

MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA ESTIMACION DE POBLACIONES DE CROCODÍLIDOS EN ESTADO SILVESTRE EN TRES ZONAS DEL EMBALSE EL GUÁJARO, DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, COLOMBIA.

Agudelo-H. William¹, De La Hoz-R. Carlos², Torrenegra-J. Franklin³, Vergara-G. Danilo⁴ & Berlys.Ariza-M⁵

Material Tesis de pregrado, Departamento de Biología, Universidad del Atlántico, Km 7 antigua vía a Puerto Colombia, A.A. 1890, Barranquilla, Colombia

¹wiliaghe@hotmail.com, ²ca_delahoz@hotmail.com, ³franktorre7@hotmail.com, ⁴anolis120@yahoo.com.mx, ⁵berlys_a@latinmail.com

Resumen. Se presentan aquí tres métodos estadísticos para la estimación de poblaciones silvestres de babilla (*Caiman crocodilus fuscus*), tomando como base los resultados de los conteos nocturnos realizados durante seis meses (septiembre 2004 – febrero 2005) en tres áreas del Embalse El Guájar, departamento del Atlántico. Al conjunto de datos se le aplicaron los siguientes métodos: 1. estimación por cuadros, 2. estimación por cuadros cargados y 3. Estimación por fracción significativa. Los resultados fueron cotejados, encontrándose diferencias notables entre el primer y segundo método y entre el segundo y el tercero, respectivamente; las diferencias entre el primero y el tercero fueron despreciables, por lo que se recomienda la aplicación de ambos dependiendo de las necesidades del investigador.

Palabras Claves: Estimación de poblaciones, muestreo por cuadros, cuadros cargados, fracción significativa.

Abstract. In this work, three statistical methods are presented in order to estimate the Brown Caiman's wildlife population (*Caiman crocodilus fuscus*), taking into account night-counts results obtained through a 6- months period (from September 2004 to February 2005) in three areas of "El Embalse El Guajaro", department of Atlántico.

Data set was analyzed using three methods: 1. Estimate by square method; 2. Estimate by loaded square method; and 3. Estimate of sighting fraction method. There was a significant variation between the first and the second method, as well as between the second and the third one; the differences between the first and the third one are insignificant; therefore both are recommended, depending on the researcher's purposes.

Key-Words: Population estimate, Square method, loaded square method, sighting fraction method. Introducción

1. Introducción

La aplicación de métodos estadísticos para la estimación del tamaño de poblaciones en estado silvestre de cualquier especie sometida a presiones de caza y al deterioro de su hábitat se convierte en una herramienta de gran utilidad para tratar de conocer dos aspectos fundamentales de éstas: la condición actual y su tendencia [1].

Debido a la importancia que representa la “babilla” (*Caiman crocodilus fuscus*) desde el punto de vista ecológico, como regulador de la biocenosis en el ecosistema, y desde una perspectiva económica para el uso de su piel en la industria marroquinera para la exportación en la región, es de suma relevancia establecer técnicas de estudio que faciliten la investigación y el seguimiento de las poblaciones a través del tiempo.

En este artículo presentamos tres métodos para la estimación del número de individuos de babilla presentes en tres zonas del Embalse El Guájarro, Departamento del Atlántico. El primer método, *Muestreo por Cuadros* [2], se basa en el supuesto que la población presenta una distribución de Poisson, el segundo, *Muestreo por Cuadros Cargados* [2], confiere gran importancia a la presencia o ausencia de individuos en la unidad de muestreo (a). Por su parte, el tercer método, *Fracción Significativa*, a partir del cálculo de la probabilidad de avistamiento de la población en una jornada de muestreo estima el tamaño de poblacional a partir de las medias de las observaciones. Este último método ya ha sido utilizado en otras poblaciones de crocodílidos [3,4], con resultados óptimos.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

El Embalse El Guájarro se encuentra ubicado al sur-occidente de departamento de Atlántico, costa Caribe Colombiana, entre los 10° 25' latitud Norte – 75° 00' longitud Oeste y 10° 38' N – 75° 08' O.

Actualmente el embalse ocupa una extensión de ca.12,000 Ha, donde se desarrollan principalmente actividades pesqueras y agrícolas; también presta servicio a las granjas de cría de ciclo cerrado (acuacultivos y zocriaderos), ubicándolo como el cuerpo de agua más importante de la región [5].

De acuerdo con los intereses de esta investigación, el embalse se dividió en tres áreas, denominadas *Zona Norte*, *Zona centro* y *Zona Centro-Sur*, que representan ca. 75 % de la superficie total de este cuerpo de agua.

2.2. Conteos nocturnos

Para los conteos nocturnos se siguió la metodología estándar utilizada para el conteo de taxa *Crocodylia* [4,6], la cual consiste en examinar el cuerpo de agua con un haz de luz (lámpara o linterna) desde un bote o a pie, aprovechando el reflejo de luz que produce en el ojo de los animales sobre el tapetum lucidum,

para detectar la presencia de individuos, que en el caso de la especie *C. crocodilus fuscus* es rojizo.

Los recorridos en el embalse se realizaron a lo largo del litoral, en caños y playones, ubicados dentro y adyacentes a éste. La longitud de los recorridos se expresaron en Km. con un ancho promedio de 0.1 Km. a cada lado de la línea transitada. Dichos recorridos variaron de 1 a 13 Km.

2.3. Estimadores

La estimación en estadística se define como el cálculo aproximado que por lo general supone una o más aproximaciones, efectuado para dar una respuesta preliminar a un problema [2]. El objeto de esta investigación consistió en estimar el tamaño de la población de “babillas” en un periodo de tiempo determinado poniendo en consideración los siguientes estimadores:

Muestreo por cuadros [2]: la estimación del número de babillas (\widehat{M}) en las áreas de estudio puede calcularse estimando primero el número de individuos por unidad de área (densidad: $\widehat{\lambda}$) y luego multiplicando $\widehat{\lambda}$ por el tamaño total del área de estudio (A).

Cada cuadro (a) representa 1 Km. de recorrido multiplicado por el ancho total, es decir, 0,2 Km².

Los n cuadros resultantes se muestrearon con cuidado y se determinó un conteo exacto de individuos (m_i) para cada cuadro. Si se define que:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n} \tag{1}$$

Entonces se tienen los siguientes estimadores:

$$\widehat{\lambda} = \frac{m}{a} \tag{2}$$

$$\text{Limite del error} = 2\sqrt{\frac{\widehat{\lambda}}{an}} \tag{3}$$

$$\widehat{M} = \widehat{\lambda}A \tag{4}$$

$$\text{Limite del error} = 2A\sqrt{\frac{\widehat{\lambda}}{an}} \tag{5}$$

El estimador $\widehat{\lambda}$ para este método supone que los individuos están dispersos aleatoriamente y no se encuentran agrupados; esta suposición es equivalente a aquella que señala que las m_i tienen una distribución de Poisson.

Con este método se realizaron tres pruebas: 1) utilizando los valores máximos de los m_i de cada cuadro durante los seis meses de muestreo 2) utilizando los valores promedio de los m_i de cada cuadro y 3) utilizando el promedio intermensual de las densidades ($\sum \hat{\lambda}/No.Meses$).

Cuadros cargados [2]. Este método de estimación, en contraste con el anterior, no tiene en cuenta los valores de m_i encontrados en cada cuadro, sino que basta con el conocimiento de la presencia o ausencia de individuos en el cuadro para obtener un estimador de la densidad y el tamaño poblacional; en este método se introduce una nueva variable: γ , que es el número de cuadros no cargados. Fundamentándose el método en los siguientes estimadores:

$$\hat{\lambda} = - \left(\frac{1}{a} \right) \ln \left(\frac{\gamma}{n} \right) \tag{6}$$

$$\text{Limite del error} = 2\sqrt{\frac{1}{na^2}(e^{\hat{\lambda}a} - 1)} \tag{7}$$

$$\widehat{M} = \hat{\lambda}A \tag{8}$$

$$\text{Limite del error} = 2A\sqrt{\frac{1}{na^2}(e^{\hat{\lambda}a} - 1)} \tag{9}$$

Este método comparte el mismo criterio de suposición de aleatoriedad de hallar individuos en la población al igual que el estimador anterior, entonces $e^{-\lambda a}$ es la proporción de cuadros no cargados en la población, siendo éste un buen estimador de la proporción poblacional [2].

Fracción significativa [3]. Este método se basa en una distribución normal donde la variación de una cantidad (x) respecto a su valor medio (m) es completamente aleatoria. El método tiene en cuenta la media censal de los resultados (media experimental) y una media teórica para hallar la probabilidad (p) de avistar animales en un muestreo. A partir de este procedimiento se estima el tamaño total de la población (N).

Durante una noche típica de muestreo solamente una fracción de los cocodrilos presentes en la población puede ser observada, debido a una gran diversidad de factores. Esta fracción se calculó utilizando los datos con mayor número de réplicas durante los seis meses de muestreo en un área escogida, a partir de la siguiente fórmula:

$$p = \frac{m}{(2s + m)1,05} \tag{10}$$

donde p = porcentaje promedio de la población observada durante los muestreos, m = media de los censos y s = la desviación estándar.

El tamaño total de la población (N) con un límite de confianza del 95 % [8] se calcula como:

$$N = \frac{m}{p} \pm \frac{[1,96(s)]^{1/2}}{p} \tag{11}$$

La densidad estimada se obtiene dividiendo N entre la longitud de su respectivo recorrido (N/Km).

3. Resultados

3.1. Muestreo por cuadros.

Para la Zona Norte, utilizando el promedio intermensual, se obtuvo una densidad poblacional de 10 babillas/Km2 y se estimó la población en 52 babillas. En la Zona Centro la densidad fue de 8 babillas/Km2 y el total estimado de la población fue de 30 babillas. En la Zona Centro-Sur, por su parte, los resultados de densidad y estimación de la población fueron 4 babillas/Km2 y 27 babillas, respectivamente. La estimación poblacional para las tres áreas fue de 109 babillas.

Los resultados con los valores medios para las tres áreas de estudio se resumen en la tabla 1.

Tabla 1.
Densidad, valores medios y máximos de tamaño poblacional estimados para las tres áreas de muestreo, según el método por cuadros.

| Estimaciones | Zona Norte | Zona Centro | Zona Centro-sur | Total |
|--------------------|------------|-------------|-----------------|-------|
| Densidad | 9 | 7 | 3 | |
| Tamaño Poblacional | 45 | 28 | 21 | 94 |

Finalmente, los resultados de los valores máximos fueron en la Zona Norte de 27 babillas/Km2 y 139 babillas; para la Zona Centro se obtuvieron 19 babillas/Km2 y 74 y en la Zona centro-Sur los resultados fueron 10 babillas/Km2 y 67 babillas. La estimación en este caso para la población fue de 280 babillas.

3.2. Muestreo por cuadros cargados.

Los resultados obtenidos usando el promedio de los censos en la Zona Norte fueron de 4 babillas/Km2 y 20 babillas; en la zona Centro fueron de 2 babillas/Km2 y 8 babillas y para la Zona Centro-Sur 2 babillas/Km2 y 10 babillas. La estimación de la población total fue de 38 babillas. Estos resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2.

Densidad, valores medios y máximos de tamaño poblacional estimados para las tres áreas de muestreo, según el método por cuadros cargados

| Estimaciones | Zona Norte | Zona Centro | Zona Centro-sur | Total |
|--------------------|------------|-------------|-----------------|-------|
| Densidad | 4 | 2 | 2 | |
| Tamaño Poblacional | 20 | 8 | 10 | 38 |

3.3. Fracción significativa.

La probabilidad de ver babillas en un muestreo fue del 0.3, lo que corresponde al 30%. Así, en la Zona Norte, la densidad estimada y el tamaño poblacional fueron de 5 babillas/Km. y 128 babillas, respectivamente; en la Zona Centro, los resultados fueron de 5 babillas/Km. y 92 babillas; en la Zona Centro-Sur, los resultados obtenidos fueron de 2 babillas/Km. y 66 babillas. La estimación del total de la población para las tres áreas fue de 286 babillas y una densidad estimada en 4 babillas/Km. Estos resultados se presentan en la tabla 3.

Tabla 3.

Densidad, valores medios y máximos de tamaño poblacional estimados para las tres áreas de muestreo, según el método de fracción significativa.

| Estimaciones | Zona Norte | Zona Centro | Zona Centro-sur | Total |
|--------------------|------------|-------------|-----------------|-------|
| Densidad | 5 | 5 | 2 | |
| Tamaño Poblacional | 128 | 92 | 66 | 286 |

4. Discusión

Los resultados obtenidos en las tres áreas varían de acuerdo con el método aplicado. El estimador de Muestreo por Cuadros utilizando los valores medios y valores totales presentó valores bajos con respecto a las medias de observación de muestreo durante los seis meses. El estimador de Muestreo por cuadros cargados fue el que presentó los valores más bajos con respecto a los otros métodos, debido a las características del mismo, ya que éste no tiene en cuenta los valores que presentan los m_i de los cuadros muestreados. Utilizando los valores máximos de los m_i para cada cuadro durante la investigación, los muestreos por Cuadros estiman una población de 280 individuos para las tres áreas, un resultado que al ser comparado con el obtenido por el de Fracción Significativa (286 individuos) se aprecia una diferencia mínima de 6 individuos.

Referencias

- [1] Sánchez O. Conservación y Manejo de Anfibios y Reptiles: Métodos y Técnicas. Disponible en Internet: URL: <<http://www.ine.gob.mx/dgoece/diplomado/download/sanchez2.pdf>>. [23 Febrero, 2005].
- [2] Scheaffer R.L., Mendenhall, W. y L. Ott. Elementos de Muestreo. G. Rendón y J.R. Gómez (trad.), México, D.F.: Iberoamérica, 1987; p. 264-268.
- [3] King, F.W., Espinal, M. & C.A. Cerrato. Distribution and Status of the crocodilians of Honduras. En: Crocodiles. Proceedings of the 10th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN—The World Conservation Union, Gland, Switzerland, 1990; pp. 313- 354.
- [4] Thorbjarnarson, J., Platt, S.G. & S.W. Khaing. A Population survey of the estuarine crocodile in the Ayeyarwady Delta, Myanmar. En: Oryx. Vol. 34 No.4 (2000); p. 317-324.
- [5] Ministerio del Medio Ambiente, Banco Interamericano de Desarrollo, CRA y CARDIQUE. Plan de Manejo Ambiental del complejo de ciénagas El Totumo, El Guájaro, y El Jobo en la ecorregión estratégica del Canal del Dique. (Convenio # 201680), 2002; 243 p.
- [6] Seijas, A.E. Estimaciones poblacionales de babas (*Caiman crocodilus*) en los llanos occidentales de Venezuela. Vida Silvestre Neotropical. Vol. 1 No. 1 (1986); p. 24-30.