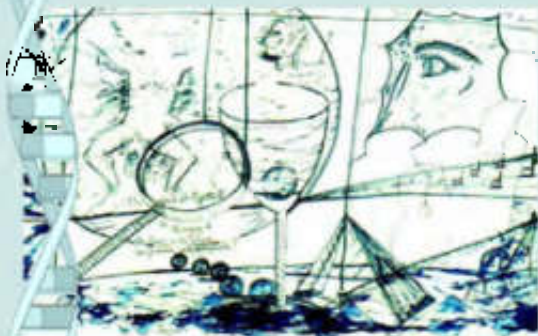




**Biología-Química-Física
Matemática-Estadística**

TECNOCIENCIA



Revista de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnológicas
Universidad de Panamá



IDENTIFICACION DE LOS TIPOS DEL *VIRUS DE PAPILOMA HUMANO* ASOCIADOS A LOS CONDILOMAS Y CARCINOMAS CERVICOUTERINOS DIAGNOSTICADOS EN EL COMPLEJO HOSPITALARIO ARNULFO ARIAS MADRID ENTRE LOS AÑOS 2001 Y 2003

Florido Rodríguez Moreno

Universidad de Panamá, Facultad de Medicina, Departamento de Histología y Neuroanatomía
e-mail: drflorido@yahoo.es

RESUMEN

Los *virus del papiloma humano* (VPH) están asociados con la génesis y progresión del carcinoma cervicouterino (Cacu). En nuestro país se desconoce cual o cuales de la gran gama de esta superfamilia de virus están asociados a las fases del desarrollo de este cáncer. La principal intención de éste estudio es el determinar los tipos de VPH presentes en los condilomas y Cacu en Panamá, entre los años 2001 y 2003. Estudiamos 87 casos diagnosticados en el Departamento de Patología del Complejo Hospitalario Arnulfo Arias Madrid, como condiloma o Cacu y 87 controles. La detección y tipificación del PVH se realizó mediante identificación genómica utilizando el Kit PVHfast, fabricado por Genómica. Se extrae el ADN de las muestras y controles, en parafina, y es amplificado por medio de la reacción en cadena la ADN polimerasa (PCR). Las muestras positivas por el virus del papiloma se tratan con enzimas de restricción para evidenciar el polimorfismo de la longitud de los fragmentos de restricción (RFLP, de sus siglas en inglés). El estudio detecto PVH de bajo y alto riesgo en 7 de las 9 provincias de Panamá. Los resultados se analizaron en una tabla tetracórica para establecer asociación o no del VPH con la génesis del Cacu.

PALABRAS CLAVES

Carcinoma cervicouterino, virus del papiloma humano, reacción en cadena polimerasa, Polimorfismo de la longitud de los fragmentos de restricción, Población infectada.

ABSTRACT

The *human papillomavirus* (VPH) are associated to the genesis and progression of uterine cervix carcinoma (Cacu). In our country it is not known which of the strains of this broad family are associated to the development of this cancer. The main purpose of this work is to determine the types of PVH present in the condylomas and Cacu in Panama, between the years 2001 and 2003. We study 87 cases diagnosed in the department of Pathology at the Arnulfo Arias Madrid Hospital, as condyloma or Cacu and 87 controls. Detection and typing of PVH was performed by genomic identification using the PVHfast kit, manufactured by Genomica. DNA extraction was done from sample and controls, in paraffin, and is amplified by Polymerase Chain Reaction (PCR). *Papillomavirus* positive samples were treated with restriction enzymes to determine restriction fragment length polymorphism (RFLP). the study detects VPH of under and high risk in 7 of the 9 provinces of the Panamanian data were analyzed in a tetracoric table by chi square test with 5% alpha and 90% of strength and 17.9 OR, to demonstrate if there is any association to *papillomavirus*.

KEYWORDS

Cervix Uteri Cancer, *Human papilloma virus*, Polimerase Chain Reaction, Restriction Fragment Length Polymorphism, Population Infected.

INTRODUCCIÓN

La principal causa de mortalidad por cáncer en los países en desarrollo es el cáncer cervicouterino (Dzul *et al.*, 2004), que mata cada año 230,000 mujeres en todo el mundo (Islas 2002). En algunas poblaciones de Panamá se ha observado un aumento en las mujeres positivas al VPH (Aparicio 2003; Estadísticas RSSM, 2005) y en los últimos años, el Cacu es la principal causa de defunción por tumores malignos en las panameñas mayores de 15 años (Estadísticas vitales, 2002), con una tasa de incidencia para el 2002 de 28.2 por cada 100,000 habitantes y una tasa de mortalidad de 12.9 (Ferlay *et al.*, 2002).

La infección de transmisión sexual más frecuente del mundo es la del VPH (Rivera *et al.*, 2002) y la persistencia de la infección con los VPH de alto riesgo se relaciona con el desarrollo del cáncer (Cortés 2003). Se piensa que la mayoría de la población sexualmente activa está infectada por algún tipo de VPH (Zavaleta 2001), que son virus latentes y se mantienen asintomático por largos períodos de tiempo, para luego desaparecer o manifestarse como una infección subclínica;

por eso su detección y tratamiento no se dan de forma oportuna y así su contagio aumenta diariamente (Abizanda 2003).

Los VPH son virus pequeños de ADN (Spinelly 2003), que se clasifican en tipos diferentes cuando las secuencias génicas de sus oncogenes E-6, E-7 y L-1, altamente conservadas, varían en más de un 10% respecto a las de otros virus conocidos (Marc *et al.*, 1996). Por su potencial oncogénico (Andujar 2004) los tipos de VPH se han clasificado en (Cortés *op. cit.*):

VPH de bajo riesgo: 6, 11, 40, 42-45, 53-55, 57, 59, 67, 69, 71, 74, 82.

VPH de alto riesgo: 16, 18, 31-35, 51, 52, 56, 58, 61, 66, 68, 70, 73.

Los VPH de alto riesgo (VPH-AR) son los que pueden llevar al desarrollo de un cáncer y los VPH de bajo riesgo (VPH-BR) son los que rara vez se convierten en cáncer (Cáncer Facts 2002). Los VPH-BR tipo 6 y 11 suelen asociarse con condilomas y/o lesiones intraepiteliales escamosas (SIL) de bajo grado y los VPH-AR se relacionan con las SIL de alto grado y el carcinoma invasor (Lacruz 2003). La mayoría de las SIL de bajo grado vuelven a la normalidad en unos meses o pocos años, pero a veces se pueden convertir en SIL de alto grado y estas eventualmente en cáncer, en un porcentaje significativo de casos (Cáncer Facts *sup. cit.*).

Existen más de 130 tipos de VPH (Carrano 2002) y los VPH-AR más frecuente en el mundo son el VPH 16 y 18. En América Latina los de mayor prevalencia son: 16, 18, 31, 33, 35, 45, 51, 52, 58, 59 y el 33, 39 y 59 se concentran en Suramérica y Centroamérica (Rivera *et al.*, *op. cit.*). Sin embargo, en Panamá, aun no se ha llevado a cabo una tipificación para determinar cuales son los tipos de VPH asociados a la génesis de éste cáncer en todo el país. Así que con el fin de identificar los tipos de VPH que se relacionan con el desarrollo del Cáncer, en Panamá, se utilizó el kit PVHfast 2.0; que puede detectar más de 50 tipos de VPH, mediante la amplificación de su región L1.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un estudio analítico de casos y controles, retrospectivo, con una muestra probabilística simple al azar de 87 biopsias con diagnóstico

histopatológico positivo por condiloma o Cacu y 87 controles, se excluyeron los casos de prevalencia y los de extranjeros. El universo está constituido por todas las muestras del país, tomadas por colposcopia, que llegaron al Departamento de Histopatología del Complejo Hospitalario Metropolitano de la Caja de Seguro Social para su diagnóstico entre los años 2001 y 2003. Las muestras positivas y controles fueron procesados con formalina al 10%, e incluidos en parafina, mediante las técnicas histológicas de rutina.

Para extraer el ADN de las muestras y controles se colocaron en un tubo Eppendorf de 1.5 ml, 3 cortes de 5 µm de cada tejido, con 50 µl de solución de digestión y 50 µl de proteinasa K. Por cada serie de muestras y controles, se incluyó un control negativo formado por 50 µl de solución de digestión y 50 µl de proteinasa K. Se incubaron todos los tubos a 56 °C durante 3 horas, luego a 100 °C por 10 minutos, e inmediatamente se centrifugaron a 12,000 rpm durante 10 minutos y se recogieron unos 100 µl del sobrenadante resultante, con el ADN.

Para purificar el ADN extraído, por cada 100 µl de ADN se añadió 1 ml de resina de purificación, del kit de purificación de ADN de Genómica, esta mezcla se pasó por una columna de purificación a una velocidad de una a dos gotas por segundo. Luego se pasaron por la columna 2 ml de la solución de lavado, seguidos de 50 µl de solución de dilución; que se incubó por 1 a 30 minutos, a temperatura ambiente, y se recogieron 50 µl de ADN en un tubo Eppendorf al centrifugar la columna por 20 segundos, en una microcentrífuga.

Para la amplificación del ADN extraído se tomó un tubo de reacción de PCR de 0.2 ml, del kit PVHfast 2.0, por cada caso y se le añadieron 5 µl del ADN purificado de las muestras o controles. Se programó el termociclador con un ciclo a 95°C por 9 minutos. 45 ciclos a 94 °C por 0.5 minutos, 55 °C por 1 minuto y 72 °C por 1.5 minutos y un ciclo a 72 °C por 8 minutos. Se dio inicio al programa y al llegar éste a los 90 °C, se colocaron los tubos de reacción en el termociclador. Para visualizar el ADN de los VPH presentes en los productos amplificados por el PCR, se cargaron en geles de agarosa al 2% en TAE 1X; 10 µl del producto de la amplificación, 2.5 µl de solución de carga y 10 µl de “DNA Molecular Weight Marker VII” (Roche Diagnostics), y se corrió una electroforesis a 100 voltios (V) por 50 minutos.

Para el tipaje, en los casos en los que se detectó VPH, se le añadió un microlitro de la enzima, un microlitro de restricción (Rsa1). Se pasaron 20 µl de cada tubo a un tubo Eppendorf (Dig 1) y se les añadió a estos tubos un microlitro de la enzima 2 de restricción) Dig 1+2). Se incubaron los tubos de ambas digestiones enzimáticas en un baño a 37 °C, por 2 horas. Luego en geles de agarosa al 2.5% en TAE 1X, cargamos por cada caso; 2.5 µl de la solución de carga, 10 µl de la muestra de la primera digestión, 10 µl de ambas digestiones, 10 µl del marcador de peso molecular y se corrió la electroforesis a 100 V por 50 minutos.

RESULTADOS

En las 87 muestras positivas las edades de los pacientes van de 18 a 89 años, el 65% de ellos están en la edad productiva entre 20 y 49 años. Tenemos muestras de todas las provincias de Panamá, con un 15% de SIL de bajo grado 40% SIL de alto grado 6% de Cacu microinvasor y un 39% de Cacu invasor.



Calle:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

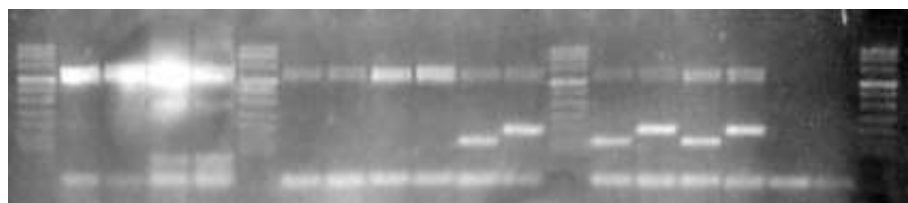
Fig. 1. Visualización del VPH en los productos amplificados por PCR.

En este gel los marcadores de peso molecular se localizan en las calles 2, 9, 15 y 21; presentando las bandas de 1114 pb, 900 pb, 692 pb; la banda de 501 pb y la de 489 que se ven como una sola banda y siguen otras bandas más pequeñas. Las muestras positivas se ven en las calles 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 16, 17, 18 y 19; en las que se observan las bandas de 890 pb y 450 pb, correspondientes al ADN control y a la región L1 del VPH respectivamente. El control negativo en la calle 20 y las muestras negativas en las calles 1, 3, 8, 10 y 11; no presentan la banda de 450 pb.

Cuadro 1. Patrones de restricción para la enzima 1 y la enzima 1+enzima 2 de los VPH 6, VPH 16 y VPH 18 (Genómica 2003).

TIPO DE VPH	ENZIMA 1 Banda en pares de bases (pb))	ENZIM 1 + 2 Banda (pb)
VPH 6	161, 149, 72, 67	149, 94, 72, 67, 67
VPH 16	310 – 72 – 70	310, 72, 70
VPH 18	135-125-85-72 –38	125, 112, 85, 72, 38

En la visualización del ADN de las muestras positivas, 15 casos (17.2%) presentan una banda de 450 pb correspondientes al genoma del VPH. En 7 de las 9 provincias del país encontramos infección por VPH, entre las edades de 18 y 80 años.



Calle:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Fig. 2. Visualización del tipaje de los VPH por digestión con enzimas de restricción.

Los marcadores de peso molecular se colocaron en las calles 1, 6, 13 y 20. En éste gel la muestra 37 con una coinfección de PVH 16 y 18, tiene en la calle 4 tiene una dig. 1+2 con una banda de 310 pb del PVH 16 y una banda de 125 pb del PVH 18 y en la calle 5 su dig. 1 tiene una banda de 310 pb del PVH 16 y una banda de 135 pb del PVH 18. La muestra 16 con un PVH 6, tiene en la calle 11 la dig. 1+2 con una banda de 149 pb del PVH 6 y en la calle 12, la dig. 1 con una banda de 161 pb del PVH 6. La muestra 9 en la calle 14 y 15, y el control 1, en la calle 16 y 17; presentan las mismas bandas de un PVH 6.

El resultado del tipaje de los VPH por digestión enzimática confirma la presencia de los VPH 6, 16 y 18 en el país. Se encontraron VPH-BR en 3 provincias, VPH-AR en 6 provincias y en 2 de las provincias se encontraron pacientes coinfectados por el VPH 16 y el VPH 18. El 80% de los VPH se observan entre las edades de 18 a 49 años y el 46.6% de los infectados son de las provincias de Panamá y Colón. El VPH 6 se observa entre los 18 y 49 años, el VPH 16 entre los 36 y 37 años y el VPH 18 se observan entre los 35 y 76 años. El PVH 6 se encontró en las SIL de Bajo Grado y los PVH 16 y 18 se encontraron en las SIL de alto grado y los Cacú invasores.

Cuadro 2. Muestras positivas por provincia, Tipaje con su diagnóstico histopatológico, riesgo oncogénico y edad.

Provincia	Muestras Positivas	Tipo de VPH	Diagnóstico Histopatológico	Riesgo Oncogénico	Edad
B. del Toro	1				
Coclé	12	16	Invasor	Alto	37
		18	Invasor	Alto	74
Colón	2	6	Condiloma	Bajo	32
		18	Invasor	Alto	36
Chiriquí	7	16	Invasor	Alto	80
		18		Alto	
		18	Invasor	Alto	76
Darién	2	16	In situ	Alto	36
Herrera	4	6	Condiloma	Bajo	27
Los Santos	5				
Panamá	44	6	Condiloma	Bajo	49
		6	Condiloma	Bajo	18
		16	Microinvasor	Alto	30
		18		Alto	
		18	In situ	Alto	38
		18	Invasor	Alto	35
		18	In situ	Alto	35
Veraguas	10	18	Microinvasor	Alto	42

Cuadro 3. Tabla Tetracórica, para el χ^2 (χ^2).

	Casos	Controles	Total
VPH-BR y VPH-AR positivo	15	1	16
VPH-BR y VPH-AR negativo	72	86	158
Total	87	87	174

$$\chi^2 = \left[\frac{(\text{casos positivos})(\text{controles negativos}) - (\text{controles positivos})(\text{casos negativos})}{(\text{total de casos})(\text{total de controles}) - (\text{total de VPH positivos})(\text{total de VPH negativos})} \right]^2 N$$

$$\chi^2 = 13.5$$

El valor de χ^2 indica que hay significación estadística en los resultados, por lo tanto los VPH, están asociados al desarrollo del Cacú, en Panamá, entre los años del 2001 al 2003.

En cuanto a la magnitud de la asociación causal por la prueba de productos cruzados o de desigualdad relativa Odds Ratio (*OR*):

$$OR = \frac{(\text{casos } +)(\text{casos } -)}{(\text{controles } +)(\text{casos } -)}$$

El valor de la *OR* 17.9 indica que entre el 2001 y el 2003, en Panamá, las pacientes infectadas con los VPH-AR, tenían 17.9 veces más probabilidades de desarrollar el Cacú, que las pacientes que no estaban infectada por estos VPH.

La precisión de la asociación por los límites de confianza de la prueba, con una $Z = 1.64$ y donde utilizamos una curva de dos colas.

$$LC = \text{Límite de confianza} = \left(1 \pm \frac{Z}{\sqrt{\chi^2}} \right) \cdot OR$$

$$LC = 17.9$$

$$LC \text{ Inferior} = 5$$

$$LC \text{ Superior} = 63.6$$

El límite de confianza inferior de 5 y el límite de confianza superior de 63.6, indican que el estudio tiene una buena precisión y que cada vez que se repita el estudio se confirmará una relación entre el VPH y el Cacú.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En las muestras detectamos VPH-BR (4.5%) y VPH-AR (12.6%) en 7 de las 9 provincias de Panamá. Los VPH 6 (4.5%) se encontraron en las SIL de bajo grado y los PVH 16 (3.4%) y 18 (9%) en las SIL de alto grado y en los Cacú invasores. Estos porcentajes son bajos en relación a la prevalencia mundial (Cortés *op cit.*), pero identificamos que la baja detección de VPH se relaciona con la inhibición de la polimerasa por el contacto excesivo de la formalina con las muestras y al tiempo que algunas muestras llevan en parafina. Además, la rebaja de algunos bloques eliminó los VPH presentes en las muestras y la mala adaptación de las columnas de purificación causó la pérdida de algunas muestras. En los controles sólo se detectó una muestra con el VPH tipo 6, en una paciente con diagnóstico histopatológico de Cervicitis Crónica.

Del 2001 al 2003, en Panamá, las mujeres entre 30 y 80 años presentaron infecciones cervicovaginales con VPH-AR, con 17.9 más probabilidades de desarrollar el Cacú invasor en comparación con las pacientes que no presentaban estos VPH-AR. La magnitud de la asociación causal entre los VPH-AR y el Cacú puede ser hasta de 70 (Cortés *op cit.*).

La detección y tipificación del VPH por identificación genómica nos permitió identificar VPH en muestras que histopatológicamente no tenían diagnóstico de VPH y en los casos diagnosticados con algunas

de las fases del Cacú, se pudo determinar la presencia del VPH, cuantos tipos de VPH tenía la paciente y el riesgo oncogénico por los VPH presentes. Por lo tanto, permite se logro un pronóstico objetivo de la evolución de las lesiones neoplásicas, aportando una fuente de información que proporciona las bases para modificar el manejo de las pacientes infectadas con el VPH, de forma que se mejore su calidad de vida con la aplicación de los tratamientos de acuerdo al potencial de malignidad de las lesiones. Se puede evitar los sobre tratamientos ante lesiones con posibilidad de regresión o iniciando el tratamiento temprano ante lesiones con alta tendencia a progresar hasta un carcinoma invasor.

Tenemos VPH en todo el país, aún en provincias en las que anteriormente, entre el 2001 y 2003, no lo habíamos hecho. En 2002, Bocas del Toro tiene 5 defunciones por Cacú y Los Santos tiene 4 defunciones por Cacú (Anónimo, estadísticas vitales, 2002). Estas provincias son destinos internacionales de turismo o de carnavales, por lo que se aumenta las posibilidades de presentarse tipos de VPH de otras regiones del mundo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Panamá, en el periodo comprendido entre 2001 y 2003, encontramos la presencia de los VPH 6, 16 y 18. En los diagnósticos de Condiloma, SIL de bajo grado, SIL de alto grado o de Carcinoma Invasor es necesario la aplicación de la tipificación de los VPH. Se evita así, el sobretratamiento de las pacientes con los VPH-BR ó el retraso de un tratamiento efectivo en el caso de las infecciones por VPH-AR.

Encontramos VPH en 7 de las 9 provincias de Panamá, por lo que consideramos que se debe realizar un estudio a nivel nacional, con muestras frescas, para identificar los tipos de VPH relacionados con el Cacú y determinar la posibilidad de la aplicación de una de las vacunas en desarrollo que cubra los tipos de VPH que se presentan en el país.

Durante el estudio no fue posible tener una estadística con la información sobre la situación real del Cacú en Panamá durante los años del 2001 al 2003, además en algunas regiones de salud se utilizan las diferentes clasificaciones de las etapas del Cacú sin tomar en

cuenta los términos que son sinónimos, por lo que la información final tiene diferencias respecto a la realidad nacional del comportamiento de esta patología. Consideramos que el país debe tener un departamento que integre la información estadística de las diferentes instituciones que realizan diagnóstico del Cáncer en el territorio nacional, de forma que se tenga una información real, actualizada, de libre acceso y con criterios unificados.

REFERENCIAS

Abizanda, M. 2003. Diagnóstico Precoz del Cáncer. El Médico Interactivo. Diario Electrónico de Sanidad; 892: tema 8-6.

Andujar, M. S. 2004. Virus y Cáncer. Instituto Canario de Investigación del Cáncer, 1:14

Aparicio, G. 2003. En San Miguelito, 714 mujeres están expuestas al cáncer. EL PANAMA AMERICA – EPASA. Viernes 10 de octubre.

Cancer FACTS. 2002. Los Virus del Papiloma Humano y el Cáncer, 3.2Os, 5 pág.

Carrano, J. R. 2002. Importancia de la Tipificación del Virus Papiloma Humano (VPH). Revista Venezolana de Oncología; 14(3): 3 pág.

Cortés, Y. 2003. Papilomavirus y Cáncer de cérvix. Rev. Colombiana de Obstetricia y Ginecología, vol. 54 N° 2 : 5 pág.

Dzul, R., K., M. S. Puert & L. M. Gonzalez. 2004. Cáncer cervicouterino: métodos actuales para su detección. Revista Biomédica. 115: 4-9

Estadísticas de la R.S.S.M. 2005.

Estadísticas Vitales. 2002. Contraloría General de la República de Panamá, 3:120.

Ferlay, et al., Globocan. 2002. Lyon: Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer: 3.

Genomica. 2003. pvhFAST 2.0. Detección y tipado de Papilomavirus Humano mediante identificación genómica para diagnóstico in vitro, versión 1.0, 30 pág.

Islas, V. 2002. Cáncer cervicouterino El Cáncer que no debe matar. Agenda Salud. Isis Internacional, Santiago. Chile enero-marzo, N° 25; 8.

Lacruz, C. P. 2003. Nomenclatura de las lesiones cervicales (de Papanicolau a Bethesda 2001). Revista Española de Patología. 36:1-6.

Marc, F., Q. WIM y colaboradores. 1996. Comprehensive study of several general and type-specific primer pairs for detection of Human papillomavirus DNA by PCR in paraffin-embedded cervical carcinomas. Journal of Clinical Microbiology. 34 (3): 745-747.

Rivera, R., J. Aguilera, A. Larraín. 2002. Epidemiología del VPH. Revista Chilena de Obstetricia Ginecológica. Vol. 67(6): 5 pág.

Spinelli, O. M. 2000. HPV, P53 y Apoptosis: una interacción peligrosa. XII Congreso Latinoamericano. I Congreso Boliviano y X Reunión Iberoamericana: Citología:10.

Zavaleta, L. R. 2001. Papiloma. Departamento de Biología Molecular y Biotecnología. UNAM. Material didáctico de virología para apoyo de profesores y alumnos; 10 pág.

Recibido agosto de 2006, aceptado agosto de 2007.



CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA PARTE MEDIA-BAJA DEL RÍO SANTA MARÍA, PROVINCIA DE VERAGUAS, REPUBLICA DE PANAMÁ

¹Roberto C. Lombardo y ²Viterbo E. Rodríguez

¹Graduate School of Fisheries Science, Department of Marine Biology and Biodiversity, Hokkaido University, Minato-cho, Hakodate, 041-0821, Japan, e-mail: rlombardo09@gmail.com

²Universidad de Panamá, Sede Veraguas, Escuela de Biología. Tel. 958 7623.

RESUMEN

Se determinó la calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María, a través del estudio de las comunidades de insectos acuáticos presentes en este río. Durante los meses de abril de 2002 a abril de 2003, se obtuvieron en cada una de las 13 estaciones de muestreo, valores para la calidad biológica del agua aplicando el índice BMWP'. Además se midió la conductividad, concentración de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura del agua. Estos parámetros mostraron que en el cauce principal del río Santa María las condiciones son estables. Sin embargo, la calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María se clasifica como crítica.

PALABRAS CLAVES

Río Santa María, calidad biológica, insectos acuáticos, parámetros fisico-químicos, índice BMWP'.

ABSTRACT

During april 2002 to april 2003, biological water quality in the Santa Maria River was monitored at 13 sampling stations along 50 km of the mid-low section. Values for the biological water quality were calculated using the BMWP' index. Physical & chemical parameters were also observed. Although parameters indicated stable conditions, biological water quality represents a limiting factor for the establishment and normal development of aquatic insect communities.

KEYWORDS

Santa Maria River, biological quality, water insects, physical & chemical parameters, BMWP' index.

INTRODUCCIÓN

El término calidad biológica del agua, surge al analizar la capacidad de ecosistemas acuáticos para mantener comunidades biológicas en dichos ecosistemas. Este parámetro, puede estimarse al estudiar la composición, y estructura de las comunidades (Alba-Tercedor 1996; Roldán 1988), a la vez, existen métodos analíticos para determinar la calidad del agua, basados en parámetros que definen los diferentes usos que se le pueden dar al agua. Las cualidades intrínsecas de estos métodos, les hacen muy puntuales, aunque no se desestima su valor (Alba-Tercedor 1996; Roldán 1988). En ecosistemas acuáticos se desarrollan comunidades de insectos que dependen de las características fisico-químicas del agua. Dichas comunidades pueden ser impactadas por eventos naturales (caudal, tasas de sedimentación) o antropogénicos (deforestación, extracción de sustrato, descargas orgánicas, erosión), que alteran la calidad del agua (Roldán 1988). Cambios en la presencia o ausencia, número, morfología, fisiología o comportamiento de la comunidad bioindicadora, se reconocen como indicadores de trastornos en las condiciones fisico-químicas preferidas por los individuos en la comunidad (Resh & Rosenberg 1983). Tras un evento de perturbación, las comunidades de insectos acuáticos requieren de un tiempo mínimo de recolonización, estimado en un mes o más, por lo que los efectos de dichos eventos pueden detectarse varias semanas o incluso meses después, a través del uso de índices biológicos (Alba-Tercedor 1996). Al utilizárseles en índices biológicos, las comunidades de insectos acuáticos, sirven como monitores que detectan grados de contaminación que sufren los ríos donde variables fisico-químicas, como temperatura y turbidez, son factores limitantes (Armitage et al., 1983; Hellawel 1986; Roldán 1988; Alba-Tercedor 1996).

En Panamá, análisis fisico-químico y la demanda biológica de oxígeno (DBO) son comúnmente utilizados para determinar la calidad del agua. En este estudio se midió la calidad biológica utilizando insectos acuáticos, basado en la metodología del índice BMWP', el cual, provee una visión general de la calidad biológica del agua en ríos,

frente al impacto producido por descargas de efluentes, en base a la tolerancia de las comunidades de insectos acuáticos contra la contaminación orgánica (Armitage et al., 1983; Alba-Tercedor 1996). Se decidió adaptar el índice BMWP' para realizar este estudio, ya que, existe considerable información sobre la entomofauna asociada a los ríos y quebradas de Veraguas (Rodríguez & Bonilla 1999; Quiróz & Villar 1999; Rodríguez et al. 2000; Rodríguez & Sánchez 2001; Rodríguez & León 2003; Rodríguez & Mendoza 2003).

La parte media baja del río Santa María, es donde se encuentra localizada la toma de agua cruda que suple la planta potabilizadora en Santiago de Veraguas. Asentamientos humanos y agroindustria dependen del suministro de agua que brinda el río Santa María, por lo que es importante conocer la calidad biológica del agua, ya que así, se podrían tomar medidas respecto al manejo del recurso y orientar su uso en forma sostenible. Por lo que este trabajo tuvo como objetivo determinar la calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María utilizando el índice BMWP' y a la vez complementar dicho índice con mediciones de los parámetros físico-químicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La parte media-baja del río Santa María se localiza en la vertiente Pacífica de Panamá, cuenca 132. El río Santa María nace en el Distrito de Santa Fe, a 1,300 msnm. Fluye de norte hacia el sudeste. Recorre 148 km aproximadamente desde su origen hasta su desembocadura en el Golfo de Parita, provincia de Herrera (Universidad de Panamá 1972). (Fig. 1).

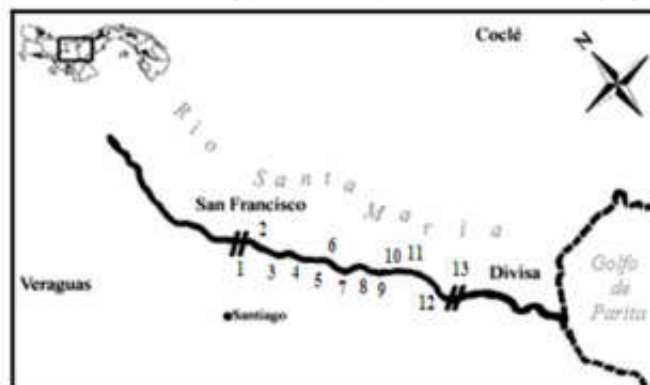


Fig. 1. Diagrama de la parte media-baja del río Santa María, Veraguas Panamá.

Se establecieron 13 estaciones de muestreo, a lo largo de 50 Km de trayecto en la parte media-baja del río Santa María, asegurando la mayor cantidad posible de hábitats para la comunidad de insectos acuáticos. La selección de localidades se dio en base a conocimiento previo de la ubicación de asentamientos humanos y agroindustria, también, áreas accesibles con poca actividad humana a orillas del río. Las estaciones comprenden la sección del río incluida entre las localidades de San Francisco (puente sobre río Santa María - vía San Francisco) y el Puente sobre el río Santa María en Divisa. Las estaciones de muestreo se ubican en: (1) Puente - balneario Vía San Francisco (2) Toma de agua IDAAN- Veraguas (3) El Zapote (4) Finca cañera Ingenio La Victoria (5) Pueblo Nuevo (6) Las Palmas - Posada Ingenio La Victoria (7) Tierra Hueca-Los Panamaes (8) Finca Ballesteros (9) Desembocadura del río San Juan (10) La Raya de Santa María- Isla Pollo (11) La Huaca (12) Toma de agua INA (13) Sendero ecológico INA- Puente sobre río Santa María, Divisa. (Fig. 1).

Colecta de especímenes

Se realizaron muestreos desde abril del 2002 hasta abril del 2003, con tres colectas mensuales. Se mantuvo un esfuerzo de captura uniforme en toda estación, donde dos personas colectaron insectos acuáticos, siguiendo la metodología descrita por Alba-Tercedor (1996). Se utilizaron redes tipo D-Net (500µ) y pinzas entomológicas para capturar insectos acuáticos en los diferentes sustratos. Los ejemplares fueron preservados en alcohol al 95 % más una gota de glicerina. Las colectas promediaron 45 a 60 minutos de duración en cada estación. Posteriormente, los insectos colectados fueron cuantificados e identificados con las claves de Roldán, 1988; Novelo-Gutiérrez, 1997a, 1997b; Westfall 1988; Edmunds 1988; Wiggins 1988; White et al., 1988; Polhemus 1988; Evans & Neuazig 1988.

Determinación de la calidad biológica BMWP'.

Cada familia de insecto acuático identificada y presente en la tabla de puntuaciones del índice BMWP' (Alba-Tercedor 1996), se le asignó la puntuación correspondiente. Las familias encontradas en nuestro estudio que no aparecían en dicha tabla, se les asignó puntuaciones basadas en el conocimiento de las condiciones del medio acuático que se tienen para dichas familias en Veraguas y otras localidades, como Colombia y Norte América. Luego de asignar estos valores, se

sumaron las puntuaciones de cada familia por estación. El valor calculado por la suma total de las puntuaciones en cada estación se comparó con la tabla de clases de calidad biológica del agua, propuesta en el método BMWP' Alba-Tercedor (1996), para establecer la calidad biológica en cada estación de muestreo.

Cuadro 1. Significado de los valores BMWP' y colores a utilizar para representación cartográfica (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor, 1996; Alba-Tercedor y Pujante, 2000).

Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
I	Buena	> 150 101-120	Agua limpia, no contaminadas. No alteradas de modo sensible.	Azul
II	Aceptable	61-100	Evidentes efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Parámetros físico químicos

Durante la colecta de insectos acuáticos en cada una de las estaciones de muestreo, simultáneamente se realizó la toma de datos de las variables físico-químicas del agua (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, conductividad). Para lo cual se utilizó un salinómetro YSI 30 y oxigenómetro YSI 55.

RESULTADOS

Colecta de especímenes

De la colecta de insectos acuáticos, 56 géneros representados en 32 familias y 7 órdenes fueron observados. El orden mejor representado fue Hemiptera con 17 géneros y 10 familias. Odonata, 15 géneros y 6 familias, Ephemeroptera, 10 géneros y 5 familias, Coleoptera 7 géneros y 5 familias, Trichoptera 3 géneros incluidos en 2 familias, Díptera con 3 géneros y 3 familias; mientras que el orden Neuroptera solo fue representado por una familia y un género. (Véase lista completa de las familias y géneros de insectos acuáticos asociados a la parte media-baja del río Santa María en Lombardo & Rodríguez 2007).

Calidad biológica

Desde la estación 1 (Puente-balneario San Francisco), hasta la estación 4 (Finca Ingenio La Victoria), acorde a la puntuación BMWP', corresponde a una calidad de agua dudosa (Cuadro 1). De la estación 5 (Pueblo Nuevo), a la 11 (La Huaca), la calidad biológica del agua es crítica. En la 12 (Toma de agua INA) resultó muy crítica y en la estación 13 (Sendero ecológico INA), la calidad biológica resultó crítica. En promedio la parte media-baja del río presenta una calidad biológica del agua crítica (Cuadro 2). La calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María, presenta un gradiente de calidades que decrece a medida que se avanza aguas abajo, a través de las estaciones 1 a la 13. Se obtuvo adicionalmente, que no existe diferencia significativa entre la calidad biológica del agua en alto cauce y bajo cauce $P > 0.05$ (Mann-Whitney, U test).

Cuadro 2. Calidad biológica del agua en parte media-baja del Río Santa María, Veraguas. BMWP' 2002-2003 por estación.

Estaciones			Valores BMWP'						Promedio
			Periodos de alto cauce			Periodos de bajo cauce			
Calidad biológica del agua	Dudosa	1 Puente-balneario San Francisco	51	48	46	62	52	33	49
		2 Toma de agua IDAAN	56	48	23	53	59	31	45
		3 El Zapote	68	59	28	41	62	20	46
		4 Finca Ingenio La Victoria	59	63	27	40	49	49	47.8
		5 Pueblo Nuevo	42	28	0	32	25	0	22
	Crítica	6 Quebrada Las Palmas	68	38	0	38	53	0	33
		7 Tierra Hueca- Puente	36	31	0	34	43	26	29
		8 Finca Ballesteros	15	9	6	53	44	42	28
		9 Desembocadura río San Juan	31	3	23	31	50	48	31
		10 La Raya de Santa María	39	9	3	17	45	9	20.3
		11 La Huaca	27	0	0	42	46	49	27.7
		12 Toma de agua INA	36	0	3	22	28	0	15.2
		13 Sendero ecológico INA	28	0	0	31	34	21	19.3
TOTAL								32	

Parámetros físico-químicos

La conductividad promedio del agua fue de $64.52 \text{ mS/cm} \pm 31.23 \text{ sd}$. El promedio de oxígeno disuelto en agua fue de $6.56 \text{ mg/L} \pm 1.49 \text{ sd}$. La temperatura promedió $26.38^\circ\text{C} \pm 5.58 \text{ sd}$. En cuanto a la salinidad, el promedio para la parte media-baja del río Santa María resultó ser $0.02\text{‰} \pm 0.033 \text{ sd}$. Las variables consideradas, presentaron valores estables durante el periodo de muestreo (Fig. 2). Los valores registrados, indican que las condiciones en el cauce principal del río Santa María en su parte media-baja están dentro de lo esperado para sistemas similares.

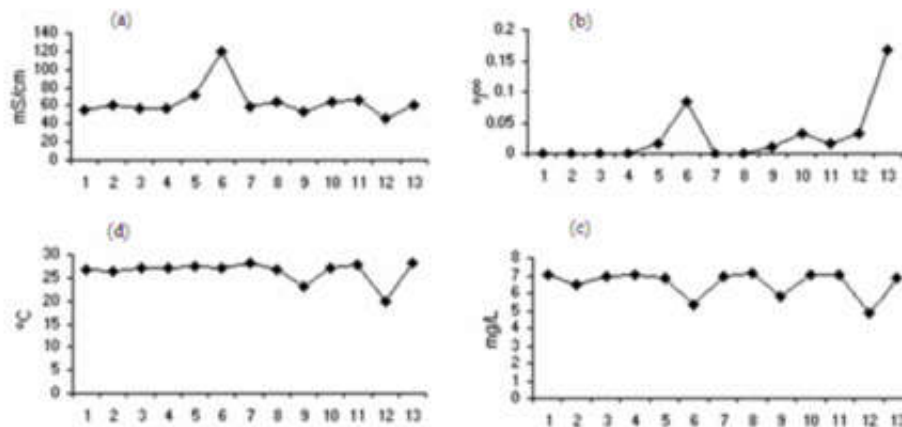


Fig. 2. Parámetros físico-químicos del agua, valores promedio por estación (eje horizontal) en la parte media-baja río Santa María. Conductividad (a), salinidad (b), oxígeno disuelto (c) y temperatura del agua (d).

DISCUSIÓN

De acuerdo con el índice BMWP', la calidad biológica del agua en la cuenca media-baja del río Santa María, esta dentro de la categoría dudosa-crítica, lo cual presenta limitantes para el desarrollo normal de la comunidad de insectos acuáticos, propios de ecosistemas similares. Esto podría atribuirse a la presencia de factores ambientales de origen natural, como, el caudal del río, el cual, modifica la disponibilidad y diversidad de hábitats (Alba-Tercedor & Prat 1992; Alba-Tercedor 1996), o de origen antropogénico, debido a la presencia agroindustrial en la región (obs. personal).

Aunque los parámetros físico-químicos medidos en este estudio indican que las condiciones son relativamente estables para este tipo de ecosistema (ISO. 1980a, 1980b; Sánchez & González 1999; Robles & Vega 2004), autores como Armitage et al. (1983) y Alba-Tercedor (1996), afirman que los métodos físico-químicos, nos ofrecen solo una visión puntual de las condiciones existentes y no una perspectiva histórica de la condición de las aguas. Alba-Tercedor (1996) y Kampa et al. (2000) advierten que el índice BMWP', no es estrictamente consistente con parámetros físico-químicos, ya que no existe correlación entre el efecto inmediato de las descargas contaminantes en los parámetros físico-químicos y el impacto acumulativo que se observa en la dinámica poblacional de insectos acuáticos. Esta inconsistencia, puede deberse a que el potencial de dilución del cauce central del río Santa María es altamente dinámico, amortiguando rápidamente cambios en las condiciones físico-químicas de éste (Robles & Vega 2004). Razón por la cual, el volumen del cauce tiene un efecto importante, generando diferencias entre análisis físico-químicos e índices biológicos, lo cual ocurrió en nuestro estudio, sugiriendo que las alteraciones de origen antropogénico pudieran ser, en efecto, de carácter acumulativo en la dinámica poblacional de insectos acuáticos, en tanto que, a través de el uso único de evaluaciones físico-químicas, las alteraciones de origen antropogénico, son difíciles de detectar, ya que presentan un comportamiento efímero que responde a fluctuaciones del cauce. Según Alba-Tercedor (1996), los efectos de dichos cambios, tienen impacto prolongado sobre las comunidades de insectos acuáticos. Tras un evento de perturbación, las comunidades de insectos acuáticos requieren de un tiempo mínimo de recolonización, estimado en un mes o más, por lo que los efectos de dichos eventos pueden detectarse varias semanas o incluso meses después con el uso de índices biológicos (Alba-Tercedor 1996). En el río Santa María no encontramos diferencias significativas en cuanto a la calidad biológica del agua en los periodos de alto y bajo caudal, a pesar de que en el trópico las variaciones estacionales de los organismos acuáticos, dependen del efecto que la época de lluvias o de sequías, tengan sobre el volumen de agua (Wolda 1978).

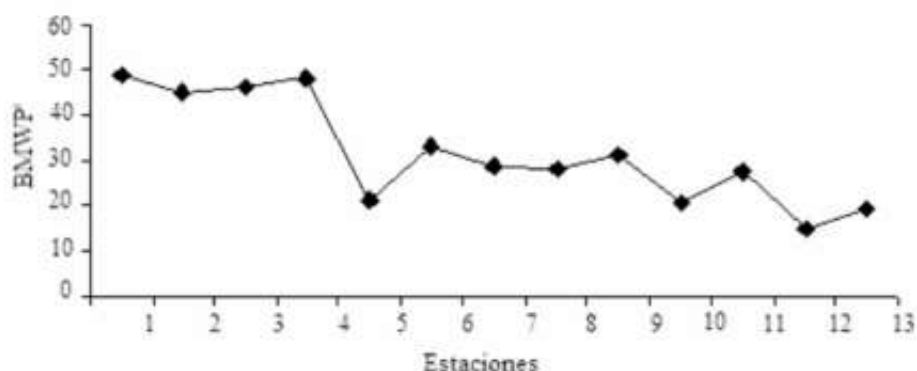


Fig. 3. Valores medios de la calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María, BMWP' Veraguas Panamá.

El río Santa María en su parte media baja, presenta una tendencia de deterioro en la calidad biológica del agua a medida que se avanza aguas abajo. Tal degradación de la calidad biológica del agua (Fig. 3), puede deberse de acuerdo con Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega en Goethals (2002), a que la tendencia natural, en los ríos, es la de perder la calidad biológica de sus aguas a medida que se avanza aguas abajo. La tendencia hacia la disminución en la calidad biológica del agua se agrava en los ríos, que como el Santa María, pudieran encontrarse impactados por agroindustria y asentamientos humanos (Death & Winterbourn 1994; Death 1995; Alba-Tercedor 1996; Townsend et al. 1997; Oroz 1998; Flannery 1999; Alba-Tercedor & Pujante 2000; Figueroa et al. 2000; Kampa et al. 2000; Goethals 2002).

En ríos de tierras bajas, impactados por actividad humana, así como también en la parte media baja del río Santa María, la calidad biológica decrece, cayendo en la categoría crítica. Estudios realizados por Erauskin (1998); Oroz (1998) utilizando el método BMWP', han logrado discriminar entre factores naturales (caudal, tasas de sedimentación) capaces de producir cambios temporales en las condiciones que permiten el desarrollo de comunidades de insectos acuáticos y aquellos factores de origen antropogénico (deforestación, extracción de sustrato, descargas orgánicas, erosión), sugiriendo que en las regiones bajas de los ríos, la mala calidad biológica del agua, es frecuentemente, producto de alteraciones antropogénicas. La baja

calidad biológica del agua en el río Santa María puede deberse, a que una considerable parte del trayecto en la parte media-baja del río Santa María recibe efluentes de tipo doméstico y agroindustrial. Según Flannery (1999), en estudios de este tipo, las localidades más afectadas, están directamente relacionadas a regiones agrícolas y ganadería intensiva, situación observada en el área de estudio.

CONCLUSIONES

Existe un gradiente de calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María, el cual decrece a través de las estaciones de muestreo, agrupando las categorías dudosa y crítica, aguas abajo. Por otra parte, las variables físico-químicas en términos generales mostraron ser relativamente estables durante el periodo de muestreo.

REFERENCIAS

- Alba-Tercedor, J. & A. Sánchez-Ortega. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basada en el de Hellawel (1978). *Limnética*. 4:51-56.
- Alba-Tercedor, J. & N. Prat. 1992. Spanish Experience In The Use of Macroinvertebrates As Biological Pollution Indicators. Control de la calidad de agua en ríos . CCEE 733-738 Bruselas. Bélgica.
- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV SIAGA, 2: 203-213.
- Alba-Tercedor, J. & B. Pujante. 2000. BMWP*, un adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. *Biol. Amb.* 14(2): 65-67.
- Armitage, P.D., D. Moss, J.F. Wright & M.T. Furse. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on a macroinvertebrate over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.* 17(3): 333-347.

Death, R. G. & M. J. Winterbourn. 1994. Environmental Stability and Community Persistence - a Multivariate Perspective. *Journal of the North American Benthological Society* 13(2): 125-139.

Death, R. G. 1995. The effect of habitat stability on benthic invertebrate communities: The utility of species abundance distributions. *Hydrobiologia* 317(2): 97-107.

Edmunds, Jr., G. F. 1988. Ephemeroptera. In *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Second Edition. eds Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 94-125 pp.

Erauskin, J. 1998. Los rios de Gipuzkoa. Estaciones de Aforo y calidad de aguas. Memorias. Universidad de Navarra. Gipuzkoako Foru-Aldundia / Diputación Foral de Gipuzkoa. 32 pp.

Evans, E. D. & H. H. Neuazig. 1988. Megaloptera and Aquatic Neuroptera. In *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Second Edition. (Eds) Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 261-270 pp.

Figuerola, R., E. Araya, O. Parra & C. Valdovinos. 2000. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua. VI Jornada del CONAPHI-CHILE, 4 : 10-39.

Flannery, A. 1999. Land use effects on river Avon water quality. English press for science. Press bulletin. 12 pp.

Goethals, P. 2002. Data collection concerning macrobenthos. European Aquatic Modelling Network (EAMN). Science press. Bélgica. 82 pp.

Hellawell, J.M. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier, Londres.

ISO. 1980a. Water quality - Sampling. Part 1: Guidance on the design of sampling programmes. International Organization for Standarization. ISO 5667/1-1980 (E). :1-13.

ISO. 1980b. Water quality - Sampling. Part 2: Guidance on sampling techniques. International Organization for Standardization. ISO 5667/2-1980 (E). :1-8.

Kampa, E., V. Artemiadou & M.Lazaridou-Dimitriadou. 2000. Ecological quality of the River Axios during spring and summer 1997. Dept. of Zoology, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 54006 Thessaloniki, Greece. Belg. J. Zool., 130: 21-27 pp.

Lombardo, R. & V. Rodríguez. 2007. Entomofauna acuática asociada a la parte media-baja del río Santa María, provincia de Veraguas, Panamá. Tecnociencia. 9(1), 89-100.

Novelo-Gutiérrez, R., 1997a. Clave para la determinación de familias y géneros de náyades de odonata de México Parte II. Anisoptera. Dugesiana, 4(2): 31-40.

Novelo-Gutiérrez, R., 1997b. Clave para la separación de familias y géneros de náyades de odonata de México Parte I. Zygoptera. Dugesiana, 4(1): 1-10.

Oroz, I. 1998. Estudio de la calidad del agua de los ríos de Gipuzkoa. Informe. Año 1998. Universidad de Navarra. Gipuzkoako Foru-Aldundia/Diputación Foral de Gipuzkoa. 64 pp.

Polhemus, J. T. 1988. Aquatic and Semiaquatic Hemiptera. In An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Second Edition. (Eds) Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 231-260 pp.

Quirós, T. & E. Villar. 1999. Estudio Taxonómico de Insectos Acuáticos del Ciruelito del Distrito de Atalaya, provincia de Veraguas, República de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Escuela de Biología, Universidad de Panamá. 77 pp.

Resh, V. H. & D. M. Rosenberg. 1983. The ecology of aquatic insects. Praeger. 625 pp

Robles, Y. & A. J. Vega. 2004. Caracterización físico, química y biológica de la parte media-baja del Río Santa María, Veraguas, Panamá. *Tecnociencia*. 6 (2), 75- 89.

Rodríguez, V. & E. Bonilla. 1999. Estudio Taxonómico de la Comunidad de Insectos Acuáticos en Los Corrales, Distrito Cabecera de San Francisco, Provincia de Veraguas, República de Panamá. *Scientia*. 14(2), 65-77.

Rodríguez, V., M Barrera. & A. Delgado. 2000. Insectos acuáticos de la Quebrada El Salto, en Las Palmas de Veraguas, Panamá. *Scientia*. 15(1).

Rodríguez, V. & N. Sánchez. 2001. Entomofauna Acuática asociada al Río Santa Clara en Veraguas, República de Panamá. *Tecnociencia*. 3(2), 73- 87.

Rodríguez, V. & H. León. 2003. Insectos acuáticos asociados al río Tribique en el Distrito de Soná, provincia de Veraguas. *Tecnociencia*. 5(1), 51-64.

Rodríguez, V. & M. Mendoza. 2003. Entomofauna acuática asociada al río Agué, en la Mesa, Veraguas, Panamá. *Tecnociencia*. Vol. 5 (2), 109 –118.

Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos. Dep. de Antioquia, Fondo para la Protección del Medio ambiente. Bogotá, Colombia. 220 pp.

Sánchez, C., M. & H. González Z. 1999. Evaluación del efecto generado por la extracción de arena sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad físico- química del agua en el río Los Robles, departamento del Cauca. *CESPEDECIA*. V 23: 79-97.

Townsend, C. R. & M. R. Scarsbrook. 1997. Quantifying disturbance in streams: alternative measures of disturbance in relation to macroinvertebrate species traits and species richness. *Journal of the North American Benthological Society* 16(3): 531-544.

Universidad de Panamá. 1972. Diccionario geográfico de Panamá. Editorial Universitaria cuatro tomos.

Westfall, Jr., M. J. 1988. Odonata. In An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Second Edition. (Eds) Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 126-176 pp.

White, D. S., W. N. Brigham & J. T. Doyen. 1988. In An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Second Edition. Eds. Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 361-437 pp.

Wiggins, G. B. 1988. Trichoptera. In An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Second Edition. Eds. Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 270-311 pp.

Wolda, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insect. J. Anim. Ecol. 47:360-381.

Recibido enero de 2007, aceptado agosto de 2007.



MAMÍFEROS NO VOLADORES EN ALGUNAS LOCALIDADES DE LA REGIÓN CENTRAL DE PANAMÁ

Jacobo Araúz G.¹, Publio González ², Eduardo Santamaría³ & Brosis Rodríguez⁴

¹ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Departamento de Zoología, Escuela de Biología. e-mail: jacoboarauz@cwpanama.net

² Ministerio de Salud, Laboratorio Conmemorativo Gorgas. e-mail: publiogd@yahoo.com

³ Escuela de Biología. Universidad de Panamá. e-mail: desmodus7@latinmail.com

⁴ NorControl Panamá S.A. e-mail: brosisr@yahoo.com

RESUMEN

Presentamos información sobre la riqueza de especies de mamíferos silvestres no voladores de 14 sitios ubicados al Oeste del Canal de Panamá, específicamente en las provincias de Panamá, Coclé y Colón. Los trabajos de inventarios se realizaron entre mayo de 2001 y marzo de 2002. Gran parte del área de estudio esta fuertemente intervenida por diversas actividades humanas, lo que se refleja en lo fragmentado de los ecosistemas naturales en las tierras bajas, mientras que en las montañas aun se mantienen las porciones más significativas de hábitat menos perturbado. Los mamíferos pequeños se caracterizaron mediante la utilización de trampas Sherman, Tomahawk y Havahart, donde se capturaban vivos. Los mamíferos medianos y grandes fueron inventariados utilizando recorridos diurnos y nocturnos para obtener avistamientos directos de las especies o localizar rastros de su presencia. Se obtuvieron registros de 45 especies de mamíferos no voladores, entre los cuales hubo seis marsupiales, cinco xenarthros, cuatro primates, 13 roedores, un conejo, 12 carnívoros, un tapir y tres ungulados. Entre esos mamíferos, 28 están considerados bajo algún grado de amenaza. El macho de monte o tapir (*Tapirus bairdii*), el tigre o jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el manigordo (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*) están entre las especies más amenazadas.

PALABRAS CLAVES

Región central de Panamá, riqueza de especies, mamíferos no voladores.

ABSTRACT

We describe richness of non-flying mammals from 14 sites located on the West side of the Panama Canal, specifically in the provinces of Panama, Cocle and Colon. The mammal surveys were done between May 2001 and March 2002. Most of the study site is strongly impacted by human activities. This becomes evident with the high levels of fragmentation in the study area, especially in the low lands. In the high lands the habitats are less disrupted by fragmentation. Small species were collected with Sherman, Tomahawk and Havahart traps. Medium and big size mammals were registered with diurnal and nocturnal surveys, accounting both for the presence and tracks left by the animals. Forty five non-flying mammalian species were identified, including 6 marsupial species, 5 xenarthrans, 4 primates, 13 rodents, 1 rabbit, 12 carnivores, one tapir and 3 ungulates. Among those species, 28 are categorized under a threatened status. The tapir (*Tapirus bairdii*), the jaguar (*Panthera onca*), the puma (*Puma concolor*), the ocelot (*Leopardus pardalis*), and the margay (*Leopardus wiedii*) are among the most threatened species.

KEYWORDS

Panamanian central region, species richness, non-flying mammals.

INTRODUCCIÓN

Muchas de las 255 especies de mamíferos panameños tienen una distribución amplia en el país (Samudio, 2002), pero la mayor riqueza de especies se concentra en las tierras bajas de la vertiente del Caribe y en las zonas montañosas (Méndez, 1993). Se reconocen cinco áreas de alta diversidad de mamíferos en Panamá, de las cuales la denominada “Cuenca del Canal de Panamá” es una de las más diversas (Samudio, 2002). Tan sólo para el área central del istmo, la literatura revela la presencia potencial de unas 177 especies (69 % del país), de las cuales 70 corresponden a mamíferos no voladores y el resto a murciélagos (Hall, 1981; Reid, 1997).

Existe abundante información sobre los mamíferos en localidades próximas a las riberas del Canal de Panamá (e.g. Goldman, 1920; Enders, 1935; Fleming, 1970, 1972, 1973; Glanz, 1992; Smythe et al., 1995; ANCON-TNC, 1996a, 1996b). Sin embargo, las áreas al oeste de esta ruta, especialmente en el Caribe, están pobremente estudiadas y la poca información disponible sobre los mastofauna de éstas áreas se limita a revisiones bibliográficas e inventarios aislados para evaluaciones ambientales de algunos proyectos (e.g. Arosemena & Araúz, 1996).

Los ecosistemas naturales al oeste del canal han sido sometidos a una intensa perturbación antrópica, por lo que están entre las áreas más afectadas del país (ANAM, 2000). Adicionalmente, estas zonas del istmo están poco representadas en el sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), por lo que se espera que la afectación humana aumente en los próximos años. Ante esta situación, el objetivo de este escrito es presentar información sobre las especies y estado de conservación de los mamíferos no voladores detectados en localidades próximas a los ríos Coclé del Norte, Caño Sucio y Río Indio, en la zona Caribe de Panamá central.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio y selección de sitios de muestreo

Los inventarios de mamíferos no voladores se realizaron en las localidades muestreadas por Araúz (2006) para el estudio de murciélagos. Información sobre la ubicación del área de estudio, estado de la cobertura original, características topográficas, zonas de vida, clima y rasgos de los sitios específicos de muestreo fueron descritos en detalles en Araúz (2006). De igual manera, los criterios para la selección y cantidad de sitios de muestreo también fueron expuestos en Araúz (2006).

Caracterización de los mamíferos no voladores

Los mamíferos fueron caracterizados mediante dos métodos aplicados según sus hábitos de vida y tamaño. La información recopilada incluyó: nombre de la especie, sexo (cuando fue posible), localidad, tipo de hábitat, fecha de detección, coordenadas geográficas, número de individuos y actividad desarrollada al momento de la detección.

Mamíferos pequeños

Los mamíferos pequeños, en particular marsupiales y roedores fueron caracterizados mediante capturas vivas con trampas Sherman, Tomahawk y Havahart. Se usaron en promedio unas 25 trampas dispuestas en trayectos lineales, y colocadas a distancias entre 20 a 25 m. El esfuerzo de muestreo según este método se expresa en “noches trampa”, lo que corresponde a una trampa abierta por un periodo de 24 horas (dos noches). Como cebo se usó banano, maíz en grano, papaya, semillas de girasol y coco. Las trampas fueron colocadas en el suelo, lianas,

troncos y otros sitios potencialmente usados por mamíferos pequeños. Los animales capturados fueron identificados mediante los trabajos de Méndez (1993), Emmons (1997) y Reid (1997). Algunos especímenes de difícil identificación fueron colectados para su posterior preparación como muestras de museo.

Mamíferos grandes y medianos

Se hicieron recorridos diurnos y nocturnos a lo largo de senderos y quebradas para observar a los mamíferos directamente o localizar sus rastros, tales como: huellas, heces, restos corporales, vocalizaciones y comederos. Para la identificación de las especies se utilizó a Emmons (1997) y Reid (1997), y para los rastros se utilizó la guía de Aranda (2000).

Mamíferos amenazados

Los mamíferos amenazados fueron considerados según tres instancias: las especies protegidas por ley (EPL) propuestas por la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) (Cobos, 1992). También las especies incluidas en las listas de la Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies en Peligro (CITES), convenio del cual Panamá es signatario. CITES incluye especies amenazadas por su comercio en tres apéndices, los apéndices I y II son los más relevantes, ya que incluyen a especies críticamente amenazadas de extinción (I), y especies que pueden llegar a estado crítico de extinción si no se regula su explotación (II) (CITES, 1998). Finalmente, se tomaron en cuenta las especies contenidas en el trabajo de Solís et al. (1999), que considera los criterios de la Comisión sobre la Supervivencia de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), que hace énfasis en aspectos como el endemismo y el grado de perturbación o la desaparición de hábitat.

RESULTADOS

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo abarcó cerca de 83 horas de recorridos y unas 784 noches-trampa (Cuadro 1). Adicionalmente, se obtuvieron evidencias de algunas especies a través del estudio de pieles y restos óseos que los pobladores conservaban en sus hogares producto de sus actividades de caza.

Riqueza de especies

En total se obtuvieron registros de 45 especies de mamíferos no voladores, agrupados en ocho órdenes y 21 familias (Apéndice 1), cifra que representa cerca del 64 % de los mamíferos no voladores esperados para esta región del país. La riqueza de especies incluyó seis marsupiales, cinco xenarthros, cuatro primates, 13 roedores, un conejo, 12 carnívoros, un tapir y tres ungulados (Apéndice 1). Los grupos más diversificados fueron los roedores con el 30% de las especies, seguido de Carnívora y Didelphimorphia con el 26 % y 13 % de las especies respectivamente. La zona con mayor riqueza de especies fue Coclé del Norte con 40 (89 % de las especies), le siguió Río Indio con 24 (53 % de las especies) y Caño Sucio con 13 (29 % de las especies) (Cuadro 2). Sólo se observó un mamífero considerado endémico, el puerco espín (*Coendou rothschildi*).

Cuadro 1. Esfuerzo de muestreo aplicado a los inventarios de mamíferos no voladores en la región central de Panamá.

Método	RÍO INDIO				CAÑO SUCIO		COCLÉ DEL NORTE							
	LM	RIN	JOR	EL	SM	CM	SMA	ES	LS	CC	CH	PAL	EC	LT
Trampas (Noches-Trampa)	25	50	62	50	50	50	62	50	74	74	100	74	50	50
Recorridos (Horas-hombre)	4	10	9	3	2	4	6	4	8	7	11	8	2	5

LM: La Mina, RIN: Río Indio Nacimiento, JOR: Jordanal, EL: El Limón, SM: Santa María, CM: Cerro Miguel, SMA: San Miguel Arriba, ES: El Santísimo, LS: La Sargenta, CC: Cuatro Callitas, CH: Cedro Hueco, PAL: Palmarazo, EC: El Copé, LT: La Tabila.

Cuadro 2. Riqueza de especies por órdenes de mamíferos no voladores en cada zona de estudio.

ÓRDENES	ZONAS			TOTAL
	RÍO INDIO	CAÑO SUCIO	COCLÉ DEL NORTE	
DIDELPHIMORPHIA	2	1	6	6
XENARTHRA	3	2	3	5
PRIMATES	2	1	4	4
RODENTIA	11	6	10	13
LAGOMORPHA	1	0	1	1
CARNIVORA	4	2	11	12
PERISSODACTYLA	0	0	1	1
ARTIODACTYLA	2	2	3	3
TOTAL	24	13	40	45

Mamíferos amenazados

En total se obtuvieron registros de 28 especies amenazadas, de las cuales 22 están protegidas por ley, 12 especies incluidas en los apéndices de CITES y 27 contempladas bajo los criterios de la UICN (Cuadro 3). En la zona de Coclé del Norte hubo 19 especies protegidas por ley, 10 especies CITES y 24 consideradas bajo los criterios UICN. En Río Indio hubo 12 especies protegidas por ley, cinco especies CITES y 10 según la UICN. Por su parte, en Caño Sucio sólo se registraron ocho especies protegidas por ley, dos en CITES y ocho según la UICN (Cuadro 4).

DISCUSIÓN

Riqueza de especies

El esfuerzo de muestreo aplicado permite informar sobre un panorama general de los mamíferos no voladores que habitan la región. Este informe no tiene el alcance de aportar datos sobre la abundancia de las diferentes poblaciones de mamíferos detectados, lo que se constituye en temas para investigaciones más detalladas.

Las 45 especies detectadas, más las 35 especies de murciélagos informadas por Araúz (2006), representan cerca del 42 % de las especies esperadas para el área de estudio. Son pocos los trabajos similares hechos en áreas cercanas a el área de estudio, sin embargo, en un estudio similar realizado por ANCON (1996a) en las áreas militares de Piña y Fuerte Sherman, en Colón, se informó sobre 29 especies de mamíferos no voladores en un área mucho más pequeña que la contemplada en este estudio. Es posible que este parecido en la riqueza de especies se relacione con el mejor estado de conservación de los bosques maduros presentes en las instalaciones militares y con una fuerte restricción contra la cacería y otras actividades antrópicas. En contraste, nuestra zona de estudio es extensa pero con una cobertura original seriamente afectada por actividades humanas (ver ANAM 2000). A este respecto, la pérdida o alteración de hábitat han sido señaladas como factores que inciden negativamente sobre un conjunto de procesos ecológicos vitales para las comunidades de fauna silvestre (Ochoa, 1997; Cuarón, 2000; Escamilla et al., 2000; Lopes & Ferrari, 2000).

Cuadro 3. Mamíferos amenazados en localidades de la región central de Panamá.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EPL	CITES		UICN			END.
			I	II	VU	EP	CR	
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	+			+			
<i>Cyclopes didactylus</i>	Tapacara	+				+		
<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos			+				
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	+			+			
<i>Saguinus geoffroyi</i>	Mono titi	+	+			+		
<i>Aotus lemurinus</i>	Jujuná	+		+		+		
<i>Cebus capucinus</i>	Mono canblanco	+		+	+			
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador	+	+		+			
<i>Coendou rothschildi</i>	Puerco espín				+			+
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Poncho	+				+		
<i>Agouti paca</i>	Conejo pintado	+			+			
<i>Dasyprocta punctata</i>	Ñeque	+			+			
<i>Bassaricyon gabbii</i>	Olingo				+			
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	+			+			
<i>Nasua narica</i>	Gato solo	+			+			
<i>Potos flavus</i>	Cusumbi				+			
<i>Eira barbara</i>	Gato negro				+			
<i>Lutra longicaudis</i>	Gato de agua	+	+			+		
<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo				+			
<i>Puma concolor</i>	Puma	+	+			+		
<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	+	+			+		
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	+	+			+		
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Tigrillo congo	+	+			+		
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	+	+			+		
<i>Tapirus bairdii</i>	Macho de monte	+	+				+	
<i>Tayassu tajacu</i>	Saino	+			+			
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	+			+			
<i>Mazama americana</i>	Venado Corzo	+			+			
TOTAL		22	9	3	16	10	1	1

EPL: Especies protegidas por ley. CITES: Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies en Peligro. IUCN: Comisión sobre la Supervivencia de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los recursos Naturales. (VU = vulnerable, EP = en peligro, CR = en peligro crítico).

Cuadro 4. Cantidad de especies amenazadas por zonas de trabajo en la región central de Panamá.

CATEGORÍAS DE AMENAZA	ZONAS		
	RÍO INDIO	CAÑO SUCIO	COCLÉ DEL NORTE
EPL	12	8	19
CITES I	3	2	8
CITES II	2	0	2
VULNERABLES (VU)	7	6	14
EN PELIGRO (EP)	3	2	9
PELIGRO CRÍTICO (CR)	0	0	1

EPL: Especies protegidas por ley. CITES: Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies en Peligro. IUCN: Comisión sobre la Supervivencia de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los recursos Naturales. (VU = vulnerable, EP = en peligro, CR = en peligro crítico).

A excepción de tres especies, la mayoría de los mamíferos encontrados tienen una distribución amplia en el país. El mono tití (*Saguinus geoffroyi*) y el poncho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) tienen distribuciones que comprenden desde América del Sur hasta la zona de estudio. El mono tití sólo fue observado hasta sitios ubicados al este del Río Coclé del Norte y en el PN Omar Torrijos H. El poncho fue registrado en Santa María de Caño Sucio (8° 55' N - 80° 17' W) y constituye el informe más occidental de esta especie, cuyo límite de distribución nortea se ubica en las área del Canal de Panamá (Méndez, 1970, 1993; Reid, 1997). Por su parte, el zorrillo (*Conepatus semistriatus*) era restringido por la literatura a las provincias de Chiriquí y Bocas del Toro, pero se ha propuesto un mapa corregido de su distribución, que ahora comprende desde el occidente del país hasta el área del Canal de Panamá (Araúz, 2005).

Las diferencias en la riqueza de especies entre zonas (Río Indio, Caño Sucio y Coclé del Norte) parece guardar una relación con tres aspectos principales: el estado de conservación de los ecosistemas, la cantidad de sitios muestreados y el esfuerzo aplicado a cada zona. Coclé del Norte tiene los ecosistemas mejor conservados, es la cuenca más abarcadora y se le dedicó un mayor esfuerzo en función de ocho sitios de trabajo, mientras que en Río Indio y Caño Sucio hubo menos sitios de muestreo y sus ecosistemas están más afectados. En las zonas de Río Indio y Caño Sucio la situación actual de los bosques ha

provocado que la mayoría de los mamíferos grandes hayan desaparecido. En esas zonas las especies de mayor talla fueron el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el poncho (*Hydrochaeris hydrochaeris*), animales que no dependen de bosques para su sobrevivencia y toleran una variedad de hábitat intervenidos (Méndez, 1970).

Especies amenazadas

A pesar de lo afectado que están los ecosistemas naturales del área de estudio, se obtuvo evidencia de una considerable cantidad de especies que son de interés especial dado el grado de amenaza sobre sus poblaciones. Como puede verse a continuación, la problemática sobre la conservación de estas especies tiene sus orígenes en factores que no difieren con lo que ocurre en otras latitudes.

En Panamá las especies EPL están presionadas principalmente por la caza y la pérdida de hábitat, y en menor grado por el tráfico. Las 22 especies EPL encontradas incluyen importantes componentes de la mastofauna nacional, algunas de ellas en un grave estado de conservación y representan el 65 % de las especies bajo esta denominación. Es el caso del macho de monte (*Tapirus bairdii*), que fueron detectados en el PN Omar Torrijos H. y en área de La Sargenta, cerca del Río Toabré. Afortunadamente los bosques de La Sargenta son continuos con los del área de Donoso que han sido propuestos como una potencial zona protegida, y que de concretarse, aportaría a la conservación de esta especie en esa región. Cabe señalar que el macho de monte está entre los mamíferos más presionados por la pérdida de hábitat y la cacería a lo largo del Neotrópico (Fragoso, 1991; Redford & Robinson, 1991; Emmons, 1997).

Una situación similar ocurre con el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*), detectados en sitios próximos al Río Coclé del Norte y el PN O. Torrijos H. respectivamente. No obstante, en la mayor parte del área de estudio el felino más común fue el manigordo (*Leopardus pardalis*), registrado en ocho de los 14 sitios, tanto en áreas alteradas como en áreas boscosas. Otros mamíferos EPL son perseguidos para su consumo, de los cuales el conejo pintado (*Agouti paca*), ñeque (*Dasyprocta punctata*) y sainos (*Tayassu tajacu*) fueron registrados con cierta frecuencia y en más del 50 % de los sitios de muestreos. La

cacería ha sido señalada como una actividad que tiene un impacto negativo sobre la fauna silvestre, especialmente para los mamíferos grandes y medianos (Glanz, 1991; Alvard et al., 1996; Wright et al., 1999; Carrillo et al., 2000; Peres, 2001).

Las 12 especies CITES registradas abarcan el 43 % de las consideradas en los apéndices para Panamá (CITES, 1998). En el apéndice I sobresalen los primates (*Saguinus geoffroyi* y *Alouatta palliata*), la nutria o gato de agua (*Lutra longicaudis*) y los felinos (*Puma concolor*, *Leopardus pardalis*, *L. wiedii*, *Herpailurus jaguarondi* y *Panthera onca*) (Cuadro 2). La literatura señala que los primates son comercializados como mascotas, mientras que los felinos y el gato de agua son perseguidos por su piel (Redford & Robinson, 1991). Los 27 mamíferos IUCN comprenden el 33% de las especies consideradas bajo esta instancia (Solis et al., 1999) (Cuadro 2). En este grupo sobresale el macho de monte o tapir, que es catalogado en “peligro crítico”, mientras que el resto corresponde a especies en peligro y vulnerables, con intensidades de amenaza variable. Sobresalen en este grupo los felinos, gato de agua y los primates, que están entre los más presionados.

Algunas especies amenazadas no fueron observadas durante este estudio, pero ameritan un comentario. Las huellas del oso caballo (*Myrmecophaga tridactyla*) fueron reconocidas y descritas positivamente por algunos lugareños del Palmarazo (08° 44' 05" N N, 80° 38' 49" W), pero señalaron que es un animal escaso en la zona. En Coclé del Norte algunas personas indicaron que hace unos 30 años los manatíes (*Trichechus manatus*) frecuentaban ese río, pero posteriormente desaparecieron debido a la cacería. Otras especies que también han desaparecido en el área son los monos colorados (*Ateles geoffroyi*) y el puerco de monte (*Tayassu pecari*).

El área de estudio total comprende unas 200 000 ha, de las cuales sólo 60 000 ha (30 %) son bosques, gran parte de ellos formando un numeroso y complejo archipiélago de fragmentos. De seguir la tendencia, es posible que al cabo de unas décadas sólo perduren secciones de bosques en las áreas montañosas de la divisoria de aguas, algunos sectores de Donoso y al oeste del río Coclé del Norte. Otra fuente de presión que se cierne sobre el área son las explotaciones mineras, como la concesión en Cerro Petaquilla, la cual se proyecta a

gran escala, con la consecuente destrucción de áreas boscosas y una variedad de efectos derivados de la operación de la mina. Tal vez sea imposible revertir este proceso destructivo de la biodiversidad panameña, fenómeno amparado muchas veces en una cuestionada búsqueda del desarrollo, pero todavía se pueden tomar algunas medidas como es el reforzamiento y declaración de nuevas áreas protegidas (gubernamentales y privadas), que al final serán los últimos refugios de la fauna silvestre de nuestros países.

REFERENCIAS

Alvard, M.S., J.G. Robinson, K.H. Redford & H. Kaplan. 1996. The sustainability of subsistence hunting in the neotropics. *Conservation Biology* 11:977-982.

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2000. Mapa de Vegetación de Panamá. Escala 1:500 000. ANAM - Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño.

ANCON (Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza) & TNC-Panamá (TNC). 1996a. Ecological Survey of U.S. Department of Defense Lands in Panama. Phase IV: Fort Sherman, Piña Range and Naval Security Group Activity. 280 pp.

ANCON (Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza) & TNC-Panamá (TNC). 1996b. Ecological Survey of U.S. Department of Defense Lands in Panama. Phase III: HOROKO, Empire Range and Balboa West Range 115 pp. + Appendix I - VI.

Aranda, J.M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Primera edición. Instituto de Ecología. Xalapa, Ver. México. 212 pp.

Araúz G., J. 2005. La distribución geográfica del zorrillo o gato cañero, *Conepatus semistriatus* (Carnivora: Mustelidae) en Panamá. *Tecnociencia* (7):87-94.

Araúz G., J. 2006. Riqueza de especies y abundancia de murciélagos en algunas localidades de Panamá central. *Tecnociencia* (8):171-190.

Arosemena, M. & J. Araúz, G. 1996. Terrestrial Fauna (Mammalogy). 7-1---7-7. *In*: Valdespino, I.A., D. Santamaria, E. Ijjász, E. Ebersole, R. Warner & L. Solórzano-Vincent (eds.). Rapid Terrestrial and Aquatic Ecological Evaluation for the Petaquilla Mining Project. ICF Kaiser-Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON).

Carrillo, E., G. Wong & A.D. Cuarón. 2000. Monitoring mammal populations in costarican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology* 14:1580-1591.

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 1998. Lista de las especies CITES. Secretaría de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Comisión Europea & Joint Nature Conservation Committee. Ginebra, Suiza. 312 pp.

Cobos M., J.A. 1992. Los recursos naturales renovables de Panamá. Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables. Panamá. 25 pp.

Cuarón, A.D. 2000. Effects of land-cover changes on mammals in a Neotropical region: a modeling approach. *Conservation Biology* 14:1676-1692.

Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa & C. Galindo-Leal. 2000. Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology* 14:1592-1601.

Emmons, L.H. 1997. Neotropical Rainforest Mammals: a field guide. Second ed. The University of Chicago Press. 307 pp.

Enders, R.K. 1935. Mammalian life histories from Barro Colorado Island. *Bulletin Museum Comparative Zoology* 78:385-502

Fleming, T.H. 1970. Notes on the rodent faunas of two panamanian forest. *Journal of Mammalogy* 51:473-490.

Fleming, T.H. 1972. Aspects of the population dynamics of three species of opossums in the Panama Canal Zone. *Journal of Mammalogy* 53:619-623.

Fleming, T.H. 1973. The reproductive cycles of three species of opossums and other mammals in the Panama Canal Zone. *Journal of Mammalogy* 54:439-455.

Fragoso, J.M.V. 1991. The effect of hunting on tapirs in Belize. Pp. 154-162, in J.G. Robinson & K.H. Redford (eds.). *Neotropical wildlife use and conservation*. The University of Chicago Press, Chicago.

Glanz, E.E. 1991. Mammalian densities at protected versus hunted sites in Central Panama. Pp. 163-173, in J.G. Robinson & K.H. Redford (eds.). *Neotropical wildlife use and conservation*. The University of Chicago Press, Chicago.

Glanz, W.E. 1992. Fauna de mamíferos terrestres de la isla de Barro Colorado: censos y cambios a largo plazo. Pp. 523-536, en E.G. Leigh, Jr., A.S. Rand & D.M. Windsor (eds.). *Ecología de un bosque Tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá. 548 pp.

Goldman, E.A. 1920. Mammals of Panama. *Smith. Misc. Coll.* 69(5):307.

Hall, E.R. 1981. *The Mammals of North America*. Vol. 1. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Lopes, M.A. & S.F. Ferrari. 2000. Effects of human colonization on the abundance and diversity of mammals in eastern Brazilian Amazonia. *Conservation Biology* 14:1658-1665.

Méndez, E. 1970. *Los principales mamíferos silvestres de Panamá*. Edición privada. Panamá. 283 pp.

Méndez, E. 1993. *Los Roedores de Panamá*. Impresora Pacífico S.A. 372 pp.

Ochoa G., J. 1997. Sensibilidades potenciales de una comunidad de mamíferos en un bosque productor de maderas de la Guayana venezolana. *Interciencia* 22:112-122.

Peres, C.A. 2001. Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazonian forest vertebrates. *Conservation Biology* 15:1490-1505.

Redford, K.H. & J.G. Robinson. 1991. Subsistence and commercial uses of wildlife in Latin America. Pp. 6-23, in J.G. Robinson & K.H. Redford (eds.). *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago University Press, Chicago.

Reid, F.A. 1997. A field guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. New York, USA. 334 p.

Samudio, Jr., R. 2002. Mamíferos de Panamá. Pp. 415-451, en G. Ceballos & J.A. Simonetti (eds.). *Diversidad y Conservación de los mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM, México, D.F.

Smythe, N., M. Gallardo, Z. Jiménez & M. Moreno. 1995. Inventario biológico del canal de Panamá: estudio mastozoológico. Pp. 165-281, en V.H. Tejera, R.Ibáñez D. & G. Arosemena. G. (eds.) *Scientia (Panamá) número especial*.

Solis R., V., A. Jiménez E., O. Brenes & L. Vilnitsy S. (eds.). 1999. *Lista de Fauna de Importancia en Conservación en Centroamérica y México*. UICN-HORMA, WWF Centroamérica. 224 pp.

Wright, S.J., H. Zeballos, I. Domínguez, M.M. Gallardo, M.C. Moreno & R. Ibáñez. 1999. Poachers alter mammal abundance, seed dispersal and seed predation in a Neotropical forest. *Conservation Biology* 14:227-239.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los biólogos Carmen Medina, Pedro Méndez, Alexander Montero, María Montenegro, Ricardo Moreno y Marta Moreno, quienes contribuyeron efectivamente a obtener los datos

sobre mamíferos. A Abdiel J. Adames (q.e.p.d.), quien nos brindó la oportunidad de participar en el proyecto de inventarios de fauna de la Cuenca Occidental del Canal de Panamá. A Victor H. Tejera, del Museo de Vertebrados de la Universidad de Panamá, por la revisión del borrador del documento y por sus sugerencias que mejoraron su presentación. Nuestros reconocimientos a un revisor anónimo, por sus comentarios y sugerencias que contribuyeron a mejorar la calidad del trabajo.

Recibido marzo de 2007, aceptado septiembre de 2007.

Apéndice 1. Mamíferos no voladores registrados en región central de Panamá por sitios de muestreo.

TAXA	RIO INDI				CANO SUCIO			COCLE DEL NORTE						
	LM	RN	JOR	EL	SM	OM	SMA	ES	LS	CC	CH	PAL	EC	LT
ORDER PHILIPINIDAE														
<i>Didelphis marsupialis</i>	+					+	+	+	+			+		
<i>Phylloscopus poeysoni</i>							+		+					
<i>Chrysomitris tristis</i>									+					
<i>Melanerpes formicivorus</i>									+					
<i>Marmosa</i> sp.								+			+			
<i>Calomys derbianus</i>														
ORDER THERIIDAE														
<i>Myrmecophaga</i>														
<i>Tamandua</i>														
<i>Orsini</i>														
<i>Megascops</i>														
<i>Orsini</i>														
<i>Bradyrodontia</i>	+													
<i>Dasyatis</i>														
<i>Dasyatis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
PRIMATES														
<i>Calutrichidae</i>														
<i>Sapitrus geoffroyi</i>	+	+		+		+			+				+	
<i>Cebidae</i>														
<i>Ateles</i>	+							+	+	+	+			
<i>Cebus</i>									+	+	+			
<i>Alouatta</i>									+	+	+			
RODENTIA														
<i>Sciuridae</i>	+			+	+			+					+	
<i>Sciurus</i>	+	+			+	+	+		+			+	+	
<i>Microtus</i>		+												
<i>Heteromys</i>														
<i>Heteromys</i>	+	+	+						+	+	+	+	+	
<i>Muridae</i>														
<i>Oryzomys</i>														
<i>Oryzomys</i>														
<i>Erethizontidae</i>														
<i>Ceandou</i>		+												+

[illegible]

LM: La Mina, RIN: Río Indio Nacimiento, JOR: Jordanal, EL: El Limón, SM: Santa María, CM: Cerro Miguel, SMA: San Miguel Arriba, ES: El Santísimo, LS: La Sargenta, CC: Cuatro Callitas, CH: Cedro Hueco, PAL: Palmarazo, EC: El Copé, LT: La Tabla.



NOTA SOBRE LA MIGRACIÓN MASIVA DE PECES EN DOS RÍOS DEL PACÍFICO DE LA PROVINCIA DE COCLÉ, PANAMÁ

Rigoberto González G.

Sociedad Panameña de Malacología, Apartado 0838 – 0100, Panamá, República de Panamá.

e-mail: Brycon@latinmail.com

RESUMEN

Se presentan observaciones preliminares sobre la migración masiva aguas arriba de peces dulceacuicolas en dos ríos de la vertiente pacífica de la provincia de Coclé, Panamá. Dos órdenes, cuatro familias y ocho especies se identificaron en estos movimientos migratorios, siendo la familia Characidae, la de mayor representatividad en cuanto al número de especies. Esta migración anual se inicia en noviembre y tiene una duración aproximada de 1 mes y la mayoría de los peces migratorios son individuos juveniles.

PALABRAS CLAVES

Migración, peces, aguas dulces, Pacífico, Coclé, Panamá.

ABSTRACT

This paper presents preliminary observations on the upstream massive migration of freshwater fishes in two rivers located at the Pacific slope of Province of Coclé, Panama. Upstream movements begin in November and finish approximately a month later. Two orders, four families and eight freshwater fish species have been found on these upstream movements. Among the families, the Characidae showed the higher number of migratory species. Most of the migratory fishes were juveniles.

KEYWORDS

Migration, fishes, inland waters, Pacific, Coclé, Panama.

INTRODUCCIÓN

Todos los años, diversos ríos del Istmo son escenarios de un acontecimiento biológico interesante que ha pasado desapercibido para la mayoría de los panameños, se trata de la migración masiva de peces aguas arriba en estos ecosistemas lóticos.

Atendiendo al espacio vital que necesitan y a los fenómenos ecológicos conexos, los peces dulceacuícolas se dividen en dos grandes grupos, sedentarios y migratorios.

Los peces sedentarios, realizan sus actividades vitales, prosperan y se multiplican, en aguas estancadas, de diversas extensiones y características; en cambio, los peces migratorios, requieren algunas veces, recorrer distancias considerables en los ríos para cumplir diversas necesidades biológicas.

Si bien las migraciones de peces de agua dulce más características e importantes, son aquellas relacionadas con fines reproductivos, también se pueden distinguir otros tipos como las de carácter térmico, estacional, tróficos, ontogénicos y las que dependen de los ciclos hidrológicos.(Bonetto & Castello, 1985).

Las migraciones masivas de peces de agua dulce mejor estudiadas en los trópicos ocurren en Sudamérica, donde una amplia variedad de éstas se han reportado, principalmente en los grandes ríos como el Magdalena, Paraná, Amazonas y Orinoco (Petrere, 1985; Welcomme, 1985).

En contraste, para América Central y Panamá, con excepción del estudio de López (1978), sobre la migración masiva de la *Astyanax (fasciatus) aeneus*, en un río de Costa Rica, prácticamente no existen estudios actualizados sobre estos eventos.

Analizando estos antecedentes y considerando importante dar a conocer sobre estos movimientos migratorios, redactamos esta nota, que contiene observaciones preliminares sobre la migración masiva de

peces dulceacuícolas, presenciadas en los Ríos Zaratí y Chorrera, localizados en la vertiente Pacífica de la provincia de Coclé.

El objetivo primordial de estas observaciones fue el de identificar las especies involucradas en estos movimientos, así como, describir las áreas y el uso de estos recursos naturales renovables por parte de algunos panameños.

LUGARES DONDE SE OBSERVÓ LA MIGRACIÓN MASIVA DE PECES

Chorro La Angostura (río Zaratí)

El Chorro La Angostura se localiza en la comunidad de Vista Hermosa, distrito de Penonomé. En este sitio, el río Zaratí, forma una garganta o cañón escarpado y despejado, producto de la erosión del agua, sobre la roca basáltica circundante (Figura 1).

Este lugar se visitó en dos ocasiones (diciembre, 27 del 2002 y diciembre, 6 del 2003) y en ambas visitas, el mismo presentaba un gran



Figura 1. Vista parcial del Chorro La Angostura, Río Zaratí, Penonomé.

caudal, con aguas de color chocolate pálido a lechoso. En la época de la migración, esta sección del río posee tres cascadas pequeñas y un chorro grande localizado en la parte superior del cañón.

Es importante anotar que parte de las orillas de las cascadas pequeñas estaban cubiertas por la planta acuática conocida como pasa carne (*Marathrum sp.*); macrófita de la familia Podostemonaceae, que crece adherida a las rocas en las corrientes rápidas de los ríos (Mendoza & González, 1991), y la cual según nuestras observaciones, sirve de sustrato y refugio a los peces que migran.

Estas plantas acuáticas se han encontrado asociadas a la migración de algunas especies de sardinas *Characidium*, en las cuencas del Amazonas y el Orinoco (Buckup *et. al.*, 2000).

A pesar de que este lugar está contaminado por las aguas servidas de la ciudad de Penonomé, algunos lugareños y vecinos del mismo, capturan estos peces para su consumo, en forma ahumada o seca y como carnada, utilizando para ello, los churucos (cilindros de malla metálica) los cuales sostienen sobre las corrientes.

De acuerdo a los pescadores, en los picos de mayor migración se pueden capturar hasta 11 kg/persona/día, dato que debe ser confirmado con una investigación más detallada.

En cuanto a la duración del evento migratorio, pescadores y moradores del lugar, señalan que el mismo tarda aproximadamente 1 mes y usualmente se presenta entre el 20 de noviembre al 20 de diciembre ó entre el 30 de noviembre al 28 de diciembre de cada año.

Igualmente, se nos informó que durante estos periodos, existe una pesca abundante del róbalo (*Centropomus sp.*); la cabuya (*Brachyhypopomus occidentalis*), el barbudo (*Rhamdia quelen*) y el pejeperro (*Hoplias microlepis*), en las aguas abajo de los chorros.

Chorro La Chorrerita (río Chorrera)

El Chorro La Chorrerita se localiza en la comunidad de Monte Lirio, Penonomé. Este sitio es menos escarpado y más pequeño que la Angostura y al momento de nuestra visita (diciembre, 9 del 2004).



Figura 2. Vista parcial del Chorro La Chorrerita, Río Chorrera, Penonomé.

Sólo presentaba una cascada principal (de aproximadamente 10 m de largo), que se desliza con una pendiente suave, sobre un lecho de roca basáltica (Figura 2).

Durante la época de la migración, el río mostró un caudal moderado, con aguas de color lechoso y al igual que en La Angostura, en las orillas de la cascada principal, se observó el crecimiento de la planta *Marathrum sp.*

En este sitio, los lugareños capturan los peces con chinchorros o sacos de henequén, los cuales colocan como atajos y la captura es utilizada para el consumo de subsistencia y en ocasiones son vendidos localmente, en forma seca o salada.

Los pescadores nos informaron que este evento se da anualmente, entre el 25 de noviembre y el 15 de diciembre y que durante los días de mayor migración, pueden capturar hasta 90 kg/persona/día, cifra que debe comprobarse con una investigación más pormenorizada. Aquí, también se reporta la abundancia en la pesca de los robalos (*Centropomus sp.*) aguas abajo de las cascadas durante este período.

ESPECIES DULCEACUÍCOLAS ENCONTRADAS EN LAS MIGRACIONES MASIVAS

Durante las visitas a los sitios, se procuró tomar muestras de los peces, utilizando una red de mano e igualmente se obtuvo muestras de los pescadores. Estos peces se colectaron con el propósito principal de identificarlos y elaborar una lista de las especies involucradas en estas migraciones y como dato adicional a todos los peces obtenidos, se les midió su longitud estándar (mm) y a una submuestra se les realizó un análisis visual de las gónadas para corroborar su madurez sexual. En la Figura 3 aparecen algunas especies involucradas en las migraciones masivas.

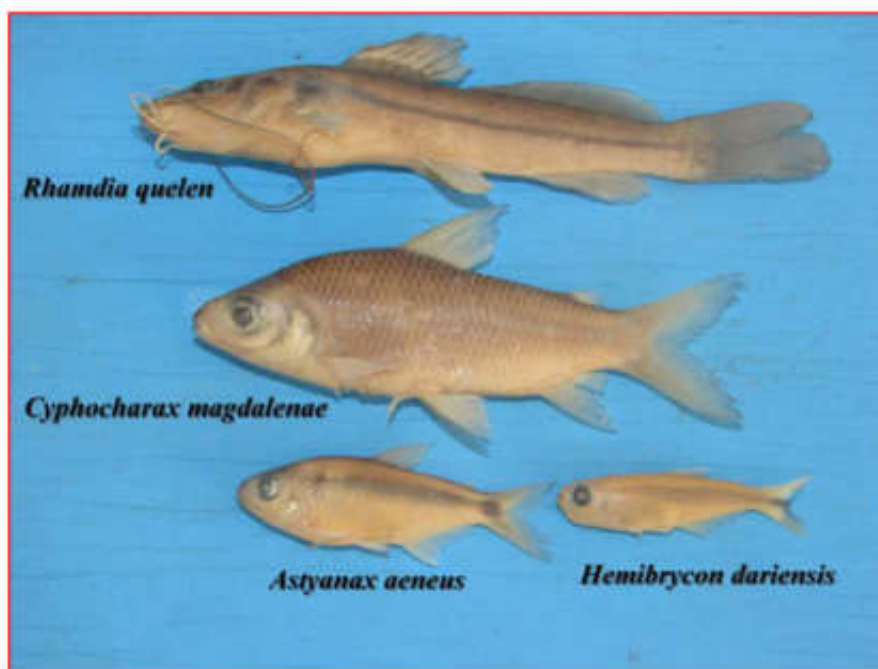


Fig. 3. Algunas de las especies encontradas en las migraciones masivas de peces dulceacuícolas en el Pacífico panameño.

Chorro La Angostura

Las muestras del Chorro La Angostura, revelan que la totalidad de los peces examinados pertenecen al orden Characiformes agrupados en una sola familia, la Characidae. De este total, el 94 % (224) correspondían a la sardina *Hemibrycon dariensis*; el 4 % (9) a la

sardina blanca *Astyanax aeneus* y un 2 % (4) correspondió a la sardina *Compsura dialeptura*. Aunque no fue posible su captura, observamos individuos de la arenca (*Cyphocharax magdalenae*), saltando aguas arriba en la cascada principal e igualmente así lo reportan los pescadores en este sitio.

Las tallas promedio por especie para la Angostura, se resumen en el Cuadro 1. En este sentido podemos observar que las mismas corresponden a individuos juveniles y pequeños.

Chorro La Chorrerita (río Chorrera)

Los peces obtenidos del Chorro La Chorrerita, pertenecen a los órdenes Characiformes y Siluriformes, distribuidos en dos familias por cada orden. Nuevamente, la familia Characidae, presentó el mayor número de especies migrantes (Cuadro 2).

Del total de individuos examinados, el 79 % (42) correspondían a la sardina blanca (*Astyanax aeneus*), el 7 % (4) al silurido (*Pimelodella chagresi*); el 6 % (3) pertenecía a la arenca (*Cyphocharax magdalenae*); un 4 % (2) al palillo (*Sturisoma panamense*) y el 4 % restante, se distribuyó entre la sardina (*Gephyrocharax intermedius*) y el barbudo (*Rhamdia quelen*), con un individuo cada uno.

En referencia a las tallas, con excepción de la arenca (*C. magdalenae*), el resto de las especies son peces juveniles sin desarrollo gonadal (Cuadro 2).

Cuadro 1. Orden, familia, especie, talla estándar promedio (mm), rango de tallas (mm) de los peces colectados en las migraciones masivas en La Angostura.

Orden	Familia	Especie	Talla	Rango
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax aeneus</i>	39.2	33.2 – 52.2
		<i>Compsura dialeptura</i>	28.5	25.4 – 32.2
		<i>Hemibrycon dariensis</i>	31.5	24.6 – 39.3
	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	♦	♦

♦ **Especie observada**

Cuadro 2. Orden, familia, especie, talla estándar promedio (mm), rango de tallas (mm) de los peces colectados en las migraciones masivas en La Chorrerita.

Orden	Familia	Especie	Talla	Rango
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax aeneus</i>	37.6	26.7 – 44.6
		<i>Gephyrocharax intermedius</i>	30.4	30.4
	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	80.3	58.8 – 116.8
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>	45.5	42.4 – 50
		<i>Rhamdia quelen</i>	86.2	86.2
	Loricariidae	<i>Sturisoma panamense</i>	81.6	78.8 – 84.4

DISCUSIÓN

Basados en estos resultados preliminares, podemos indicar que un total de 8 especies de peces dulceacuícolas, están involucrados en la migración masiva en los ríos visitados. De este total, 5 especies (62.5 %) pertenecen al orden Characiformes, mientras que las 3 especies restantes (37.5 %), pertenecen al orden Siluriformes. Las familias con el mayor número de especies presentes, son la Characidae, con cuatro, seguida por la Heptapteridae, con dos y el resto de las familias, aportan una especie cada una.

En cuanto al tamaño de las especies, con excepción de un ejemplar adulto de la *C. magdalenae* (talla 116.8 mm), el resto de los individuos son juveniles, lo que se corroboró con la ausencia de estadios gonadales.

En relación a la duración del evento, de acuerdo a los pescadores y habitantes locales, estos eventos tardan aproximadamente 1 mes en ambos sitios, iniciándose en noviembre, dato que coincide con el trabajo de López (1978).

Al igual que en Costa Rica, esta migración se da en el periodo de transición de la estación lluviosa a la seca, que es cuando el río y por ende las cascadas, poseen un mayor volumen de agua, factor que facilita la movilización de estos animales aguas arriba.

En relación al número de especies, mientras que López (1978) y Edwards (1977), reportan la migración masiva de una sola especie, nuestras observaciones señalan una mayor cantidad de especies, los que nos hace suponer que este número está relacionado con la geología de la zona, que permite que los ríos sean menos escarpados y torrentosos, situación que favorece el remonte de las barreras naturales (chorros) por parte de las especies pequeñas.

Al igual que López (1978) y Edwards (1977), pensamos que estas migraciones masivas aguas arriba, se realizan con el objetivo de encontrar lugares con mejores condiciones, para pasar la estación seca, confirmandose así, que la conectividad longitudinal de los ríos juega un papel importante, en el intercambio reproductivo, así como, en la

dispersión de las poblaciones y en la recolonización de las áreas despobladas por eventos naturales (DVWK & FAO, 2002).

CONCLUSIONES

Dos órdenes, cuatro familias y ocho especies se identificaron en la migración masiva de peces dulceacuícolas en los Ríos Zaratí y Chorrera, vertiente Pacífica de la provincia de Coclé. El mayor número de especies pertenece a la familia Characidae. La migración anual se inicia en noviembre y tiene una duración aproximada de 1 mes y la mayoría de los peces migratorios son individuos juveniles.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Prof. Belisario Medina y a la familia Aguilar, de Monte Lirio, Penonomé, a Florentino Santamaría, Iván Morán hijo, y Publio González hijo, por la ayuda brindada durante las visitas al campo.

Igualmente deseo agradecer a los señores Cirilo y Félix Valdés, de La Colorada de Juan Díaz, Coclé, por su ayuda e información, relacionada con la migración de peces en el río Chorrera. Finalmente reitero mi agradecimiento al Lic. José Maturell, por sus atinados comentarios y sugerencias para mejorar este manuscrito y al Magíster Rogelio Samudio por la fotografía de las especies.

REFERENCIAS

- Bonetto, A. & H.P. Castello. 1985. Pesca y acuicultura en aguas continentales de América Latina. Serie Biología N° 31. OEA 118 p.
- Buckup. P.A., C. Zamprogno, Vieira, F & R.L. Teixeira. 2000. Waterfall climbing in *Characidium* (Crenuchidae: Characidiinae) from eastern Brazil. *Ichth. Expl. Freshwaters* 11 (3): 273 – 278.
- DVWK & FAO. 2002. Fish passes design, dimensions and monitoring. Rome, 119 pp.
- Edwards, R.J. 1977. Seasonal migration of *Astyanax mexicanus* as an adaptation to novel environments. *Copeia* (1977): 770 – 771.

López Sánchez, M. I. 1978. Migración de la sardina *Astyanax fasciatus* (Characidae) en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 26: 261 – 275.

Mendoza, R. & J.E. González. 1991. Plantas acuáticas de Panamá. Editorial Universidad de Panamá. Panamá. 224 p.

Petrere, Jr. M. 1985. Migraciones de peces de agua dulce en América Latina: algunos comentarios. COPESCAL Doc. Ocass. Roma 1: 1 – 17.

Welcomme, R.L. 1985. River fisheries. FAO fish. Tech. Pap., (262): 330 p.

Recibido agosto de 2006, aceptado octubre de 2007.



DISTRIBUCION DE SEDIMENTO SUSPENDIDO EN EL ESTUARIO DEL RIO PASSAIC

Luis Miguel González¹ y David Fugate²

¹Instituto del Canal, Universidad de Panamá.

²Florida Gulf Coast University, USA.

e-mail: ¹mreal9@yahoo.es, ²dfugate@fgcu.edu

RESUMEN

Se presentan los resultados de un experimento llevado a cabo junto a investigadores del Instituto de Estudios Marinos y Costeros de la Universidad de Rutgers (New Jersey USA) en el Río Passaic. Por medio de un equipo portátil para medir sedimento suspendido (OBS-3) se localiza claramente el máximo de turbidez en el estuario, el cual que ocurre en la zona donde se encuentran el agua dulce del río Passaic y la intrusión salina que proviene de la Bahía de Newark.

PALABRAS CLAVES

Sedimento suspendido, turbidez, turbidímetros, descarga sólida, Matlab.

ABSTRACT

In this work we describe the use of turbidity measurements as a proxy for suspended sediment. Research Scientists from Institute for Marine and Coastal Sciences, Rutgers University (New Jersey, USA) set out to characterize the turbidity maxima on the lower Passaic River (New Jersey) using optical equipment (OBS-3 units). The equipment worked successfully in that the turbidity maximum was clearly localized.

KEYWORDS

Turbidity, suspended sediments, Passaic River, Matlab.

INTRODUCCIÓN

La concentración de sedimento suspendido en los ríos puede variar varios órdenes de magnitud durante un evento de crecida y puede tener poca correlación con los niveles y la descarga líquida del río (Morris & Fan, 1998). El utilizar los métodos tradicionales (obtención de muestras de agua para posterior secado y pesado) para registrar, con gran resolución temporal, eventos de crecidas requiere de una labor logística y de laboratorio tanto complicada como costosa.

En las áreas costeras se necesitan mediciones del flujo de sedimentos para estimar las consecuencias de la construcción de obras como dragados o rompeolas.

Para este fin, lo ideal sería tener un parámetro que variara directamente como una función del sedimento suspendido y que pudiera ser registrado de manera continua. Un parámetro perfecto como este no existe, pero la turbidez ha ido ganando aceptación como el parámetro imperfecto a utilizar para monitorear el sedimento suspendido (Morris & Fan, 1998).

La turbidez puede ser medida por medio del registro de la dispersión de un haz de luz que se hace incidir sobre las partículas suspendidas en el agua. La ventaja más importante que ofrecen los turbidímetros de este tipo es su capacidad de registro continuo. El número de datos que pueden ser medidos y grabados es muy grande, permitiendo que estos equipos sean capaces de registrar a intervalos cortos de tiempo los cambios en la concentración de sedimento suspendido.

En los años 2004 y 2005, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IMCS) de la Universidad de Rutgers realizó una campaña oceanográfica destinada a caracterizar la estructura espacial y temporal del máximo de turbidez en el estuario del Río Passaic (New Jersey, USA). La meta de dicho trabajo es el de elaborar un modelo que tenga la capacidad de describir el transporte de sedimentos en dicho estuario y que pueda predecir cambios a futuro (Chant, J. & D. Fugate, 2006).

El trabajo que se describe en este escrito forma parte de las etapas iniciales de dicha campaña oceanográfica.

METODOLOGIA

Como se anotó en el inciso anterior, los datos que se reportan en esta nota son parte de un estudio que realizado por la Universidad de Rutgers (New Jersey, USA) en el río Passaic. Dicho estudio tuvo como objetivo el caracterizar la estructura salina y sedimentológica que prevalece en el estuario de dicho río durante diferentes condiciones del flujo. Con este fin se diseñaron los muestreos de tal manera que se pudiera observar la penetración de la cuña salina y la estructura de la carga de sedimento en suspensión en función del flujo de agua dulce y del forzamiento por las mareas (Chant *et al.*, 2005).

Área de Estudio:

La cuenca hidrográfica del río Passaic, en el Este de los Estados Unidos de Norte América, consta de 2420 kilómetros cuadrados aproximadamente, distribuidos entre el Noreste de Nueva Jersey y el Sureste de Nueva York (Deason, 2001). La parte baja del río fluye a través de un área muy urbanizada e industrializada. En la Figura 1 se muestra esquemáticamente la localización del Río Passaic, mostrando su ubicación con relación a la Bahía de Newark y las áreas urbanas de Brooklyn y Manhattan en New York (Estados Unidos de Norteamérica). Las corrientes de marea superficiales pueden alcanzar los 100 centímetros por segundo en la parte baja del estuario (Chant *et al.*, 2005). Las observaciones se realizaron el 21 de julio de 2004 con la marea empezando a bajar (rango máximo de la marea ese día: 1.3 metros) y con condiciones de poco flujo de agua dulce del río; descarga: 30 metros cúbicos por segundo (Chant & Fugate, 2006).

Recolección de los datos:

El 21 de Julio de 2004 se llevó a cabo trabajo de campo, durante el cual se realizaron perfiles verticales de salinidad, temperatura, presión y de la concentración de sedimentos en suspensión en 14 estaciones a lo largo de del río Passaic (río arriba desde la desembocadura). En la Figura 2 se muestra la localización geográfica de dichas estaciones de medición. Para medir la concentración de los sedimentos en suspensión se utilizó un instrumento óptico. Reportamos en este trabajo los resultados obtenidos con el equipo para medir sólidos en suspensión OBS-3 de la empresa D & A Instrument Company. En la Figura 3 se muestra dicho sensor óptico, que opera detectando la radiación que es dispersada por el material en suspensión, al ser

iluminado por un haz infrarrojo que envía el sensor. La respuesta de estos equipos depende del tamaño, la composición y la forma de las partículas en suspensión. El OBS-3 puede medir en un rango de 0 a 2,500 mg/l con sedimentos finos (lodos) y de 0 a 50 g/l con arenas. La razón máxima de muestreo del OBS-3 es de 10 Hz (www.d-a-instruments.com). El OBS-3 utilizado fue calibrado por medio de mediciones de sedimento en suspensión realizadas con el método tradicional de filtrado y secado de muestras de agua obtenidas simultáneamente con las mediciones del OBS. El registro digital de los datos del OBS-3 se realizó conectando dicho instrumento a un puerto libre del equipo CTD que se describe a continuación y que graba los datos para su posterior análisis.

Para medir la salinidad y la profundidad se utilizó un instrumento CTD marca SeaBird. Los instrumentos CTD miden directamente tres importantes cantidades: conductividad, temperatura y presión. Mediante la medición de la conductividad, es posible obtener mediciones de la salinidad en la muestra de agua. La salinidad se obtiene en psu. Las mediciones de conductividad, temperatura y presión son registradas en forma digital. Son almacenadas (junto con el registro del OBS-3) mediante el instrumento CTD, y transferidas a una computadora personal una vez que el CTD ha sido extraído del agua. El conjunto de instrumentos se hacía descender, en cada estación, por medio de un malacate hidráulico. Dichos instrumentos realizaban un registro continuo de las variables de interés (conductividad, temperatura, turbidez), entre la superficie y el fondo.

RESULTADOS

La información obtenida en las giras de campo fue procesada y graficada por medio del paquete de programas de computación Matlab. En la Figura 4 puede verse el resultado de la calibración del instrumento óptico OBS-3 utilizado para medir el sedimento suspendido. Se observa que para valores de sedimento suspendido mayores que 20 mg/l, la regresión lineal ajusta muy bien los datos. Los estimados de sedimento en suspensión (SS) se obtienen utilizando la regresión lineal de la Figura 4. De tal forma que: $SS (mg\ l^{-1}) = 132xvoltio - 16$.



Fig. 1. Mapa esquemático de la localización del Río Passaic, mostrando la Bahía de Newark y las áreas urbanas de Brooklyn y Manhattan en New York (Estados Unidos de Norteamérica).

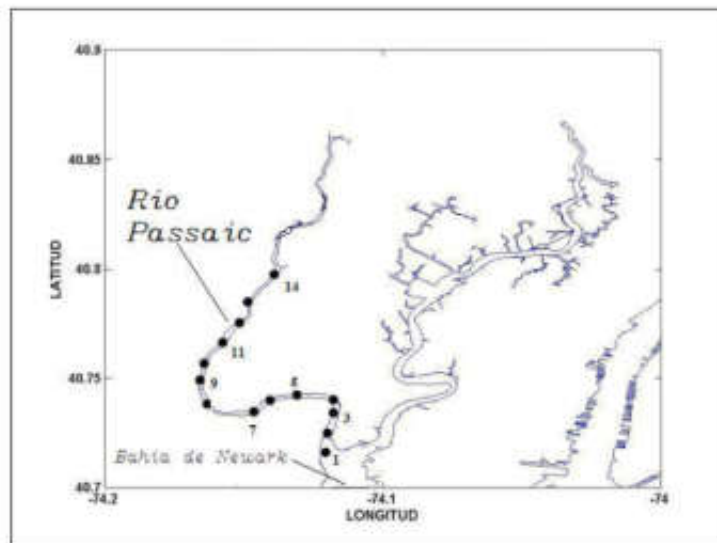


Fig. 2. Ubicación geográfica de las estaciones (1-14) donde se tomaron los perfiles de sedimento suspendido.



Fig. 3. Imagen de un turbidímetro OBS-3 de la empresa D & A Instrument Company. Dimensiones del instrumento: 138 x 25 milímetros.

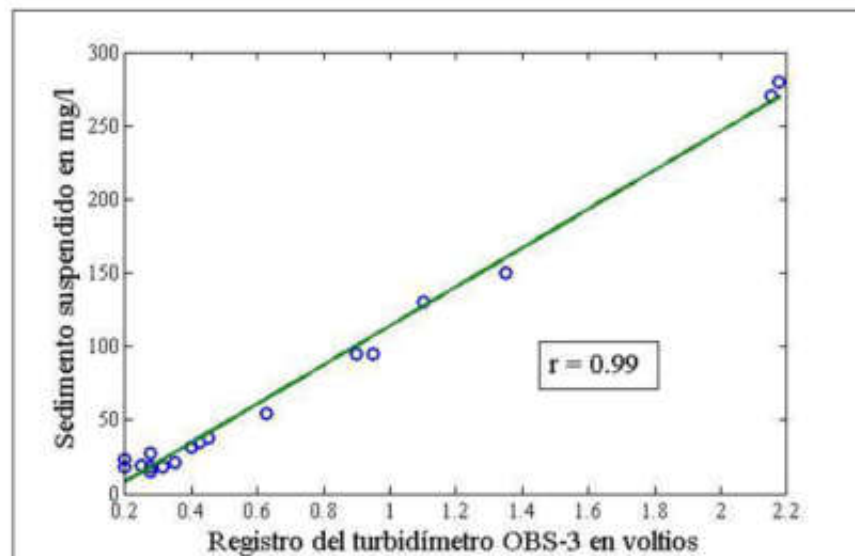


Fig. 4. Resultado de la calibración del equipo OBS-3 utilizado en las mediciones en el río Passaic el día 21 de julio de 2004.

En la Figura 5 puede verse la distribución de la salinidad y la concentración de sedimento suspendido registrada el día 21 de julio de 2004. En dicha Figura 5, la salinidad se muestra por medio de isolíneas (psu), y se observaron valores de 18 psu en la desembocadura del río Passaic a la Bahía de Newark, los cuales disminuyen hasta alcanzar valores correspondientes a agua dulce aproximadamente a 11 kilómetros aguas arriba, definiendo estos valores la cuña salina que caracteriza el estuario.

En la Figura 5 el sedimento suspendido aparece como una nube con diferentes tonalidades de color marrón que significan concentraciones. El área de máximo de turbidez ocurre en la zona donde se encuentran el agua dulce del río Passaic y la intrusión salina que proviene de la Bahía de Newark. Como puede observarse, la concentración de sedimento suspendido varía entre 20 mg/l y 70 mg/l aproximadamente.

En el Cuadro 1 puede observarse que los valores mas altos de sedimento en suspensión coinciden con salinidades menores de 0.4 psu. Este máximo de turbidez se origina cuando parte del sedimento aportado por el río se agrega de tal manera que se forman partículas de mayor tamaño debido a la floculación. Está establecido que este fenómeno se produce en el extremo de la cuña salina donde se encuentran salinidades menores de 1 a 3 psu (Fugate & Friedrichs, 2003).

La salinidad máxima en la desembocadura del Passaic, en día del experimento, fue de 18 psu aproximadamente; la estratificación fue de 4 psu desde la superficie hasta el fondo en 5.5 metros de profundidad (Fig. 5).

DISCUSIÓN

La distribución de las isolíneas de salinidad (isohalinas) de la Figura 5 indica que, con descarga de agua dulce pequeña ($30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) y un rango en la altura de la marea de 1.3 metros, una cuña salina penetra en el estuario hasta 11 kilómetros río arriba. Como se aprecia en dicha Figura 5, la salinidad en el fondo y en la superficie disminuye desde la estación 1 a la estación 14 (Figuras 2 y 5), pero la salinidad superficial es siempre menor que la salinidad en el fondo, de tal manera que el estuario del río Passaic se puede describir como parcialmente mezclado (Butterworth Heinemann, 2002).

La región del estuario en donde es mayor la concentración de material en suspensión es mayor (máximo de turbidez) está asociado con el punto nulo en el cual el flujo residual es cero.

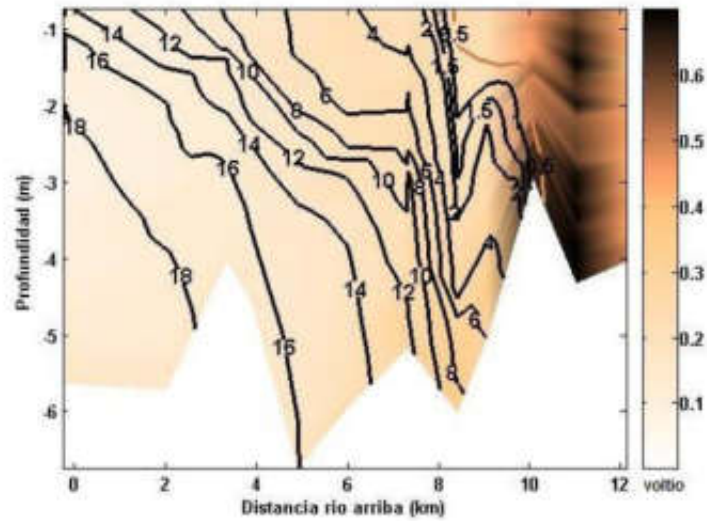


Fig. 5. Río Passaic, julio 21 de 2004. Sección longitudinal que muestra *isolíneas de salinidad (psu)* así como diferentes tonalidades de color marrón que representan concentración de *sedimento suspendido* [SS (mg l⁻¹) = 132xvoltio -16].

Cuadro 1. Promedios verticales de Sedimento en Suspensión y Salinidad en el estuario del río Passaic.

Distancia desde la desembocadura (Km.)	Sedimento en Suspensión (mg l ⁻¹)	Salinidad (psu)
0	0	18
2	0.1	17
4	5	13
8	34	3
10	71	0.4
11	87	0.1
12	60	0.1

CONCLUSIONES

En la Figura 5 se observa que el turbidímetro utilizado, el OBS-3, es capaz de ubicar con claridad el máximo de sedimento suspendido en la sección longitudinal del río Passaic en la cual se realizaron las observaciones. En la Figura 4 puede verse que las mediciones del OBS-3 pueden ser relacionadas satisfactoriamente con observaciones de la concentración de sedimento en suspensión realizadas por medio de la colecta, filtrado y pesado de muestras de agua colectadas simultáneamente a las mediciones del equipo óptico, siempre que las concentraciones de sedimento suspendido sean mayores de 20 mg/L. El estuario del río Passaic puede clasificarse como parcialmente mezclado para condiciones de poca descarga de agua dulce.

REFERENCIAS

Butterworth Heinemann, UK 2002. Waves, Tides and Shallow-Water Processes. Open University Course Team.

Chant, R. & D. Fugate. 2006. Hydrodynamics and sediment transport processes in the Passaic River Estuary. IMCS Rutgers University. www.marine.rutgers.edu/cool/passaic.

Chant, R., D. Fugate & T. Wilson. 2005. Hydrodynamics studies of the Passaic River: Dispersive Mechanisms in the vicinity of the Harrison Reach. IMCS Rutgers University.

Deason, J. URBAN RIVER RESTORATION INITIATIVE. The George Washington University. 2001.

Fugate, D. & C. Friedrichs. 2003. Controls on suspended aggregate size in partially mixed estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58 (2003) 389-404.

Morris, G. & F. Jiahua. 1998. Reservoir Sedimentation Handbook. McGraw-Hill.

www.d-a-instruments.com

AGRADECIMIENTOS

El gobierno estadounidense proporcionó una capacitación en el Instituto de Estudios Marinos y Costeros (IMCS) de la Universidad de Rutgers (New Jersey USA) a uno de los autores (L.M. González), por intermedio del programa Fulbright de Intercambio Educativo. La Autoridad del Canal de Panamá brindó apoyo para el logro de dicha capacitación. Los autores agradecen al editor de la Revista Tecnociencia y a varios revisores anónimos por sus comentarios y observaciones que han mejorado sustancialmente la presentación del manuscrito.

Recibido junio de 2005, aceptado diciembre de 2007.



INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD LUMINOSA SOBRE EL CRECIMIENTO DE DOS CEPAS DE *Dunaliella salina* AISLADAS DE SALINAS VENEZOLANAS

Antulio Prieto Arcas¹ y Cruz Gómez Andrade²

¹Departamento de Biología, Escuela de Ciencias². Postgrado Biología Aplicada, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
e-mail: alprietom@hotmail.com

RESUMEN

Se estudió el crecimiento de dos cepas de la microalga *Dunaliella salina* mantenidas en el laboratorio a fin de evaluar el efecto de dos tipos de intensidades luminosas sobre los parámetros de crecimiento. Los cultivos se realizaron en viales de 500 ml con agua de mar a 270 ‰, una concentración de nutrientes de 4 mM, pH entre 7 y 7,5 y un fotoperíodo de 12:12. Los resultados indican que las mayores densidades y tasas de crecimiento se alcanzaron en ambas cepas a 10000 lux, sin embargo la cepa Boca Chica mostró un crecimiento mayor que la cepa Coche en ambas intensidades luminosas. Las máximas densidades celulares para Boca Chica y Coche fueron $8,06 \times 10^6$ y $9,76 \times 10^5$ cel/ml respectivamente obtenidas a 10000 lux, en comparación con las de $2,53 \times 10^6$ y $3,10 \times 10^5$ alcanzadas a 20000 lux respectivamente. Las cepas analizadas mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los parámetros de crecimiento (K y TD) a una misma intensidad de luz. Todas las curvas de crecimiento presentaron su mayor ajuste con un modelo logístico polinomial.

PALABRAS CLAVES

Dunaliella salina, microalga, luz, Boca Chica, Coche.

ABSTRACT

The growth of two strains (Coche and Boca Chica) of the microalgae *Dunaliella salina* was studied in laboratory with the aim of to evaluate the effect of two types of light intensity (10000 and 20000 lux) over growth parameters. The cultures were performed in bottles in water with 270 units of salinity, concentration of nutrients of

4 mM, pH between 7 and 7.5, and a light cycle of 12:12. Result indicated that higher densities and growth rates were obtained in both strains to 10000 lux, however the strain Boca Chica showed an increment higher than the strain Coche in both light intensities. The maximum cellular densities for Boca Chica and Coche were 8.06×10^6 and 9.76×10^5 cel/ml respectively. The analyzed strains showed significant differences ($P < 0.05$) in the population parameters (K and TD) in a same light intensity. All the curves of growth presented its better adjusted with a polynomial logistical pattern.

KEYWORDS

Dunaliella salina, microalgae, light, Boca Chica, Coche.

INTRODUCCIÓN

Las microalgas son organismos microscópicos que poseen una maquinaria fotosintética capaz de convertir la energía solar en biomasa con una eficiencia de 2 a 5 veces mayor que las plantas superiores (Thomas *et al.*, 1984). Estos microorganismos presentan unas tasas altas de producción, adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y se encuentran presentes en cualquier medio acuático donde exista una fuente de carbono, nutrientes y luz suficiente, junto con los márgenes apropiados de temperatura (Shelef & Soeder, 1980). Estas características son la base fundamental para producir cultivos masivos de distintos tipos de microalgas con el fin de ser utilizadas como alimentos de organismos acuáticos, particularmente durante los primeros estadios larvales de peces y moluscos.

La microalga *Dunaliella salina* (Teodorescu, 1905) pertenece al orden Dunaliellales, clase Chlorophyceae, de la cual se conocen alrededor de 19 especies con diferentes variedades y formas. Siendo algas verdes (Cloroficeas) unicelulares y biflageladas, se encuentran entre las más estudiadas por interés para los cultivos masivos. La especie se encuentra en la naturaleza tanto en aguas dulces como en hipersalinas (Suárez *et al.*, 2000). *D. salina* es un alga fotosintética que convierte el dióxido de carbono de la atmósfera en energía y material celular debido a la clorofila de la célula, pigmento que esta enmascarado por la coloración anaranjada del betacaroteno presente (Borowitzka & Borowitzka, 1988).

En los cultivos de microalgas, el efecto de la luz y la temperatura o la interacción de ambos juegan un papel fundamental sobre la capacidad fotosintética, los parámetros de crecimiento y la densidad celular, debido a que las reacciones que en cada una de ellas ocurren están reguladas por enzimas (Richmond, 1986). En especial la intensidad luminosa es importante porque influye sobre el esquema de síntesis macromolecular (Mortain-Bertrand *et al.*, 1987) y por ende en el metabolismo celular del cual depende la tasa de fijación de carbono.

En Venezuela existen algunos trabajos realizados con microalgas del género *Dunaliella*, en los cuales se ha caracterizado la capacidad carotenogénica de diferentes cepas de *Dunaliella salina* aisladas de las costas Venezolanas (Yépez, 1992; Morales, 1995; Leal, 1996; Marín *et al.*, 1998; Lemus, 2000). También Yépez & Morales (1998) estudiaron el comportamiento de *Dunaliella viridis*, aisladas de las salinas del estado Falcón, en función de la concentración de nutrientes, a distintas salinidades; sin embargo, son pocos los trabajos donde se haya evaluado el comportamiento de cepas autóctonas, ante factores como luminosidad y temperatura con miras a ser utilizadas como alimentos en la acuicultura tropical.

Debido a que son escasos los trabajos con especies de microalgas tropicales, el objetivo fundamental de este trabajo es evaluar el efecto de la intensidad luminosa sobre dos cepas de *D. salina* en condiciones de laboratorio

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Acuicultura, extensión Plancton, del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná estado Sucre.

Se utilizaron cultivos unialgaes de dos cepas de la microalga *Dunaliella salina*, aisladas de las salinas de la isla de Coche y de Boca Chica en la isla de Margarita (estado Nueva Esparta); ambas forman parte del cepario de microalgas del mencionado laboratorio. Se evaluó el efecto de la intensidad de luz (10000 y 20000 lux), respectivamente medidos con un luxímetro sobre los tratamientos, para ello se colocó un inóculo de 8000 cel/ml de las cepas por separado, en viales que

contenían 500 ml de agua de mar estéril filtrada con filtro Whatman GF/C (0.40 μ m) y neutralizada con hipoclorito de sodio 5 % a razón de 0,25 ml/l, posteriormente el hipoclorito se neutralizó con 0,1 ml de tiosulfato de sodio a una concentración salina de 270 ‰ sometidos a un ciclo de 12 horas de luz y 12 de oscuridad, los cuales contenían un medio de cultivo algal con 4 ml/l de NaNO₃ y un pH entre 7 y 7.5 (Fabregas *et al.*, 1984); la temperatura durante el ensayo fue de 25 °C y el fotoperíodo de 12:12 horas. El ensayo se realizó por triplicado en ambiente exterior (condiciones ambientales imperantes).

El número de células iniciales fue obtenido a partir del inóculo de 8000 células/ml, procedentes de cultivos en fase de crecimiento exponencial y con previa adaptación para evaluar el crecimiento. Diariamente se realizaba agitación manual a los cultivos y cada 5 días se hacía el conteo respectivo de células en un hematocitometro de Neubauer de 0.1 mm de profundidad, previa inmovilización con formalina al 1 %.

El ensayo se realizó en un tiempo estimado de 30 días continuos y con los datos obtenidos se construyeron curvas de crecimiento. Los parámetros de crecimiento en los cultivos se obtuvieron utilizando el modelo logístico y las tasas instantáneas (K) entre conteos, utilizando la expresión $K = \log_{10} X_1 - \log_{10} X_0 / 0.301(t_1 - t_0)$; donde X_1 y X_0 son las cuentas al comienzo y al final del intervalo; y el tiempo de duplicación (TD) por la expresión $TD = 1/K$.

Los datos obtenidos de las tasas instantáneas (K) y el tiempo de duplicación (TD) para cada sepa a una misma intensidad de luz, se analizaron mediante un ANOVA de una vía. Finalmente las densidades celulares promedio de cada cultivo se ajustaron a diferentes modelos logísticos de regresión (lineal, exponencial y polinomial) para obtener la curva de mejor correlación (Sokal & Rohlf, 1979).

RESULTADOS

Todas las dos cepas de *Dunaliella salina* mostraron un crecimiento paulatino típico del modelo logístico durante los días del cultivo; sin embargo es notorio observar que las cepas de Boca Chica a ambas intensidades luminosas alcanzaron mayores crecimientos que las de Coche (Figs. 1 y 2). No obstante el bioensayo demostró que ambas

cepas mostraron un mayor crecimiento a 10000 lux que cuando crecieron a 20000 lux y ninguna presentó fase de latencia en los bioensayos (Figs. 1 y 2). La máxima concentración celular se obtuvo en la cepa Boca Chica a 10000 lux ($8,14 \times 10^6$ cel/ml) y la mínima en la cepa Coche a 20000 lux ($3,1 \times 10^5$ cel/ml) (Cuadros 1 y 2). La máxima tasa de crecimiento algal se observó en la cepa Boca Chica en los primero 5 días de cultivo (Fig. 1).

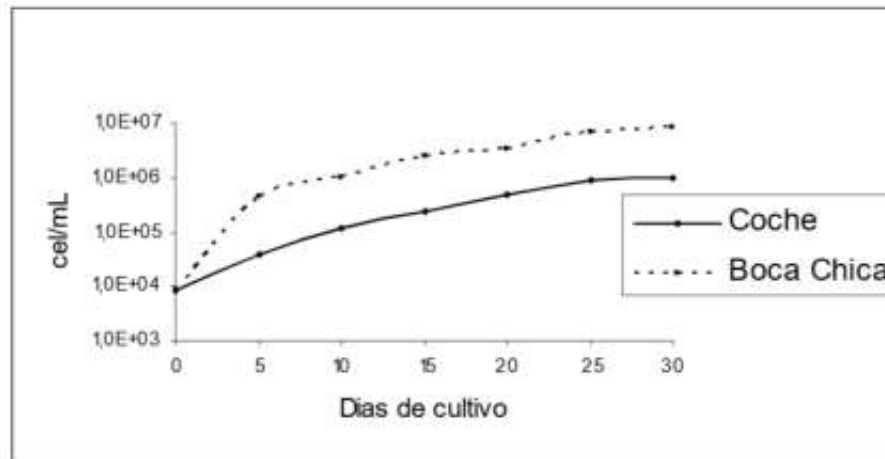


Fig. 1. Crecimiento de dos cepas de la microalga *Dunaliella salina* mantenida a una intensidad luminosa de 10000 lux en condiciones de laboratorio.

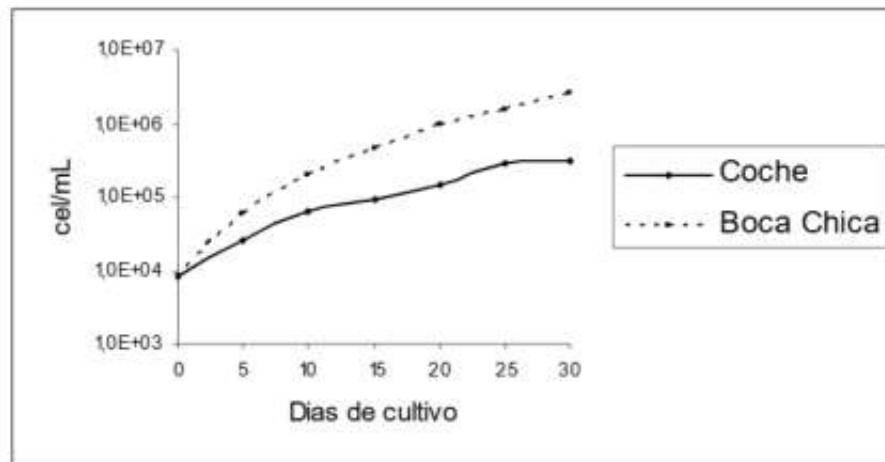


Fig. 2. Crecimiento de dos cepas de la microalga *Dunaliella salina* mantenida a una intensidad luminosa de 20000 lux en condiciones de laboratorio.

Cuadro 1. Parámetros de crecimiento de las cepas de *Dunaliella salina* sometidas a una intensidad luminosa de 10000 lux y cultivadas en el laboratorio. D.C., densidad celular máxima; K, tasa de crecimiento; T.D., tiempo de duplicación; r, tasa instantánea de crecimiento.

Parámetros de crecimiento	Boca Chica	Coche
D. C. (x10 cel/ml)	8.14×10^6	9.76×10^5
K (div/día)	0.33 ± 0.04	0.23 ± 0.05
T. D. (día)	3.03	4.34
r	0.32	0.29
Duración fase latencia (días)	0	0
Duración fase exponencial (días)	5	5
Duración fase lineal (días)	20	20
Duración fase estacionaria (días)	5	5

Se determinaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre las constantes de crecimiento (K y TD) de las dos cepas cultivadas en condiciones de laboratorio a una misma intensidad de luz, con valores de 0,33 div/día para 10000 lux y de 0,28 div/día para 20000 lux (Fig. 2).

En el Cuadro 1 se indican los resultados obtenidos en los parámetros de crecimiento asociados al modelo logístico en cada cultivo para las dos cepas a una intensidad luminosa de 10000 lux, donde se observa que la mayor tasa de crecimiento K y el mayor tiempo de duplicación (TD) lo presentó la cepa Boca Chica con valores de 0,33 div/día y 3,03 día respectivamente, mientras que la cepa Coche mostró un valor más bajo en la tasa de crecimiento (0,28 div/día), lo que indica que necesita más tiempo para duplicar su población. Las mismas consideraciones se observan en ambas cepas sometidas a una intensidad de 20000 lux, en el cual la cepa Boca Chica, presentó índices de crecimiento más altos y menor tiempo de duplicación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros de crecimientos de las cepas de *Dunaliella salina* sometidas a una intensidad luminosa de 20000 lux y cultivadas en el laboratorio. D.C., densidad celular máxima; K, tasa de crecimiento; T.D., tiempo de duplicación; r, tasa instantánea de crecimiento.

Parámetros de crecimiento	Boca Chica	Coche
D. C. (x10 cel/ml)	2.53x10 ⁶	3.10x10 ⁵
K (div/día)	0.28	0.18
T. D. (día)	3.57	5.55
r	0.29	0.25
Duración fase latencia (días)	0	0
Duración fase exponencial (días)	5	10
Duración fase lineal (días)	25	15
Duración fase estacionaria (días)	5	5

El ajuste de los datos de crecimiento de cada cultivo a modelos de regresión mostró que la mayor correlación se obtuvo con un modelo logístico polinomial del tipo $Y = ax^2 + bx + c$, en los cuales se obtuvieron coeficientes de determinación superiores a 0,97 (Cuadro3).

Cuadro 3. Ecuaciones logisticas polinomiales de mejor ajuste obtenidas para los cultivos de dos cepas de *Dunaliella salina* sometidas a dos intensidades luminosas. NC, número de las células/ml; t, tiempo en días.

CEPAS		
Intensidad	COCHE	Correlación
10000 lux	NC= 1019,8t ² + 4769t – 10889	r ² = 0,973
20000 lux	NC= 269,05t ² + 2650t – 6095,2	r ² = 0,973
BOCA CHICA		
10000 lux	NC= 8658,7t ² + 23710t – 9539,9	r ² = 0,973
20000 lux	NC= 3507t ² + 24862t – 51566	r ² = 0,994

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los bioensayos de cepas de *D. salina* cultivadas a diferentes intensidades de luz indican claramente el efecto de este parámetro sobre el crecimiento de la microalga. El mayor incremento poblacional observado en la cepa de Boca Chica a ambas intensidades de luz indicaría que la cepa de Coche es más susceptible al estrés producido por la intensidad luminosa a la alta salinidad del medio (270 ‰) o también que la cepa Boca Chica responde con mayor facilidad a las condiciones adversas del medio. En microalgas se ha demostrado que el incremento de la densidad celular está en función de la intensidad luminosa hasta un nivel determinado (Kaplan *et al.*, 1986; Richmond, 1986).

Los resultados de esta investigación difieren ligeramente de los reportados por Suárez *et al.*, (2002) quienes utilizando un inóculo de 8000 cel/ml alcanzaron con 80000 lux una densidad máxima de $5,10 \times 10^5$ cel/ml a los 15 días, disminuyendo a $3,5 \times 10^5$ a los 20 días; y determinaron un crecimiento celular irregular mayor para la especie a intensidades de luz entre 80000 y 200000 lux; y señalan que variando el tamaño de inóculo de siembra, se establece una dependencia de la velocidad de crecimiento con el número inicial de células de cada experimento.

Estos últimos investigadores utilizaron inóculos que oscilaron entre 2×10^3 y $3,24 \times 10^5$ cel/ml, algunos con valores muy superiores a los utilizados en el presente trabajo (8000 cel/ml), además realizaron los experimentos en lagunas al aire libre. El tamaño del inóculo es un factor importante en el crecimiento celular de cultivos, ya que pequeños inóculos no permiten una mayor disposición de las células a las radiaciones solares, provocando la fotoinhibición celular, además de la fotodestrucción de la clorofila y los carotenoides (Ridley, 1982; Powles, 1984); por el contrario inóculos más grandes, permiten un mayor resguardo de las células a las altas irradiaciones y mayor tasa de supervivencia.

En el experimento realizado, la temperatura se mantuvo constante, por lo tanto la intensidad de luz fue para cada cultivo el parámetro más importante ya que influye sobre el esquema de síntesis macromolecular (Mortain-Bertrand *et al.*, 1987) y el metabolismo

celular, del cual depende la tasa de fijación de carbono. Cada especie o cepa tiene una tasa de fijación de carbono específica que varía según la disponibilidad de luz y los nutrientes, aunque la interacción de la luz y la temperatura tienen un papel importante en la capacidad fotosintética, densidad celular y síntesis macromolecular, porque las reacciones que ocurren en ellas están catalizadas por enzimas (Lips & Avisar, 1986)

En especies del género *Dunaliella* se ha investigado el efecto de la intensidad luminosa con rangos entre 1 y 22 Klux sobre el crecimiento en cultivos, determinándose que las bajas concentraciones de CO₂ puede ser el factor más limitante en el crecimiento celular a altas intensidades de luz. (Wegmann, 1971; Loeblich, 1982). Otro factor como el pH, aparentemente afecta menos al crecimiento, ya que las especies de *Dunaliella* toleran un amplio rango de pH.

Las bajas tasas de crecimiento observadas en la cepa Coche, puede también ser consecuencia del mayor volumen celular de esta cepa, en comparación con la de Boca Chica, ya que el volumen celular es inversamente proporcional al número de divisiones diarias y por lo tanto necesitarían mayor espacio y disponibilidad de nutrientes que las haría entrar en competencia entre ellas.

Los ajustes de los datos de los cultivos de ambas cepas a una curva de crecimiento mostraron que las mejores correlaciones se lograron con regresiones polinomiales en todos los casos. Estos modelos son de uso corriente en cultivos de microalgas cuando se relacionan algunos parámetros bioquímicos como el aumento del β-caroteno en relación al nivel de proteína (Suárez *et al.*, 2002), aunque se han propuesto diferentes modelos logísticos para ajustar las curvas de crecimiento, (Moulton, 1988)

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la cepa de *Dunaliella salina* de Boca Chica sometida a ambas intensidades luminosas presentó mayor tasa de crecimiento que la cepa de Coche. En ambas cepas la mayor correlación entre el crecimiento celular en relación al tiempo se obtuvieron con un modelo logístico polinomial.

REFERENCIAS

Borowitzka, M. A. & L. J. Borowitzka. 1988. *Dunaliella*. En: Microalgal Biotechnology. Borowitzka, M. A. & L. J. Borowitzka (eds.), pp: 27-58. Cambridge University Press. Cambridge.

Fábregas, J., J. Abalde, C. Herrero, B. Cabezas & M. Veiga. 1984. Growth of the marine microalga *Tetraselmis suecica* in batch cultures with different salinities and nutrient concentrations. *Aquaculture*, 42: 207-215.

Kaplan, D., Z. Cohen & A. Abeliovich, 1986. Optimal growth condition for *Isocrysis galbana*. *Biomass* 9: 37-48.

Leal, E. 1996. Efecto de algunos factores ambientales sobre la capacidad carotenogénica de una cepa de *Dunaliella salina* Teodoresco (Chlorophyceae, Dunaliellales). Trabajo de Grado. Departamento de Biología. UDO. Cumaná, Venezuela. 104 pp.

Lemus, N. 2000. Efecto de diferentes salinidades sobre el crecimiento de dos cepas de *Dunaliella salina* aisladas de dos salinas en Venezuela. Trabajo de Grado. Departamento de Biología, UDO Núcleo de Sucre. 38 pp.

Lips, S. & Y. Avisar. 1986. Photosynthesis and ultra structure in microalgae. En: Handbook of Microalgal Mass Culture. Richmond, A. (ed.), pp 43-67. CRC Press Inc. Boca Ratón, Florida.

Loeblich, L. A. 1982. Photosynthesis and pigments influenced by light intensity and salinity in the halophile *Dunaliella salina*. (Chlorophyta).

Marín, N., F. Morales, C. Lodéiros & F. Tamigneaux. 1998. Effect of nitrite concentration on growth and pigment synthesis of *Dunaliella salina* cultivated under low illumination and preadapted to different salinities, *J. Appl. Phycol.*, 10: 405-411.

Morales, F. 1995. Efectos de algunos parámetros ambientales sobre las especies talofíticas de microalgas del género *Dunaliella* (Dunal) Teodoresco, 1905 (Chlorophyta, Volvocales) presentes en las salinas

de Araya, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de Grado. Departamento de Biología. UDO. Cumaná, Venezuela. 66 pp.

Mortain-Bertrand, A., C. Descolas-Gross & H. Jupin. 1987. Stimulating effect of light to dark transitions carbon assimilation by a marine diatom. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 112: 11-26.

Moulton, T. P. 1998. Statistical techniques for the analysis of growth experiments: case study, *Dunaliella spp.* (Volvocales, Chlorophyta). ANAIS IV. Congreso Latino Americano, II Reunión Ibero Americana y VII Reunión Brasileira de Fisiologia. Soc. de Ficol. de Amer. Lat. y el Caribe. Sociedad Brasileira de Fisiologia. 461-474.

Powles, S. 1984. Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35: 15-44.

Richmond, A. 1986. Outdoor mass cultures of microalgae. En: *Handbook of Microalgal Mass Culture*. Richmond, A. (ed.) pp: CRC Press Inc. Boca Raton, Florida.

Ridley, S. 1982. Carotenoids and herbicide action. In G. Britton, TW. Goodwin, eds, *Carotenoides Chemistry and Biochemistry*. Pergamon Press, Oxford, pp 353-369.

Shelef, S, & J. Soeder, 1980. *Algae Biomass. Production and Use*. Elsevier- North Holland Biomedical Press, Amsterdam. 852 pp.

Sokal, J.D. & F. J. Rohlf. 1979. *Biometria. Principios y Métodos Estadísticos en la investigación Biológica*. Edit. Blume, Madrid. 832 pp.

Suárez, G., T. Romero & D. Hernández. 2002. Tamaño de inóculo y crecimiento en *Dunaliella salina* cultivada al aire libre. CIVA 2002 (<http://www.civa2002.org>): 492-501.

Thomas, W. H., D. Siebert, M. Alden, A. Neori & P. Eldridge. 1984. Yields, photosynthetic efficiencies and approximate composition of dense marine microalgal cultures. *Biomass*, 5:181-209.

Wegmann, K. 1971. Osmotic regulation and photosynthetic glycerol production in *Dunaliella*: Biochim. Biophys. Acta 234: 317-323.

Yepez, M. 1992. Estudio sobre el crecimiento de la microalga *Dunaliella* sp. (Chlorophyta, Volvocales) a altas concentraciones de cloruro de sodio. Tesis de Maestría. Departamento de Biología. Universidad del Zulia. Maracaibo. 124 pp.

Yepez, M. & E. Morales. 1998. Efecto de la concentración de nitrato y cloruro de sodio sobre la densidad celular y contenido de pigmentos de *Dunaliella viridis*. Bol. Centro Invest. Biol. 32(1): 1-12.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan agradecimiento al profesor: Miguel Guevara, jefe del Laboratorio de Acuicultura del Departamento de Biología Pesquera del Instituto Oceanográfico de Venezuela, por la colaboración prestada. Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, por la subvención a través del proyecto CI-2-010101-1368/07. A la Universidad de Panamá por permitir el espacio, a la Revista Tecnociencia por la publicación y finalmente a los revisores cuyas acertadas recomendaciones mejoraron la versión inicial.

Recibido diciembre de 2006, aceptado diciembre de 2007.



**ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL PROBLEMA DE LA
DEPREDACIÓN DE GANADO POR JAGUARES (*PANTHERA
ONCA*) Y PUMAS (*PUMA CONCOLOR*) EN EL PARQUE
NACIONAL PORTOBELLO, PROVINCIA DE COLÓN,
PANAMÁ**

Ricardo S. Moreno R.^{1,2} & Melva H. Olmos Y.^{1,3}

¹Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA), ²Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropical (STRI), ³Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ).

RESUMEN

Este estudio permitió confirmar que existe un conflicto entre los ganaderos del área y los jaguares y pumas del Parque Nacional Portobello que no había sido documentado anteriormente. Se documentó la problemática que confrontan los ganaderos y los grandes felinos en las comunidades de Nuevo Tonosí y San Antonio cerca del área colindante al parque mediante la utilización de encuestas sencillas llevadas a cabo durante las visitas a los dueños de 13 fincas diferentes. Los jaguares y pumas algunas veces se aventuran a cazar animales domésticos, y al igual que en otros países esto es principalmente, un problema de manejo de las fincas o potreros y de un deficiente manejo del ganado. Consideramos que para minimizar esta problemática es necesario un trabajo en conjunto entre los ganaderos e instituciones gubernamentales y no-gubernamentales y científicos conservacionistas para llevar a cabo actividades como parte de un programa de: estudios científicos de biología, ecología y monitoreo de los felinos "problema", educación ambiental entre las comunidades, talleres sobre técnicas de mejoramiento del manejo del ganado, talleres de educación ambiental entre las comunidades aledañas a los sitios en donde existen problemas entre jaguares y el ganado.

PALABRAS CLAVES

Depredación, ganado, jaguar, puma, Parque Nacional Portobello, *Panthera onca*, *Puma concolor*.

ABSTRACT

The existing phenomenon between cattle ranchers in the towns of Nuevo Tonosí and San Antonio, and big cats near Portobelo National Park was documented. The study determined that there is a problem between local ranchers and wild cats that had not been previously documented. Jaguars and pumas sometimes venture out to hunt domestic animals, and as in other countries, this is mainly a problem of ranch management. We recommend that in order to minimize this problem, or at least mitigate it, cattle ranchers need to work closely with local government and non-government institutions to promote activities such as: environmental education, improve cattle management, and to establish monitoring programs for “problem” cats.

KEYWORDS

Predation, livestock, jaguar, puma, Portobelo.

INTRODUCCIÓN

La depredación de ganado por jaguares (*Panthera onca*) y pumas (*Puma concolor*) en Norte, Centro y Sudamérica ha sido estudiada desde hace años (De Almeida, 1976; Schaller & Vasconcelos, 1978; Rabinowitz, 1986; Hoogesteijn & Mondolfi 1992; González-Fernández, 1994; Sunquist *et al.*, 1998; Polisar, 2000; Saenz & Carrillo, 2002). En Panamá este fenómeno no ha sido bien documentado por muchas razones, debido principalmente a que algunos autores (Swank & Teer, 1989) consideraban el jaguar extinto en el país o al menos en gran parte de Panamá. Sin embargo, actualmente basados en la metodología para el reconocimiento de rastros (huellas, heces, animales depredados y felinos muertos), de Hoogesteijn & Mondolfi (1992) y de avistamientos, inventarios científicos y datos anecdóticos sabemos que aún existen algunas poblaciones en los parques nacionales y áreas boscosas del país tanto en la cuenca del Canal de Panamá (USAID-ANAM-STRI, 1999.), como al oeste del país (Samudio Com. Per.). Con base a esta información podemos decir que la distribución de los jaguares y pumas en el país no es interrumpida, sino continua a lo largo del istmo.

En algunos países se ha recopilado una amplia información sobre este tema, por ejemplo Rabinowitz (1986) en Belice, Dalponte (2002) y Quigley & Crawshaw (1992) en Brasil, López-Gonzales & Brown (2002) en México, Sáenz & Carrillo (2002) y Almanza (2002) en Costa Rica, Schiaffino *et al.* (2002) en Argentina, y Hoogesteijn *et al.*

(2002) en Venezuela. Estas investigaciones han resultado ser claves al momento de establecer criterios, alternativas y recomendaciones para las estrategias de manejo y conservación, que permitan la coexistencia entre estos felinos americanos y los ganaderos.

Una de las problemáticas ambientales que enfrenta nuestro país y que es bien conocida es la expansión de la frontera agrícola en conjunto con el desarrollo urbano no planificado. Especies silvestres como el jaguar y el puma, los cuales presentan grandes ámbitos de distribución y grandes extensiones geográficas, son especialmente sensibles a la destrucción y fragmentación de hábitat en sus áreas de distribución. Aunado a esto, la conservación de estos carnívoros se torna particularmente difícil en muchas de las áreas que ocupan debido a los conflictos que surgen por la depredación que realizan sobre el ganado. El solo hecho de encontrar rastros de estos carnívoros cerca de lugares donde pasta el ganado es motivo suficiente para que los ganaderos y pobladores locales decidan exterminarlos (Hoogesteijn *et al.*, 1992).

Los jaguares y los pumas son capaces de adaptarse a las fluctuaciones naturales de las poblaciones de las presas, pudiendo utilizar la o las especie (es) más disponible en un tiempo determinado, por no ser felinos especialistas. Por su gran tamaño, estos felinos pueden depredar cualquier especie que se consideren una presa potencial. Los felinos en general son depredadores oportunistas y tienden a cazar a las especies más abundantes y a los individuos más débiles o enfermos (Rabinowitz & Nottingham, 1986; Emmons, 1987; Aranda, 1994; Nuñez *et al.*, 2002). Algunos investigadores han sugerido que las incursiones de estos felinos en los potreros se deben a la disminución de presas naturales a causa de la cacería, a la destrucción del hábitat y a la dispersión de individuos jóvenes que deciden establecerse en los potreros por falta de territorios disponibles (Sáenz & Carrillo, 2002).

Sin embargo en Panamá no existen datos preliminares ni antecedentes sobre la probable causa de este tipo de comportamiento por parte de los felinos silvestres. El principal objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación preliminar de la problemática que enfrentan los ganaderos de las comunidades de Nuevo Tonosí y San Antonio debido a la depredación de ganado por jaguares y pumas en el Parque Nacional Portobelo (PNP), provincia de Colón, Panamá.

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Portobelo (PNP) está localizado en el distrito de Portobelo, provincia de Colón, en la vertiente del Caribe del istmo de Panamá. Abarca unas 35,929 hectáreas de hábitat terrestre y marino entre las coordenadas: 9°23'03' y 9°38'49' de latitud Norte y entre los 79°30'24'' y 79°42'09'' de longitud Oeste (IGNTG, 1988). La entrada más accesible al PNP se encuentra en la comunidad de Portobelo, a unos 105 km al noreste de la ciudad de Panamá, sobre el límite oeste del parque.

Existen varias comunidades tanto dentro como en las inmediaciones del parque. Algunas de estas comunidades no son más que caseríos con apenas unos 20 habitantes, como es el caso de San Antonio. En cambio, otras comunidades tienen más de 1,000 habitantes (CGR, 2001), como es el caso de Portobelo. Estas comunidades se dedican a la pesca, pequeñas empresas, y a las actividades agropecuarias. Muchas de estas actividades, en particular la ganadería, se dan de manera incompatible con el uso sostenido del medio ambiente. Como resultado hay una intensa destrucción y fragmentación de los bosques del parque. En la actualidad hay zonas del parque que se encuentran cubierto de pastizales o potreros (Obs. per.).

Según el mapa de vegetación de Panamá (ANAM, 2000), gran parte del parque está cubierto de bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas bastante intervenido, con algunos parches de bosque de tierras bajas no intervenido. Existe también bosque perennifolio ombrófilo tropical pantanoso dominado por dicotiledóneas y bosques de manglar poco intervenido.

METODOLOGÍA

Se realizaron encuestas descriptivas no formales para determinar cuáles eran las comunidades más afectadas por la depredación de ganado por parte de los felinos, y se decidió concentrar los esfuerzos en las comunidades de Nuevo Tonosí y San Antonio. Se realizaron entrevistas a 13 ganaderos los cuales residían tanto en el área de San Antonio o de Nuevo Tonosí, en el límite oeste del PNP para documentar la siguiente información: número de fincas afectadas y no afectadas por ataques de jaguares, cuantificar el ganado y animales domésticos que habían

Perdido; verificar si los ganaderos sabían identificar y diferenciar el método de depredación realizado por un jaguar o un puma, reportar el número de jaguares y pumas que se habían sacrificado en el área hasta la fecha.

Además de las entrevistas se realizaron un total de 10 giras de reconocimiento a 13 fincas diferentes para conocer la técnica del manejo actual del ganado. En estas giras nos acompañaron los dueños de las fincas o alguno de los familiares o empleados del dueño y fueron de utilidad para verificar correctamente los rastros y huellas de los felinos que están caminando en las fincas y para la identificación de los individuos por medio de huellas (aproximados). En cada finca se recorrieron 3 kilómetros aproximadamente y las giras tuvieron lugar principalmente en los potreros por donde circula el ganado y en donde también habían ocurrido ataques realizados por jaguares o pumas. Por último se impartieron charlas de educación ambiental formales e informales a algunos de los ganaderos del área sobre las especies involucradas en esta problemática y su importancia para el ecosistema y comentarles sobre las probabilidades de llevar a cabo estudios científicos a largo plazo para conocer las causas de la depredación de ganado por estos animales.

RESULTADOS

Los resultados, que se resumen en el Cuadro 1, se basan en 10 giras de reconocimiento a las fincas y en las encuestas realizadas a 13 ganaderos residentes del área de Nuevo Tonosí o de San Antonio llevadas a cabo entre Enero de 2000 y octubre de 2001. Se recorrieron aproximadamente un total de 40 kilómetros en las diferentes fincas visitadas durante ese período.

Por el resultado de las medidas, se presume que fueron jaguares los que depredaron estas reses, debido a que la capacidad de la mordida de un puma es mucho menor (Kiltie, 1984).

Se revisó el cráneo de un puma hembra subadulto, que se muestra en la Figura 1, que fue sacrificado por depredar terneros. El cráneo no presentaba los caninos de la mandíbula superior, los cuales fueron usados para collares o artesanías. En conversación con la persona que eliminó al animal, dice que estos estaban en muy buenas condiciones

al igual que los caninos de la mandíbula inferior que si estaban presentes.

Cuadro 1. Animales atacados por jaguares en las fincas del área de Nuevo Tonosí y San Antonio.

Tipo de Ganado	Edad	Fecha	Cantidad	Peso (lbs)	Evidencia del ataque	Tamaño de la mordida (cm)	Probable depredador	Comentarios
Vacuno	Novillo	9/1/01	1	750	Cráneo con perforaciones	4.74	Jaguar	Durante la gira de reconocimiento se observaron huellas de jaguares en los potreros
Vacuno	Ternero	10/01/01	1	125	Testimonio del dueño de la finca Ver figura 1, cráneo con perforaciones	-	Jaguar	Este animal arrastró al ternero 200 m a un sitio de cobertura vegetal moderada.
Vacuno	Ternero	18/5/01	1	300	Cráneo con perforaciones	6.86	Jaguar	Cráneo colectado
Vacuno	Vaca adulta	18/5/01	1	800	Cráneo con perforaciones	6.29	Jaguar	Cráneo colectado
Vacuno	Novilla	19/5/01	1	400	Cráneo con perforaciones	-	Jaguar	Cráneo colectado
TOTAL		5						

Nota: En dos ocasiones se encontraron huellas de jaguares en los potreros recorridos las cuales Fueron sacadas en moldes de yeso y se determinó que se trataba de un jaguar macho (Extremidad anterior 13 cm de ancho) y en la segunda ocasión la huella era probablemente de una hembra (rango de 8.5 cm de ancho). Durante las entrevistas y las visitas a los sitios en donde se dieron los ataques al ganado se pudo verificar y confirmar la identidad del felino depredador utilizando como base el modo en que fue cazada la víctima y el sitio en donde fue dejado el cadáver de la presa. Usualmente existen diferencias marcadas en el modo en que el jaguar y el puma cazan sus presas y las características del sitio de consumo de la misma.



Fig. 1. Cráneo de ternero con perforaciones realizadas por un jaguar en el área de Portobelo.

Resultado de las Encuestas

Los ganaderos comentaron que entre 1989-2001 han perdido alrededor de 309 animales entre reses, caballos, ovejas y perros. Entre 1989-2000 se han sacrificaron 17 jaguares y cuatro pumas, y sólo en el 2001 en el área se han sacrificado cinco jaguares más (Fig. 2).



Fig. 2. Jaguar hembra matada por personas de la comunidad en el área de estudio, por depredar animales domésticos.

Un residente de Santo Domingo, entrevistado el 20 de Mayo del 2000, asegura que desde 1973 hasta el año 2000 se han matado más de 20 jaguares. El último que cazaron fue a principios de ese año y aparentemente se trataba de un ejemplar melánico.

Adicionalmente, los ganaderos comentaron las diferencias entre los métodos de depredación del jaguar y del puma. Indicaron que los jaguares dan una mordida en la nuca o perforan el cráneo, mientras que los pumas matan dando una mordida a la garganta.

DISCUSIÓN

La mayoría de los grandes felinos silvestres del mundo depredan animales domésticos (ganado, caballos y aves de corral) (Hoogesteijn *et al.*, 2002), lo que se ha convertido en un problema que se está tratando de solucionar utilizando diversas alternativas. En varios países de Norte, Centro y Sudamérica, se han llevado a cabo investigaciones sobre las pérdidas de ganado causado por los grandes felinos. Se piensa que este problema es en respuesta a diversas actividades humanas en áreas cercanas a áreas boscosas, en donde se practica la cacería furtiva de los animales que son las presas naturales

de los grandes felinos. También la tala y la quema de los bosques para la agricultura y la ganadería son factores negativos que traen como resultado la destrucción, fragmentación y perturbación del hábitat, causando la extinción local de muchas especies (Nowell & Jackson, 1996; Hoogesteijn *et al.*, 2002; Dalponte, 2002; Schiaffino *et al.*, 2002; Crawshaw & Quigley, 2002). Estas actividades son producto de la falta de capacitación y entrenamiento en el manejo y uso apropiado de la tierra. El problema no radica en la ganadería y en la cacería en sí, sino en la forma como se practica.

En el área de estudio, al igual que en muchas otras áreas de América, se practica la ganadería extensiva, la cual requiere una gran cantidad de terreno para una pequeña cantidad de animales (Hoogesteijn *et al.*, 1992, 2002; Dalponte, 2002; Sáenz & Carrillo, 2002, Obs. per.).

En muchas ocasiones los potreros colindan con grandes extensiones boscosas. Esta clase de manejo hace que sea más fácil para los felinos tener acceso a las presas, aunque haya disponibilidad de presas naturales en el área (Sunquist & Sunquist, 1989; Sáenz & Carrillo, 2002). Farrell & Sunquist (1999) sugirieron que si se modificaran los métodos de cría de ganado en los grandes hatos ganaderos de Venezuela se obtendrían millones de hectáreas donde el jaguar y el puma podrán ser tolerados en vez de ser cazados.

En el caso del PNP pudimos observar que la mayoría de los ataques se dieron en los potreros, lo cual es similar a lo reportado por Sáenz & Carrillo (2002), pero diferente de los resultados obtenidos por Crawshaw & Quigley (2002) quienes encontraron mayor cantidad de animales depredados dentro de algún tipo de cobertura boscosa. Pero cabe recalcar que estos potreros estaban muy cerca o limitaban con las áreas boscosas del parque y que en muchos de ellos no existían cercas que separaran a los potreros del bosque.

Por otro lado, uno de los factores más importantes al momento de establecer estrategias de conservación para estos felinos, es determinar el impacto que cada especie ocasiona al problema de la depredación de ganado. De acuerdo a las encuestas realizadas en este trabajo aparentemente los ganaderos del área sí sabían identificar o diferenciar entre las instancias de depredación del jaguar y del puma. En efecto, ellos describieron lo mismo que fue reportado por Crawshaw &

Quigley (2002); los jaguares producen una mordida en la nuca o perforan el cráneo de sus presas, mientras que los pumas producen una mordida a la garganta. Adicionalmente, los ganaderos informaron que los jaguares arrastraban a sus presas, mientras que los pumas las cubrían con hojarasca. Esto también es consistente con otras investigaciones (Hornocker, 1970; Crawshaw & Quigley, 2002). Sin embargo, estos reportes difieren de los resultados de Mazzolli *et al.* (2002) en el Suroeste de Brasil, donde los pumas dejaban las presas descubiertas o las arrastraban hasta sitios menos descubiertos. Este tipo de conocimiento de comportamiento de cacería y alimentación es de vital importancia en investigaciones de esta índole.

Con la información obtenida, no fue posible hacer un análisis estadístico acerca de las preferencias de los jaguares y los pumas. Sin embargo, de acuerdo a González-Fernández (1994) los jaguares depredan animales de tallas más grandes y robustos, mientras que los pumas tienden a depredar animales recién nacidos como terneros. Estos resultados no difieren de lo esperado, ya que el jaguar tiene mayor capacidad de mordida que el puma (Kiltie, 1984). Crawshaw & Quigley (2002) en la región del Pantanal en Brasil, Hoogesteijn *et al.* (2002) en los Llanos de Venezuela, Dalponte (2002) en el Pantanal y Almanza (2002) en Costa Rica también reportan una diferencia de tamaño en las presas (animales domésticos en este caso) de los jaguares y los pumas.

Debemos tener en cuenta que a pesar que las pérdidas reportadas en este estudio no parezcan extraordinarias, para los ganaderos del área lo son. Cada cabeza de ganado representa un “ahorro” para ellos. Cuando la situación económica se pone difícil, pueden vender parte de su ganado para sufragar otros gastos. Adicionalmente, muchas de las fincas ganaderas dentro y en el área de influencia del PNP son pequeñas, teniendo apenas unas 20 ó 25 vacas cada una. Estas personas ven a los felinos como una amenaza a su estabilidad económica y familiar. Todo esto en conjunto hace que las pérdidas sean muy significativas.

En base a esta problemática muchos investigadores se han puesto en la tarea de encontrar alternativas o medidas para mitigar o minimizar esta situación en el neotrópico (Sáenz & Carrillo, 2002). Se han propuesto crear cercas y corrales en las áreas en donde el ganado prefiere

pastorear, erradicar la cacería de las presas naturales de los jaguares y los pumas, compensación del ganado perdido, áreas protegidas con mayor extensión y sobre todo que haya un mejor manejo del ganado (Hoogesteijn *et al.*, 1992, 2002; Rabinowitz, 1995; Crawshaw & Quigley, 2002; Dalponte, 2002; Sáenz & Carrillo, 2002; Schiaffino *et al.*, 2002). En Panamá, muchas de las especies silvestres que son presas de jaguares y pumas están protegidas por las leyes panameñas de vida silvestre, precisamente por ser presas favoritas de los cazadores. Lamentablemente, las multas son mínimas y en la mayoría de los casos estas leyes no son aplicadas. Será necesario realizar estudios a largo plazo para encontrar la(s) mejor(es) estrategia(s) para la conservación de estos felinos en Panamá.

CONCLUSIONES

Los jaguares y pumas del PNP, sí están atacando al ganado doméstico de fincas dentro y en el área de influencia del parque.

Se constato que los pumas tienen preferencias sobre terneros menores de tres meses mientras que los jaguares matan animales de cualquier peso y edad.

Los ganaderos se sienten amenazados por estos felinos, tomando como medida eliminar a los “animales problema”.

RECOMENDACIONES

Debido a que dentro del parque está permitido en ciertas áreas las actividades humanas dentro de las fincas, se recomienda:

- Realizar talleres sobre el mejoramiento en el manejo del ganado especialmente en las áreas que limitan con este parque como medida preventiva de los ataques al ganado por parte de los jaguares.
- Realizar investigaciones de campo sobre la ecología y biología de la población de los felinos del PNP, para poder realizar un mejor plan de manejo para jaguares y pumas.
- Realizar estudios poblacionales de las especies presas de jaguares y pumas del PNP para conocer la condición de sus poblaciones y para conocer si un cambio en esta variable está

probablemente afectando de algún modo el comportamiento natural de los pumas y jaguares llevándolos a depredar sobre animales domésticos.

- Capacitar a los guardaparques del PNP para que puedan identificar correctamente y documentar los ataques de felinos y puedan así cooperar en la obtención de las osamentas de los animales depredados y de los felinos que los ganaderos han cazado, para poder establecer así una base de datos.
- Por último, limitar en lo posible la expansión de las fincas ganaderas y la cacería indiscriminada de las presas naturales de estos felinos.

REFERENCIAS

AECI, ICONA, Reino de España, MIPPE, INRENARE (ANAM). 1992. Plan de Manejo del Parque Nacional Portobelo: Fase I. República de Panamá; Isla Grande, Portobelo.

Almanza, F.J. 2002. Depredación de animales domésticos por grandes felinos en zonas rurales de Costa Rica. Mesoamericana 6, (3) Septiembre de 2002. Pág. 29.

Almeida, A.E. De. 1976. Jaguar hunting in the Mato Grosso. Stanwill Press, Londres.

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2000. Informe Borrador. Mapa de Vegetación de Panamá. Proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño, Panamá. 51 pp., anexos, mapa.

Aranda, J.M. 1994. Importancia de los pecaries (*Tayassu spp.*) en la alimentación del jaguar (*Panthera onca*). Acta Zoológica Mexicana (ns) 62: 11-22.

CGR (Contraloría General de la República). 2001. Censos nacionales de población de vivienda. Volumen I, Tomo 2. 601pp+anexos.

Crawshaw, P. & H. Quigley. 2002. Hábitos alimentarios del jaguar y el puma en el Pantanal, Brasil, con implicaciones para su manejo y conservación. El jaguar en el Nuevo Milenio. 223-235.

Dalponete, J.C. 2002. Dieta del jaguar y depredación de ganado en el Pantanal, Brasil. El jaguar en el Nuevo Milenio. 209-221.

Emmons, L.H. 1987. Comparative feeding ecology of felids in a neotropical forest. Behav. Ecol. Sociobiol. Zo: 271-283.

Goldman, E.A. 1920. Mammals of Panama. Smithsonian Miscellaneous collections. 69 (5):1-309.

González-Fernández, A. J. 1994. Incidencia y factores predisponentes de la depredación de ganado por jaguares (*Panthera onca*) y pumas (*Puma concolor*) en los llanos boscosos de Venezuela. UNELLEZ. Tesis de Maestría. 93 p.

Hoogesteijn, R., E. Boede & E. Mondolfi. 2002. Observaciones de la depredación de bovinos por jaguares en Venezuela y los programas gubernamentales de Control. El jaguar en el Nuevo Milenio. 183-197.

Hoogesteijn, R., A. Hoogesteijn & E. Mondolfi. 1992. El dilema depredación vs. Conservación del jaguar y análisis de la mortalidad de bovinos causada por felinos en tres Hatos del Llano Venezolano. En Felinos de Venezuela. Biología, ecología y conservación. Impresión: Raul Clemente Editores C.A. Caracas, Venezuela. 129-160.

Hoogesteijn, R. & E. Mondolfi. 1992. El Jaguar tigre americano. Armitano Editores. Venezuela. 182 p.

Hornocker, M. G. 1970. An analysis of mountain lion predation upon mule deer and the elk in the Idaho Primitive area. Wildlife Monograph 21, 1-39.

IGNTG (Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia). 1988. Atlas Nacional de la República de Panamá. Tercera Edición. Panamá. 222pp.

López-González, C. & D. Brown. 2002. Distribución y estado de conservación del jaguar en el noroeste de Mexico. El jaguar en el Nuevo Milenio. 379-391.

- Kiltie, R. 1984. Size ratios among sympatric neotropical cats. *Oecologia* 61: 411-416.
- Mazzolli, M., M. Graipel & N. Dunstone. 2002. Mountain lion depredation in southern Brazil. *Biol. Cons.* 105: 43-51.
- Nowell, K. & P. Jackson. 1996. Wild cats: Status, survey and conservation plan. IUCN/SSC Cat Specialist group. 382 pp.
- Núñez, R., B. Miller & F. Lindzey. 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, Mexico. *El jaguar en el Nuevo Milenio*. 107-126.
- Polisar, J. 2000. Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological perspectives of a management issue. Gainesville. Universidad de Florida. Tesis Doctoral. 228 p.
- Quigley, H. B. & P. G. Crawshaw Jr. 1992. A conservation plan for the jaguar (*Panthera onca*) in the Pantanal region of Brasil. *Biol. Cons.* 61:149-157.
- Rabinowitz, A. 1995. Jaguar conflict and conservation, a strategy for the future. Proceedings of the first international Wildlife Management Congress (J.A. Bisonette y P.R. Krausman, eds.), pp394-397.
- Rabinowitz, A. 1986. Jaguar predation on domestic livestock in Belize. *Wild. Soc. Bull.* 14: 170-176.
- Rabinowitz, A. & B. Nottingham. 1986. Ecology and behaviour of the jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. *J. Zool. lond. (A)* 210: 149-159.
- Sáenz, J. & E. Carrillo. 2002. Jaguares depredadores de ganado en Costa Rica: Un problema sin solución? *El jaguar en el Nuevo Milenio*. 127-137.
- Schaller, G.B. & J.M.C. Vasconcelos. 1978. Jaguar predation on Capibaras. *Zeitschrift für Säugetier*, 43:296-301.

Schiaffino, K; L. Malmierca & P. Perovic. 2002. Depredación de cerdos domésticos por jaguar en un area rural vecina a un parque nacional en el noroeste de Argentina. El jaguar en el nuevo Milenio. 251-264.

Sunquist, M. & F. Sunquist. 1989. Ecological constraints on predation by large felid, in Carnivore Behavior, Ecology and Evolution. (J.L. Gittleman, ed.), Cornell University Press. Pp. 283- 301.

Sunquist, M., I. Maxit & D. Scognamillo. 1998. Jaguars, Pumas and Cattle Ranching: Defining the critical variables for coexistence. A final report. 36 p.

Swank, W. & J. G. Teer. 1989. Status of the jaguar- 1987. Oryx Vol. 23 N°1. Págs. 14-21

USAID-ANAM-STRI. 1999. Proyecto de Monitoreo de la Cuenca del Canal de Panamá (PMCC). Informe Final. República de Panamá. 651 págs.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros reconocimientos a Dr. Rafael Samudio y a Lic. Julieta Carrión de Samudio, M.Sc., por sus consejos, comentarios y sugerencias, y por confiar en nosotros desde un principio. Al director de Áreas Protegidas de la ANAM, Lic. Ricardo Rivera por su apoyo. Agradecemos a los directivos y guarda parques de la Dirección Regional de ANAM de Colón y Portobelo. Un agradecimiento especial a Joshua Gates y los ganaderos que dedicaron su tiempo a atendernos incondicionalmente. Gracias, a Alonso Santos, Pedro Méndez, Publio González y Aida Bustamante Ho por su cooperación y revisión en el manuscrito, al Lic. Julio Moreno por sus consejos y apoyo en la adquisición de documentos.

Recibido diciembre de 2004, aceptado diciembre de 2007.



APLICACIÓN DEL ANALISIS DE SERIE DE TIEMPO AL REGISTRO DEL NÚMERO DE ANIMALES DEL PROGRAMA PARA LA ERRADICACIÓN Y PREVENCIÓN DEL GUSANO BARRENADOR (*Cochliomyia hominivorax*) DEL GANADO

⁽¹⁾Ana María Concepción Sánchez, ⁽²⁾ Gonzalo I. Carrasco O, ⁽³⁾ Rafael Camarena A.

⁽¹⁾Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Escuela de Estadística, E-mail: azulplateado1100@yahoo.com

⁽²⁾ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Departamento de Estadística. Centro de Investigación y Consultoría Estadística. E-mail: gcarrasco27@hotmail.com

⁽³⁾ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Departamento de Estadística.

RESUMEN

Este trabajo presenta la aplicación del análisis de serie de tiempo al número de animales inspeccionados diariamente entre los meses de enero a octubre de 2004, en 6 (seis) de los 7(siete) puestos del departamento Control de Movilización de Animales (CMA) del programa de erradicación y prevención del gusano barrenador del ganado de COPEG (Comisión Panamá-Estados Unidos para La Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado). En el estudio se utiliza la metodología desarrollada por Box-Jenkins para ajustar a una serie un tipo especial de modelos, denominados ARIMA (Autorregresive Integrated Moving Average). Los resultados mostraron que el número de animales inspeccionados diariamente presentan una media constante a través del tiempo, es decir que en los meses estudiados el registro promedio diario es aproximadamente el mismo, no ocurre un crecimiento o disminución considerable que indique algún cambio en la fluidez de animales inspeccionados en estos puestos de control; también esta serie resultó estar dominada por un componente estacional, con una periodicidad aproximada de 7 días, cuya ecuación de pronóstico se determinó.

PALABRAS CLAVES

Gusano Barrenador (*Cochliomyia hominivorax*), correlograma parcial y simple, media móvil, modelos ARIMA.

ABSTRACT

This work shows the application of the analysis of time series to the number of animals inspected daily between January and October of 2004, in 6 (six) out of 7(seven) posts of the department of Control of Animals Mobilization (CMA), which is part of the eradication program and prevention of the barrenador worm of the COPEG cattle (Panama- United States Commission for the Eradication and Prevention of the cattle worm (*Cochliomyia hominivorax*) program. The methodology developed by Box-Jenkins is used in order to fit to a series a special type of models, named ARIMA (Autorregresive Integrated Moving Average). The results showed that the number of animals inspected daily presents an average constant through time, meaning that in the studied months the daily registry average is approximately the same, does not happen a growth or considerable diminution that may indicate some change in the animal fluidity inspected in these control posts; also this series turned out to be dominated by a seasonal component, with an approximated regularity of 7 days.

KEYWORDS

Barrenador Word (*Cochliomyia hominivorax*), partial and simple correlogram, moving average ARIMA models.

INTRODUCCIÓN

Los animales que son trasladados dentro y fuera de la República de Panamá, como medida sanitaria, deben ser controlados mediante inspección, para certificar que tengan las autorizaciones reglamentarias para el movimiento como animales sanos y libres de cualquier patología. El departamento de Control de Movilización de Animales (CMA) es el encargado de las inspecciones. Es parte estructural de la comisión encargada de Erradicar y Prevenir el Gusano Barrenador del Ganado (COPEG). (COPEG 2007). También inspecciona los animales que se encuentran en subastas ganaderas fijas y temporales del país, y la verificación de la llegada y sacrificio de especies sensibles a la fiebre aftosa procedentes de la provincia de Darién a los mataderos oficiales. Este programa forma parte de la planificación, que a nivel regional de Norte a Centroamérica ha venido realizando el Gobierno de Estados Unidos con apoyo de cada uno de los países beneficiados. Inicia en 1994 cuando se firma el Acuerdo Cooperativo entre el Ministerio de

Desarrollo Agropecuario (MIDA) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG).

Teniendo como premisa la necesidad de llevar a cabo un análisis de serie de tiempo al número de animales inspeccionados en todos los puestos de control de movilización de animales y con el propósito de optimizar los escasos recursos del CMA, se llevó a cabo este estudio que permite pronosticar los animales a inspeccionar. Se utilizaron modelos ARIMA (Proceso de promedio móvil autorregresivo integrado) para determinar la ecuación de pronóstico según la metodología desarrollada por Box-Jenkins (Camarena, 1997 & Maddala, 1996) y se utilizaron pruebas estadísticas Kruskal-Wallis y Levene para la comprobación de la homogeneidad de varianzas e igualdad de media. (Newbold, 1997 y Richard & Dennis, 1986).

MATERIALES Y METODOLOGÍA

La información utilizada en el estudio fue proporcionada por el departamento de Control de Movilización de Animales (CMA). La serie estudiada cuenta con 305 observaciones diarias de inspecciones hechas en los diez (10) primeros meses del año 2004. Cada observación es el resultado de la suma total del número de animales inspeccionados en los seis (6) puestos que se encuentran ubicados en la Provincia de Panamá, Colón y Darién.

$X(t)$ = Serie compuesta por la variable número de animales inspeccionados diariamente en los puestos de inspección.

t = dato diario ($t = 1, 2, \dots, 305$).

Formulación de la serie

$$X_t = \sum_{j=1}^6 X_{jt}$$

j = Puestos (1, 2, 3, 4, 5, 6).

t = Días (1, 2, 3, 4, ..., 305).

X_{1t} = Serie de animales inspeccionados en el puesto de La "Y" de Colón

X_{2t} = Serie de animales inspeccionados en el puesto de Capira .

X_{3t} = Serie de animales inspeccionados en el puesto de Gatún.

X_{4t} = Serie de animales inspeccionados en el puesto de Agua Fría.

X_{5t} = Serie de animales inspeccionados en el puesto de Platanilla.

X_{6t} = Serie de animales inspeccionados en el puesto de Palmas Bellas

En el análisis predictivo se utilizó la técnica estadística de Box-Jenkins que es una de las metodologías de uso más amplio para el análisis de las series de tiempo, debido a su generalidad ya que puede manejar cualquier serie estacionaria o no, con o sin elementos estacionales (G.S. Maddala, 1996). Este modelo se denota por la expresión: ARIMA (p, d, q) (en caso no estacional), y es una combinación de técnicas autorregresivas (AR (p)) y medias móviles (MA(q)) aplicadas sobre datos no diferenciados ($d = 0$) o diferenciados ($d > 0$) como el diferenciado de primer o segundo orden (∇^d ; $d = 1$ ó 2), $d = 1$ cuando la tendencia es lineal y $d = 2$ cuando se tiene tendencia por ejemplo cuadrática. O bien, diferenciado estacional (∇_s), para atenuar algún efecto estacional de período s . En el caso estacional los modelos Box-Jenkins como: ARIMA (p, d, q)* (P, D, Q) s , en donde el primer paréntesis se expresa la parte regular de la serie y el segundo paréntesis se refiere a la parte estacional (Saijas, 2003).

Los pasos a seguir en la metodología de Box-Jenkins son los siguientes (Cornejo, 2002):

1. Primeramente se estudia descriptivamente la serie para determinar los componentes predominantes tendencia, ciclo, estacional y aleatorio o irregular; en este punto también se verificará si la serie es estacionaria que no más que la condición de media y varianza constante. Para la comprobación de estacionalidad en media se utilizará la prueba Kruskal-Wallis $H = \frac{1}{S^2} \left[\sum_{i=1}^J \frac{R_i^2}{n_i} - \frac{n(n+1)^2}{4} \right]$, alternativa no paramétrica al ANOVA, si la suposición de normalidad no es asumible, esta prueba contrasta la hipótesis nula de que las n muestras independientes proceden de la misma población y, en particular, todas ellas tienen la misma esperanza (medias). En caso de la varianza se hará uso del estudio gráfico de la dispersión del número de animales inspeccionados por día, la cual visualmente nos permitirá determinar su estacionariedad.
2. En el segundo paso se continúa con la identificación de la estructura del modelo al comprobar la no estacionalidad, en tal caso se aplicará el diferenciado que fuese necesario para estabilizar la varianza, la cual una vez diferenciada se verificará a través de la

$$SC_{total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (D_{ij} - \bar{D}_i)^2, \quad SC_{inter} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{D}_i - \bar{D})^2,$$

prueba de Levene

que es la que emplea SPSS y robusta al supuesto de normalidad, esta consiste en llevar a cabo un análisis de varianza de un factor utilizando como variable dependiente la diferencia en valor absoluto entre cada puntuación individual y la media (o la mediana, o la mediana recortada) de su grupo (Pérez L., 2001); en el caso que se necesite estabilizar la (media) se hará a través de las transformación Box-Cox. Para convertir el proceso subyacente en estacionario y determinar la estructura del proceso estacionario resultante, examinando los correlograma (simple y parcial) para decidir los órdenes apropiados de los componentes AR (proceso autorregresivo), MA (proceso de promedio móvil) y ARMA (proceso de promedio móvil autorregresivo). En base a esto, se llega a un modelo ARIMA tentativo a utilizar.

3. Luego del segundo paso se procede a estimar los parámetros del modelo ARIMA tentativo identificado.
4. Seguido de la verificación del diagnóstico del modelo, que consiste en comprobar si los errores del modelo son una realización de un ruido blanco, es decir, se comprobará que los errores tienen media cero, que son estables en varianza, que sus observaciones están incorrelacionadas y que proceden de una distribución normal.
5. Por último, se utilizará el modelo de ecuación que mejor se ajuste a la serie de datos para pronosticar.

La comprobación de la homogenidad de varianza e igualdad de media se realiza mediante pruebas estadísticas de Kruskall-Wallis y Levene siguiendo una hipótesis con los siguientes planteamientos:

Primer Planteamiento:

H0: No existe diferencia significativa en el promedio de animales inspeccionados diariamente.

H1: Existe diferencia significativa en al menos dos promedios de animales inspeccionados diariamente.

Segundo Planteamiento:

H0: No existe diferencia significativa en la variabilidad del número de animales inspeccionados diariamente.

H1: Existe diferencia significativa en la variabilidad del número de animales inspeccionados diariamente.

Tercer Planteamiento:

H0: La varianza de los residuos del modelo es igual para los siete días.

H1: La varianza de los residuos del modelo es distinta para al menos uno de los siete días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio Descriptivo

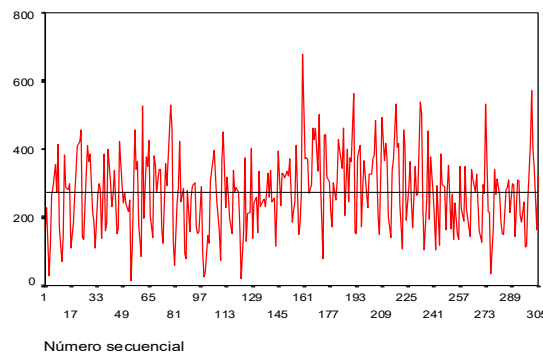


Fig. 1. Número de animales inspeccionados diariamente. Enero - octubre 2004.

Tendencia: Como podemos observar en la Figura 1 de la serie estudiada, su aspecto no manifiesta evolución sostenida ni hacia arriba ni hacia abajo o curva evidente que muestre alguna tendencia específica; en su lugar se observa un comportamiento oscilatorio casi uniforme acompañado de mucha irregularidad, de modo que los datos con respecto al tiempo se comportan casi igual a lo largo de la serie.

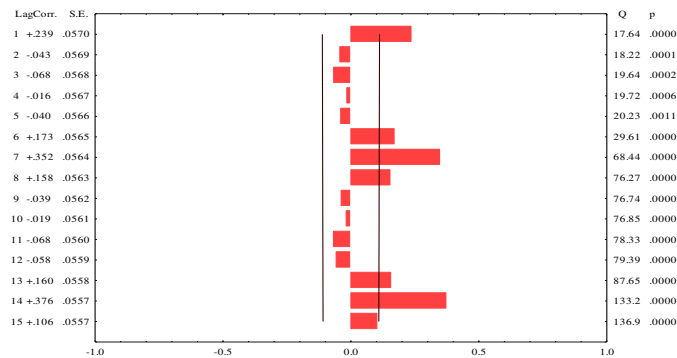


Fig. 2. Correlograma simple del número de animales inspeccionados diariamente. Enero-octubre 2004.

Estacional: En la Figura 2, indica valores elevados para $k = 1, 6, 7, 8, 13$ y 14 , esto significa que las correlaciones son significativas, pero específicamente los rezagos $7, 14, \dots, k*7$ registran una estacionalidad a 7 días.

Aleatoriedad o Irregularidad: La sucesión de barras se muestran en ambos lados del correlograma, es decir positivamente y negativamente con respecto al eje donde el valor de correlación es cero, lo cual nos demuestra un grado de aleatoriedad en los datos.

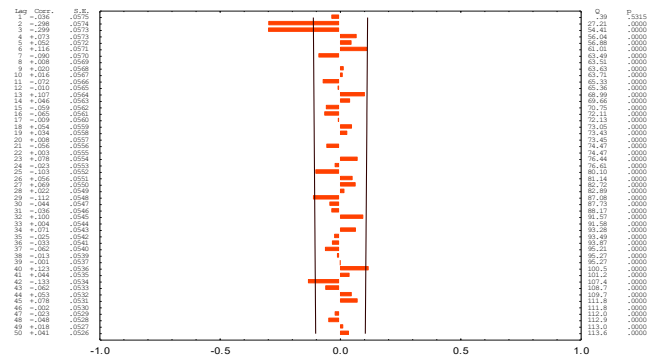


Fig. 3. Correlograma simple de la serie ajustada estacionalmente.

Cíclico: En la Figura 3, se observa que las barras 2 y 3 resultan significativas a diferencia del resto que se mantienen dentro de la banda de confianza, indicando así que la participación del efecto cíclico no es importante; sin embargo sabemos que la serie cuenta con

relativamente pocos datos (8 meses) y el componente cíclico se observa en periodos largos de dos o más años; por consiguiente no hay evidencia suficiente para sustentar la participación del componente cíclico, de modo que se descarta del modelo.

Tabla 1. Resultado de la prueba Kruskal Wallis del número de animales inspeccionados diariamente: enero-octubre 2004.

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	NÚMERO
Chi-cuadrado	109.645
gl	6
Sig. asintót.	.000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: DAY, período

La Tabla 1 nos indica que la probabilidad del estadístico calculado es menor que el nivel de significación (P_c es un valor cercano a $0 < P_r .05$) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe diferencia significativa en al menos uno de los promedios de animales inspeccionados diariamente, por lo tanto la serie no es constante en media.

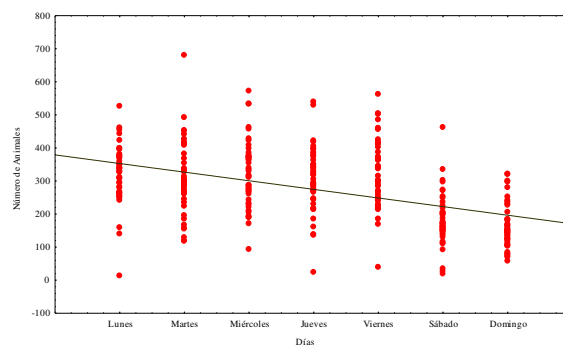


Fig. 4. Dispersión del número de animales inspeccionados diariamente por día. Enero - octubre 2004.

Observando la Figura 4, la nube de puntos de cada uno de los días no están uniformemente espaciados y comparativamente no están a la misma altura o igualmente distribuidos, específicamente los días

sábados y domingos los dos son mucho más bajos, lo que nos indica que la serie no es constante en varianza.

Por medio del análisis hecho a la serie en los puntos anteriores, ésta resulto ser no estacionaria debido a que no es constante en media ni en varianza, producto del efecto del componente estacional.

Identificación de la Estructura del Modelo

Como la serie no es estacionaria se hará uso de las transformaciones Box-Cox ($\ln X_t$ = Logaritmo natural, $X^2(t)$ = Potencia al cuadrado, $\sqrt{X_t}$ = Raíz cuadrada) para estabilizar la varianza; a continuación se le aplicará un diferenciado estacional a 7 períodos, para atenuar el componente estacional que se da cada 7 días y estabilizar la media.

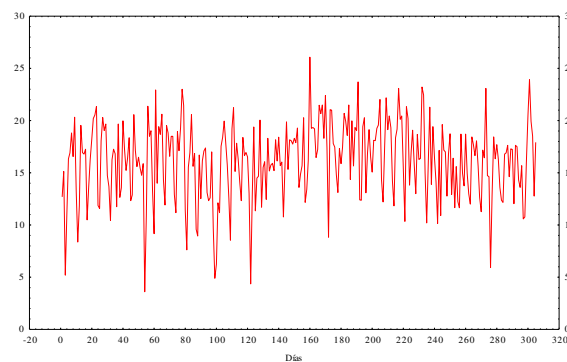


Fig. 5. Transformación del número de animales inspeccionados diariamente a raíz cuadrada $x^{.5}$: enero-octubre 2004.

Tabla 2. Prueba de Levene para la homogeneidad de varianza de la transformación Box-Cox del número de animales inspeccionados diariamente a raíz cuadrada: enero - octubre 2004.

Prueba de homogeneidad de varianzas

RAÍZ

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
.291	6	298	.941

De las tres transformaciones realizadas, la raíz cuadrada fue la que mejor estabilizó la varianza respaldado por la prueba de Levene, la cual nos indica que la probabilidad del estadístico calculado es mayor que el nivel de significación ($P_c 0.0941 > Pr 0.05$) aceptándose la igualdad de varianza.

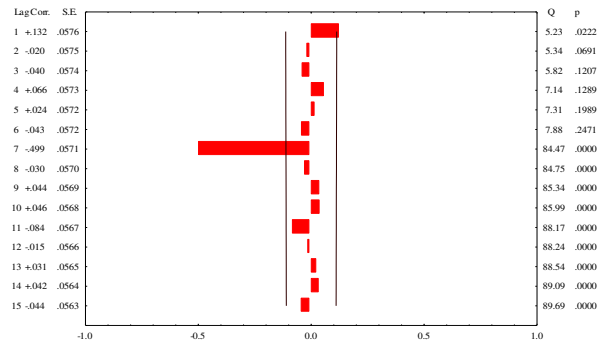


Fig. 6. Correlograma simple de la transformación del número de animales inspeccionados diariamente a raíz cuadrada con un diferenciado de orden 7 $x^{1.5}$; D(-7): enero - octubre 2004.

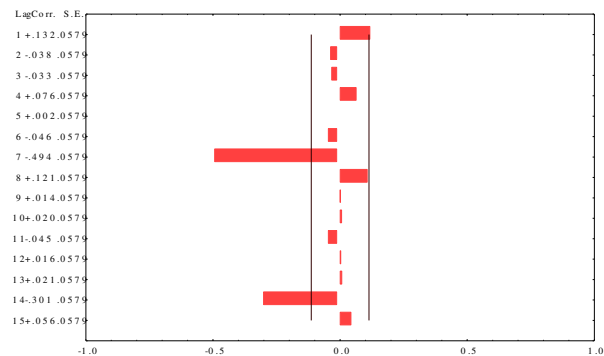


Fig. 7. Correlograma parcial del número de animales inspeccionados diariamente a raíz cuadrada con un diferenciado de orden 7 $x^{1.5}$; D(-7): enero - octubre 2004.

Al comparar el correlograma simple y parcial de la serie transformada: $\sqrt[2]{X_{(t)}}$; D(-7), con los correlogramas teóricos de ARIMA se identifican los modelos Media Móvil estacional puro: MA

(0, 1, 1)⁷ y MA (0, 1, 2)⁷. Luego de hacer la validación, resultó mas adecuado el modelo: MA (0,1,1)⁷.

Estimación de los Parámetros del Modelo

Tabla 3. Parámetros del modelo ARIMA del número de animales inspeccionados diariamente. Enero-octubre 2004.

Input:NÚMERO DE ANIMALES (new.sta)						
Transformations: x [^] .5,D(7)						
Model:(0,0,0)(0,1,1)			Seasonal lag: 7		MS Residual=10.592	
Parámetro	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(296)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	0.038473554	0.041075382	0.936657248	0.349698456	-0.042363239	0.119310346
Qs(1)	0.79896044	0.041888965	19.0732912	un valor cercano a 0	0.716522489	0.881398355

En la Tabla 3 se resume el análisis estadístico en la estimación del parámetro modelo.

- La Constante del Modelo $\longrightarrow$ ($\mu = 0.03847354$). Como se observa el valor de la constante del modelo no es significativa, por consiguiente se descarta de la ecuación de pronósticos.
- El Valor del Parámetro Estacional $\longrightarrow$ ($\theta = 0.79896044$). Como se puede observar el parámetro estimado es significativo, por consiguiente se incluye en la ecuación de pronóstico.

El modelo ARIMA de predicción para la serie del Número de Animales Inspeccionados está dado por (Camarena A., 1997):

$$x'_t - x'_{t-7} = e_t - \theta e_{t-7}$$

$$x'_t - x'_{t-7} = e_t - 0.79896044 e_{t-7}$$

donde;

$$x'_t = \sqrt{x_t}$$

e_t = se obtiene de un proceso ruido blanco con distribución normal de varianza σ^2

θ = parámetro estimado de Q (1)

t = tiempo

Validación del Modelo

En este punto se debe comprobar si los residuos del modelo son una realización de un proceso de ruido blanco.

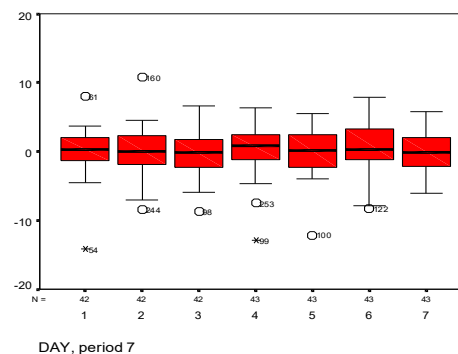


Fig. 8. Residuos del modelo ARIMA (0,0,0)(0,1,1). Enero - octubre 2004.

El gráfico de caja de los residuales (Fig.8), indica que las medias para cada uno de los días es aproximada igual a cero, esto sugiere medias residuales nulas.

Tabla 4. Prueba de Levene para la homogeneidad de varianza de los residuos del modelo: enero-octubre 2004.

Prueba de homogeneidad de varianzas

RESIDUOS			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
.276	6	291	.948

En la Tabla 4 se observa que los residuos del modelo, resultaron con una probabilidad mayor que el nivel de significación ($P_c 0.948 > P_r 0.05$) por consiguiente se acepta la hipótesis nula de que la varianza de los residuos son iguales para los siete días, por lo tanto los residuos son de varianza constante.

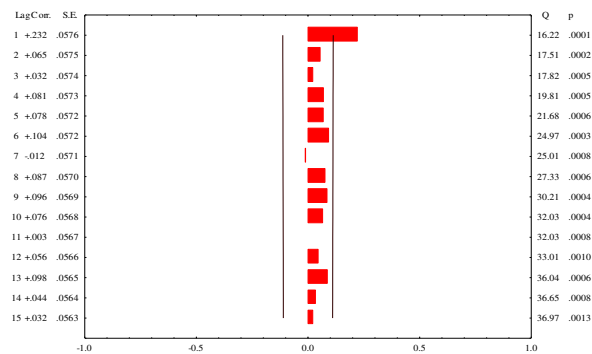


Fig. 9. Correlograma simple de los residuos del modelo ARIMA (0,0,0)(0,1,1): Enero - octubre 2004.

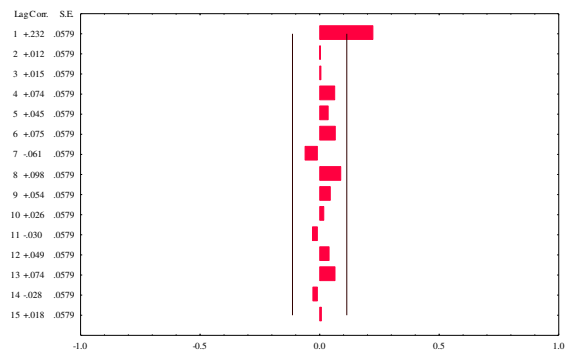


Fig. 10. Correlograma parcial de los residuos del modelo ARIMA (0,0,0)(0,1,1): Enero - octubre 2004.

En las Figuras 9 y 10 los residuos del modelo se observa que después del primer rezago se cae abruptamente a cero y los demás rezagos se mantienen dentro de la banda de confianza, esto demuestra que sus observaciones están incorrelacionadas, por lo tanto la serie de errores es aleatoria.

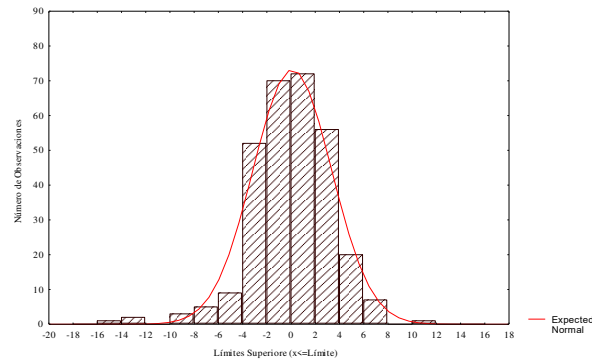


Fig. 11. Histograma de los residuos del modelo ARIMA (0,0,0)(0,1,1): Enero-octubre 2004.

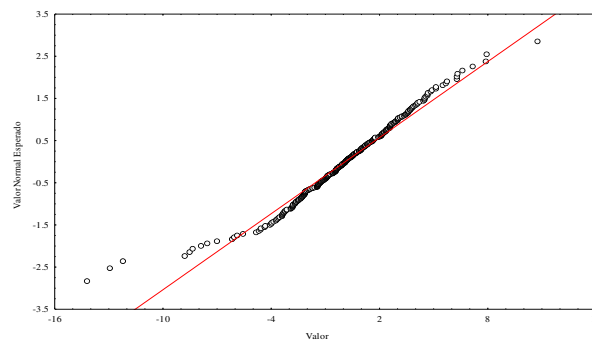


Fig. 12. Probabilidad normal de los residuos del modelo ARIMA (0,0,0)(0,1,1): Enero-octubre 2004.

En la Figura 11, muestra que los residuos del modelo parecen estar distribuidos normalmente. También la Figura 12 de la probabilidad normal, parece sugerir lo mismo exceptuando algunos datos atípicos que podrían resultar de errores de medición, por consiguiente los residuos provienen de una distribución normal.

El análisis hecho a los residuales, nos comprueban que es un proceso de ruido blanco y el modelo es adecuado para pronosticar.

Pronóstico

Para los datos diarios de la serie número de animales inspeccionados diariamente tenemos que:

$$x_t = \nabla_7 x'_t = (1 - B^7) x'_t = x_t - x_{t-7} = x'_t - x'_{t-7} = e_t - \theta e_{t-7} = x'_t = x'_{t-7} + e_t - \theta e_{t-7}$$

Ecuación (a) $\longrightarrow x'_t = x'_{t-7} + e_t - \theta e_{t-7}$

donde $\longrightarrow x'_t$ es la transformación Box-Cox $\sqrt{x_t}$

$\hat{x}$ = Pronóstico

$\hat{x}_{t+h} = \hat{x}_t(h)$

t = Primer subíndice proporciona el origen del pronóstico.

h = Segundo subíndice proporciona el horizonte del pronóstico

Pronósticos a corto plazo

Utilizando la ecuación (a) se pronosticará, para h = 1

$$\hat{x}'_{305+1} = \hat{x}'_{305}(1) = x'_{305-7} + e_{305} - \theta e_{305-7}$$

$$\hat{x}'_{306} = x'_{298} + (x'_{305} - \hat{x}'_{305}) - 0.79896044(x'_{298} - \hat{x}'_{298})$$

$$\sqrt{\hat{x}'_{306}} = \sqrt{116} + \sqrt{321} - \sqrt{148} - 0.79896044(\sqrt{116} - \sqrt{155})$$

$$(\sqrt{\hat{x}'_{306}})^2 = (15.17774646)^2$$

$$\hat{x}_{306} \approx 230 \text{ (Newbold, P., 1997)}$$

CONCLUSIONES

El número de animales inspeccionados diariamente se presenta con un comportamiento esencialmente constante a través del tiempo, es decir, en el periodo de estudio el registro promedio diario es similar, no ocurre un crecimiento o disminución considerable que indique algún cambio en la cantidad de animales inspeccionados.

La serie resultó estar dominada por el componente estacional, el cual es un comportamiento periódico de 7 días. Por otro lado, el promedio de animales inspeccionados para los días de la semana (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes) es relativamente más alto que los fines de semana (sábado y domingo).

Respecto a la validación del modelo este resulto un modelo con componente estacional ARIMA (0, 1, 1)₇ y cuya ecuación de pronóstico a corto plazo es $x'_t - x'_{t-7} = e_t - 0.79896044e_{t-7}$

REFERENCIAS

Camarena A., R. 1997. Monografía: Algunos Modelos de Predicción para Series de Tiempo Univariadas. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Departamento de Estadística. 28pp.

COPEG. 2007. En <http://www.copeg.org/> visitada en diciembre de 2007.

Cornejo, G. 2003. Proyección de Pasajeros para Lan Chile en la Ruta Santiago Isla de Pascua a través de un Modelo Arima [Internet] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/proyisla/proyisla.shtml>.

Maddala, G.S. 1996. Introducción a la Econometría. Segunda Edición. Editorial. 715 pp.

Newbold, P. 1997. Estadística para los Negocios y la Economía. Cuarta Edición. 752pp.

Pérez López, C. 2001. Técnicas Estadísticas con SPSS. 571pp.

Seijas, C. 2003. Modelo Estocástico de la Serie de Tiempo Económica “ Inflación en Venezuela (Junio 95 a Julio2000) [Internet] Disponible en: <http://servicio.cid.uc.edu.ve/ingenieria/revista/a9n1/9-1-6.pdf>.

William, M., L. Richard & D. Dennis. 1986: Estadística Matemática con Aplicaciones. 629 pp.

Recibido junio de 2006, aceptado diciembre de 2007.



INFORMACIÓN PRELIMINAR SOBRE LA DIETA DE JAGUARES Y PUMAS EN CANA, PARQUE NACIONAL DARIÉN, PANAMÁ

Ricardo Moreno

Sociedad Mastozoológica de Panamá, Apartado Postal 0835-00680, Parque Lefevre, Zona 10, Panamá, Panamá.

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Box 2072, Balboa, República de Panamá.

RESUMEN

En Panamá se sabe poco sobre la dieta del jaguar (*Panthera onca*), por lo que se realizó un estudio ecológico sobre el jaguar, otros felinos y sus presas en el Área de Cana, Parque Nacional Darién. En esta comunicación se presentan datos preliminares sobre los hábitos alimentarios de jaguares y pumas (*Puma concolor*) en Cana en meses diferentes (n=8), desde el 2004 hasta el 2007, con un total de 368 km recorridos. Se colectaron excretas a lo largo de los caminos o senderos, se lavaron e identificaron. Los restos de presas fueron identificados por medio de asociación de huellas y el comportamiento de depredación por cada especie de felino. Se encontró que el *Bradypus variegatus*, *Pecari tajacu* y el *Tayassu pecari* son importantes para pumas y jaguares. La dieta fue muy similar en las dos especies (W= 58.5; P= 0.152), concluyendo que hasta el momento los mamíferos son las principales presas de estas dos especies de felinos, tal como ha sido descrito por otros investigadores.

PALABRAS CLAVES

Provincia de Darién, Panamá, dieta, *Panthera onca*, *Puma concolor*, Estación de Cana, presas.

ABSTRACT

In Panama, little is known about the diet of the jaguar (*Panthera onca*), therefore an ecological study was carried out on the jaguar, other felines and their prey in the area of Cana, Darien National Park. In this paper, preliminary data on the feeding habits of jaguars and pumas (*Puma concolor*) in Cana is given, from different months (n=8) from 2004 to 2007 with a total of 368 km traveled. The scats were collected along

the trails or paths, they were washed and identified. The remainders of prey were identified by the association of tracks and the behavior of predation of each species of cat. It was found that the *Bradypus variegatus*, *Pecari tajacu* and *Tayassu pecari* are important for pumas and jaguars. The diet was very similar in the two species ($W = 58,5$; $P = 0.152$), thus concluding that up to now mammals are the main prey of these two species of cats, as described by other researchers.

KEYWORDS

Darien Province, Panama, diet, *Panthera onca*, *Puma concolor*, Cana station, preys.

INTRODUCCIÓN

Los hábitos alimentarios de jaguares (*Panthera onca*) y pumas (*Puma concolor*) son conocidos en lo extenso de la distribución geográfica (Iriarte *et al.*, 1990, Sunquist & Sunquist, 2002); con información relevante en algunos sitios en Centro América, que incluyen su historia natural, ecología (Rabinowitz & Nottingham, 1986, Carrillo, 2000, Núñez *et al.*, 2002, Moreno, 2006), y densidades (Kelly, 2003, Silver *et al.*, 2004, Moreno, 2006, Moreno & Bustamante, 2007, Bustamante & Moreno, 2007). En Panamá, información sobre el jaguar y el puma (*Puma concolor*) son escasas, limitadas a inventarios de fauna (Santamaría, 2000), datos anecdóticos y comunicación con lugareños, con excepción de información en la Isla de Barro Colorado, en el área de la cuenca del Canal de Panamá, donde se reportan datos de la dieta del puma (Moreno, 2002, Moreno *et al.*, 2006, Moreno & Olmos en Prensa). Al trabajar con carnívoros es de suma importancia obtener información sobre los hábitos alimentarios, ya que la dieta puede ser el reflejo de la salud del ecosistema, como también si los individuos de un área específica son depredadores oportunistas o especialistas.

El puma es un felino grande y su masa corporal puede variar entre los 28 – 170 kg a lo largo de su distribución en América, mientras que el jaguar es de mayor tamaño y su masa corporal oscila entre 36- 158 kg (Sunquist & Sunquist, 2002). Los pumas de mayor talla los encontramos en los extremos de norte y sur América y pueden depredar especies tan grandes como un alce (*Alces alces*), guanacos (*Lama guanicoe*), caballos (*Equus equus*) y especies como roedores medianos y pequeños en los trópicos (Iriarte *et al.*, 1990, Moreno, 2002, Moreno *et al.*, 2006, Núñez *et al.*, 2000, Sunquist & Sunquist, 2002). Los jaguares más grandes son encontrados en Venezuela y

Brasil, poseen la capacidad de depredar grandes especies, entre las que se incluyen animales domésticos como caballos, vacas y especies silvestres como el tapir (*Tapirus bairdii*) (Garla *et al.*, 2001, Moreno & Olmos en prensa, Rabinowitz & Nottingham, 1986). Además, depredan roedores de tallas pequeñas como ratas semiespinosas (*Proechimys semispinosus*) a grandes como el capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) (Emmons, 1987, Seymour, 1989, Oliveira, 2002, Moreno *et al.*, 2006).

Los pumas y los jaguares juegan un rol importante en los ecosistemas donde habitan, ya que son parte de los factores que regulan las poblaciones de las especies presas en las diferentes áreas donde habitan. Al mismo tiempo, estos depredadores ejercen un efecto indirecto sobre las semillas, que a su vez son depredadas por las presas de estos carnívoros (Terborgh, 1990, 1992). En este reporte se describe información de los hábitos alimentarios de jaguares y pumas en la estación de Cana, en el Parque Nacional Darien, como parte de un gran proyecto sobre parámetros poblacionales y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas (Moreno, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio fue la estación de Cana situada en el centro del Parque Nacional Darien. El valle y sus cerros están cubiertos por una vegetación heterogénea, donde predomina el bosque siempre verde, junto a otras clases de vegetación dispersas por toda el área, incluyendo bosque siempre verde abierto y herbazales inundables (mayor descripción ver Moreno 2006). Se registro y colecto las excretas de estos animales siguiendo la descripción de Emmons (1987), Rabinowitz & Nottingham (1986), Moreno (2002), Moreno *et al.* (2006). Se identifico y se separo las excretas de jaguar y la de puma por medio de rastros asociados, ya que los dos gatos caminaban por los mismos senderos. Las excretas de puma se asociaron a rasgados en el suelo, el cual deja siempre un cúmulo de hojas secas en uno de los extremos y en esa área del cúmulo por lo general están las excretas o a pocos metros de estos rasgados. Las de jaguares solo están puestas en los caminos. La estación de Cana presenta una serie de senderos (10), los cuales van desde 1.5 a 10 km de longitud, en donde se realizaron las colectas de las excretas. Las caminatas en los

anteriores senderos fueron efectuadas todas las semanas, entra las 6:30 a.m. y las 15:00 p.m. y la búsqueda se realizó entre diciembre 2004 a febrero 2005, fin de mayo a septiembre de 2005, diciembre de 2005 a febrero de 2006 y fines de enero de 2007 con un total de 368 km recorrido.

La dieta se determinó por medio de un análisis de heces (o excretas) y se complementó con restos de cadáveres encontrados en los senderos del área (Moreno, 2002, Moreno *et al.*, 2006, Núñez, 1999). Las heces fueron asignadas a una especie de felino basado en las huellas asociadas, rasgados en el suelo, marcas, olores, fotografías, entre otros (Rabinowitz & Nottingham, 1986, Aranda, 1994, Moreno & Giacalone, 2006). Las huellas se identificaron en base al manual de campo de Aranda (2000) y Reid (1997). Los restos de las presas también fueron asociadas a las huellas presentes en el sitio, mordidas en los cadáveres y excretas cercanas. Las heces se desintegraron en forma manual; utilizando agujas y pinzas de disección para separar sus componentes como pezuñas, pelos, garras, dientes, pedazos de hueso y materia vegetal (Aranda, 1994). Luego los componentes se lavaron con detergente con abundante agua y una solución desinfectante para que no hubiese crecimiento de hongos en las muestras. Se utilizó un colador para eliminar el exceso de agua en el material de identificación y después se procedió a secar las muestras a temperatura ambiente (Moreno, 2002).

La identificación de los restos de las presas en las heces se hizo con la ayuda de un estereoscopio y la colección de referencia del Museo de Vertebrados de la Universidad de Panamá (Moreno, 2002, Moreno *et al.*, 2006). Para la descripción de la dieta de jaguares y pumas se tabuló la frecuencia de apariciones en las muestras (FA) sacando un promedio de apariciones de especies por muestras y también se obtuvo el porcentaje de ocurrencia en las muestras (%).

Se aplicó un test de Mann-Whitney (W) para establecer las diferencias estadísticas en la dieta de las dos especies. El test se aplicó con un nivel de confianza al 95% y fue analizado con el programa Statgraphics Plus 5.1 (Statistical Graphics Corp 1994-2001).

RESULTADOS

Se colectaron y examinaron 24 excretas, 15 de puma y 9 de jaguares durante el periodo de estudio. Además, se logró observar dos restos de presas asociadas a pumas y cinco a jaguares.

En las excretas de pumas aparecieron diez especies de presas y en las de jaguar siete, encontrando similitud ($W = 59$; $P = 0.171$) en la dieta de las dos especies. Para los pumas las principales presas fueron el saino (*Pecari tajacu*), seguidos por el perezoso de tres dedos (*Bradypus variegatus*) y el conejo pintado (*Agouti paca*) (Cuadro 1). Para jaguares las principales fueron el saino (*Pecari tajacu*) y el puerco de monte (*Tayassu pecari*) que aparecieron en dos excretas y las demás especies una sola vez (Cuadro 1).

Los restos de presas asociados a los pumas fueron de un conejo pintado (*Agouti paca*) y un saino (*Pecari tajacu*) y para los jaguares un tapir (*Tapirus bairdii*) (H. Arauz com. per.), un puerco de monte (*Tayassu pecari*), un conejo pintado (*Agouti paca*), un zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*) y una tortuga terrestre (*Geochelone carbonaria*).

Cuadro 1. Diversidad taxonómica preliminar de las presas de jaguares (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) en el área de la estación de Cana, Parque Nacional Darien.

Especies	<i>Puma concolor</i>		<i>Panthera onca</i>	
	FA	%	FA	%
<i>Tamandua mexicana</i>	1	5.5	0	0
<i>Bradypus variegatus</i>	3	16.6	1	11.1
<i>Choloepus hoffmanni</i>	1	5.5	0	0
<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	5.5	0	0
<i>Agouti paca</i>	2	11.1	0	0
<i>Dasyprocta punctata</i>	2	11.1	1	11.1
<i>Cerdocyon thous</i>	0	0	1	11.1
<i>Pecari tajacu</i>	5	27.7	2	22.2
<i>Tayassu pecari</i>	0	0	2	22.2
<i>Mazama americana</i>	1	5.5	0	0
Mono no ident	1	5.5	1	11.1
Aves no ident	1	5.5	0	0
Reptil no ident	0	0	1	11.1
Total	18	100	9	100
Numero de especies	10		7	
Numero de excretas	15		9	

DISCUSIÓN

Dentro del orden carnívoro, los felinos son los más especializados para la caza y todas sus características conductuales y morfológicas sirven para la detección y captura de presas (Kitchener, 1991, Seidensticker & Lumpkin, 2004).

Encontramos que en Cana los pumas son depredadores más generalistas que los jaguares, muy similar a lo encontrado en otras áreas, donde la mayoría de las veces depredan mayor diversidad de especies presas, como encontró Núñez *et al.*, (2000) donde los pumas consumieron 16 especies y los jaguares 7. Cabe destacar que la cantidad de mamíferos encontrados para las dos especies en tan pocas muestras podría ser el reflejo de las diferencias en habitats/diversidad entre Chamela - Cuixmala (Núñez *et al.*, 2000) y Cana. Sin embargo, en

algunas áreas registran que los jaguares utilizaron más especies que los pumas (Aranda & Sánchez-Cordero, 1996, Taber *et al.*, 1997). Estas diferencias se atribuyen a los diferentes tipos de hábitat, la disponibilidad de las presas y en diferentes escalas regionales y continentales (Moreno *et al.*, 2006). En la isla de Barro Colorado los pumas utilizaron 19 especies siendo los mamíferos los más consumidos (Moreno *et al.*, 2006) en un área de bosque tropical lluvioso con menos diversidad que Cana en Darien.

Los estudios sobre hábitos alimentarios en las dos especies muestran que los mamíferos representan un gran porcentaje en la dieta y también que son depredadores oportunistas (Almeida *et al.*, 2000, Aranda & Sánchez-Cordero, 1996, Chinchilla, 1997, Crawshaw, 1995, Emmons 1987, Garla *et al.*, 2001, Novack *et al.*, 2005, Núñez *et al.*, 2000, Moreno *et al.*, 2006, Rabinowitz & Nottingham, 1986, Weckel *et al.*, 2006). Posiblemente con una mayor cantidad de muestras se incremente el número de especies consumidas, sería la hipótesis a manejar en el futuro. Es importante señalar que estos datos son preliminares, por que para describir los hábitos alimentarios se necesitan por lo menos 40-50 excretas de cada especie, según lo reportado por Núñez (1999).

CONCLUSIONES

Se concluye que los hábitos alimentarios en Cana de jaguares y pumas son basados principalmente en mamíferos y en menor grado otras taxas como reptiles y aves. También, el número de especies depredadas concuerda con la disponibilidad y preferencia para cada especie de felino en base a la diversidad de presas existentes para la zona de Cana.

Se establecen las bases sobre el conocimiento de los hábitos alimentarios de pumas y jaguares, información valiosa para trabajos futuros. Es necesario saber que están comiendo nuestros carnívoros, ya que así podremos hacer interpretaciones para realizar mejores planes de conservación y manejo de la especie o de un área específica.

REFERENCIAS

- Almeida, R., E. Baldioceda, C. Payan & D. Chaves. 2000. Evaluando y valorizando las áreas silvestres protegidas para la conservación del jaguar en Mesoamérica; Costa Rica: Área de Conservación la Amistad-Pacífico. Avances del proyecto jaguar ACLA-P.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 212 pp.
- Aranda, M. 1994. Diferenciación entre las huellas de jaguar y puma: un análisis de criterios. Acta Zoológica Mexicana 63:75-78.
- Aranda, M. & V. Sanchez - Cordero. 1996. Prey spectra of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in tropical forests of Mexico. Studies of Neotropical Fauna and Environment 31:65-67.
- Bustamante, A. & R. Moreno. 2007. Densidad y segregación de hábitat por ocelotes (*Leopardus pardalis*), pumas (*Puma concolor*) y jaguares (*Panthera onca*), en el área Carbonera- Carate, Península de Osa, Costa Rica. Amigos de Osa / Wildlife Conservation Society / Jaguar Conservation Trust. 36 pag.
- Carrillo, E. 2000. Ecology and conservation of white lipped peccaries and jaguars in Corcovado National Park, Costa Rica, Ph.D Thesis, University of Massachusetts.
- Chinchilla, F. 1997. La dieta del Jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felis concolor*), y el manigordo (*Felis pardalis*) (Carnivora, Felidae) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 45:1223- 1229.
- Crawshaw, P.G. 1995. Comparative ecology of ocelot (*Felis pardalis*) and jaguar (*Panthera onca*) in a protected subtropical forest in Brazil and Argentina. Tesis de Doctorado. Universidad de Florida. Gainesville, Florida, USA. 189 pp.
- Emmons, L.H. 1987. Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest. Behav. Ecol. Sociobiol. 20:217-283.

Garla, R., E. Setz & N. Gobbi. 2001. Jaguar (*Panthera onca*) food habits in Atlantic Rain Forest of Southeastern Brazil. *Biotropica* 33:691-696.

Iriarte, A. J., W. L. Franklin., W. E. Jonhson & K. H. Redford. 1990. Biogeographic variation of food habits and body size of the american puma. *Oecologia* 85:185-190.

Kelly, M. 2003. Jaguar monitoring in the Chiquibul Forest, Belize. *Caribbean Geography* 13:19- 32.

Kitchener, A. 1991. The natural history of the wild cats. Comstock Publishing Associates, New York, USA. 280 pp.

Moreno, R. & A. Bustamante. 2007. Estatus del jaguar (*Panthera onca*), otros felinos y sus presas, utilizando cámaras trampa en la región del Alto Chagres, Panamá. Sociedad Mastozoológica de Panamá. 28 pag.

Moreno, R., R. Kays & R. Samudio, Jr. 2006. Competitive release in diet of ocelots (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. *J. Mammalogy* 87:808-816.

Moreno, R. & J. Giacalone. 2006. Ecological data obtained from latrine use by ocelots (*Leopardus pardalis*) on Barro Colorado Island, Panama. *Tecnociencia* 8:7- 21.

Moreno, R. 2006. Parámetros poblacionales y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en Cana, Parque Nacional Darien, Panamá. Tesis de Maestría. Instituto Internacional en Conservación y manejo de Vida Silvestre, Heredia, Costa Rica. 136 pp.

Moreno, R. 2002. Hábitos alimentarios de ocelotes (*Leopardus pardalis*) y pumas (*Puma concolor*) en dos localidades de la cuenca del canal de Panamá. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá. 60 pp.

Moreno, R. & M. Olmos. *En prensa*. 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. Revista Tecnociencia en revisión.

Novack, A., M. Main, M. Sunquist & R. Labisky. 2005. Foraging ecology of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in hunted and non-hunted sites within the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. J. Zool., London. 267:167-178.

Núñez, R. 1999. Hábitos alimenticios del jaguar (*Panthera onca*, Linnaeus 1758) y del puma (*Puma concolor*, Linnaeus 1771) en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Mechoacán.

Núñez, R., B. Miller & F. Lindzey. 2000. Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. J. Zool., Lond. 252:373-379.

Núñez, R., B. Miller & F. Lindzey. 2002. Ecología del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América 107-126 en: Medellín, R., Rabinowitz, A., Chetkiewicz, C., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. & Taber, A. (eds) México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society.

Oliveira, T. G. 2002. Ecología comparativa de la alimentación del jaguar y el puma en el neotrópico. En El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América. 265-288. Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C., Crawshaw Jr, P., Rabinowitz, A., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. & Taber, A. (eds). México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society.

Rabinowitz, A. & B. Nottingham. 1986. Ecology and behaviour of the jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. J. Zool. Lond. 210:149-159.

Reid, F. 1997. A field guide to the mammals of Central and Southeast America. Oxford University Press, Inc. 334 pp.

Santamaria, D. (ed.). 2000. Conservación y consolidación de la diversidad biológica y cultural del Darién. Tomo I: Diversidad Biológica. Macarthur Foundation – Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON), Panamá. 350 pp.

Seidensticker, J. & S. Lumpkin. 2004. Cats. Smithsonian Books. Printed in Singapore. 254 pp.

Seymour, K. 1989. *Panthera onca*. Mammalian Species No. 340:1-9.

Silver, S., L. Ostro., L. Mash., L. Maffei., A. Noss. & M. Kelly. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance y density using capture/recapture analysis. Oryx, Vol. 38:148-154.

Sunquist, M., & F. Sunquist. 2002. Wild cats of the World. The University of Chicago Press. 452 pp.

Taber, A., A. Navarro, N. Neris, & F. Colman. 1997. The food habits of sympatric jaguar and puma in the Paraguayan Chaco. Biotropica 29:204-213.

Terborgh, J. 1992. Maintenance diversity in tropical forest. Biotropica 24:283-292.

Terborgh, J. 1990. The role of the felid predators in Neotropical forest. Vida Silvestre Neotropical 2: 3-5.

Weckel, M., W. Giuliano, & S. Silver. 2006. Cockscomb Revisited: jaguar diet in the Coscksomb Basin Wildlife Sanctuary, Belize. Biotropica 38:687- 690.

AGRADECIMIENTOS

A Wildlife Conservation Society, Programa de Conservación del Jaguar, a Panthera/Wildlife Conservation Society Kaplan Awards Program, ANCON Exp. de Panamá, Sociedad Mastozoológica de Panamá y al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI) por financiar y apoyar este proyecto. En especial a Aida Bustamante Ho por todo el cariño, comprensión, apoyo brindado y discusiones sobre los felinos. Al Lic. Antonio Cueto, Heriberto Chinche Bustamante, Faustino Gómez, Emilio Chichile Cuñapa, Mario Urrutia quienes ayudaron en la fase de campo. A todo el personal de la Biblioteca del STRI. Al M.Sc. Joel Sáenz por sus comentarios los cuales enriquecieron el manuscrito. Esta comunicación forma parte de mi tesis de Maestría presentada en el Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional en Heredia, Costa Rica.

Recibido marzo de 2007, aceptado diciembre de 2007.



RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN LA RESERVA FORESTAL FORTUNA (CHIRIQUÍ)

Carmen G. Vergara H.¹, Reyes M. Carranza¹, Fermín Hernández¹

¹Universidad de Panamá, Escuela de Biología, Departamento de Botánica

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proporcionar información bibliográfica de todos los trabajos publicados, como resultado de las investigaciones hechas en la Reserva Forestal Fortuna. Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, en bibliotecas, entidades del gobierno y privadas y en la Internet. La base de datos original, fue elaborada con el programa Excel. El primer estudio realizado es el que apareció en la Revista Lotería en el año 1977.

Los estudios se agruparon en cinco categorías. En la realización de los estudios han participado más de 100 especialistas, tanto nacionales como extranjeros; pertenecientes a 21 instituciones. Los trabajos han sido publicados en aproximadamente 20 revistas.

PALABRAS CLAVES

Bibliografía, flora, fauna, angiosperma, reserva forestal, evaluación ambiental, biodiversidad.

ABSTRACT

The purpose of this work is to provide bibliographical information on all papers published as a result of the research done in the Fortuna forest reserve. An extensive research was done in libraries, public and private entities and in Internet. The original database was developed using the Excel software. The first published study appeared in the magazine "Lotería" in 1977.

The studies were grouped in five categories. Overall, more than 100 specialists, native and foreign; belonging to 21 different institutions, have lend their work to add

to our knowledge of this forest reserve. Their works have been published in approximately 20 journals.

KEYWORDS

Bibliography, flora, fauna, angiosperm, forest reserve, environmental evaluation, biodiversity.

INTRODUCCIÓN:

La Hidroeléctrica La Fortuna está ubicada en la provincia de Chiriquí, distrito de Gualaca y Boquete, dentro de la Reserva Forestal Fortuna. Utiliza la energía potencial del curso superior del Río Chiriquí, que se encuentra entre la Cordillera de Talamanca y la Cordillera del Tabasará. El embalse, localizado en el lugar conocido como “El Valle de la Sierpe”, ha permitido la formación de un lago de 10,5 kilómetros cuadrados de superficie, que puede almacenar 172 millones de metros cúbicos de agua.

Esta hidroeléctrica es uno de los principales abastecedores de energía eléctrica de Panamá, con una capacidad de 300 megavatios, que representa el 23 por ciento del total que registra Panamá. (http://www.fortuna.com.pa/index.php?set_language=es&cccpage=zonas_vida).

Esta reserva fue demarcada mediante la Ley 18 de 9 de abril de 1976, y declarada Reserva Forestal mediante el Decreto Ley 68 de 21 de septiembre de 1976; considerando que existen formaciones boscosas que cumplen con funciones como la regulación del régimen de agua, protección del suelo y albergue de la fauna. Colinda con la división continental de aguas de Bocas del Toro, en los distritos de Gualaca y San Lorenzo.

Esta Reserva posee una superficie de 19,500 hectáreas, constituidos por bosques nubosos secundarios y primarios. Su máxima altitud es el Cerro Chorchá con 2,213 m. Se encuentra a unos 40 km al noreste de David y 35 km al suroeste del Volcán Barú. Tiene un régimen de lluvias regido por la vertiente del Atlántico, a pesar de que el Río Chiriquí se encuentra en la vertiente del Pacífico, con precipitación superior a los 4,000 mm por año.

Posee dos tipos de zona de vida, bosque pluvial premontano y bosque pluvial montano bajo. En esta reserva termina la Cordillera de Talamanca y comienza la Serranía del Tabasará, condición que ubica a la Reserva Forestal Fortuna en un área de transición entre ambas formaciones, en cuanto a biodiversidad se refiere. La Reserva Forestal de Fortuna se considera una de las mejores áreas protegidas del país. Su papel en la regulación y protección del recurso hídrico es de vital importancia para la hidroeléctrica. Por su alta biodiversidad, la Reserva Forestal Fortuna, hoy día es reconocida como una de las seis zonas núcleo de la Reserva Mundial de la Biosfera la Amistad y parte del Corredor Biológico Mesoamericano, y está dedicada a la conservación de la diversidad biológica y de importantes cuencas hidrográficas (Figura 1).



Figura 1. Reserva Forestal Fortuna (Galería Fortuna)

Debido a esta gran diversidad, la RFF ha despertado gran interés por parte de la comunidad científica nacional e internacional, situación que la Empresa Generadora de Electricidad Fortuna S.A. (EGE Fortuna, S.A.), consciente de su responsabilidad social, ha apoyado, creando tres instalaciones completamente equipadas, donde hoy día, los investigadores pueden llevar a cabo el estudio de la rica biodiversidad de la RFF, con todas las comodidades.

(http://www.fortuna.com.pa/index.php?set_language=es&cccpa=reserva_forestal).

Adicionalmente, EGE Fortuna S.A., ha firmado convenios de colaboración científica y técnica con el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y convenios de cooperación con La Universidad de Panamá y con la Sociedad Audubon de Panamá respectivamente (http://www.fortuna.com.pa/index.php?set_language=es&ccpage=gestion_ambiental_convenios).

La empresa Fortuna S.A., preocupada siempre por satisfacer la demanda de electricidad, ha tenido presente la producción de electricidad a partir de la energía potencial hidráulica, con el fin de mitigar los costosos y contaminantes combustibles fósiles, optimizando el uso y conservación de los recursos naturales renovables, manteniendo una relación armónica con el medio ambiente y la comunidad.

El estudio de “La evaluación ambiental y estudio de los efectos ambientales y sociales del proyecto hidroeléctrico Fortuna” (Adames, 1977), fue uno de los primeros estudios formales, de esta naturaleza en Panamá, constituye un hito histórico para el país. La EGE Fortuna S.A., tiene como uno de sus principales objetivos usar los recursos naturales en beneficio de las presentes y futuras generaciones.

En la Reserva Forestal Fortuna (Chiriquí), se han realizado gran cantidad de estudios que han sido publicados en diversas revistas científicas, por lo que a solicitud de la Empresa Fortuna S. A. se procedió a hacer una recopilación bibliográfica de los estudios realizados en dicha Reserva Forestal.

El objetivo general de este trabajo es dar a conocer la responsabilidad social de la Empresa Generadora de Energía Fortuna S.A. y su compromiso con la conservación del medio ambiente y demostrar que este interés se ha mantenido, desde ese primer estudio en 1976 hasta hoy día. El hecho de que en enero de 1999, una empresa privada asume el control administrativo y operacional de La Empresa Generadora de Energía Fortuna S.A. (EGE), no ha disminuye el interés y se ha mantenido el compromiso con la conservación del ambiente.

Otro objetivo de este trabajo fue proporcionar una recopilación de la información bibliográfica, de todos los trabajos publicados, producto de las diversas investigaciones, estudios de impacto y evaluaciones ambientales, realizados en la Reserva Forestal Fortuna, y que sean del conocimiento de la comunidad, nacional e internacional.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, se consultaron revistas y otros tipos de publicaciones en bibliotecas, entidades del gobierno y privadas encargadas de temas ambientales y también se buscó información a través de internet. La base de datos original, fue elaborada en el programa Excel, y cuenta con los siguientes campos: año de publicación, área de estudio (biológico – fauna o flora, económico o social), título del estudio, autores (con la dirección de correo electrónico y la institución para la que trabajan), además del resumen de la investigación o mención de algún aspecto relevante, de acuerdo a la información obtenida. La información será publicada en la página Web de la Empresa Fortuna S.A. y estará disponible al público en general.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Inicios de las investigaciones

Durante la revisión bibliográfica de los estudios realizados en la Reserva Forestal Fortuna, nos encontramos que el primer estudio realizado en lo que hoy día corresponde a la Reserva Forestal Fortuna. Es el que apareció en la Revista Lotería en el año 1977. El Laboratorio Conmemorativo Gorgas fue comisionado por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) y el Banco Mundial, en enero de 1976, para realizar los estudios ambientales y de ecología humana en el área del Proyecto Fortuna. Este estudio estuvo enfocado en dos aspectos principales, el primero de ellos, se trató en la primera sección y corresponde a un diagnóstico ecológico del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna, incluyendo el medio ambiente natural y humano. Entre los aspectos contemplados, en esta sección, están los parámetros físicos, como topografía y relieve, la geología, los suelos, el clima, la zona de vida y la calidad del agua y del aire. Al considerar el medio ambiente biológico, se trataron la vegetación y los animales

acuáticos y terrestres. El segundo aspecto tratado en la segunda sección trata sobre las poblaciones humanas y sus recursos, tomando en consideración las características socioeconómicas de la población, incluyendo número de habitantes por área, composición familiar, actividad económica, vivienda, capacitación técnica, organización política y social, estado de salud, tenencia de la tierra, explotaciones agropecuarias y otras más. También se incluyen en este diagnóstico ecológico los recursos arqueológicos existentes (Adames, 1977).

A partir de este estudio, considerado uno de los más completos, se han realizado una gran cantidad de estudios que han sido publicados en diversas revistas científicas seriadas, nacionales e internacionales y en informes parciales o finales, entregados a las instituciones que los han solicitado. La revisión y recopilación arrojó un total de 72 estudios publicados, los que podemos clasificar en diversos tipos o especialidades. Entre ellos podemos mencionar, los relacionados con la biodiversidad (flora y fauna), físicos, socioeconómicos, culturales, arqueológicos, hidrológicos, evaluaciones ambientales, estudios de impacto ambiental, etc.

II. Tipos de estudio o especialidad

Al revisar los diversos trabajos publicados, tratamos de agrupar todos estos estudios en categorías o tipos de estudio. Establecimos cinco categorías, que mencionamos a continuación en orden, de mayor a menor número de publicaciones, a saber: (1) estudios relacionados con la flora, (2) estudios de evaluación, auditorias, impacto y manejo ambiental, algunos de los cuales son estudios integrales que cubren varios aspectos (flora, fauna, ambiente físico, arqueología, aspectos socioeconómicos, etc.); (3) estudios relacionados con la fauna, (4) otros estudios y (5) por último estudios limnológicos.

En primer lugar, tenemos los estudios relacionados con la flora, donde se incluyen los distintos grupos de plantas como son las Magnoliophyta (angiospermas-plantas con flores), Pteridofitas (helechos y aliados) y los musgos. Los estudios relacionados con la flora corresponden aproximadamente a un 76 % del total. En estas publicaciones hay muchos trabajos relacionados con registros de especies nuevas para la ciencia, que se describen por primera vez, por consiguiente hay muchos Tipos y Holotipos que son muestras colectadas en la Reserva Forestal Fortuna. En una futura publicación

profundizaremos en este aspecto. Se incluye en este grupo un interesante estudio entre Fortuna y el Instituto Smithsonian con el propósito de levantar, como versión Web, la Guía de árboles y arbustos de la Reserva Forestal de Fortuna en Chiriquí. La Guía (Guide to the Trees and Shrubs. Of the Fortuna Forest Reserve), ya cuenta con información, descripción y fotos de más de 100 especies de árboles y arbustos, algunos endémicos de la región. Compilado por Arturo Morris, Jim Dalling y Kelly Andersen. Para conocer más sobre este proyecto entrar a: http://striweb.si.edu/fortuna_plants/. También Podemos incluir en estas publicaciones, versión Web: Láminas a colores de plantas de Fortuna. (<http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/guideimages.asp?ID=226>)

La segunda categoría, que incluye estudios de evaluación, auditorias, impacto y manejo ambiental, representa un 9.7 % y corresponden a 7 publicaciones. Son producto de estudios integrales, interdisciplinarios; que cubren varios aspectos (flora, fauna, ambiente físico, arqueología, aspectos socioeconómicos, etc.); y por lo tanto, son estudios que requieren la participación de un equipo de diversos investigadores, profesionales y colaboradores. Este tipo de estudio requiere de una gran coordinación, mucho apoyo logístico y por ende de un financiamiento bastante alto, sin embargo vemos que ocupan el segundo lugar. Además, podemos agregar que muchas de las publicaciones de flora surgieron como producto de las muestras recolectadas en estos trabajos. Se incluye en esta categoría, entre otros, el estudio de CODESA (2002), relacionado con la búsqueda de alternativas en cuanto a la generación de energía, consiste en la instalación de aerogeneradores para producir energía eólica. Proyecto que se desarrolla en dos áreas dentro de la Reserva Forestal Fortuna; Cerro Prieto y Cerro Pata de Macho (Apéndice N° 1).

La tercera categoría, incluye las publicaciones relacionadas con la fauna, representa un 6.9 %. Estas publicaciones están relacionadas con diversos grupos de la fauna terrestre como, la Clase Insecta, Clase Amphibia y Reptilia, Clase aves, Clase Mammalia. Uno de los grupos que más ha llamado la atención son las aves, ya que se encuentran en esta reserva, especies, endémicas, "raras" y protegidas por ley nacional (Adames, 1977; Tejera, 2001 y Garcés, 2007). También se incluyen publicaciones, resultado del estudio de la fauna acuática; en este grupo

se contempló la ictiofauna, los invertebrados bentónicos, moluscos y crustáceos decápodos, entre otros (Adames, 1977; Hernández y D'Croz, 1986).

En la cuarta categoría, que hemos denominado “otros” corresponde al 4 %, incluimos los trabajos realizados por Golder Associates, Inc. (1998), donde se hace una auditoría ambiental sobre el estado físico de la planta eléctrica subterránea, adyacente al Río Chiriquí. Además, la publicación de GEPSA y CODESA (2002), dirigida a la producción de electricidad a partir del viento con el fin de sustituir los costosos y contaminantes combustibles fósiles; y corresponde a lo que se conoce como Proyecto Parque Eólico de Hornitos. Por último, incluimos en esta categoría, el trabajo de Fernández (2003), donde la Empresa EGE Fortuna S.A. realizó una auditoría en el Complejo Hidroeléctrico, donde se incluye, por primera vez en Panamá una auditoría de las radiaciones no ionizantes de baja frecuencia y alta intensidad, lo que constituye un hito en la historia regional en política ambiental.

En la quinta categoría se incluyen dos estudios limnológicos, ambos realizados por Kwiecinski, B., uno de ellos se refiere a El Aporte de los Ríos y Lluvias en el Pacífico Panameño y el otro trata de Consideraciones Hidrológicas del Río Chiriquí. Ambos publicados en Hernández, D. y L. D'Croz. 1986.

III. Investigadores y colaboradores en los estudios llevados a cabo en la Reserva Forestal Fortuna.

En la realización de los estudios han participado más de 100 especialistas investigadores, profesionales y colaboradores, tanto nacionales como extranjeros: Biólogos, Botánicos, Zoólogos, Entomólogos, Ictiólogos, Ornitólogos, Herpetólogos, Ecólogos, Edafólogos, Geólogos, Ingenieros Hidráulicos, Arquitectos, Arqueólogos, Sociólogos, Médicos y otros (Apéndice N° 3). Estos especialistas pertenecen a diversas instituciones como la Universidad de Panamá, Laboratorio Conmemorativo Gorgas, Instituto Panameño de Turismo, Instituto Smithsonian de Investigaciones, Missouri Botanical Garden. St. Louis, U.S.A. The New York Botanical Garden. Bronx, New York, U.S.A. entre otras. Sumando un aproximado de 21 instituciones (Apéndice N° 3).

IV. Revistas e informes donde se han publicado los estudios realizados en la Reserva Forestal Fortuna.

Para iniciar esta sección es interesante citar las ideas de Day (1979), quien dice: Hay cuatro cosas que hacen que el mundo se mueva: El amor, la energía, materia y la información. De acuerdo a esto cualquier investigación o estudio, por muy espectaculares que sean sus resultados, no se ha completado, sino hasta que sea publicado.

Gran cantidad de estudios e investigaciones realizados en la Reserva Forestal Fortuna han sido publicados, ya sea como informes, trabajos de graduación (tesis) o en revistas seriadas, tanto nacionales como internacionales. Entre las revistas nacionales en las que se ha publicado estudios e investigaciones tenemos: la revista Lotería y la revista Tecnociencia, esta última de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, patrocinada por EGE Fortuna S.A. y por razones obvias, es una de las que más trabajos ha publicado, un total de 10. Además de las publicaciones en estas dos revistas, también se han realizado algunos trabajos de graduación (tesis), cuatro, que reposan en la biblioteca de la Universidad de Panamá. Se incluyen entre las publicaciones nacionales los diferentes informes de estudios de evaluación, impacto y manejo ambiental los que reposan en cada una de las instituciones correspondientes.

A nivel internacional, hay un gran número de revistas seriadas de carácter científico en donde se han publicado los estudios e investigaciones realizadas en la Reserva Forestal Fortuna. Recopilamos aproximadamente 20 revistas. En las que más trabajos se han publicado está, en primer lugar, Novon, revista estadounidense especializada en Botánica taxonómica, en la que se han publicado 11 trabajos; en segundo lugar está, Annals of the Missouri Botanical Garden. EE.UU., donde se han hecho 10 publicaciones. Los trabajos publicados en estas dos revistas están relacionados con la flora y son de gran relevancia ya que la mayoría de ellos corresponden a descripciones de especies nuevas para la ciencia, lo que significa que muchas de las muestras de especies de las plantas recolectadas en la RFF, son especímenes Tipo, de dichas especies. Es decir que es el ejemplar que, examinado por el autor de una especie, variedad, etc.,

queda mencionado concretamente por el, como patrón, en la descripción original de las mismas; este, así definido, es el tipo en sentido estricto, llamado también tipo primario y proterotipo; es elegido por el autor como modelo y mencionado por él en su descripción original para la correcta interpretación de la especie, variedad, etc. y son de gran valor para los taxónomos.

Además, se han generado cerca de cinco informes de estudios de Evaluación Ecológica, Estudios de Impactos ambiental y Auditorias, sumado a esto también se registraron cuatro trabajos de graduación o tesis, realizadas por estudiantes de la Escuela de Biología, como requisito para optar por el título de licenciatura.

Se cuenta también con la Versión Web denominada: Guide to the Trees and Shrubs Of the Fortuna Forest Reserve. http://striweb.si.edu/fortuna_plants/ ; y la Versión Web. Láminas a colores de plantas comunes y llamativas de Fortuna.

La lista de las revistas nacionales e internacionales en las que se han publicado las investigaciones y estudios realizados en la Reserva forestal Fortuna aparecen en el Apéndice N° 4.

CONCLUSIONES

Al realizar esta recopilación bibliográfica (Apéndice N° 1), encontramos más de 70 publicaciones, que se han generado a través de todos estos años. Los tipos de estudios o especialidades, objeto de investigación han sido diversos, la mayor parte de aspectos biológicos (biodiversidad), además, de físicos, socioeconómicos, culturales, arqueológicos, limnológicos, evaluaciones ambientales, estudios ecológicos, auditorias ambientales. En la realización de los estudios han participado más de 100 especialistas investigadores, profesionales y colaboradores, Biólogos, Botánicos, Zoólogos, Entomólogos, Ictiólogos, Ecólogos, Edafólogos, Geólogos, Ingenieros Hidráulicos, Arquitectos, Arqueólogos, Sociólogos, Médicos y otros, de diversas instituciones. Se registraron aproximadamente 20 revistas seriadas o fuentes primarias de publicación de las investigaciones realizadas, nacionales e internacionales, varios informes y algunas tesis de Pregrado.

El análisis de la información generada en esta exhaustiva recopilación bibliográfica, nos ha permitido confirmar que la Reserva Forestal Fortuna es un área interesante desde el punto de vista de la biodiversidad. También podemos decir, sin lugar a dudas, que la Empresa Generadora de Energía Fortuna S. A. se ha preocupado por que se estudie la biodiversidad del área, por la conservación del medio ambiente, y que ha mantenido este interés través de todos estos años y tiene serias intenciones de mantenerlo en el futuro. Para ello ha habilitado varios centros de investigación, con todas las comodidades posible, para facilitar esta tarea de investigación a la comunidad científica nacional e internacional.

RECOMENDACIONES

En un futuro sería bueno elaborar una lista, lo mas completa posible, de todas las especies de plantas y animales, registradas hasta el presente, en la Reserva Forestal Fortuna, con el tipo de hábitat y estado de conservación (especies endémicas o no, especies en peligro, si se encuentra en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), si son especies protegidas por Ley Nacional (EPL), si son especies en peligro de acuerdo a CITES, etc.).

Nos parece interesante, que en un mapa de la región, se marcaran los sitios que han sido estudiados, tanto para fauna como para flora, para luego determinar qué áreas de la Reserva forestal presentan vacíos de información, ya sea por que no hayan sido muestreadas o la intensidad de muestreo ha sido muy baja y por lo tanto necesitan ser estudiadas o muestreadas.

Basados en la información previamente obtenida, y aprovechando las instalaciones, que para tal propósito ha establecido la EGE Fortuna S.A.; proponer un proyecto de estudios y muestreos más intensos y completos sobre la diversidad biológica. Así, contribuiríamos a un mayor conocimiento de la diversidad biológica presente en la Reserva Forestal Fortuna, una de las áreas de mayor diversidad en el país. En la medida en que se aumente la intensidad de estudios y muestreos, estamos seguros que obtendremos mayor diversidad. Los resultados obtenidos, sobre esta biodiversidad, nos permitirán valorar, con

conocimiento de causa, la gran importancia de esta región, además de defender y justificar la creación de la Reserva Forestal Fortuna.

Por otro lado también recomendamos hacer estudios comparativos entre las regiones estudiadas en años anteriores, Adames (1977), Hernández y D'Croz (1986), utilizando los mismos sitios hoy día; esto nos permitiría determinar si han ocurrido cambios, en cuanto a la biodiversidad, a través de todos estos años y cuán efectivo a sido el manejo de la cuenca.

REFERENCIAS

Adames, A.J. 1977. Evaluación Ambiental y Efectos del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna. Revista Lotería N° 254-255-256.

CODESA. 2002. Línea base Parque Eólico Quijada del Diablo, Distrito de Gualaca, Provincia de Chiriquí Informe de Estudio de Impacto Ambiental.

Day, R.A. 1979. How to Write and Publish a Scientific Paper. ISI Press. University City Science Center. Philadelphia, Pensilvania. USA.

Fernández, G. B. B. 2003. Radiación electromagnética en el complejo hidroeléctrico Fortuna. *Tecnociencia* 5(1):

Garcés, P. A. 2007. Análisis de la Avifauna Reportada en la Reserva Forestal del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna, Provincia de Chiriquí. *Tecnociencia* 9(1) 133-150.

GEPSA, CODESA. 2002. Línea base y descripción del proyecto, EsIA Cat. III del Parque Eólico de Hornito, Distrito de Gualaca. Informe de Estudio de Impacto Ambiental.

Golder Associates, Inc. 1998. Sistema de Generación. Auditoria Ambiental del Sitio. Empresa de Generación Fortuna. Golder Associates, Inc. Septiembre.

Hernandez, D. y L. D'Croz. 1986. Evaluacion ecológica del Rio Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroelectrica "Edwin Fabrega", Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación

(Departamento de Manejo de Cuencas) y la Universidad de Panamá (Centro de Ciencias del Mar y Limnología). Panamá. 79 pág.

Tejera, V. H. 2001. Contribución al conocimiento de las aves de la Reserva de Fortuna, Chiriquí, República de Panamá. *Tecnociencia* 3:31-67.

<http://www.fortuna.com.pa/index.php> EGE Fortuna, S.A., 2006.

<http://www.revistacompetencia.com/366/pdfs/FORTUNA>.

http://www.anam.gob.pa/Biodiversidad/documentos%20legales_archivos/legal/rf016.pdf, Gaceta Oficial N° 18.622, Panamá, martes 18 de julio de 1978.

www.stri.org/english/research/facilities/terrestrial/fortuna/index.php - 12k -

http://www.fortuna.com.pa/index.php?set_language=es&ccpage=galeria_detail&set
Web Guide to the Trees and Shrubs. Of the Fortuna Forest Reserve. 2007. Guide compiled by Arturo Morris, Jim Dalling and Kelly Andersen.

APÉNDICES

Apéndice N° 1. Recopilación bibliográfica de los estudios realizados en la Reserva Forestal Fortuna.

Adames, A. J. 1977. Evaluación Ambiental y Efectos del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna: Informe Final. Revista Loteria. 538 p.

Adames, A. J. 2001. Aspectos ambientales de la construcción de hidroeléctricas en Panamá: casos Bayano y Fortuna. Revista Societas N° 2:7-20

Adames, A. J. 2004. La Hidroeléctrica Edwin Fábrega (FORTUNA): Una Experiencia en Manejo de Cuencas Hidrográficas. Tecnociencia 2004, Vol. 6, N°2.

Almeda, F. 1989. *Tessmannianthus*, an arborescent genus of Melastomataceae new to Panama. Annals of the Missouri Botanical Garden 76(1): 1 - 6.

Arosemena, F. A. 1989. Inventario y Estudio Taxonómico del Género *Anolis* (*Sauria, Iguanidae*), En la Fase II del Área de Embalse de la Hidroeléctrica Edwin Fábrega. Trabajo de graduación (Tesis).

Atwood, J.T. 1994. Two new species of *Maxillaria* (Orchidaceae) from southern Central America and a new name for a well-known taxon. Lindleyana 9(4): 227-231.

Barringer, K. 1999. A New Species of *Gibsoniothamnus* (Schlegeliaceae) from Costa Rica and Panama. Novon 9(4): 476 - 478.

Briceño, J. y J. A. Martínez. 1986. Ictiofauna del Río Chiriquí. En Hernández, D. y L. D'Croz. Evaluación ecológica del Río Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica "Edwin Fabrega", Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación (Departamento de Manejo de Cuencas) y la Universidad de Panamá (Centro de Ciencias del Mar y Limnología). Panamá. 79 pág.

Burger, W. C. 1999. Two New Species of *Hoffmannia* (Rubiaceae) from Panama, with Remarks on Circumscription of Mesoamerican Species of the Genus. Novon 9(1): 13 -17.

Castillo, M. de los Á. 2002. Auditoría y plan de adecuación y manejo ambiental del complejo hidroeléctrico fortuna y su reserva forestal. *Tecnociencia*, Vol. 4, N°1.

Croat, T. B. 1986. A revision of the Genus *Anthurium* (Araceae) of Mexico and Central America. Part II: Panama. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 14: 1-204.

Croat, T. B. 1997. A revision of *Philodendron* subgenus *Philodendron* (araceae) for Mexico and Central America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 84(3): 311-704.

Croat, T. B. 1999. New Species of Central American Araceae. *Novon* 9(4): 491-502.

Croat, T. B. 2004. Revision of *Dieffenbachia* (Araceae) of Mexico, Central America, and the West Indies. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 91(4): 731-734, f. 18, 30a.

D'Croz, L. y J. B. Del Rosario. 1986. Ecología de la Vegetación de la Cuenca Inferior del Río Chiriquí: Su posible Relación con las Obras Hidroeléctricas. En Hernandez, D. y L. D'Croz. Evaluación ecológica del Río Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica "Edwin Fabrega", Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación (Departamento de Manejo de Cuencas) y la Universidad de Panamá (Centro de Ciencias del Mar y Limnología). Panamá. 79 pág.

D'Croz, Luis. 1986. Consideraciones sobre el Impacto Ecológico de la Construcción de Represas Hidroeléctricas sobre la Zona Costera de Panamá. En Hernandez, D. y L. D'Croz. Evaluación ecológica del Río Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica "Edwin Fabrega", Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación (Departamento de Manejo de Cuencas) y la Universidad de Panamá (Centro de Ciencias del Mar y Limnología). Panamá. 79 pág.

Daniel, T.F. y D.C. Wasshausen. 1990. Three new species of *Justicia* (Acanthaceae) from Panama. Proc. Calif. Acad. Sci. 46(13): 289 - 297.

Daniel, T.F. y D. C. Wasshausen. 1990. Three new species of *Justicia* (Acanthaceae) from Panama. Proc. Calif. Acad. Sci. 46(14): 318-320.

de Nevers G. y M.H. Grayum 1998. Notes on *Geonoma* in Mesoamerica. Principes 42(1): 94 - 103.

de Roon A.C. y S. Dressler. 1997. New taxa of *Norantea* Aubl. s.l. (Marcgraviaceae) from Central America and adjacent South America. Bot. Jahrb. Syst. 119(3): 327 – 335.

De Sousa, F., Daniel Castillo y Fernando Arosemena. 1990. Evaluación del posible Impacto Ecológico Sobre la Fauna Existente en el Área del Nuevo Embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Fortuna. Fase II. Inventario de la Fauna. Primer Informe de Avance. Agosto 87 - Diciembre 88.

De Sousa, F. 1999. Fortuna Reserva Biológica. Evaluación del posible impacto ecológico sobre la fauna existente en el área del nuevo embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Fortuna.

Del Rosario, J. B. y Y. Aguila S. 1986. Invertebrados Bentónicos del estuario del Río Chiriquí. En Hernandez, D. y L. D'Croz. Evaluación ecológica del Río Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica "Edwin Fabrega", Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación (Departamento de Manejo de Cuencas) y la Universidad de Panamá (Centro de Ciencias del Mar y Limnología). Panamá. 79 pág.

Dressler, S. 1996. Two New Species in *Marcgravia* (Marcgraviaceae) from Central and Adjacent South America. Novon 6(3): 256-261.

Eriksson, R. 1989. *Chorigyne*, a new genus of the Cyclanthaceae from Central America. Nordic J. Bot. 9(1): 31 - 45.

Fernández, G. B. B. 2003. Radiación electromagnética en el complejo hidroeléctrico Fortuna. Tecnociencia 2003, Vol. 5, N° 1.

Garcés, P. A. 2007. Análisis de la Avifauna Reportada en la Reserva Forestal del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna, Provincia de Chiriquí. *Tecnociencia*, Vol. 9, N° 1: 133-150.

Gentry, A. H. 1980. Bignoniaceae-Part I (Crescentieae and Tourrettieae). *Flora Neotrópica* 25(1): 75-76, f. 6,8.

Gereau, R.E. 1989. Three New Species of *Bomarea* (Alstroemeriaceae) From Mesoamerica. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 76(2): 598 - 601.

Grayum, M. H. 1986. New taxa of *Caladium*, *Chorospatha*, and *Xanthosoma* (Araceae: Colocasioideae) from Southern Central America and Northwestern Colombia. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 73(2): 462-474.

Hahn, W.J. 1993. A Synopsis of the Panamanian Species of *Ilex* (Aquifoliaceae). *Novon* 3(1): 34-45.

Henderson, A. 2005. A multivariate study of *Calyptrigyne* (Palmae). *Systematic Botany* 30(1): 72-73.

Hernandez, D. y L. D'Croz. 1986. Evaluacion ecológica del Rio Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroelectrica "Edwin Fabrega", Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación (Departamento de Manejo de Cuencas) y la Universidad de Panama (Centro de Ciencias del Mar y Limnología). Panamá. 79 pág.

Him. F. J. 1984. Estudio de las Angiospermas del Valle de Hornito y los Cerros Fortuna y Pinola, Ubicados en el Proyecto Hidroeléctrico Fortuna. Trabajo de graduación (Tesis).

Johnston, M. B. 1990. Estudio Preliminar de los Musgos Epipétricos, Terrestres y de los que crecen sobre Troncos en Descomposición de Fortuna (Proyecto Hidroeléctrico Fortuna-Fase II). Trabajo de graduación (Tesis).

Kelly, L.M. y F. Almeda. 2002. Three New Species of *Symplocos* (Symplocaceae) from Panama and Costa Rica. *Novon* 12(3): 369-374.

Knapp, S. 1985. New Species of *Solanum* Section *Geminata* (G. Don) Walp. (Solanaceae) from South and Central America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 72(3): 558-569.

Kwiecinski, B. 1986. El Aporte de los Ríos y Lluvias en el Pacífico Panameño. En Hernandez, D. y L. D'Croz. Evaluacion ecológica del Río Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica "Edwin Fabrega", Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación (Departamento de Manejo de Cuencas) y la Universidad de Panama (Centro de Ciencias del Mar y Limnología). Panamá. 79 págs.

Kwiecinski, B. 1986. Consideraciones Hidrológicas del Río Chiriquí. En Hernandez, D. y L. D'Croz. Evaluacion ecológica del Río Chiriquí, en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica "Edwin Fabrega", Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación (Departamento de Manejo de Cuencas) y la Universidad de Panama (Centro de Ciencias del Mar y Limnología). Panamá. 79 págs.

Lorence, D. H. 1994. New Species in Mexican and Mesoamerican Rubiaceae. *Novon* 4(2): 119-136.

Lundell, C.L. 1984. Neotropical Myrsinaceae -XII. *Phytologia* 56(1): 20.

Lundell, C.L. 1985. Neotropical species of the genus *Perrottetia* (Celastraceae). *Phytologia* 57(1): 234.

Mendieta, J. A. 2005. Importancia del bosque para el Proyecto Hidroeléctrico Fortuna. *Tecnociencia*, Vol. 7, N°1: 149-155.

Mendieta, J. A. 2005. La Reserva Forestal Fortuna y sus numerosas plantas endémicas. *Tecnociencia*, Vol. 7, N°2.

Mendieta, J. A. 2006. El proyecto hidroeléctrico en la actualidad. *Tecnociencia*, Vol. 8, N°1.

Mendieta, J. A. 2006. Diversidad de Plantas en la Reserva Forestal Fortuna. *Tecnociencia*, Vol. 8, N° 2.

- Mickel, J. T. 1992. New Species of the Fern Genus *Elaphoglossum* from Mesoamerica. *Novon* 2(4): 368-382.
- Miller, J. S. 1988. A revised treatment of Boraginaceae for Panama. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75(2): 456-521.
- Monro, A.K. 2001. Two new species of *Pilea* (Urticaceae) from Panama. *Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Bot.)* 31(1): 5-7.
- Murillo G., V. 2004. Contribución al Conocimiento de los Estratos de la Vegetación de las Quebradas que fluyen Hacia el Río Chiriquí (Área de Transvase), Provincia de Chiriquí, República de Panamá. *Tecnociencia*, Vol. 6, N° 1.
- Robinson, H. 1990. Generic and Subtribal Classification of American Vernonieae *Smithsonian Contributions to Botany* 89: 1—116.
- Rojas, A. 1997. New Species of *Elaphoglossum*. *Brenesia* 47-48: 4-6.
- Salazar A. N. 1990. *Bryum incrassatolimbatum* New to Panama. With First Description of Its Sporophyte. *The Bryologist* 93(3): 286-287.
- Santamaria Espinoza, D.. 1991. Estudio Preliminar de los Musgos Cortícolas de Fortuna, Provincia de Chiriquí (Proyecto Hidroelectrico Fortuna-Fase II). Trabajo de graduación (Tesis).
- Skog, L. E. 1978. Flora of Panama. Family 175. Gesneriaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 65(3): 795.
- Taylor, C. M. 1996. New Species and a New Combination in Rubiaceae from Central and South America. *Novon* 6(2): 215-220.
- Taylor, C. M. 2001a. Rubiacearum Americanarum Magna Hama Pars IV: New Taxa and Combinations in *Elaeagia* and *Warszewiczia* (Rondeletiae) from Mexico, Central America, and Colombia *Novon* 11(2): 274-279.

Taylor, C. M. 2001b. Overview of the Neotropical genus *Notopleura* (Rubiaceae: Psychotrieae), with the description of some new species. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 88(3): 5478-515.

Tejera, V. H. 2001. Contribución al conocimiento de las aves de la Reserva de Fortuna, Chiriquí, República de Panamá. *Tecnociencia* 3:31-67.

Valdespino, I.A. 1993. Notes on Neotropical *Selaginella* (Selaginellaceae), including new species from Panama. *Brittonia* 45(4): 315-327.

van der Werff, H. 1999. New taxa and combinations in the *Ocotea helicterifolia* (Lauraceae) species group. *Novon* 9(4): 571-583.

Wiehler, H. 1977. New genera and species of Gesneriaceae from the Neotropics. *Selbyana* 2(1): 98-99, t. 29B.

Wiehler, H. 1977. New genera and species of Gesneriaceae from the Neotropics. *Selbyana* 2(1): 116, pl. 33A.

Wiehler, H. 1977. New genera and species of Gesneriaceae from the Neotropics. *Selbyana* 2(1): 96-98, t. 29A.

Wilbur, R. L. y J. L. Luteyn. 2005. Three previously undescribed species of *Vaccinium* (Ericaceae) from Costa Rica and Panama. *Sida* 21(3): 1607-1609, f. 1.

Wilbur, R. L. 1992. *Disterigma* in Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 119(3): 286-287.

Wilbur, R. L. y J. L. Luteyn. 1981. Additions to The Ericaceae of Panama. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68(1): 157-165.

Zárate P., M. F. 2002. Línea base Parque Eólico Quijada del Diablo, Distrito de Gualaca, Provincia de Chiriquí. *Tecnociencia*, Vol. 4, N°2.

CODESA. 2002. Línea base Parque Eólico Quijada del Diablo, Distrito de Gualaca, Provincia de Chiriquí. *Informe de Estudio de Impacto Ambiental*.

GEPSA, CODESA. 2002. Línea base y descripción del proyecto, EsIA Cat. III del Parque Eólico de Hornito, Distrito de Gualaca. Informe de Estudio de Impacto Ambiental.

Golder Associates, Inc. 1998. Sistema de Generación. Auditoria Ambiental del Sitio. Empresa de Generación Fortuna. Golder Associates, Inc. Septiembre.

Web Guide to the Trees and Shrubs. Of the Fortuna Forest Reserve. online guide compiled by Arturo Morris, Jim Dalling and Kelly...
...www.stri.org/english/research/facilities/terrestrial/**fortuna**/index.php
- 12k -

Apéndice N° 2. Investigadores y colaboradores de las investigaciones llevadas a cabo en la Reserva Forestal Fortuna.

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1. A.C. de Roon | 21. Fernando Adolfo Arosemena |
| 2. A.K. Monro | 22. Fernando Arosemena |
| 3. Abdiel J. Adames 1977, 2001, 2004. | 23. Francisca de Sousa, |
| 4. Alfredo Bernal, | 24. Frank Almeda |
| 5. Alwyn H. Gentry | 25. G. Batista |
| 6. B. Fernández, | 26. G. de Nevers |
| 7. Bodgdan Kwiecinski | 27. GEPSA |
| 8. C.L. Lundell | 28. Golder Associates, Inc. |
| 9. Charles Myers | 29. H. Robinson |
| 10. Charlotte M. Taylor | 30. H. van der Werff |
| 11. CODESA | 31. H. Wiehler |
| 12. D. C. Wasshausen | 32. Henderson, An. |
| 13. Daniel Castillo | 33. Hindrik Wolda, |
| 14. David H. Lorence | 34. I. A. Valdespino |
| 15. Denis Hernández | 35. J. L. Luteyn |
| 16. Dilia Santamaría Espinoza | 36. J.A. Mendieta B. |
| 17. Donald Wilton | 37. J.T. Atwood |
| 18. Eduardo Durán | 38. Jame S. Miller |
| 19. Enrique Mayo | 39. James L. Luteyn |
| 20. Eustorgio Méndez | 40. John T. Mickel |
| | 41. Jorge Briceño |

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| 42. Jorge Delgado | 62. R. Eriksson |
| 43. José A. Martínez | 63. R.E. Gereau |
| 44. José J. Him F. | 64. Richard Cooke |
| 45. Juan B. Del Rosario | 65. Richard Goodyear |
| 46. Kerry Barringer | 66. Robert Dressler |
| 47. Laurence E. Skog | 67. Robert L. Wilbur |
| 48. Lawrence M. Kelly, | 68. Robert Ridgely |
| 49. Luis D'Croz | 69. Rogelio Aparicio |
| 50. M.H. Grayum | 70. Rojas-Alvarado |
| 51. Manuel F. Zárate P. | 71. Sandra Knapp |
| 52. María de los Ángeles Castillo | 72. Stefan Dressler |
| 53. Marla B. Johnston | 73. T.F. Daniel |
| 54. Michael H. Grayum | 74. Thomas B. Croat |
| 55. Mireya Correa | 75. Victor Martínez |
| 56. Nicholas Smythe | 76. Vielka Murillo G. |
| 57. Noris Salazar Allen | 77. Virgilio Luque |
| 58. Novencido Escobar | 78. W.H. Hahn |
| 59. Octavio Sousa | 79. William C. Burger |
| 60. Pedro Galindo | 80. Yolanda Aguila S. |
| 61. Percis A. Garcés | |

Nota: No están incluidos en la lista todos los colaboradores.

Apéndice N° 3. Principales Instituciones colaboradoras a las que pertenecen los investigadores

Botany Department, The Field Museum, Chicago, Illinois 60605-2496, U.S.A.

California Academy of Science, Golden Gate Park, San Francisco, California, U.S.A

City University of New York. Curator, Institute of Systematic Botany. Ph.D.

Corporación de Desarrollo Ambiental, S.A. 236-4827, 236-4723.

Duke University, Department of Botany, Durham, NC 27706, U.S.A.

Gesneriad Research Foundation, Sarasota, FL 33577, U.S.A.

Instituto de Recursos Hidráulico y Electrificación (Departamento de Manejo de Cuencas)

Laboratorio Conmemorativo Gorgas.

Missouri Botanical Garden. P.O. Box 299. St. Louis, MO 63166-0299 U.S.A.

The New York Botanical Garden. Bronx, New York 10458 U.S.A.

National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC

National Tropical Botanical Garden, P.O. Box 340, Lawai, Kauai, Hawaii 96765, U.S.A.

Planeta Panamá Consultores S.A.

Rijksherbarium/Hortus Botanicus, P.O. Box 9514, NL-2300 RA Leiden, The Netherlands

Smithsonian Tropical Research Institute, Box 2072, Balboa, Republic of Panama.

The Natural History Museum, Department of Botany, Cromwell Road, London.

The University of Texas-Austin, U.S.A.

Universidad de Panamá, Centro de Ciencias del Mar y Limnología.

Universidad de Panamá, Centro de Investigaciones con Técnicas Nucleares, Escuela de Física

Universidad de Panamá, Departamento de Botánica.

Universidad de Panamá, Departamento de Zoología

Universidad de Panamá. F. C. N. E. T. Centro Regional Universitario de San Miguelito.

Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, México.

University of Utrecht, Department of Plant Ecology and Evolutionary Biology, Herbarium Division, Heidelberglaan 2, Utrecht.

Apéndice N° 4. Revistas e informes donde se han publicado los estudios realizados en la Reserva Forestal Fortuna

1. Loteria. Revista de la Lotería Nacional de beneficencia de Panamá.
2. Selbyana. Apdo. 1031-7050 Cartago. Costa Rica.
3. Annals of the Missouri Botanical Garden. EE.UU.
<http://www.botanicus.org/bibliography/b12973130>
4. Flora Neotropica.
5. Phytologia.
6. Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.
7. Nordic Journal of Botany: Universidad de Cataluña, España.

8. The Bryologist: American Bryological and Lichenological Society, Inc., Department of Biology, Bates College, ME 04240, Lewston, USA. ISSN: 0007-2745
9. Proceedings of the California Academy of Sciences.
10. Novon: Revista estadounidense especializada en Botánica taxonómica.
11. Bulletin of the Torrey Botanical Club. . <http://www.torreybotanical.org/>
12. Brittonia: Allen Press, KS, Lawrence, USA. New Botanical Garden, NY 10458-5126, Bronx, USA. ISSN: 0007-196X
12. Lindleyana.
13. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie.
14. Brenesia: Museo Nacional de Costa Rica. Historia Natural.
15. Principes.
16. Golder Associates, Inc.
17. Smithsonian Contributions to Botany. Panamá.
18. Bulletin of the Natural History Museum, London (Botany). Londres, Inglaterra.
19. Revista Societas: Academia Chilena de Ciencias Sociales, Políticas y Morales. Santiago, Chile.
20. Tecnociencia: Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Panamá.
21. Sida.
22. Tesis (Trabajos de graduación). Universidad de Panamá.
23. Informes de Evaluación Ecológica. Panamá.
24. Informe. Estudio de Impacto Ambiental. Panamá.
25. Versión Web. Láminas a colores de plantas comunes y llamativas de Fortuna. <http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/guideimages.asp?ID=226>
26. Versión Web. Guide to the Trees and Shrubs. Of the Fortuna Forest Reserve. http://striweb.si.edu/fortuna_plants/ .