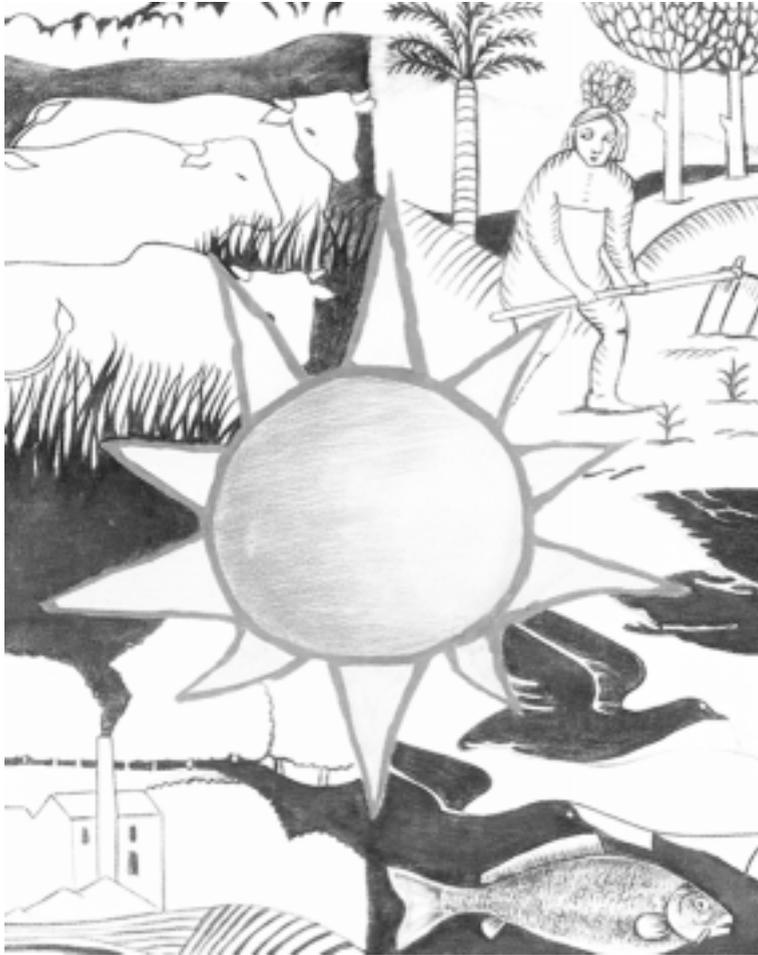


---

## ESTUDIO DE LA FORMA DE FRAGMENTOS BOSCOSOS SOBRE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE AVES AL INTERIOR Y EXTERIOR DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS

*Jaime Rau<sup>1</sup>, Alberto Gantz<sup>1,2</sup> & Gustavo Torres<sup>3</sup>*



<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Los Lagos, Casilla 933, Osorno-Chile, Correo electrónico: JRau@ulagos.cl. <sup>2</sup>Dirección actual: Departamento de Biología Evolutiva, Universidad de Siena, Siena-Italia. <sup>3</sup>Departamento de Ciencia y Tecnología Forestal y Programa de Magister en Ciencias con mención en Producción, Manejo y Conservación de Recursos Naturales, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile.

En este trabajo se sintetizan dos de las cuatro ponencias presentadas en el taller: «Impacto de la Fragmentación de Bosques sobre Vertebrados Terrestres», organizado por el primer autor en el marco del IV Congreso Internacional sobre Gestión de Recursos Naturales, realizado el 23 de noviembre de 1998 en Termas de Puyehue, Osorno-Chile.

---

## RESUMEN

En la primera parte de este trabajo analizamos el efecto que tuvo la forma de 18 fragmentos de bosque secundario situados en la depresión intermedia de la Provincia de Osorno, X Región de los Lagos, Chile, sobre la densidad relativa y riqueza de especies de aves asociadas a ellos. De tres índices utilizados para cuantificar la forma de los fragmentos (i.e., índice perimetral, de diversidad de Patton e índice de compactación), además de la dimensión fractal de este «archipiélago», se encontró que sólo el índice perimetral se correlacionó significativamente con la riqueza de especies de aves. Este resultado fue coincidente con el recientemente encontrado para las aves asociadas a parches de praderas húmedas nativas en Nebraska, EEUU. Además, más del 70% de los fragmentos analizados no tuvieron la forma circular, considerada óptima para el diseño geométrico euclidiano de áreas silvestres protegidas. Por otra parte, la dimensión fractal encontrada ( $> 1$ ) sugirió que los fragmentos se rigieron por la geometría fractal de Mandelbrot. En la segunda parte comparamos las formas de fragmentos de bosques primarios al interior y exterior de dos áreas silvestres protegidas, a nivel de la escala de paisaje correspondiente a la cuenca del río Chamiza, Provincia de Llanquihue, X Región de los Lagos, Chile. Tanto el área como el perímetro medianos fueron significativamente mayores al interior que al exterior de las áreas silvestres protegidas. Para los tres índices cuantitativos de forma, ya descritos arriba, encontramos que sólo el índice perimetral mediano fue significativamente más alto al interior que al exterior de las áreas silvestres protegidas. Este resultado fue concordante con uno de los postulados de la ecología del paisaje, el cual predice que las áreas naturales se regirían por la geometría fractal de Mandelbrot, mientras que aquellas sujetas a perturbaciones humanas se regirían por la geometría euclidiana.

Palabras claves: Bosque valdiviano, fragmentación, geometría euclidiana, geometría fractal de Mandelbrot, índices de forma.

## ABSTRACT

We analyzed the patch structure and avian community richness in a series of forest remnants in southern Chile, to compare at different spatial scales the relative merits of traditional Euclidean metrics and fractal geometry. In the first part of this paper, we analyze the effect of patch shape on the relative density and species richness of birds associated with secondary-growth forest remnants in the central valley of southern Chile. We calculated three shape indexes (the perimeter-to-area ratio, the Patton's diversity index, and the compactness ratio), plus the fractal dimension for the overall patch «archipelago». Of these, only the perimeter-to-area ratio was statistically significantly (and negatively) correlated with the forest bird species richness. This result corroborates recent data obtained for birds in native wet grassland patches in Nebraska, USA. In addition, over 70% of our patches ( $n= 18$ ) were not circular in shape, as Euclidean geometrical rules suggests as one of the rules for the optimal design of wildlife preserves. Additionally, the fractal dimension for these remnants was greater than one, thus giving strong support to the hypothesis that these forest remnants correspond with Mandelbrot's fractal geometry rules, rather than Euclidean geometry. We subsequently compared the shapes of primary-growth forest

---

remnants located both inside and outside of two protected wildlife preserves in the Chamiza river watershed of Llanquihue Province. Using the same three shape indexes as above, we found that the perimeter-to-area ratio was significantly greater inside than outside the protected areas. Moreover, patches inside the wildlife protected areas had a higher median surface area and median perimeter. This finding supports the hypothesis that natural (i.e., protected) areas are following the Mandelbrot's fractal geometry, whereas those subject to human disturbances (i.e., unprotected) are following the Euclidean geometry rules. We discuss the implications of these observations according to the different spatial scales used in this study.

Key words: Euclidean geometry, fragmentation, Mandelbrot's fractal geometry, shape indices, Valdivian rainforest.

## INTRODUCCION

Varias investigaciones observacionales-correlacionales recientes, realizadas en bosques templado-húmedos primarios o secundarios chilenos, han demostrado que la disminución del área de los fragmentos boscosos remanentes aislados es un predictor estadísticamente robusto de la disminución concomitante de la abundancia y riqueza de los ensambles taxonómicos de especies de aves que éstos contienen (Willson et al. 1994, Rozzi et al. 1995, 1996, Gantz & Rau 1999). Aunque se ha sugerido que la forma de las áreas es también otro parámetro a considerar para el diseño óptimo de áreas silvestres protegidas, debido al «efecto península» que aumentaría el «efecto de borde» en áreas de formas elongadas y amorfas (e.g., MacArthur & Wilson 1967, Diamond 1975, Diamond & May 1976, Wilson & Willis 1975), existe poca evidencia empírica que sustente estas predicciones derivadas de la teoría del aislamiento

biogeográfico (MacArthur & Wilson 1967).

En este trabajo analizamos: (a) el efecto que tiene la forma de fragmentos de bosque secundario sobre la densidad relativa y riqueza de especies de aves asociadas a ellos en la Provincia de Osorno y (b) la forma de fragmentos boscosos primarios que se encuentran tanto al interior como al exterior de áreas silvestres protegidas (ASP) en la Provincia de Llanquihue, ambas situadas en la X Región de los Lagos, Chile.

## MATERIALES Y METODOS

*a) Efecto de la forma de fragmentos boscosos secundarios sobre la densidad relativa y riqueza de especies de aves*  
Basándonos en consideraciones de tipo logístico seleccionamos 18 fragmentos de bosque secundario (ortofotos IGM; vuelos 1992-1993; escala 1: 20.000), de un

---

total de 171 remanentes boscosos (i.e., 10,5%) existentes en una superficie de 173 km<sup>2</sup> (i.e., una densidad bruta de aproximadamente un fragmento/km<sup>2</sup>), localizados entre las coordenadas geográficas Lat. 40°45'S-Long.72°45'W y Lat. 41°00'S-Long. 73°00'W (véase mapa en Gantz & Rau 1999), depresión intermedia de la Provincia de Osorno, X Región de los Lagos, Chile.

Las áreas, A (km<sup>2</sup>), y perímetros, p (km), de los fragmentos se midieron con un planímetro y un curvímetro digitales, respectivamente.

#### *Indices de forma*

La nomenclatura de todos estos índices sigue a Forman (1997).

Basándonos en los principios de la geometría euclidiana, utilizamos los siguientes índices para cuantificar la forma de los fragmentos estudiados:

(1) Índice perimetral:  $p/A$

Este índice entrega valores altos para fragmentos pequeños y bajos para fragmentos grandes.

(2) Índice de diversidad de Patton:

$$R = p/2(\pi A)^{1/2}$$

En este caso la constante  $\pi = 3,1416$ . Este índice varía entre uno (círculo perfecto) e infinito (formas no circulares) (Patton 1975). La ventaja de este índice es que es invariante de escala (Ripple et al. 1991).

(3) Índice de compactación:  $K_1 = 1/R$

Los límites de este índice varían entre cero (fragmentos con mayor exposición periférica a la matriz circundante) y uno (fragmentos compactos) (Unwin 1979).

Basándonos en los principios de la geometría no euclidiana (sensu Poincaré 1952), obtuvimos la dimensión fractal estadística (D) del conjunto de fragmentos a través de la regresión logarítmica entre p (variable independiente) y A (variable dependiente). Empleando este método D se obtiene dividiendo dos por la pendiente (cf. McGarigal & Marks 1995).

La dimensión fractal, una medida cuantitativa de complejidad paisajística (Turner 1989), también invariante de escala y estadísticamente robusta (cf. Ripple et al. 1991), es considerada el descriptor más ad hoc para cuantificar la fragmentación de diferentes paisajes (cf. Bissonette & Hargis 1995).

#### *Densidad relativa y riqueza de especies de aves asociadas a los fragmentos boscosos*

Sólo una única vez, para evitar el efecto del muestreo pasivo (cf. Coleman et al. 1982), y durante dos años consecutivos (1996-1997), A. Gantz contabilizó y determinó la composición de aves presentes en el núcleo de cada uno de los 18 fragmentos seleccionados, empleando la metodología de las estaciones acústico-auditivas dentro y más allá de un radio fijo de detección (Bibby et al. 1992) que, en este último caso, se estimó en 30 m (i.e., cada estación tuvo un área de  $\pi r^2 = 0,003$  km<sup>2</sup>). Al tratarse de fragmentos de bosque secundario, abiertos, él estimó que el rango empírico máximo de detección acústica o visual de aves fue de aproxi-

---

madamente 70 m. Ver más detalles en Gantz y Rau (1999).

*b) Forma de los fragmentos boscosos situados al interior y exterior de las ASP: análisis a nivel de una escala de paisaje correspondiente a la cuenca hidrográfica* Basándonos en la información digital, generada por el Catastro del Bosque Nativo (Escala 1:50.000) (CONAF-CONAMA-BIRF 1997), seleccionamos 11 fragmentos de bosque primario (i.e., bosque nativo adulto denso), al interior de dos ASP (i.e., Parque Nacional Alerce Andino y Reserva Nacional Llanquihue), y 14 fragmentos de bosque primario fuera de las ASP, ambos tipos incluidos dentro de la cuenca hidrográfica del río Chamiza, localizada entre las coordenadas geográficas Lat. 41°18'S-Long. 72°21'W y Lat. 41°37'S-Long. 72°51'W [cartas Puerto Montt (H051), Correntoso (H052), Cochamó (H053), Lenca (H061) y Puelo (H062)]. Obtuvimos así de este catastro el A (km<sup>2</sup>) y el p (km) de 25 fragmentos discretos. Para cuantificar la forma de estos fragmentos empleamos las fórmulas 1-3, ya descritas anteriormente. Debido a restricciones en el tamaño de la muestra (i.e., < 25, véase McGarigal & Marks 1995 ) no calculamos las dimensiones fractales para ambos subconjuntos de este «archipiélago».

*c) Análisis estadísticos*

Ya que los datos reunidos no se ajustaron a la distribución estadística normal de Gauss, para todos los análisis y comparaciones efectuadas se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas estándar (Siegel 1956).

## RESULTADOS Y DISCUSION

*a) Efecto de la forma de fragmentos de bosque secundario sobre la densidad relativa y riqueza de especies de aves*

El área de los fragmentos seleccionados varió entre 0,03-3,4 km<sup>2</sup> . Es decir, hubo una diferencia de dos órdenes de magnitud entre el fragmento más pequeño y el más grande. El área mediana de los fragmentos fue de 0,4 km<sup>2</sup> .

Como puede corroborarse en la Tabla 1, la densidad relativa no se correlacionó ni con la riqueza de especies ni con ninguno de los tres índices de forma utilizados. Sin embargo, la riqueza de especies sí se correlacionó negativa y significativamente con el índice perimetral, cuyo valor mediano fue igual a 8,3. El resultado de esta correlación sugiere que fragmentos de formas irregulares mantendrían una riqueza de especies de aves menor que aquellos fragmentos de formas más regulares. La misma relación ha sido recientemente encontrada para aves de praderas húmedas nativas en Nebraska, EEUU (Helzer & Jelinski 1999). Esto último debido a que la forma de los fragmentos, junto con su área, sería finalmente la determinante de la cantidad de hábitat núcleo expuesto a los bordes de la matrices que rodean a los fragmentos. Más del 70% de los fragmentos estudiados no tuvieron la forma geométrica euclidiana circular, propuesta para el diseño óptimo de reservas naturales (e.g., MacArthur & Wilson 1967, Diamond 1975, Diamond & May 1976, Wilson & Willis 1975), puesto que en esos parches el valor del índice de diversidad de Patton fue > 1,25 (cf. Henao 1988). Además, para este conjunto de

fragmentos la dimensión fractal fue mayor que uno ( $D= 1,349$ ). Este valor corroboró la irregularidad de la forma de dichos fragmentos.

TABLA 1. MATRIZ DE CORRELACION NO PARAMETRICA ENTRE LA RIQUEZA (A) Y DENSIDAD RELATIVA (B) DE ESPECIES DE AVES VS. TRES INDICES DE FORMA: PERIMETRAL (C), DE DIVERSIDAD DE PATTON (D) Y DE COMPACTACION (E). P (abajo, paréntesis) es la probabilidad asociada a la prueba estadística del coeficiente de correlación de rangos de Spearman ( $r_s$ , arriba) para un nivel de significación de un 5%.

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
(A)	1,000	-0,049 (0,840)	-0,649 (0,008)	0,321 (0,185)	-0,321 (0,185)
(B)		1,000	0,425 (0,079)	0,001 (0,997)	-0,001 (0,997)

Es interesante notar que Heltzer & Jelinski (1999) determinaron, al igual que nosotros (Gantz & Rau 1999), que el área mínima que sostuvo la mayor riqueza de especies de aves correspondió a 0,5 km<sup>2</sup>. Estos fragmentos deberían ser, además, idealmente circulares, para proveer áreas interiores abundantes, libres del impacto negativo de los bordes de las matrices circundantes (Heltzer & Jelinski 1999).

*b) Forma de los fragmentos boscosos situados al interior y exterior de las ASP: análisis a nivel de una escala de paisaje correspondiente a la cuenca hidrográfica*

Al interior de la cuenca del río Chamiza se contabilizó un total de 25 fragmentos de bosque nativo adulto denso: sólo un 44% al interior de las ASP, mientras que el 56% restante estuvo al exterior de tales áreas. Sin embargo, los fragmentos al interior de las ASP fueron un orden de magnitud más grandes en superficie que los situados al exterior de las ASP. Por otro lado, los fragmentos al interior de las ASP tuvieron perímetros cuatro veces más grandes que aquellos al exterior de las ASP. Ambas diferencias fueron estadísticamente significativas (cf. Tabla 2). Además, como se observa en esta tabla, ambos subconjuntos de fragmentos boscosos presentaron diferencias estadísticamente significativas en sus índices perimetrales. Era esperable que fragmentos al interior y exterior de las ASP difiriesen en los impactos humanos que estén recibiendo (i.e., mayores al exterior y menores al interior). Que el índice perimetral haya sido más de dos veces mayor al exterior que al interior de las ASP indicaría que en estas últimas el grado de protección ha sido también mayor. Nuestros resultados concuerdan así con la hipótesis adelantada por Krummel et al. (1987), autores que encontraron que la dimensión fractal de áreas naturales grandes fue mayor (sugiriendo formas más tortuosas y amorfas) que la de aquellas áreas pequeñas sujetas a intervenciones humanas (sugiriendo formas regulares y euclidianas). Por otra parte, en los fragmentos al exterior de las ASP más de un 71% fue  $>1,25$ ; límite considerado por Henao (1988) un indicador de forma no circular para el índice de diversidad de Patton. Este mismo valor fue cercano a un 91% para aquellos fragmentos al interior de las ASP. Así, puede inferirse

que estos últimos fueron fragmentos aún más tortuosos y amorfos (i.e., fractales) que aquellos al exterior de las ASP.

TABLA 2. DESCRIPTORES GEOMETRICOS E INDICES DE FORMA PARA FRAGMENTOS BOSCOSOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS AL INTERIOR (N= 11) Y EXTERIOR (N= 14), RESPECTIVAMENTE, DE ASP EN LA PROVINCIA DE LLANQUIHUE, X REGION DE LOS LAGOS, CHILE. Los valores corresponden a la mediana (arriba) y los rangos mínimo y máximos (paréntesis, abajo). P es la probabilidad asociada a la prueba estadística de Mann-Whitney (U) a un nivel de significación de un 5%.

	Interior ASP	Exterior ASP	U	P
Area (km <sup>2</sup> )	3,3 (0,1-33,3)	0,3 (0,1-1,8)	115	<0,05
Perímetro (km)	15,1 (1,4-128,9)	3,6 (1,1-11,0)	114,5	<0,05
Índice perimetral	4,5 (2,0-21,0)	11,0 (5,0-18,3)	117	<0,05
Índice de diversidad de Patton	2,3 (1,0-6,3)	1,8 (1,1-2,7)	112	>0,05
Índice de compactación	0,4 (0,2-1,0)	0,6 (0,4-1,0)	114	=0,05

Puesto que sólo el índice de diversidad de Patton y la dimensión fractal son considerados invariantes de escala (cf. Ripple et al. 1991), las aparentes diferencias encontradas con el índice perimetral utilizado en nuestros análisis (i.e., correlacionado negativamente con la diversidad de especies en fragmentos boscosos secundarios y mayor en fragmentos boscosos primarios al interior de las ASP) serían más bien un reflejo de las diferentes escalas espaciales utilizadas en este estudio (i.e., un área mediana de 0,4 km<sup>2</sup> para fragmentos boscosos secunda-

rios vs. 0,3 km<sup>2</sup> para fragmentos boscosos primarios al exterior de las ASP y 3,3 km<sup>2</sup> para fragmentos boscosos primarios al interior de las ASP). Que el índice perimetral mediano de fragmentos boscosos secundarios (8,3) se parezca al de fragmentos boscosos primarios al exterior de las ASP (11,0; véase Tabla 1), estaría corroborando la dependencia de escala en el caso de este índice de forma. Un análisis de las dimensiones fractales de fragmentos boscosos primarios y secundarios que difieran en sus escalas espaciales en varios órdenes de magnitud ayudará a resolver esta aparente paradoja (Rau et al., manuscrito).

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido posible gracias al proyecto 3150/96 financiado por la Dirección de Investigación y Post-grado de la Universidad de Los Lagos, Osorno-Chile. El primer autor agradece a D.A. Kelt (Universidad de California, Davis) por su ayuda con el «abstract» y estimulantes comentarios para el desarrollo de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

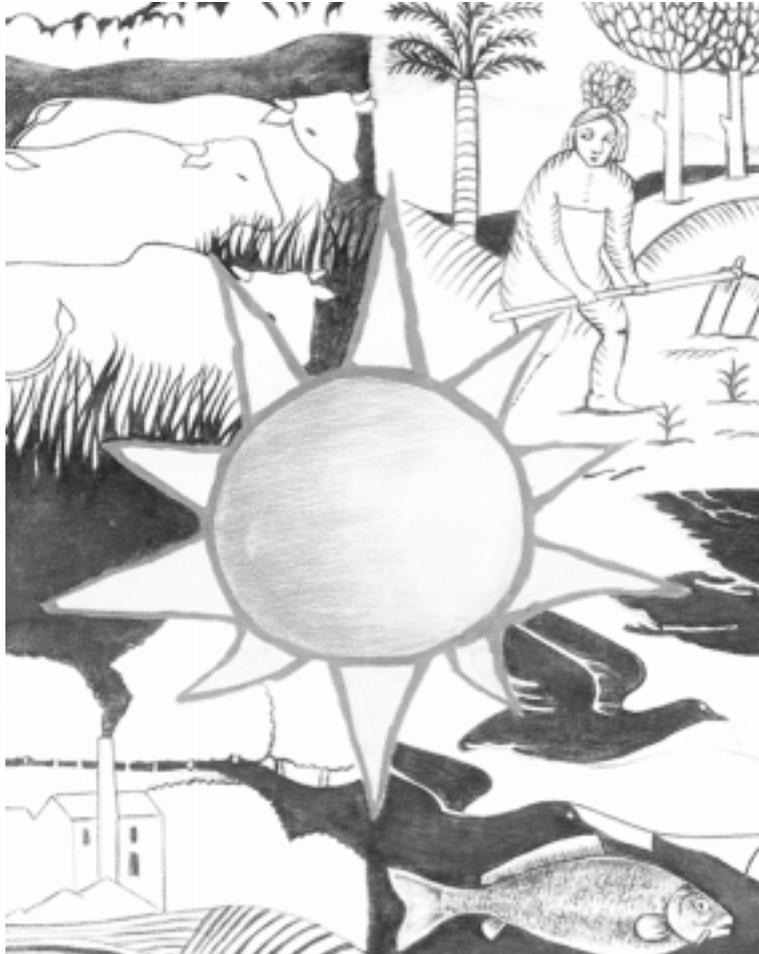
- BIBBY CJ, ND BURGESS & DA HILL (1992) Bird census techniques. Academic Press, London, United Kingdom.
- BISSONETTE J & C HARGIS (1995) Linking landscape and smaller scale responses: a multi-scale model. En: Bissonette J & P Krausman (eds). Integrating People and Wildlife for a Sustainable Future: 432-435. Proceedings of the First International Wildlife Conference. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.

- 
- COLEMAN BD, MA MARES, MR WILLIG & HSIEH Y-H (1982) Randomness, area, and species richness. *Ecology* 63: 1121-1133.
- CONAF-CONAMA-BIRF (1997) Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago.
- DIAMOND JM (1975) The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation* 7: 129-146.
- DIAMOND JM & RM MAY (1976) Island biogeography and the design of natural reserves. En: May RM (ed). *Theoretical Ecology: Principles and Applications*: 163-186. Blackwell, Oxford.
- FORMAN RTT (1997) *Land Mosaics: the Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- GANTZ A & J RAU (1999) Relación entre el tamaño mínimo de fragmentos boscosos y su riqueza de especies de aves en el sur de Chile. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (Valparaíso-Chile)* 24: 85-90.
- HELTZER CJ & DE JELINSKI (1999) The relative importance of patch area and perimeter-area ratio to grassland breeding birds. *Ecological Applications* 9: 1448-1458.
- HENAO S (1988) *Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Universidad de Santo Tomás. Centro de Enseñanza Desescolarizada. Ediciones Usta. Bogotá, Colombia.
- KRUMMEL JR, RH GARDNER, G SUGIHARA, RV O'NEILL & PR COLEMAN (1987) Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos* 48: 321-324.
- MACARTHUR RH & EO WILSON (1967) *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- MCGARIGAL K & BJ MARKS (1995) FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying lanscape structure. General Technical Report PNW-GTR-351. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon.
- PATTON DR (1975) A diversity index for quantifying habitat edge. *Wildlife Society Bulletin* 394: 171-173.
- POINCARÉ H (1952) *Science and Hypothesis*. Dover Publications, Incorporated. EEUU.
- RIPPLE WJ, GA BRADSHAW & TA SPIES (1991) Measuring forest landscape patterns in the Cascade Range of Oregon, USA. *Biological Conservation* 57: 73-88.
- ROZZI R, D MARTINEZ, MF WILLSON & C SABAG (1995) Avifauna de los bosques templados de Sudamérica. En: Armesto JJ, C Villagrán & M Kalin (eds). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*: 135-152. Editorial Universitaria. Santiago-Chile.
- ROZZI R, JJ ARMESTO, A CORREA, JC TORRES-MURA & M SALLABERRY (1996) Avifauna de bosques primarios templados en islas deshabitadas del archipiélago de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 69: 125-139.
- SIEGEL S (1956) *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- TURNER MG (1989) Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20: 171-197.
- UNWIN D (1979) *Introductory Spatial Analysis*. Methuen and Corporation, New York.
- WILSON EO & EO WILLIS (1975) Applied biogeography. En: ML Cody & JM Diamond (eds). *Ecology and Evolution of Communities*: 522-536. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- WILLSON MF, TL DE SANTO, C SABAG & JJ ARMESTO (1994) Avian communities of fragmented south-temperate rainforests in Chile. *Conservation Biology* 8: 508-520.

---

## EFFECTOS DEL TURISMO DE OBSERVACION DE CETACEOS EN PUNTA DE CHOROS, IV REGION, CHILE

*Gian P. Sanino<sup>1</sup> & José Yáñez<sup>2</sup>*



<sup>1</sup>Center for Aquatic Mammals Research Leviathan. Correo electrónico: leviathan@interactiva.cl. <sup>2</sup>Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago Chile. Correo electrónico: jyanez@mnhn.cl

---

## RESUMEN

El turismo informal de observación de cetáceos en proximidad de isla Choros, (29° 16' S; 71° 32' W), ha experimentado un fuerte y sostenido crecimiento desde 1995. Esto ha generado impactos que incluyen heridas a los cetáceos, navegación inexperta, delfines enredados en basuras arrojadas desde los botes y un cambio en la distribución de las actividades diarias de los delfines, como ser alimentación y descanso. La situación más grave consiste en la ausencia de crías, entre 1995 y 1998, posiblemente por efecto antrópico del entorno debido a la nula regulación de la actividad turística. Con el propósito de analizar métodos formales de observación, se estimó el tamaño poblacional de la POD residente de *Tursiops truncatus*, relacionando conductas con grados de aceptación y rechazo a la presencia de embarcaciones, tanto grupal como individualmente. Esto permitió comparar distintos métodos de acercamiento, tipos de embarcaciones, épocas del año, actividades y duración de los eventos turísticos, con lo cual desarrollamos un modelo predictivo preliminar para regular la actividad turística. El modelo indica que bastaría una protección de las hélices, un ordenamiento de los horarios y una capacitación de los navegantes en los métodos de acercamiento, para revertir esta preocupante situación.

Palabras clave: delfines, manejo, turismo, whale-watching.

## ABSTRACT

The informal dolphin-watching activities near Choros island, (29° 16' S; 71° 32' W), has strong and continuously increased since 1995. As a result a hard impact, including wounds, amateur navigation, dolphin entanglement with trash thrown out from vessels and a shift in the distribution of dolphin activities, such as feeding and resting have occurred. The calves lack within 1995 and 1998, is the most serious threat, which may be the result of an anthropogenic effect produced by the absence of any tourism policies. We analyzed different formal dolphin-watching techniques, the population size of the resident *Tursiops truncatus* POD was estimated; furthermore, the relationship between the behavior respect the tolerance and rejection levels to the vessel presence, both groupal individually. These data allowed us to compare different dolphin-watching approaching techniques, vessel types, seasons, activities and event span. With this information, we developed a preliminary model in order to regulate the tourism activity. This model suggests that would the propeller protection, a schedule of tourism events, and improvement of the abilities of vessel's drivers respect the approaching methods to the dolphins is enough to in order to change this worrying situation.

Keywords: dolphin, management, tourism, whale-watching.

## INTRODUCCION

En el sector sudoeste de Isla Chañaral (29°2'S, 71°36'W), perteneciente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y administrada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), existió desde 1981 la única población costera estable descrita para Chile de la especie delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus*, constituida por una treintena de ejemplares (González et al. 1989).

En abril de 1995 aproximadamente siete delfines fueron cazados por dos botes albacoreros, como resultado, uno de los animales apareció varado, muerto por arpón, cerca de la caleta de Chañaral de Aceituno, y la población de delfines residentes abandonó su sitio original. Concomitantemente, lugareños de Punta de Choros, 25 km más al sur, recuerdan haber visto llegar a varios delfines con heridas sangrantes.

Turistas y lugareños describen una aparente inestabilidad de la población de delfines en Punta de Choros: una distribución muy variable en tiempo y espacio, y una alta violencia intrapoblacional por la abundante presencia de heridas frescas en la piel y observación directa de peleas tras el paso de embarcaciones. La población humana también experimenta importantes cambios; se desata una revolución ante la expectativa de aprovechamiento turístico de los delfines. Surge así un turismo informal de avistamiento de cetáceos por parte de todos los sectores, sin ningún tipo de regulación.

Ante este escenario desarrollamos un proyecto tendiente a dilucidar aspectos poblacionales, genéticos y conductuales

de la población residente de *Tursiops truncatus* en Punta de Choros. Se presentan en este documento, los resultados preliminares del estudio de la interacción entre turismo y cetáceos.

## MATERIALES Y METODOS

Se diseñó especialmente para este proyecto, una embarcación a vela de siete m, el Leviathan II. Su construcción demoró dos años, estando operacional en 1998 (Fig. 1). Este estudio se planificó para dos años con la realización de dos expediciones anuales, una estival y otra invernal, de 50 días cada una. La primera se llevó a cabo durante los meses de febrero y marzo de 1998, y la segunda entre julio y agosto del mismo año.

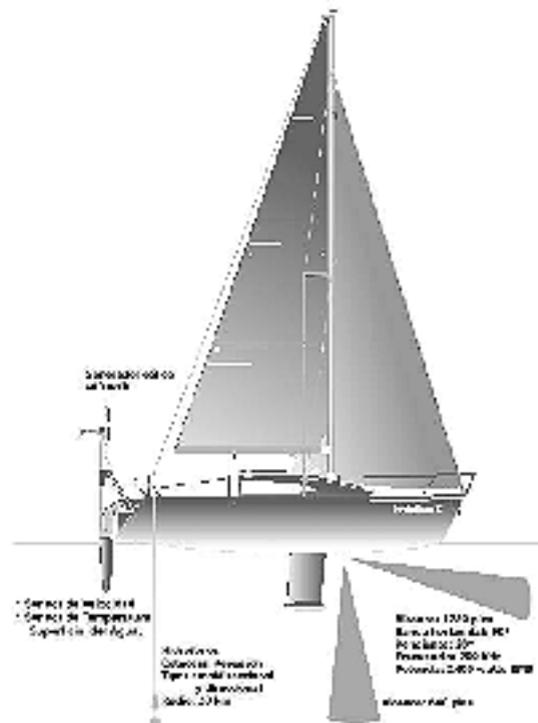


FIGURA 1. DETALLES DE LA EMBARCACION «LEVIATHAN II».



FIGURA 2. MAPA DE LAS ISLAS CHAÑARAL, DAMAS, CHOROS Y GAVIOTA. UBICACION DE LOS PUESTOS DE OBSERVACION Y TRANSECTOS DE NAVEGACION.

#### *Personal y estaciones de trabajo*

La zona de estudio es la porción de agua circundante a las islas Chañaral, Choros, Damas y Gaviota, ubicada entre la III y IV Regiones (Fig.1). Se realizaron dos cursos introductorios a la Cetología para alumnos universitarios de medicina veterinaria y biología, quienes, al aprobarlo, obtuvieron el derecho a participar en el

proyecto como voluntarios capacitados.

Las estaciones en las islas se dividieron según se detalla en la Tabla 1, en tres unidades en Isla Chañaral, una en Isla Choros y otra en el continente frente a la caleta Punta de Choros, para alcanzar los objetivos de investigación de todo el proyecto. En el presente documento nos remitiremos a las unidades B1 y C1.