

Nota corta

Modelación de nicho y aspectos biogeográficos del género *Sotalia* (Cetartiodactyla: Delphinidae) en los ríos Amazonas y Orinoco, Colombia

Juan David Carvajal-Castro¹,
Tatiana Velásquez-Roa¹, Hugo
Mantilla-Meluk¹, Fernando
Trujillo^{2*} y Federico Mosquera-
Guerra²

¹Programa de Biología, Universidad del Quindío,
Armenia, Colombia.

²Fundación Omacha, Bogotá D.C. Colombia.

Autor para Correspondencia*:
fernando@omacha.org

Recibido 05 de julio de 2015.
Aceptado 25 de diciembre 2015.

Resumen

El género *Sotalia* (Cetartiodactyla: Delphinidae) esta compuesto de dos especies, basados en morfología craneal y evidencia genética. La primera *Sotalia fluviatilis* (continental) corresponde a individuos distribuidos en la cuenca del río Amazonas y *Sotalia guianensis* (Orinoco y Océano Atlántico) presentes en las costas de Océano Atlántico en Centro y Sur América, incluido el delta del río Orinoco y el Lago Maracaibo en Venezuela. Los individuos establecidos en el medio y bajo Orinoco, corresponden a individuos que presentan 600.000 años de divergencia genética de las poblaciones costeras correspondientes a *S. guianensis*. El tucuxi, *S. fluviatilis* es simpátrico con *Inia geoffrensis* para la cuenca del río Amazonas. Se caracterizaron ecológicamente los avistamientos realizados para el género *Sotalia* en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco y el efecto de su interconectividad sobre los patrones biogeográficos a través del modelamiento del nicho ecológico (nicho climático) en aras de establecer la distribución potencial del género *Sotalia* empleando el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt) y sistemas de información geográfica junto con variables ecográficas e hidrográficas, asociadas a los sistemas acuáticos habitados por estas especies de cetáceos. Los resultados sugieren que la especie *S. fluviatilis* y *S. guianensis* presentan limitaciones a su distribución generado por los raudales como Córdoba en el río Caquetá (Amazonas) y Maipures y Atures en el río Orinoco (Venezuela). Finalmente, se resalta la importancia de este tipo de investigaciones, que emplean aproximaciones ecológicas para inferir las distribuciones potenciales de estas especies en los sistemas acuáticos de la Amazonia y Orinoquia.

Palabras clave: MaxEnt; modelamiento; *Sotalia* sp; Sistemas de Información Geográfica.

Abstract

Gender *Sotalia* (Cetartiodactyla: Delphinidae) consists of two species, based on cranial morphology and genetic evidence. The first *Sotalia fluviatilis* (continental) corresponds to individuals distributed in the Amazon basin and *Sotalia guianensis* River (Orinoco and the Atlantic Ocean) present on the shores of the Atlantic Ocean in Central and South America, including the delta of the Orinoco River and Lake Maracaibo in Venezuela. The individuals established in the middle and lower Orinoco, corresponding to 600,000 years individuals with genetic divergence of the corresponding *S. guianensis* coastal populations. The tucuxi, *S. fluviatilis* is sympatric with *geoffrensis* for Inia Amazon River basin. Sightings made for gender *Sotalia* in the basins of the Amazon and Orinoco rivers and their interconnectivity effect on biogeographic patterns through the modeling of ecological niche (climatic niche) in order to establish potential gender distribution is characterized ecologically *Sotalia* using the Maximum Entropy algorithm (Maxent) and geographic information systems together with ultrasound and hydrographic variables, associated aquatic ecosystems inhabited by these species of cetaceans. The results suggest that the species *S. fluviatilis* and *S. guianensis* have limitations for distribution generated by the rapids as Cordoba in Caqueta (Amazonas) and Maipures and Atures in the Orinoco River (Venezuela) river. Finally, the importance of this type of research, which used to infer the potential ecological distribution of these species in aquatic systems of the Amazon and Orinoco approaches are highlighted.

Key words: Maxent; modeling; *Sotalia* sp; Geographic information systems.

Introducción

El género *Sotalia* incluye dos especies basados en morfología craneal y evidencia genética (Madeira *et al.* 2004; Cunha *et al.* 2005; Caballero *et al.* 2007; Caballero *et al.* 2010). El delfín gris, *Sotalia guianensis* (P-J. Van Bénédén 1864) presenta poblaciones distribuidas a lo largo de las costas y estuarios del océano atlántico desde Honduras hasta Brasil y en el norte de Suramérica se incluyen los individuos establecidos en el Lago Maracaibo, parte media y delta del río Orinoco en Venezuela, recientes estudios genéticos determinaron que existe una divergencia de 600.000 años entre las poblaciones continentales y costeras (Trujillo F. com pers). El tuxi, *Sotalia fluviatilis* (Gervais y

Deville, en Gervais 1853) ha sido asignado a animales encontrados en la cuenca del río Amazonas (rivereño) y es simpátrico con *Inia geoffrensis* en Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Guyana Francesa en la cuenca del río Amazonas (Borobia *et al.* 1991; Da Silva 1994; Martin y Da Silva 2004; Cunha *et al.* 2005; Caballero *et al.* 2007, Flores y Da Silva 2009, Trujillo *et al.* 2010). Estos depredadores tope de las redes tróficas acuáticas donde ocurren presentan tensores a su conservación como el cambio climático, pérdida, destrucción y fragmentación de sus hábitats al igual que las capturas incidentales y dirigidas por las pesquerías artesanales y comerciales. Esta condición hacen que se encuentren entre las especies de cetáceos más amenazados del planeta (Trujillo *et al.* 2010). La especie

Sotalia fluviatilis es considerada como Datos Deficientes (DD) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UCN) y Vulnerable (VU) en Colombia (Trujillo et al. 2006). El estatus de *Sotalia guianensis* no ha sido establecido. Sin embargo el género *Sotalia* se encuentra listado en el Apéndice I del CITES. La presente investigación pretende aportar a la consolidación del conocimiento acerca de la distribución de las especies del género *Sotalia* presente en los ecosistemas acuáticos asociados a las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Este tipo de estudios proporcionan información relevante para establecer aspectos como distribución de las especies en los ecosistemas y es necesaria para evaluar las amenazas a su conservación y establecer posibles programas de monitoreo.

Metodología

Obtención de datos de ocurrencia y variables climáticas

Los datos de ocurrencia corresponden a 386 avistamientos realizados en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco para las dos especies del género *Sotalia*, en los periodos comprendidos entre los años 2005 y 2015 (Figura 1 y Tabla 1). Se consideraron 19 variables bioclimáticas obtenidas de

WorldClim de acuerdo a lo establecido por Hijmans et al. (2005), <http://www.worldclim.org/bioclim>, dos variables hidrológicas (Flujo de acumulación y dirección de los drenajes y un modelo de elevación digital (DEM): Hydroshed (Lehner et al. 2008) <http://hydrosheds.cr.usgs.gov/index.php>). Todas las variables presentan una resolución de 2.5 Arc-Minutos (~ 5 Km² en el Ecuador).

Elección de variables y modelamiento de nicho

La selección de las variables que no presentaran problemas de multicolinealidad (Naimi et al. 2011) se apoyo en la aplicación de la función *vifstep* de la librería *usdm* (Naimi et al. 2014) en el Software estadístico R (R Development Core Team 2011, <http://www.R-project.org/>). Adicionalmente se contó con el apoyo de expertos que validaron la importancia ecológica de las variables elegidas.

La modelación se llevó a cabo mediante la aplicación del algoritmo MaxEnt (Maximun Entropy Modeling) (Phillips et al. 2006) con las variables elegidas previamente. Los datos de presencia se dividieron en dos conjuntos: *Training* (75% de los datos) usado para modelar la predicción del modelo y en *Testing* (25% de los datos) para realizar la validación del modelo (Fielding y Bell 1997; Guisan y Zimmermann 2000), además se utilizó un *background* de

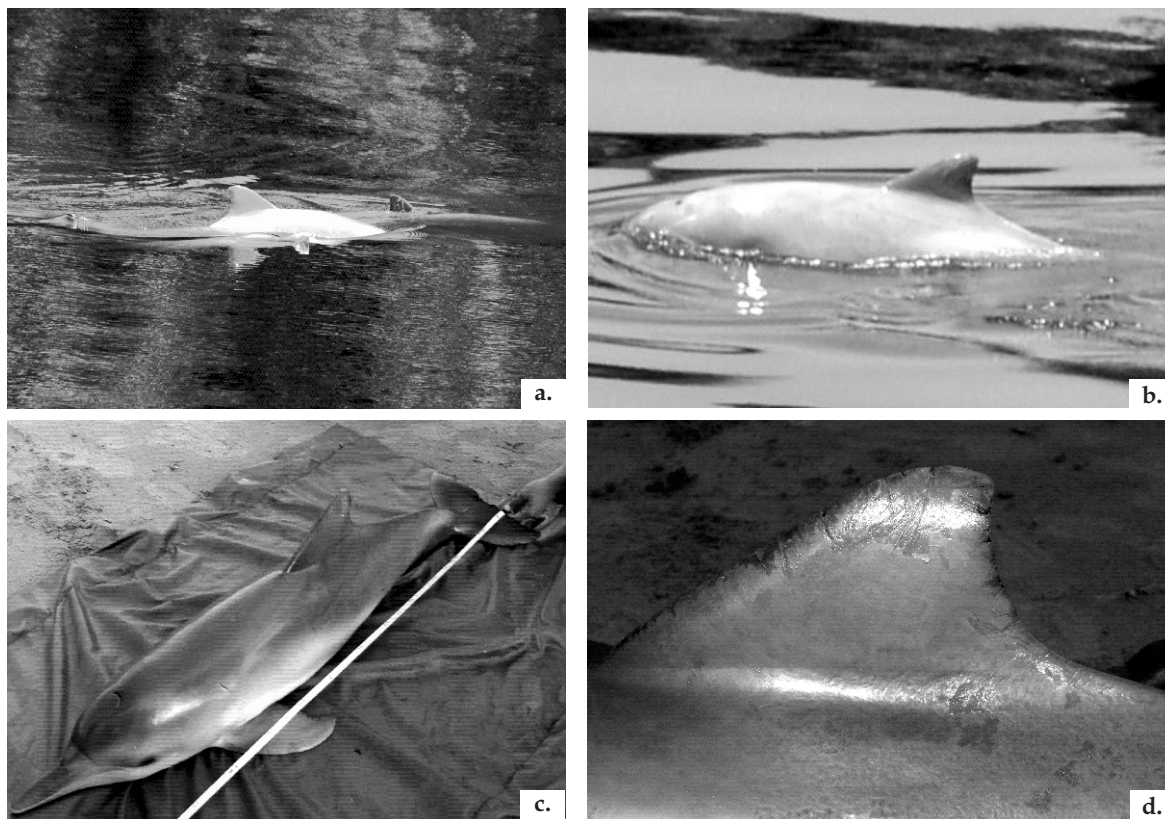


Figura 1. (a) y (b) Agregación de cinco individuos y aleta dorsal de *S fluviatilis* en la cuenca baja del río Caquetá. (c) y (d) Espécimen y aleta dorsal de *S guianensis* capturado incidentalmente en una red pesca en el medio Orinoco.

Tabla 1. Registros obtenidos para las especies del género *Sotalia* presentes en ecosistemas acuáticos asociados al territorio colombiano.

Localidad	Cuenca Hidrográfica	Ecosistemas Acuático	Número de registros georreferenciados	
			<i>Sotalia fluviatilis</i>	<i>Sotalia guianensis</i> *
Colombia	Amazonas	Amazonas	71	
Perú (Frontera con Colombia)		Caballo Cocha	11	
Colombia		Lago Correo	3	
		Javarí	18	
Perú (Iquitos-Santa Rosa)	Loretoyacú	1		
	Amazonas	123		
Venezuela (medio orinoco)	Orinoco	Orinoco		98
		Orinoco		61
Total			227	159

*Avistamientos correspondientes a individuos que presentan 600.000 años de divergencia genética de las poblaciones costeras correspondientes a *S. guianensis* (Trujillo F., comm pers).

10000 puntos para Sur América y se realizaron diez réplicas. El modelo resultante fue evaluado con la métrica AUC (Área bajo la curva) que se considera actualmente como el método estándar para evaluar el rendimiento de los modelos predictivos de distribución, el resultado de este estadístico puede variar en un valor comprendido entre 0,5 y 1, donde 1 representa un valor diagnóstico perfecto y 0,5 es una prueba sin capacidad discriminadora diagnóstica (Swets, 1996). El resultado de MaxEnt es un mapa continuo que contiene probabilidades que mide la idoneidad de las áreas modeladas. Para generar un mapa de predicción se usó un umbral definido como máxima suma de especificidad más sensibilidad (McBride y Ebert 2000; Saseendran *et al.* 2002; Elmore *et al.* 2003), las probabilidades por encima del umbral tomaron el valor de 1 y las celdas que tenían un valor menor al del umbral tuvieron un valor de 0.

Resultados y discusión

En la generación de la distribución potencial para las poblaciones del género *Sotalia* se optó por omitir zonas en las que estos organismos no han sido reportados. El modelo de distribución potencial desarrollado a través el algoritmo MaxEnt a partir de las 19 variables bioclimáticas se muestra en la Figura 2, donde se evidencia la presencia de *S. fluviatilis* para la cuenca del Amazonas y *Sotalia guianensis*. para la cuenca del Orinoco, las áreas con alta disponibilidad para los individuos de este género están soportadas por la prueba estadística AUC con un valor de 0.993. Los resultados obtenidos en relación a la distribución de *S. fluviatilis* coinciden con los reportes generados por Layne 1958, Obregón *et al.* 1988; Borobia *et al.* 1991; Trujillo 1992; 1994a; 2000; Vidal *et al.* 1997; McGuire y Henningsen 2007; Gómez-Salazar *et al.* 2010). En relación a *S. guianensis* no se corrobora la presencia de la especie en el Orinoco colombiano, aunque existente un cráneo colectado en la localidad de Amanavén, igualmente existen algunos reportes de los habitantes de la ciudad de Puerto Carreño (Vichada) que han avistado pequeños

delfines grises de características de las especies del género (Gómez-Salazar *et al.* 2010).

En relación a la presencia de barreras geográficas que limitan la distribución de las poblaciones para estos cetáceos (Gravena *et al.* 2014), los resultados obtenidos para la modelación identifican limitaciones para la distribución de *S. fluviatilis* en la cuenca del río Caquetá, determinados por el raudal de Córdoba y reportados por Trujillo 1994b; Trujillo 1995; Galindo 1997; Trujillo *et al.* 2006; Gómez-Salazar *et al.* 2010 y Pavanato *et al.* 2014) y en el río Apaporis esta especie igualmente presenta limitaciones en su distribución por los rápidos de la Estrella y Puerco (Gómez-Salazar *et al.* 2010). En relación a restricción en los patrones de distribución para *S. guianensis* se encuentran los raudales de Maipures, Atures



Figura 2. Distribución potencial derivada del resultado generado por el algoritmo MaxEnt para el género *Sotalia* en las cuencas del Amazonas y el Orinoco.

y el Muerto entre los Puerto Ayacucho y Samariapo en el medio Orinoco venezolano (Gómez-Salazar *et al.* 2010; Herrera-Trujillo 2012). Los escenarios cartográficos generados para la distribución de las especies del género *Sotalia* en Colombia, pretende ser un insumo que permita identificar áreas de interés científico y prioritarias para la conservación de estas especies que actualmente se encuentran seriamente amenazadas por tensores endógenos y exógenos presentes en los ecosistemas acuáticos continentales y costeros donde se distribuyen.

Literatura citada

- Borobia, M., S. Siciliano, Lodi, L. y Hoek, W. (1991). Distribution of the South American dolphin *Sotalia*. *Canadian Journal of Zoology* 69(4): 1025-1039 pp. <http://dx.doi.org/10.1139/z>
- Caballero, S., Trujillo, F., Vianna, J.A., Barrios-Garrido, H., Montiel, M.G., Beltran-Pedrerros, S., Marmontel, M., Santos, M.C.O., Rossi-Santos, M.R., Santos, F.R. y Baker, C.S. (2007). Taxonomic status of the genus *Sotalia*: species level ranking for 'tucuxi' (*Sotalia fluviatilis*) and 'costero' (*Sotalia guianensis*) dolphins. *Marine Mammal Science* 23(2): 358-386 pp. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.2007.00110.x>
- Caballero, S., Trujillo, F., Vianna, J.A., Barrios-Garrido, H., Montiel, M.G., Beltrán Pedrerros, S., Marmontel, M., Santos, M.C.O., Rossi-Santos, M.R., Santos, F.R y Baker, C.S. (2010). Mitochondrial DNA diversity, differentiation and phylogeography of the South American riverine and coastal dolphins *Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8(1-2): 69-79 pp. <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00155>
- Cunha, H.A., Da Silva, V.M.F., Laílson-Brito, J.J., Santos M.C.O., Flores, P.A.C., Martin, A.R., Azevedo, A.F., Fragoso A.B.L., Zanelatto, R.C. y Solé-Cava, A.M. (2005). Riverine and marine ecotypes of *Sotalia fluviatilis* are different species *Marine Biology* 148(2): 449-457 pp. <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-005-0078-2>
- Da Silva, V.M.F. (1994). Aspects of the Biology of the Amazonian Dolphins of Genus *Inia* and *Sotalia fluviatilis*. Ph.D. Thesis. University of Cambridge, England. 327 pp.
- Da Silva, V. M. F., Fettuccia, D., Rodrigues, E.D.S., Edwards, H., Moreno, I.B., De Moura, J.F., Wedekin, L.L., Bazzalo, Mariel., Emin-Lima, N.R., Carmo, N. A. S., Siciliano, S y V. Utreras.(2010). Report of the working group on distribution, habitat characteristics and preferences, and group size. *LAJAM* 8(1-2): 31-38 pp. <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00151>
- Elmore K.L., S.J. Weiss y P.C. Banacos. (2003). Operational ensemble cloud model forecasts. Some preliminary results. *Weather and Forecasting*, 18, 953-964 pp.
- Fielding A.H. y J.F. Bell. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24: 38-49. 29.
- Flores, P.A.C. y Da Silva V.M.F. (2009). Tucuxi and Guiana Dolphin - *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. 1188-1191pp. En: Perrin, W.F., Würsig, B. y Thewissen, J.G.M. (Eds) *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2nd ed. Academic Press, Amsterdam, Netherlands.
- Galindo, A. (1997). Ecología y abundancia de los delfines de río *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* en el río Caquetá, área de influencia de la Pedrera, Colombia. B.Sc. Thesis. Universidad del Valle. Cali, Colombia. 77 pp.
- Gómez-Salazar, C., Portocarrero-Aya, M., Caballero, S., Bolaños-Jiménez, J., Víctor Utreras., McGuire., T., Ferrer-Pérez, A., Pool, M y E. Aliaga-Rossel.(2010). Update on the freshwater distribution of *Sotalia* in Colombia, Ecuador, Peru, Venezuela And Suriname. *LAJAM* 8(1-2): 171-178 pp. e-ISSN 2236-1057 / ISSN 1676-7497
- Guisan A. y N.E. Zimmermann. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186 pp.
- Gravena, W., Izeni P. F., Maria N. F. da Silva., Vera M. F. da Silva., y T. Hrbek . (2014). Looking to the past and the future: were the Madeira River rapids a geographical barrier to the boto (Cetacea: Iniidae)?. *Conserv Genet.* 15:619-629 pp. DOI 10.1007/s10592-014-0565-4
- Herrera-Trujillo, O.(2012). Estatus de los delfines de río *Sotalia sp.* e *Inia geoffrensis* en la cuenca del orinoco. Tesis para optar al título de Máster Universitario en Biodiversidad en Áreas Tropicales y su Conservación. Universidad Internacional de Melendéz-Pelayo. Quito (Ecuador). 99 pp.
- Hijmans R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones & A. Jarvis. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* (25): 1965-1978 pp.
- Layne, J. (1958). Observations on freshwater dolphins in the upper Amazon. *Journal of Mammalogy* 39(1): 1-22. <http://dx.doi.org/10.2307/1376605>
- Lehner B., K. Verdin, A. Jarvis. (2008). New global hydrography derived from spaceborne elevation data. *Eos, Trans. Am. Geophys. Union* 89 (10), 93 - 94 pp.
- Madeira Di Benedetto, A.P. y R.M. Arruda Ramos. (2004). Biology of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 84, 1245-1250 pp.
- Martin, A.R. y Da Silva, V.M.F. (2004) River dolphins and flooded forest: seasonal habitat use and sexual segregation of botos (*Inia geoffrensis*) in an extreme cetacean environment. *Journal of Zoology* 263(3): 295-305. <http://dx.doi.org/10.1017/S095283690400528X>
- McBride J.L. y E.E. Ebert. (2000). Verification of quantitative precipitation forecasts from operational numerical weather prediction models over Australia. *Weather and Forecasting*, 15, 103-121 pp.
- McGuire, T.L y T. Henningsen. (2007). Movement Patterns and Site Fidelity of River Dolphins (*Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*) in the Peruvian Amazon as Determined by Photo-Identification. *Aquatic Mammals* . 33(3), 359-367 pp. DOI 10.1578/AM.33.3.2007.359
- Naimi, B., Skidmore, A. K., Groen, T. A., y Hamm, N. A. (2011). Spatial autocorrelation in predictors reduces the impact of positional uncertainty in occurrence data on species distribution modelling. *Journal of Biogeography*. 38(8): 1497-1509 pp.
- Naimi B, Hamm N.A., Groen, T.A., Skidmore A.K., Toxopeus, A.G. (2014). Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling?. *Ecography*. 37(2): 191-203 pp.
- Obregón, C., Torres, F. y Trujillo, F. (1988) Colombian dolphins. *Whalewatcher* 22: 21 pp.
- Oliveira Santos, M.C., Baraño Acuña, L y S. Rosso. (2001). Insights

- on site fidelity and calving intervals of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 81, 1049-1052 pp.
- Pavanato, H., Mosquera-Guerra, F., Paschoalini, Mariana., Melo Alves Dos Santos, G., Trujillo, F y M. Marmontel. (2014). Estimativa de densidade de boto-vermelho e tucuxi ao longo do rio Japurá-Caquetá, bacia do Amazonas. En: Cartagena. 2014. Evento: IV Congreso Colombiano de Zoología 2014. Reunión: 16 Reunión de expertos en mamíferos acuáticos de América del sur (RT) / X Congreso de la sociedad latinoamericana de especialistas en mamíferos acuáticos (SOLAMAC). Simposio: MA3 - Estado de conocimiento y conservación de delfines de río en Suramérica. *Resúmenes*: http://www.iiicongreso colombianozoologia.org/ivccz_certificados/Certificados%20TRABAJOS/RT16/MA3%20Delfines%20de%20r%EDo/MA%203%20Certificado_.pdf
- Phillips S.J., R.P. Anderson y R. E. Schapire. (2006). Maximum Entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* (190):231-259 pp.
- R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available at: <http://www.R-project.org>.
- Saseendran S.A., S.V. Singh, L.S. Rathore y S. Das. (2002). Characterization of weekly cumulative rainfall forecasts over meteorological subdivisions of India using a GCM. *Weather and Forecasting*, (17) 832-844 pp.
- Swets J.A. (1996). Signal detection theory and ROC analysis in psychology and diagnostics: collected papers.
- Trujillo, F., Crespo, E., Van Damme, P. y J.S. Usma. (2010). The action plan for south american river dolphins 2010 - 2020. WWF, WCS, Solamac, Fundación Omacha, 1-249 pp.
- Trujillo, F., Portocarrero, M. y C. Gómez. (2008). Plan de Manejo y Conservación de Especies Amenazadas en la Reserva de Biosfera El Tuparro: Delfines de río, Manatíes, Nutrias, Jaguares y Tortugas del género *Podocnemis*. Proyecto PijwiOrinoko (Fundación Omacha- Fundación Horizonte Verde) Forest Conservation Agreement, Bogotá, Colombia.
- Trujillo, F., Diazgranados, M.C., Galindo, A y L. Fuentes. (2006). Delfín gris *Sotalia fluviatilis*. Páginas 273-278 pp. En: Rodríguez-M.J.V., Alberico, M., Trujillo, F. y J. Jorgenson (Eds) (2006). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional and Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- Trujillo F. (2000). Habitat use and social behaviour of the freshwater dolphin *Inia geoffrensis* (de Blainville 1817) in the Amazon and Orinoco basins. Ph.D. Thesis. Aberdeen University. Scotland. 157 pp.
- Trujillo, F. (1997) The development of a research methodology to study the behaviour and ecology of the freshwater dolphins *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis* in the Colombian Amazon. M.Sc. Thesis. University of Greenwich. London, UK. 125 pp.
- Trujillo, F. (1995) Aspectos del comportamiento y la distribución de *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* en el río Caquetá, Colombia. Special Report. Vol. 71. Centro de Investigaciones Científicas, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.
- Trujillo, F. (1994a) The use of photo-identification to study the Amazon River Dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Colombian Amazon. *Marine Mammal Science* 10(3): 348-353 pp.
- <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.1994.tb00489.x>
- Trujillo, F. (1994b). Informe técnico de la Expedición *Inia* 94. Fundación Omacha. Bogotá, D.C. 154pp.
- Trujillo, F. (1992) Estimación poblacional de las especies dulceacuícolas de delfines *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* en el sistema lacustre de Tarapoto y El Correo, Amazonía Colombiana. Special Report. Vol. 49. Centro de Investigaciones Científicas. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Vidal O., Barlow, J., Hurtado, L., Torre, J., Cendon, P. And Ojeda, Z. (1997). Distribution and abundance of the Amazon River Dolphin (*Inia geoffrensis*) and the Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the upper Amazon River. *Marine Mammal Science* 13(3) 427:445 pp. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.1997.tb00650.x>