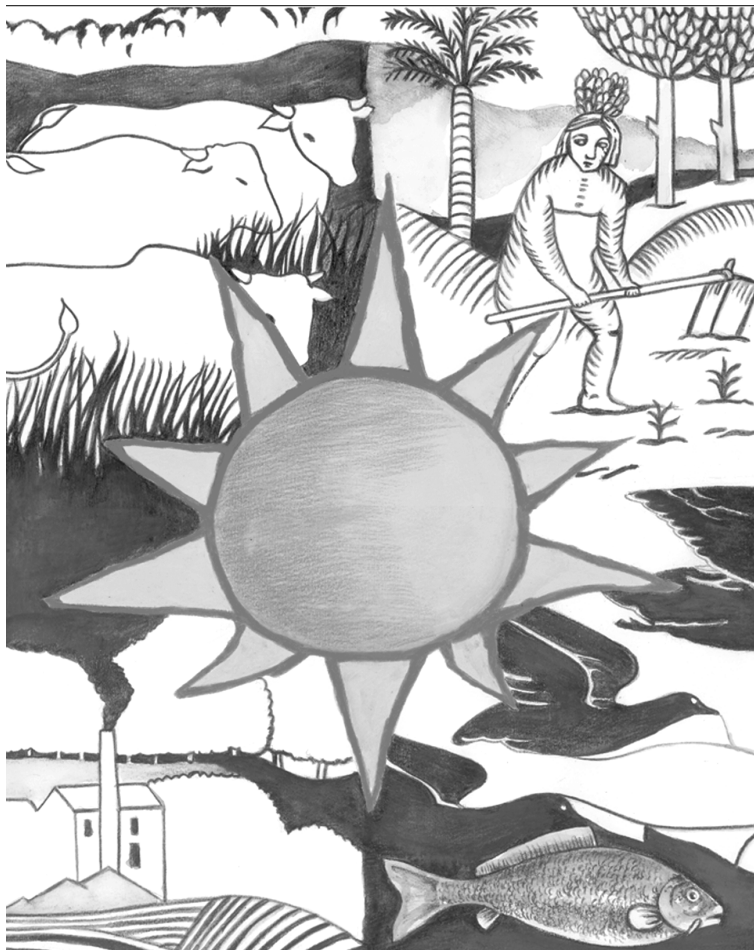


## **TÉCNICAS DE DETECCIÓN, OBSERVACIÓN Y CENSO DE AVES RAPACES DIURNAS EN COSTA RICA**

Detection, sighting, and census techniques  
of diurnal raptors in Costa Rica

*César Márquez<sup>1</sup> & Jaime Rau<sup>2</sup>*



<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt. Carrera 7 N<sup>o</sup> 35-20, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: rapaces@andinet.com. <sup>2</sup>Laboratorio de Ecología, Programa IBAM, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Los Lagos, Casilla 933, Osorno, Chile. Correo electrónico: jrau@ulagos.cl.

## **RESUMEN**

Durante un año y cubriendo la estación seca y la lluviosa evaluamos 4 metodologías para la detección, observación y censo de aves rapaces diurnas (incluidas las carroñeras) en el Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica, área silvestre protegida que conserva parte del reducido bosque tropical seco en Mesoamérica. Las 4 metodologías comparadas fueron: puntos de observación, líneas de transectos, observaciones en puntos de concentración y respuesta a vocalizaciones de presas. En términos de su eficiencia (i.e., mayor número de especies detectadas según el esfuerzo de muestreo), se encontró que el método de los puntos de observación fue el más eficaz para este grupo de organismos y tipo de ambiente.

Palabras claves: aves rapaces diurnas, bosque tropical seco, Costa Rica, métodos de censo.

## **ABSTRACT**

During a year and covering both the dry and the rainy season we evaluated 4 methodologies for the detection, sighting, and census of diurnal raptors (including carrion-eaters) in the Palo Verde National Park, Costa Rica, a wild area that protects part of the reduced dry tropical forest in the Mesoamerican region. The 4 compared methodologies were: points of observation, transect lines, sightings in water holes and response to prey vocalizations. In terms of its efficiency (i.e., greater number of species detected according to the sampling effort), the method of the points of observation was the most effective for this group of organisms and type of environment.

Key words: dry tropical rainforest, census methods, Costa Rica, diurnal raptors.

## INTRODUCCIÓN

Las aves rapaces han sido excelentes organismos modelo para el estudio de la estructura y dinámica de las poblaciones y las comunidades ecológicas. Al ser depredadores de alto nivel trófico con frecuencia suelen ser especies “clave”, ya que su ausencia o remoción disminuye la diversidad de las comunidades de presas. También son especies “paraguas”, debido a que usualmente tienen amplios territorios de caza y, por ende, grandes requerimientos de hábitat. Además, son especies de controladores biológicos de utilidad para el control de plagas y, con frecuencia, especies indicadoras de la sanidad de los ecosistemas puesto que, al encontrarse habitualmente en la cima de las tramas tróficas, concentran sustancias contaminantes y venenosas vertidas a los ecosistemas naturales.

No obstante, su interés teórico y aplicado, dada su alta movilidad, grandes territorios de caza y, en consecuencia, baja abundancia y densidad poblacionales, su estudio se hace difícil aun en las aves rapaces diurnas. Con frecuencia, gran parte de las investigaciones sobre rapaces requieren el conocimiento de su abundancia.

En este trabajo evaluamos cuatro metodologías diferentes para detectar, observar y censar rapaces diurnas: puntos de observación, líneas de transectos, observaciones en puntos de concentración y respuesta a vocalizaciones de presas (ver revisión en Fuller & Mosher 1981) y determinamos en un bioma de bosque tropical seco de Costa Rica cuál fue la más eficiente de todas para realizar inventarios de presencia y abundancia, incluidas las especies carroñeras (Bierregaard 1994). Para ello, estimamos su eficiencia considerándola, simplemente, como la relación entre el número de especies detectadas en función del tiempo o esfuerzo empleado para ello.

## ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de terreno se efectuó en el Parque Nacional Palo Verde. Este parque se ubica en la cuenca inferior del río Tempisque, en el Cantón de Bagaces, Provincia de Guanacaste, Costa Rica (10°30'N y 85°20'O). Su superficie corresponde a 17.000 ha. La marcada estacionalidad de este lugar es una de sus principales características. Es así como se presentan dos épocas climáticas marcadamente diferenciales: una estación lluviosa, desde finales de abril a comienzos de noviembre y una estación seca, desde comienzos de noviembre hasta finales de abril. Más detalles sobre esta área de estudio pueden consultarse en Slud (1980) y Vaughan et al. (1982, 1996).

El bosque tropical seco es uno de los ecosistemas más amenazados del mundo (Janzen 1983) y se diferencia del bosque tropical húmedo por tener un dosel más abierto, tener árboles en promedio de menor altura, con copas pequeñas que no entran en contacto lateral, presentar especies deciduas, con adaptaciones a la marcada estacionalidad anual, y porque las especies epífitas están prácticamente ausentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos sobre la composición, riqueza y abundancia de las especies de aves rapaces se obtuvieron en terreno entre mayo de 1990 y julio de 1991. Información adicional sobre bioecología de las aves rapaces diurnas que se mencionarán en los resultados de este estudio puede obtenerse en Stiles & Skutch (1989). Las cuatro metodologías comparadas fueron:

### *Puntos de observación*

Esta metodología ha sido desarrollada y puesta ampliamente a prueba por el “Peregrine

Fund” (e.g., Burnham et al. 1988, Whitacre et al. 1993).

Para aplicarla en nuestro trabajo, seleccionamos 4 colinas del Parque Nacional Palo Verde (las más altas), distantes entre sí al menos 2 km, y en cada una de ellas establecimos punto de observación, comprendido por un ángulo de 120% (medido con una brújula) y 1 km de profundidad (medido con un telémetro), lo que resulta equivalente a un área de muestreo igual a 1 km<sup>2</sup> (100 ha). Desde esos 4 puntos de observación se registraron todas las especies e individuos de aves rapaces diurnas, tanto en vuelo como localizadas en perchas dentro del sector o escuchadas desde los sectores más altos. Las observaciones se efectuaron a partir de las 7:00 a.m. (hora local), y se prolongaron por espacio de 3 y 1/2 horas. En total se efectuaron 10 repeticiones (5 en la estación seca y 5 en la lluviosa), en cada uno de los 4 puntos de observación seleccionados.

Se utilizaron binoculares (7 X 40 mm) y un telescopio (20X), para la identificación de las especies, y se empleó un esfuerzo total equivalente a 140 horas de observación.

#### *Líneas de transectos*

Para el desarrollo de esta metodología establecimos 1 transecto en forma de circuito de 19 km de longitud, el cual recorrimos a caballo a una velocidad constante de aproximadamente 3 km/h. Esta actividad también se realizó a partir de las 7:00 a.m. (hora local), alternando el sentido de los recorridos para un esfuerzo de muestreo igual a 8 días consecutivos.

Se registraron todas las especies e individuos observados volando o situados en perchas y se estimó su distancia perpendicular con respecto al transecto y sus ubicaciones dentro de la longitud total del circuito. Las densidades absolutas se calcularon con el programa TRANSECT Versión 2.1, modificada por Gary

C. White, “Colorado State University”, EE.UU.

En total se recorrieron 456 km (tres recorridos de 152 km cada uno), en 4 tipos de hábitats diferentes (véase Márquez 1992).

#### *Observaciones en puntos de concentración*

Esta metodología consistió en la ubicación estratégica del observador, a 25-35 m de distancia a un punto de concentración de aves rapaces diurnas, en este caso un “ojo de agua”. Véase una revisión sobre la importancia de los ojos de agua para la vida silvestre en Vaughan (2000). Desde allí se registraron todas las especies e individuos observados en vuelo, posados en perchas o detectados por sus sonidos.

Hicimos observaciones durante 6 períodos de 3 horas en la mañana a partir de las 7:00 a.m. (hora local) y 6 períodos de 3 horas en la tarde a partir de las 2:30 p.m. (hora local).

Sólo desarrollamos esta metodología durante la estación seca, ya que durante la estación lluviosa el agua no es un factor limitante para las especies bajo estudio. Utilizamos para las observaciones binoculares (7 X 40 mm) y un telescopio (20X). En total empleamos un esfuerzo equivalente a 36 horas de observación.

#### *Respuesta a vocalizaciones de presas*

Este método consistió en la utilización de la vocalización de una presa (una especie de pájaro carpintero) en estado de estrés (señuelo acústico), la cual se emitió en forma alternada (30 segundos de emisión y 30 de observación), con el fin de atraer a las aves rapaces diurnas hacia este sonido.

Establecimos estaciones cada 250 m, en las cuales se empleó el procedimiento antes descrito por espacio de 10 minutos. Utilizamos

10 senderos existentes dentro del parque nacional (variando en longitud entre 1 a 3 km), los cuales recorrimos a partir de las 7:00 (hora local), durante 10 días consecutivos empleando un esfuerzo total de casi 20 km y 79 estaciones de emisión.

Al revés del método anterior, utilizamos esta metodología solamente durante la estación lluviosa. Asumimos que en esta estación la oferta de presas para aves rapaces diurnas disminuye en un bosque tropical seco. El equipo empleado consistió en 1 pasacintas, 1 batería de 12 voltios y 1 parlante exterior, el cual sostuvimos a una altura de 3 m e hicimos girar 360°. Más detalles sobre estas y otras metodologías de trabajo con aves rapaces diurnas pueden consultarse en Márquez (1992).

Puesto que algunas metodologías se llevaron a cabo en diferentes estaciones climáticas, comparamos nuestros resultados sólo de manera tabular o gráfica, sin realizar un análisis estadístico de ellos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta la composición y riqueza de especies detectadas con las 4 metodologías que utilizamos en este trabajo. Claramente, el método de los puntos de observación entregó el mayor número de especies detectadas. Le siguieron, a distancia (y en orden decreciente), el método de las líneas de transectos, el método de observaciones en puntos de concentración y el método de respuesta a vocalizaciones de presas. Además, este método presentó una alta consistencia entre los 4 puntos de observación seleccionados.

La forma más efectiva de muestreo, a partir del mismo esfuerzo (16 días), consistió en hacer 2 bloques: 8 días en la estación seca y 8 en la lluviosa, con lo cual se detectaron 21 especies de aves rapaces diurnas.

Para efectos comparativos, en la Fig. 1 presentamos las 4 metodologías utilizadas

como una función del número de especies acumuladas detectadas en 6 días de observación, para tener datos que permitan comparar todas las metodologías empleadas de manera similar. Puede apreciarse que el método de los puntos de observación (en forma alternada), fue el que permitió inventariar el mayor número de especies de aves rapaces diurnas.

El método de los puntos de observación tiene las siguientes ventajas: (a) permite cubrir diversos hábitats, los cuales podrían tener especies de rapaces diurnas potencialmente asociadas; (b) se ajusta a los hábitos de la gran mayoría de las rapaces diurnas, las cuales se desplazan mediante corrientes termales, tienen vuelos territoriales y de cortejo y presentan estrategias de caza; (c) un área de muestreo definida (i.e., un ángulo de 120° x 1 km de profundidad), en contraposición a un área sin límites, permite una mayor concentración del observador y evita los sesgos generados por la contabilización de aves de mayor tamaño, más visibles a distancias más amplias que las de menor tamaño menos visibles a la misma distancia. Uno de los problemas con este método es la sobreestimación de individuos detectados, debido al tiempo de duración de las observaciones. Una misma rapaz puede ser detectada y contabilizada varias veces. Una solución a esta deficiencia del método consiste en dividir el tiempo total de observación en períodos de 5 minutos en los que los individuos son registrados una sola vez. Otro problema es la identificación de las especies raras, debido a que no hay muchas posibilidades de practicar con ellas para identificarlas correctamente.

Para inventarios de rapaces diurnas lo más conveniente es muestrear (una o dos veces como máximo) en diferentes hábitats. De esta manera se detectan más rápidamente las especies de un área.

El método de las líneas de transecto (Tabla 2) presentó variabilidad en la detección de especies de aves rapaces diurnas entre distintos hábitats o estaciones climáticas (Tabla 3). Otra

METODOLOGÍAS					
	Puntos de observación	Respuesta a vocalizaciones	Líneas de transectos	Observaciones en puntos de concentración	Riqueza de especies
<i>Sarcoramphus papa</i>	X		X		X
<i>Coragyps atratus</i>	X	X	X	X	X
<i>Cathartes aura</i>	X	X	X	X	X
<i>Cathartes burrovianus</i>	X				X
<i>Buteogallus urubitinga</i>	X	X	X	X	X
<i>Buteogallus anthracinus</i>	X		X		X
<i>Buteo magnirostris</i>	X	X	X	X	X
<i>Buteo nitidus</i>	X	X	X	X	X
<i>Buteo albicaudatus</i>	X				X
<i>Buteo albonotatus</i>	X				X
<i>Buteo platypterus</i>	X				X
<i>Buteo brachyurus</i>	X	X	X	X	X
<i>Buteo jamaicensis</i> (2)					
<i>Buteo swansoni</i> (3)					
<i>Geranospiza caerulescens</i>	X	X	X	X	X
<i>Leptodon cayanensis</i>	X	X	X	X	X
<i>Accipiter bicolor</i>				X	X
<i>Elanus caeruleus</i>	X		X		X
<i>Ictinea plumbea</i>	X		X		X
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	X				X
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	X				X
<i>Parabuteo unicinctus</i> (1)					X
<i>Harpagus bidentatus</i> (1)					X
<i>Circus cyaneus</i> (2)					
<i>Spizaetus ornatus</i> (3)					
<i>Falco peregrinus</i>	X				X
<i>Micrastur semitorquatus</i>	X	X	X	X	X
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	X		X	X	X
<i>Caracara plancus</i>	X	X	X	X	X
<i>Pandion haliaetus</i>	X				X
Riqueza de especies	23	10	15	12	26

TABLA 1. ESPECIES DETECTADAS POR LAS 4 METODOLOGÍAS UTILIZADAS Y RIQUEZA DE ESPECIES DE RAPACES DIURNAS DEL PARQUE NACIONAL PALO VERDE, GUANACASTE, COSTA RICA. (1) ESPECIES OBSERVADAS, PERO NO DENTRO DE LAS METODOLOGÍAS EMPLEADAS; (2) ESPECIES DETECTADAS POR STILES (1983) Y VAUGHAN et al. (1982). (3) ESPECIES DETECTADAS POR SLUD (1980).

Species recorded by the four employed methods and diurnal raptors species richness at Palo Verde National Park, Guanacaste Costa Rica. (1) Species recorded out of the four employed methods; (2) Species recorded by Stiles (1983) and Vaughan et al. (1982); (3) Species recorded by Slud (1980).

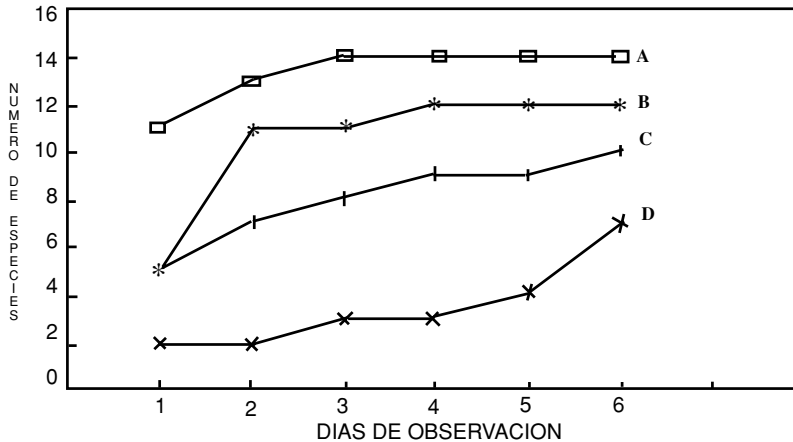


FIGURA 1: RIQUEZA ACUMULADA DE ESPECIES HASTA EL SEXTO DÍA DE OBSERVACIÓN, PARA HACER COMPARABLES EN ESFUERZO Y EFICIENCIA A LAS 4 METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA DETECTAR ESPECIES DE AVES RAPACES DIURNAS EN EL PARQUE NACIONAL PALO VERDE, GUANACASTE, COSTA RICA. (A) PUNTOS DE OBSERVACIÓN; (B) LÍNEAS DE TRANSECTOS; (C) OBSERVACIONES EN PUNTOS DE CONCENTRACIÓN; (D) RESPUESTAS A VOCALIZACIONES DE PRESAS.

Cumulated species richness through the sixth sighting day to make effort and efficiency of the four employed methods comparative to detect diurnal raptor species at Palo Verde National Park, Guanacaste, Costa Rica. (A) Point transects; (B) Line transects; (C) Sighting at water holes; (D) Response to prey vocalizations.

Especies	Estación seca 1990	Estación seca 1991	Estación lluviosa 1991
<i>Buteo magnirostris</i>	39	38	27
<i>Coragyps atratus</i>	84	90	89
<i>Cathartes aura</i>	36	76	36
<i>Caracara plancus</i>	11	6	10
<i>Herpethotes cachinnans</i>	5	9	6
<i>Elanus caeruleus</i>	9	0	0
<i>Buteogallus urubitinga</i>	4	2	0
<i>Leptodon cayanensis</i>	2	2	0
<i>Buteogallus anthracinus</i>	2	0	3
<i>Sarcoramphus papa</i>	5	1	7
<i>Buteo albonotatus</i>	1	0	0
<i>Buteo brachyurus</i>	2	1	1
<i>Buteo nitidus</i>	1	1	1
<i>Ictinia plumbea</i>	0	0	1
<i>Micrastur semitorquatus</i>	0	0	1
<i>Geranospiza caerulescens</i>	0	1	0
Abundancia de especies	201	227	182

TABLA 2. ESPECIES DETECTADAS POR LA METODOLOGÍA DE LA LÍNEA DE TRANSECTOS DURANTE LA ESTACIÓN SECA DE 1990 Y LA ESTACIÓN SECA Y LLUVIOSA DE 1991 EN EL PARQUE NACIONAL PALO VERDE, GUANACASTE, COSTA RICA.

Species recorded by the method of line transects during 1990 dry season and 1991 rainy season at Palo Verde National Park, Guanacaste, Costa Rica.

de sus limitantes fue el cálculo de densidades absolutas con el programa TRANSECT, el cual requiere de una muestra igual o mayor a 40 individuos (Burnham et al. 1980), la cual es difícil de obtener para la mayoría de las especies de aves rapaces asociadas a los hábitats boscosos del bosque tropical seco. Para evitar este problema, sugerimos agrupar las especies (e.g., todos los gavilanes del género *Buteo* y *Buteogallo*) y/o el número de hábitats), que fue lo que tuvimos que hacer en este estudio (cf. Tabla 3).

Aunque el método de las observaciones en puntos de concentración pudo utilizarse en la

tarde, observamos que la actividad en este período disminuyó considerablemente (Fig. 2), la especie más común fue *Buteo magnirostris*. Algunos de los problemas de este método están relacionados con su uso limitado a la estación seca y a la sobreestimación de individuos. Debido a la relativamente larga duración del período de observación es posible registrar a un mismo individuo más de una vez.

En la Tabla 4 se presenta el número de especies de aves rapaces diurnas detectadas con el método de vocalizaciones de presas. La opción más eficiente para este método fue la de establecer 5 estaciones por día, debido a su

	Estación seca 1990	Estación seca 1991	Estación lluviosa 1991
<i>Buteo magnirostris</i> (Bm)	2,4 (39)	5,9 (38)	—
Ancho del transecto	49	25	—
Gavilanes sin Bm	1,8 (37)	—	—
Ancho del transecto	51	—	—
Buitres del Nuevo Mundo	4,0 (125)	13,3 (167)	14,0 (132)
Ancho del transecto	116	50	39
Total gavilanes	2,1 (76)	4,5 (61)	5,4 (50)
Ancho del transecto	50	39	39

TABLA 3. ESTIMACIÓN DE LAS DENSIDADES ABSOLUTAS (Nº/km<sup>2</sup>) CON EL PROGRAMA TRANSECT, A PARTIR DE LA INFORMACIÓN ENTREGADA EN LA TABLA 3, Y PARA AQUELLAS ESPECIES O GRUPOS DE ESPECIES QUE SATISFACIERON LAS CONDICIONES DEL MÉTODO (BURNHAM ET AL. 1980). SE SEÑALA EL ANCHO DEL TRANSECTO (M) Y EN PARÉNTESIS SE INDICA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA. LOS GUIONES DENOTAN DATOS INSUFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE DENSIDADES.

Estimation of absolute densities (Nº/km<sup>2</sup>) with TRANSECT program from data shown in Table 3 and for species/assemblages meeting the assumptions of the employed method (see Burnham et al. 1980).



mayor cubrimiento del área de estudio total. Nuevamente, la especie con mayor número de respuestas fue *Buteo magnirostris*. Casi el 60% de los individuos detectados mediante esta metodología lo fueron durante los 5 primeros minutos de emisión de la vocalización de la presa. La ventaja principal de esta metodología fue su potencial para la detección de especies crípticas (e.g., *Morphnus guianensis*, *Accipiter bicolor* y *Micrastur semitorquatus*). Esta metodología debe practicarse en las primeras horas de la mañana, ya que la actividad de las rapaces diurnas en búsqueda de presas es mayor durante este período del día.

Sugerimos la participación de 2 observadores para el manejo del equipo y la detección y registro de especies. Una alternativa es colocar el parlante en el suelo y rotarlo 90° por período de emisión. También se puede

contemplar una modificación en los tiempos de emisión (15 segundos) y observación (45 segundos), con 6 repeticiones de esta secuencia, después de los cuales debe haber un período de observación de 4 minutos. En total, 10 minutos por estación.

Por último, se deben utilizar vocalizaciones de presas locales y en lo posible relacionadas con la dieta principal, según la especie de ave rapaz diurna que se quiera atraer.

#### *Hacia la integración de las metodologías utilizadas*

En algunos casos, una especie fue registrada sólo una vez por un método (*Ictinia plumbea*, *Geranospiza caerulescens* y *M. semitorquatus*) en los 456 km recorridos a caballo. Esto sig-

Senderos	Kilómetros	Estaciones de muestreo	Especies
A	1,0	4	2
B	1,5	6	1
C	1,8	7	4
D	3,0	12	2
E	2,0	8	2
F	2,8	11	5
G	2,8	9	3
H	1,8	7	4
I	1,8	7	3
J	2,0	8	5
Total	19,8	79	10

TABLA 4. ESPECIES DETECTADAS POR LA METODOLOGÍA DE RESPUESTA A VOCALIZACIONES DE PRESAS EN EL PARQUE NACIONAL PALO VERDE, GUANACASTE, COSTA RICA.

Species recorded by the method of response to prey vocalizations at Palo Verde National Park, Guanacaste, Costa Rica.

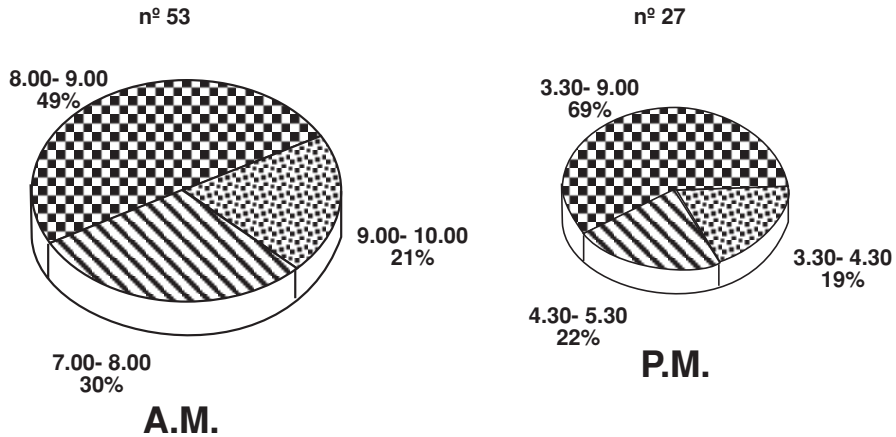


FIGURA 2. VARIACIONES TEMPORALES EN LA DETECCIÓN DURANTE LA MAÑANA Y TARDE DE ESPECIES DE AVES RAPACES DIURNAS POR EL MÉTODO DE OBSERVACIONES EN PUNTOS DE CONCENTRACIÓN EN EL PARQUE NACIONAL PALO VERDE, GUANACASTE, COSTA RICA. EL TAMAÑO DE LA MUESTRA SE DENOTA CON LA LETRA n.

Temporal variation in the detection rate during morning and noon of diurnal raptor species by the methods of sightings at water holes at Palo Verde National Park, Guanacaste, Costa Rica. Sample size is named with letter n.

nifica que esta metodología no fue apta para estas especies y se ratificó así la necesidad de utilizar 2 o más métodos para la elaboración de un inventario de rapaces en un bosque tropical (Thiollay 1989, Burnham et al. 1988, Whitacre et al. 1993).

En términos de mejorar su eficiencia en terreno es necesario lograr una integración de los diferentes métodos utilizados para detectar, observar y censar aves rapaces diurnas en un bosque tropical seco. El problema central radica en que éstos deben ser llevados a cabo en horas de la mañana (como mínimo 1 h después del amanecer). Sin embargo, algunas combinaciones son posibles de efectuar: la detección por vocalizaciones de las presas, al ser practicada desde 1 h antes del amanecer hasta 1 h después, puede combinarse con algunos de los métodos restantes.

## CONCLUSIONES

- 1.- La metodología más eficiente para la elaboración de un inventario de aves rapaces en un bosque tropical seco fue la de los puntos de observación.
- 2.- El método de las vocalizaciones de presas puede ser utilizado como un método complementario durante la estación lluviosa.
- 3.- Las observaciones en puntos de concentración pueden ser un método complementario durante la estación seca.
- 4.- El método de las líneas de transecto es recomendable para zonas abiertas o con parches de bosques no muy densos.

## AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece el apoyo financiero del Departamento de Peces y Vida Silvestre de los EE.UU. (USFWS), del Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF) y de la Fundación Noyes. También, por apoyo académico y logístico, al Programa Regional de Maestría en Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional, la Organización para Estudios Tropicales (OET), ambas en Costa Rica, y a los investigadores del Peregrine Fund, Inc.; EE.UU., William A. Burnham, J. P. Jenny y David Whitacre. El segundo autor agradece a su hijo, Mateo Rau C., por la edición de las Tablas y Figuras.

## LITERATURA CITADA

- BIERREGAARD RO Jr. (1994) Species accounts of 81 species of Central and South American Falconiformes. En: del Hoyo J, A Elliot & J Sargatal eds. Handbook of birds of the world, Vol. II. Lynx Edicions. Barcelona, España.
- BURNHAM KP, DR ANDERSON & JL LAAKE (1980) Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs* 72: 1-202.
- BURNHAM WA, JP JENNY & CW TURLEY, Eds. (1988) Progress Report I, Maya Project: use of raptors as environmental indicators for design and management of protected areas and for building local capacity for conservation in Latin America. The Peregrine Fund., Inc. Boise, Idaho, EE.UU.
- FULLER MR & JA MOSHER (1981) Methods of detecting and counting raptors: a review. *Studies on Avian Biology* 6: 235-246.
- JANZEN DH (1983) Tropical dry ecosystems: the most endangered major tropical ecosystem. pp 130-13. En: EO Wilson ed. *Biodiversity*. National Academic Press. Washington, D.C., EE.UU.
- MÁRQUEZ C (1992) Composición de la comunidad de las aves rapaces diurnas del Parque Nacional Palo Verde-Costa Rica. Tesis para optar al Grado de Magíster en Manejo de Vida Silvestre. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- SLUD P (1980) The birds of Hacienda Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica. *Smithsonian Contributions to Zoology*, N° 292. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., EE.UU.
- STILES FG (1983) Checklist of birds. Pp. 530-544. En: Janzen DF (ed.) *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- STILES FG & AF SKUTCH (1989) A guide to the birds of Costa Rica. Cornell University Press. Ithaca, New York, EE.UU.
- THIOLLAY JM (1989) Censusing of diurnal raptors in a primary rain forest: comparative methods and species detectability. *Journal of Raptor Research* 23: 72-84.
- VAUGHAN C (2000) Management of water sources for wildlife. *Vida Silvestre Neotropical* 9: 3-14.
- VAUGHAN C, M McCOY, J FALLAS, H CHAVES, G BARBOSA, G WONG, J RAU, M CARRANZA & MI CARBONELL (1996) Plan de manejo y desarrollo del Parque Nacional Palo Verde y Reserva Biológica Lomas de Barbudal. Ministerio del Ambiente, San José, Costa Rica. 112 pp.
- VAUGHAN C, G CANESSA, M McCOY, M RODRÍGUEZ, J BRAVO, J SÁNCHEZ, R MORALES, T HAWKINS, E CROZIER, D SHAFFER & F HODGSON (1982) Refugio de Fauna Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero (Palo Verde). Plan de Manejo y Desarrollo. Editorial Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- WHITACRE DF, RK THORSTROM & WA BURNHAM, eds. (1993) Reporte de Avance VI: 1993. Proyecto Maya: uso de aves rapaces y otra fauna como indicadores del medio ambiente, para el diseño y manejo de Áreas Protegidas y para favorecer la capacidad local para la conservación en América Latina. The Peregrine Fund, Inc. World Center for Birds of Prey. Boise, Idaho, EE.UU.