabajos deberán ser originales, es decir, que no hayan sido publicados ni enviados simultáneamente a otra revista para su publicación y de esta manera, sean una contribución original y nueva a la literatura científica. Deben contener todas las secciones estipuladas en esta Guía y ser formateados correctamente. Deben seguir las reglas gramaticales y ortográficas. Serán escritos en un estilo preciso y conciso en el uso de conceptos y términos científicos. Todos los manuscritos serán evaluados por árbitros o dictaminadores anónimos seleccionados por el Comité Editorial. Posterior a haberse considerado las revisiones y opiniones de los árbitros, el Comité Editorial tomará la decisión final acerca de la publicación de los manuscritos.

Proceso editorial. Se priorizarán aquellos documentos sometidos por orden de recepción. Estos pueden demorarse en su publicación dependiendo de la revisión necesaria y de la cantidad de publicaciones pendientes. Los trabajos rechazados no serán reconsiderados. En caso de ser aceptado con cambios sugeridos por los revisores, el dictamen se enviará a los autores para cumplir con las observaciones y modificaciones pertinentes. Si la versión corregida no regresa al Editor en el tiempo indicado en el dictamen, se considerará que el trabajo ha sido retirado para su publicación.

Idioma. Los manuscritos deben ser escritos en castellano o inglés, con resúmenes en ambos idiomas.

Cargos por derecho de página. No existen cargos por derecho de página en el caso de publicación en blanco y negro. Cuando se requiera de una página a color se cobrará la cuota correspondiente en dólares. A los autores se les enviará su artículo en formato .pdf.

Tipos de publicaciones

Artículos en extenso. Son trabajos originales sobre sistemática, biogeografía, ecología, etología, evolución o conservación de taxones distribuidos en Mesoamérica y el Caribe, así como de temas relacionados a la biología realizados en esta región, o de otra región pero que sean de interés científico por su relevancia.

Listados científicos. Se recibirán listados de especies que contengan un análisis detallado de la información presentada para la región.

Notas científicas. En este formato se publican trabajos cuya extensión no sobrepase cinco cuartillas, con información concluyente, pero insuficiente para su análisis en extenso, tomando en cuenta que no se aceptarán resultados preliminares. Pueden incluirse resultados relevantes que se quieren difundir de forma rápida y no detallada.

Reseñas de libros y literatura reciente. Son revisiones de libros y artículos de reciente publicación (en los últimos tres años) en el área de la biología y la conservación de alta relevancia para la SMBC.

Obituarios. Se publicarán obituarios de personalidades distinguidas en el área de la Biología.

Nota: el autor debe indicar en que sección desea que su manuscrito sea incluido. Los manuscritos de las secciones “reseñas de libro y literatura reciente” y “obituarios” no deben incluir resumen.

Indicaciones para los autores. Los manuscritos se enviarán en su versión electrónica como anexos a un mensaje de correo electrónico, o bien, grabados en disco compacto a la oficina editorial: Dr. Jaime Raúl Bonilla-Barbosa o Dr. Olivier Chassot, Revista Mesoamericana, Laboratorio de Hidrobotánica Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209. Cuernavaca, Morelos, México. Con copia para Centro Científico Tropical (CCT) Apdo. Postal 8-3870-1000 San José, Costa Rica. Correos electrónicos: bonilla@uaem.mx, ochassot@cct.or.cr.

Antes de someter un manuscrito a la Revista *Mesoamericana*, el autor deberá cerciorarse de haberlo preparado de acuerdo con las normas editoriales. Para facilitar su seguimiento, deberá cotejarse el manuscrito con las siguientes instrucciones:

1. Si el manuscrito está escrito en inglés y los autores no son anglo-parlantes, un experto deberá revisar el uso del lenguaje antes de enviarse a la revista.
2. El manuscrito deberá acompañarse de una carta de presentación en la que se detalle la relevancia de la investigación y la pertinencia de su publicación en esta revista.
3. El escrito se enviará en formato Word versión 2003 o 2007.
4. En esta primera versión del manuscrito, las figuras deberán enviarse en formato JPEG o Word versión 2003 o 2007, con baja resolución, sólo suficiente para que los revisores puedan evaluarlas.
5. El texto deberá escribirse a doble espacio con todos los márgenes de 25 mm como mínimo.
6. La letra deberá ser tipo Garamond de 11 puntos a lo largo de todo el manuscrito.
7. Deberá dejarse una sangría de medio centímetro a partir del segundo párrafo de cada título o subtítulo.
8. Las palabras no deben ir separadas en sílabas al final del renglón, pero sí se justificará el margen derecho.
9. No se dejará espacio extra entre párrafos.
10. Las figuras y tablas deberán numerarse consecutivamente.
11. Los nombres científicos se escribirán completos la primera vez que se utilicen en el texto. Subsecuentemente, el nombre genérico se abreviará, excepto cuando aparezca al principio de una oración. Deberán escribirse en cursivas, no subrayados.
12. Las autoridades y fechas son indispensables sólo en los trabajos de sistemática. En estos casos, sólo se anotarán la primera vez que se mencione el nombre de la especie en el resumen y en el texto.
13. Los manuscritos sobre Sistemática deberán apegarse a los Códigos Internacionales de Nomenclatura.
14. Los autores y fechas citadas como autoridades de nombres científicos no deberán incluirse en la sección de literature citada.
15. Los números del 1 al 9, que designen cosas se escribirán con letra y del 10 en adelante será con número a menos que éste, inicie la oración.
16. Invariablemente para la utilización de unidades de medida siempre se utilizarán números.
17. Las abreviaturas de las unidades de medida estarán dadas con letras minúsculas y sin punto al final, de acuerdo con las normas internacionales para la citación de unidades de medida.
18. Todos los nombres comunes, vulgares o vernáculos se escribirán con letras minúsculas y entre comillas.
19. Todo mapa deberá contener su cuadro de acotaciones, donde se incluirán datos como: fuente, año, escala y por supuesto, la rosa de los vientos.
20. Si los mapas fueron reconstruidos o elaborados por el o los autores, se inscribirá al final del pie de figura: elaborado por (el o los autores, año).

Artículos en extenso

Los manuscritos deberán incluir los siguientes elementos, además de que las páginas deberán numerarse consecutivamente, iniciando con la página del título.

Cornisa o encabezado de página. En negritas, al inicio de la primera página, escribir el apellido de los autores (usar et al. para más de dos) y un título corto del trabajo, que no debe exceder de 60 espacios, incluyendo los blancos; por ejemplo, Eaton y Farrell.- Variations in the nutrients.

Título. A continuación, aparecerá el título que será escrito en negritas y centrado, debe ser claro, descriptivo, y lo más corto posible. En renglón aparte, la versión del título en inglés. Si el manuscrito está en inglés, el título en este idioma aparecerá en primer lugar. No contendrá nombres de autoridades ni fechas de los nombres científicos.

Nombre(s) del/los autor(es). A continuación debe incluirse el nombre y los apellidos de todos los autores, sin negritas, escribiéndolos centrados en un nuevo renglón, indicando con un asterisco el nombre del autor a quien se enviará la correspondencia.

Dirección(es). En seguida y en un nuevo renglón se indicarán la institución, dirección postal, teléfono, fax y correo electrónico. Se publicará únicamente el correo electrónico del autor principal.

Resumen en español. Debe escribirse un resumen que no exceda de 300 palabras, en idioma español, que contenga objetivo, métodos utilizados, conclusiones e importancia del trabajo. Esta sección se iniciará con la palabra “Resumen” al margen izquierdo, con letras negritas y sin punto. El texto deberá iniciarse inmediatamente después, en un solo párrafo, sin subdivisiones y sin citas bibliográficas.

Palabras clave. En línea aparte, proporcionar un máximo de nueve palabras clave.

Resumen en inglés o Abstract. Todo manuscrito debe incluir una versión en inglés del resumen con una extensión máxima de 300 palabras.

Key words. Presentadas en la misma forma que en español.

Cuerpo del manuscrito. No se debe hacer referencia en el texto al número de página; en caso necesario puede hacerse referencia a las secciones.

Introducción. El título para esta sección, así como para los de Materiales y métodos, Resultados, Discusión y Agradecimientos, deberá escribirse en negritas, al inicio del margen izquierdo de la página (sin sangría). El texto debe escribirse sin subdivisiones.

Materiales y métodos. Esta sección deberá proporcionar la información suficiente para permitir la repetición del estudio.

Resultados. El texto contendrá información nueva y concisa. Los datos que se presenten en tablas y figuras no deben repetirse en el texto. Evitar detallar métodos e interpretar resultados en esta sección. En los trabajos taxonómicos, el subtítulo “Resultados” se sustituye por “Descripción”. Igualmente sin sangría, se inicia el renglón con el nombre científico del taxón en cursivas, con autoridades, fecha y si es el caso, referencia a figuras. En el siguiente renglón, se inicia el texto de la descripción; seguirá a la descripción un “Resumen taxonómico”, que incluye, localidad, número de acceso de la colección donde se han depositado los ejemplares y, en el caso de especies nuevas, etimología. En la sección denominada “Comentarios taxonómicos”, que reemplaza la Discusión de otros artículos, se comparan taxones similares o relacionados. Esta secuencia de subsecciones se repite para cada taxón. Si en los manuscritos taxonómicos la Descripción no incluye todos los resultados, ésta se incorporará a la sección normal de Resultados. Para el caso de los ejemplares depositados en museos, se requiere indicar los números de acceso para el material tipo y *vouchers*. Para el caso de tejidos congelados depositados en museos, así como de secuencias de ADN depositadas en bases de datos, se deberán incluir también los números de acceso. Indíquese el número del permiso de recolecta de los ejemplares cuando sea pertinente.

Discusión. En esta parte se incluirá una interpretación y una explicación de la relación entre los resultados y los conocimientos previos sobre el tema.

Agradecimientos. es relevante. En todo caso debe de ser corto y conciso. La ética requiere que se consulte previamente a los colegas cuyos nombres se desee incluir en esta sección.

Literatura citada. Se debe seguir el formato que se encuentra en el siguiente apartado (para más detalles, puede referirse a los artículos incluidos en este número). Se listará alfabéticamente. Todas las referencias en el texto deberán aparecer en esta sección y viceversa. No se aceptarán citas de estudios o registros no publicados, pero si las tesis de cualquier grado, que no hayan sido publicadas. Es necesario notar que los títulos de las revistas no se abrevian y que hay espacios entre las iniciales.

En el texto se citará de la siguiente manera: (Aguilar, 2000) o Aguilar (2000); (Aguilar y Camacho, 2001) o Aguilar y Camacho (2001); (Aguilar et al., 2002) o Aguilar et al. (2002); (Juárez, 1954; Aguilar, 2000). En orden cronológico (Juárez, 1954; Aguilar, 2000; Méndez, 2000). En orden cronológico y alfabético en el mismo año (Juárez, 1954, 1960, 1960a, 1960b).

En la sección de Literatura citada, las citas que aparezcan en el texto, se anotarán en orden alfabético según los ejemplos que se dan a continuación:

Artículo en revista

Bonilla-Barbosa, J., A. Novelo, Y. Ornelas O. y J. Márquez-Guzmán. 2000. Comparative seed morphology of Mexican *Nymphaea* species. *Aquatic Botany* 68: 189-204.

Libro

Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. Nueva York. 1262 p. Capítulo en libro

Ferrusquia, V. A. 1998. Geología de México: una sinopsis. *En*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 3-108.

Tesis

Martínez, M. R. 2011. Flora y vegetación acuáticas vasculares del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. Tesis, Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 161 p.

Ilustraciones. Todas las figuras deben aparecer en un archivo separado en formato JPEG, no en el documento que contiene el texto. Cada figura debe estar acompañada por una leyenda que haga la ilustración entendible, sin necesidad de explicación adicional en el texto. Se aceptan ilustraciones en color, pero es posible que sean publicadas en blanco y negro, además si así lo desea las figuras a color generarán un cargo para el autor. Todos los pies de figura se agruparán en forma de párrafos, en el orden que están numerados, en la última página del manuscrito. Se iniciará cada párrafo con la palabra “Figura” y el número correspondiente en negritas. No es necesario enviar los originales de las figuras la primera vez que se somete a revisión un manuscrito;; sin embargo, las copias deberán tener la calidad suficiente para que los revisores puedan evaluar la figura. Se requerirán los originales cuando el manuscrito haya sido aceptado para su publicación. Sólo entonces, en su caso, se enviará la versión electrónica de las figuras en formato JPEG o TIFF con una resolución de 600 dpi si se trata de fotografías, y de 1200 dpi si son dibujos, gráficas o mapas.

Tablas. La inclusión de tablas deberá limitarse a casos en que los datos no puedan incorporarse adecuadamente en el texto. Se incluirán al final del texto (después de la sección de literatura citada), se numerarán consecutivamente y en esa misma secuencia se referirán en el texto. El encabezado de cada tabla se incluirá en la parte superior de éste. El diseño de la tabla se hará de manera que no rebase los márgenes de una sola página. No se aceptarán foto-reducciones.

Notas científicas

Al igual que los artículos en extenso, las notas deben incluir cornisa, títulos en español/inglés, nombres de autores y sus datos, un resumen en español y su versión en inglés, así como las palabras clave. Agregar antes de títulos, la leyenda: Nota Científica como renglón aparte. El texto deberá escribirse de continuo y sin espacio extra entre párrafos. Los agradecimientos se pondrán como último párrafo, sin encabezado. La literatura citada, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos en extenso.

Imagen de la portada. Como parte de las normas establecidas por la SMBC, las ilustraciones consideradas serán aquellas que fueron ganadoras en el Congreso Anual anterior a la publicación de los números de la revista del año siguiente y que se publicará en la portada de los números correspondientes.

Arbitraje de artículos por pares. Para fomentar la calidad profesional de la Revista *Mesoamericana* y así salvaguardar la ética profesional y reputación de la SMBC y de sus miembros, cada artículo recibido se somete a un proceso de arbitraje, de acuerdo con los siguientes pasos:

1. El Editor General y Editor Asociado reciben el artículo sometido y lo evalúa con el fin de determinar si cumple con las secciones y características editoriales requeridas de acuerdo con la guía de autores. Si el manuscrito no cumple con estas características será devuelto a los autores con las observaciones correspondientes, con el objeto de ser nuevamente reenviado a la revista *Mesoamericana*.
2. En caso de cumplir con las características editoriales, el artículo se envía a árbitros anónimos que evaluarán la calidad académica.
3. Los árbitros son profesionales dentro de los campos de la Biología y la Conservación o disciplinas relacionadas con el ámbito temático de *Mesoamericana*, con suficiente experiencia para poder juzgar los méritos académicos de cada trabajo y basándose en los “Criterios de aceptación de artículos” descritos arriba.
4. En un tiempo de 15 días, el Editor General y el Editor Asociado recibirán los comentarios de los árbitros y los enviarán al autor, indicándole el resolutive de los revisores.
5. En caso de que un revisor recomiende la publicación del trabajo y otros no, el Editor General y el Editor Asociado tendrán la decisión final.
6. En caso de que se rechace la publicación del manuscrito como artículo, el Editor General y el Editor Asociado podrán sugerir e invitar al autor a que escriba en otro formato (Nota Científica).

MESOAMERICANA
Revista Oficial de la Sociedad Mesoamericana
para la Biología y la Conservación

Responsable de esta edición:
Jaime Raúl Bonilla-Barbosa

Volumen 18, Número 1, se terminó de imprimir el día 30 de Agosto de 2014,
en los talleres de la Garabato Imprenta Digital, ubicada en
Vicente Estrada Cajigal Número 510, Col. Lomas de la Selva Oriente
Cuernavaca, Morelos, México
Teléfonos (777) 169-5873, (777) 455-0586 y (777) 203-1769

La edición consta de 500 ejemplares