



Comportamiento social e individual de un grupo de toninas (*Tursiops truncatus*) en instalaciones abiertas y cerradas

Social and individual behavior of a group of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in open and closed facilities.

Cristian Ugaz Ruiz* Adriana Sánchez* Francisco Galindo Maldonado*

Abstract

Few studies on the welfare of captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) have been carried out. Of these, most include information on animals kept in closed facilities or pools. The aim of this study was to assess the effect on the behavior of a group of dolphins by changing it from closed facilities, where it had been housed for nine years, to open facilities or sea pens. Ten bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), one male and nine females, with an age range of 16 to 24 years were observed. Using a combination of scan and focal sampling a total of 96 hours were used to obtain information on the proportion of time on individual and social behaviors in both type of facilities. The results show that dolphins kept in closed facilities spent less time swimming and more time floating than in open facilities ($P = 0.01$). Likewise, the swimming pattern in closed facilities is in circles ($P = 0.009$) while in open facilities the linear pattern predominates ($P = 0.02$). Furthermore, while kept in closed facilities, dolphins spent more time interacting socially than in open facilities ($P = 0.02$). This information is useful to better understand the effect of different types of facilities on the behavior of captive dolphins.

Key words: DOLPHINS, BEHAVIOR, WELFARE, *TURSIOPS TRUNCATUS*.

Resumen

Existen pocos estudios respecto del comportamiento de toninas (*Tursiops truncatus*) en cautiverio, la mayoría se ha hecho con animales alojados en albercas o en instalaciones cerradas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que produce en el comportamiento de un grupo de toninas que habían estado alojadas durante nueve años, desde que fueron capturados en aguas abiertas, el cambio de un estanque en el mar a instalaciones cerradas o albercas. Se observaron diez toninas (*Tursiops truncatus*), un macho y nueve hembras, con rango de edades de 16 a 24 años. A través de una combinación de muestreos focales y de barridos se obtuvo un total de 96 horas de observación de comportamiento, para obtener información sobre la proporción del tiempo en comportamientos individuales y sociales en ambos tipos de instalaciones. Los resultados muestran que los animales en instalaciones cerradas nadan en promedio menos tiempo y dedican más tiempo a flotar que en instalaciones abiertas ($P = 0.01$). Asimismo, el patrón de nado en instalaciones cerradas es circular ($P = 0.009$) mientras que en instalaciones abiertas es predominantemente lineal ($P = 0.02$). También se observó que los animales, al estar en instalaciones cerradas, dedican más tiempo a interactuar socialmente que en lugares abiertos ($P = 0.02$). Esta información es útil para entender mejor el efecto de diferentes tipos de instalaciones sobre el comportamiento de animales en cautiverio.

Palabras clave: DELFINES, COMPORTAMIENTO, BIENESTAR, *TURSIOPS TRUNCATUS*.

Recibido el 15 de junio de 2009 y aceptado el 8 de octubre de 2009.

*Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

Correspondencia: Francisco A. Galindo Maldonado, Tel.: 5622-5941, correo electrónico: galindof@unam.mx

Introduction

The behavior of any wild species is the result of numerous generations of natural selection and adjustments to different environmental conditions. The ability of one species to face captivity depends on a complex interaction of development, experiences and heredity, as well as the degree of similarity of the captive environment to the natural.¹⁻³ In situations where animals are unable to perform some behavioral patterns that are biologically necessary, they can develop abnormal or pathological behaviors.⁴ Without doubt, the size of the facility and animal density are two factors that provoke adrenocortical activity growth, as well as an increase in agonistic interactions, diminishing life expectancy and reproductive capacity.⁵⁻⁸

The behavior of many species of land mammals in captivity has been studied,² but until now there is not much available information on marine mammals.^{9,10} Captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) are used for entertainment or for assisted therapy in many countries; nevertheless, it is known that these animals, in such conditions, face a series of changes in physical and social environments, like the pens design or feeding changes, which can make them susceptible to health and reproductive problems.⁹

Some studies have been performed on captive bottlenose dolphin behavior that have been useful for knowing general aspects on swim patterns¹¹⁻¹⁵ or their relation with physiological stress responses.^{9,10,16-21} The majority of these studies have been done in close pens or pools, and since there is interest for allocating these animals in open pens or sea pens, it turns out necessary to generate information on these type of facilities. As a consequence of the aforementioned, the aim of the present study was to evaluate the effect that two types of different environments have on behavioral social patterns and keeping of one same bottlenose dolphin group in captivity, which has been stable since 1999, in an open pen at sea and that has been moved to a close pool environment.

Material and methods

Ten bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), one male and nine females, all captured from wildlife, and that have been together since 1999 were used. They are allocated in a dolphinarium north of the Yucatan peninsula, in open facilities conformed by a dock, from the beach to the sea, 100 m long and 75 m wide. They have three separations of 33 m long by 10 m wide, all communicated in between, and with an average depth of 4 m, with a 26 250 m³ capacity. In recent months, all animals were transferred to new facilities within the

Introducción

El comportamiento de cualquier especie silvestre es resultado de muchas generaciones de selección natural y adaptaciones a diferentes condiciones ambientales. La capacidad de una especie para afrontar el cautiverio depende de una compleja interacción de factores del desarrollo, experiencia y herencia, al igual que el grado de semejanza del ambiente de cautiverio al natural.¹⁻³ En situaciones donde los animales se ven incapacitados para realizar algunos patrones de comportamiento que son biológicamente necesarios, pueden desarrollar conductas anormales o patológicas.⁴ Sin duda, el tamaño del encierro y la densidad animal son dos factores que provocan incremento de la actividad adrenocortical, así como aumento en la frecuencia de interacciones agonistas, disminuyen las probabilidades de sobrevivencia y disminuye la capacidad reproductiva.⁵⁻⁸

Se ha estudiado el comportamiento en cautiverio de muchas especies de mamíferos terrestres,² pero hasta ahora no hay mucha información disponible sobre mamíferos marinos.^{9,10} Las toninas (*Tursiops truncatus*) en cautiverio son aprovechadas para el entretenimiento o para terapia asistida en muchos países; sin embargo, se sabe que estos animales en tales condiciones enfrentan una serie de cambios en los ambientes físico y social, como el diseño de encierros o cambios en su alimentación, que los puede hacer más susceptibles a problemas de salud y de reproducción.⁹

Se han realizado algunos estudios de comportamiento de toninas en cautiverio, que han sido útiles para conocer aspectos generales de los tipos de nado¹¹⁻¹⁵ o de su relación con respuestas fisiológicas de estrés.^{9,10,16-21} La mayoría de estos estudios se han realizado en estanques cerrados o albercas, y debido a que existe interés por alojar a estos animales en estanques abiertos o corrales en el mar, resulta necesario generar información de este tipo de instalaciones. Como consecuencia de lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto que tienen dos tipos de ambientes diferentes sobre las pautas de comportamiento social y de mantenimiento de un mismo grupo de toninas en cautiverio, que ha permanecido estable desde 1999, en un encierro abierto en el mar y que ha sido trasladado a un ambiente cerrado de albercas.

Material y métodos

Se utilizaron diez toninas (*Tursiops truncatus*), un macho y nueve hembras, todas capturadas de vida libre, y que han estado juntas desde 1999. Están alojadas en un delfinario al norte de la península de

dolphinarium, conformed by five lagoons or natural pools by the sea. Water in the facilities comes from the sea, fed by an open circuit, which returns the water to the sea, allowing a continuous interchange every three hours and a natural marine life environment. The capacity of each lagoon is of 332, 549, 597, 1 241 and 4 610 m³, respectively.

The age of the animal group ranges from 16 to 24 years, they are fed with frozen fish captured in the North Atlantic, capelin (*Mallotus villosus*), Atlantic herring (*Clupea harengus*) and squid (*Loligo vulgaris*). They perform five times a day, every 80 min, of interactive swimming with people, with duration each one of 40 min, with resting intervals of 40 min, from 9:00 am to 3:00 pm.

Behavioral measurements

The behavioral catalog was adapted from the one done by Galhardo *et al.*,¹² Miguel,²² Singh²³ and Ugaz,¹⁰ using eight hours of sampling *ad libitum* day and night. During this period of time, the animals' individual identification was made through their distinctive natural marks. Data was collected through observations by a combination of scan and focal sampling²⁴ for 48 hours, divided in two cycles of 24 hours, distributed in six days. The observations in the different periods were done as follows: day 1, 08:00-12:00; day 2, 12:00-16:00; day 3, 16:00-20:00; day 4, 20:00-24:00; day 5, 24:00-04:00; day 6, 04:00-08:00. In total, 48 hours of behavior were observed in each facility. This information was used to obtain the time estimates in regard to individual and social behavior status. The observed behavior and considered variables were: total swimming time (TST), when a dolphin was found in locomotion, and the total floating time (TFT), when the dolphin stayed static.

TST was divided in linear swim (LS), when the dolphin swam in different directions that covered almost all pool areas, without a circular pattern; and circular swimming (CS), when a dolphin swam in this pattern. The LS was subdivided in deep swimming (DS), when the animals swam in different directions, always with its dorsal fin under water; and superficial swimming (SS), when the dolphins swam in different directions with at least a part of the dorsal fin out of the water.

Likewise, the TFT was divided in vertical floatation (VF), when an animal was floating in vertical position with the head or caudal fin perpendicular to the surface; and horizontal floatation (HF), when an animal was floating parallel to the bottom of the pool or water surface.

Finally, the social behavior variable was considered, as synchronized swimming and group swimming, when the animals swam in pairs or groups

Yucatán, en instalaciones abiertas conformadas por un muelle, desde la playa hacia el mar, de 100 m de largo y 75 m de ancho. Tienen tres separaciones de 33 m de largo por 10 m ancho, todas comunicadas entre sí, y con profundidad promedio de 4 m, con capacidad de 26 250 m³. En meses recientes se trasladaron a todos los animales a instalaciones nuevas dentro del mismo delfinario, conformadas por cinco lagunas o albercas naturales a la orilla del mar. El agua de las instalaciones es del mar, alimentadas por un circuito abierto, que retorna el agua al mar, permitiendo un recambio continuo cada tres horas y un ambiente con vida marina natural. La capacidad de cada laguna, respectivamente, es de 332, 549, 597, 1 241 y 4 610 m³.

El rango de edad del grupo de animales es de 16 a 24 años, se alimentan de pescado congelado capturado en el Atlántico norte, capelin (*Mallotus villosus*), arenque del Atlántico (*Clupea harengus*) y calamar (*Loligo vulgaris*). Las actividades que realizan son cinco sesiones diarias, cada 80 min, de nado interactivo con personas, con duración de 40 min, con intervalos de descanso 40 min, de 9:00 am a 3:00 pm.

Mediciones de comportamiento

El catálogo de comportamientos fue adaptado a partir del realizado por Galhardo *et al.*,¹² Miguel,²² Singh²³ y Ugaz,¹⁰ utilizando ocho horas de muestreo *ad libitum* durante el día y la noche. En dicho espacio de tiempo, la identificación individual de los animales se observó a través de sus marcas distintivas naturales. Los datos fueron recolectados a través de observaciones mediante una combinación de muestreos focales y de barrido²⁴ durante 48 horas, dividido en dos ciclos de 24 horas, distribuidas en seis días. Las observaciones en los diferentes periodos se realizaron como sigue: día 1, 08:00-12:00; día 2, 12:00-16:00; día 3, 16:00-20:00; día 4, 20:00-24:00; día 5, 24:00-04:00; día 6, 04:00-08:00. En total, se observaron 48 horas de comportamiento en cada instalación. Esta información fue utilizada para obtener los presupuestos de tiempo respecto de estados de comportamiento social e individual. Los comportamientos observados y las variables consideradas fueron: tiempo total nadando (TTN), cuando un animal se encontraba en locomoción, y el tiempo total flotante (TTF), cuando la tonina permanecía estático.

El TTN se dividió en nado lineal (NL), cuando un delfín nadaba en direcciones diferentes que abarcaban casi todas las áreas de la piscina, sin un patrón circular; y nado circular (NC), cuando una tonina nadaba en un patrón de este tipo. El NL se subdividió en nado profundo (NP), cuando los animales nadaron en direcciones diferentes, siempre con su aleta dorsal bajo el agua, y nado superficial (NS), cuando

synchronizing their movements. For each animal, the time budget in different individual behaviors during the study was expressed as time proportion calculated in the following manner: number of observations of one behavior, divided between the total of minutes observed. The time budget was defined as the proportion (100% in total) of these behaviors.

Statistical analysis

Data was analyzed using SAS® software, version 6.0. A normality Kolmogorov-Smirnov was applied to the behavioral variables ($P < 0.05$). For this reason the Wilcoxon test was used to compare the behavior of the same individuals in both facilities.

Results

Significant differences were observed when comparing the behavior of individuals in both facilities. The total swimming time was greater in open facilities ($W = 47$; $P = 0.013$), while the total floating time was significantly greater in closed facilities ($W = -47$; $P = 0.013$). The linear swimming time was greater in open facilities ($W = 55$; $P = 0.002$) and the circular swimming time was greater in closed facilities ($W = -49$; $P = 0.0098$). Likewise, the superficial swimming time was greater in open facilities ($W = 39$; $P = 0.048$), in contrast to the proportion of time in deep swimming that was greater in closed facilities ($P = 0.05$). The proportion of time in social swimming was greater when the animals remained in closed facilities ($W = 55$; $P = 0.002$) (Table 1).

Discussion

These results showed that the type of enclosure influences animal behavior in captivity. In brief, bottlenose dolphins in open facilities were more active and swam for longer periods in a linear and superficial pattern than in closed facilities. Besides, animals in new installations showed greater social, synchronized and group swimming time.

In studies done on bottlenose dolphins allocated in closed facilities, it has been shown that these animals swim in circular pattern most of the time.^{11,12,23} These results support the fact that bottlenose dolphins allocated in open facilities swam in a linear pattern more time and suggests that the lack of space and depth of pool play an important role in this behavioral change, in comparison to a sea pen. Such difference may be seen as a way of adaptation to captivity, in accordance to shape and size of the enclosures that could influence type and intensity of behavioral patterns.¹³ In this sense, it is important to establish this difference in

las toninas nadaban en direcciones diferentes con al menos una parte de la aleta dorsal fuera del agua.

Asimismo, el TTF se dividió en flotación vertical (FV), cuando un animal estaba flotando en posición vertical con la cabeza o aleta caudal perpendicular a la superficie, y flotación horizontal (FH), cuando un animal flotaba en paralelo a la parte inferior de la piscina o la superficie del agua.

Por último, se consideró la variable del comportamiento social, como el nado sincronizado y nado grupal, cuando los animales nadaban en parejas o grupos sincronizando sus movimientos. Para cada animal el tiempo empleado en los diferentes comportamientos individuales durante el estudio fue expresado como proporción del tiempo calculado de la siguiente manera: número de observaciones de un comportamiento, dividido entre el total de minutos observados. El término del presupuesto del tiempo utilizado se definió como la proporción (en total 100%) de estos comportamientos.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados utilizando el software SAS®, versión 6.0. Se aplicó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a las variables de comportamiento ($P < 0.05$). Por esta razón se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparar el comportamiento de los mismos individuos en los dos tipos de instalaciones.

Resultados

Se observaron diferencias significativas al comparar el comportamiento de los sujetos en ambas instalaciones. El tiempo total de nado fue mayor en instalaciones abiertas ($W = 47$; $P = 0.013$), mientras que el tiempo total de flotación fue significativamente mayor en las instalaciones cerradas ($W = -47$; $P = 0.013$). El tiempo en nado lineal fue mayor en instalaciones abiertas ($W = 55$; $P = 0.002$) y el tiempo en nado circular fue mayor en instalaciones cerradas ($W = -49$; $P = 0.0098$). Asimismo, el tiempo en nado superficial fue más alto en las instalaciones abiertas ($W = 39$; $P = 0.048$), a diferencia de la proporción del tiempo en nado profundo que fue mayor en las instalaciones cerradas ($P = 0.05$). La proporción del tiempo en nado social fue mayor cuando los animales permanecieron en las instalaciones cerradas ($W = -55$; $P = 0.002$) (Cuadro 1).

Discusión

Estos resultados demostraron que el tipo de encierro influye sobre el comportamiento de los animales en cautiverio. En resumen, las toninas en instalaciones abiertas fueron más activas y nadaban más tiempo

Cuadro 1
DIFERENCIAS EN LAS MEDIAS DE LAS OBSERVACIONES DE
LAS PAUTAS DE COMPORTAMIENTO DE LA MISMA POBLACIÓN
EN AMBAS INSTALACIONES

DIFFERENCES IN THE MEANS OF THE BEHAVIOR PATTERN
OBSERVATIONS OF THE SAME POPULATION IN BOTH FACILITIES

<i>Behavior</i>	<i>Open</i>	<i>Close</i>	<i>P</i>
Swimming time	97.26 ± 0.70	93.75 ± 0.80	0.01
Linear swimming	86.25 ± 1.17	79.14 ± 1.28	0.002
Superficial swimming	5.86 ± 0.86	2.19 ± 0.81	0.04
Deep swimming	78.49 ± 1.60	78.85 ± 2.50	n.s.
Circular swimming	9.87 ± 1.05	15.74 ± 1.67	0.009
Floating time	2.74 ± 0.70	6.25 ± 0.84	0.01
Social swimming	12.43 ± 1.33	42.12 ± 5.35	0.002

the locomotion pattern within the context of the probability to develop an abnormal swimming pattern, as suggested before.¹¹ Several authors have reported of a counterclockwise circle swimming pattern, in captive bottlenose dolphins,^{13,14,22,23} but there are other reports of clockwise swimming cases.²⁵ To know more about the consequences of these behaviors, it is important to research the way in which these conducts are related with any of the outside stimuli, such as design and size of the pool, water currents, or internal such as laterality, stereotyped behaviors, among others.^{11,15,26}

Furthermore, the fact that the very same animals are less active and spend more time floating, but now in closed facilities, coincide with other studies,^{14,23} where it is mentioned that the time dedicated to rest was greater in small pools than in big ones. Likewise, animals from closed environments developed primarily static behaviors, most of them are considered as passive states of conduct, which could also be upward head movements and out of the water in a vertical position, helping themselves with the caudal fin and returning into the water in the same position, and can be a repetitive movement or slow swimming emerging and submerging in the same zone.²⁷ Luna,²⁸ when comparing time proportions between closed and opened facilities also recorded a greater significant difference in static or rest behaviors in closed facilities. These results suggest the occurrence of passive behaviors in small pools or closed facilities, possibly related with the space quality and how the animal perceives it.

This research shows that the same bottlenose dolphins kept in open facilities show different swimming behavioral patterns than those observed in closed facilities. It is probable that animals in open facilities also face problems associated with this type of spaces; therefore, it is suggested to carry out new researches that incorporate, besides behavioral measurements, other biological indicators such as adrenal activity

con un patrón lineal y superficial que en instalaciones cerradas. Además, los animales, al estar en las nuevas instalaciones, presentaron mayor tiempo de nado social, sincronizado y grupal.

En estudios realizados con toninas alojadas en instalaciones cerradas o de piscinas, se ha demostrado que estos animales nadan la mayor parte del tiempo en un patrón circular.^{11,12,23} Estos resultados soportan el hecho de que las toninas alojadas en instalaciones abiertas nadaron más tiempo en un patrón lineal y sugieren que la falta de espacio y la profundidad de una piscina, en comparación con un corral en el mar, desempeñan un papel importante en este cambio de comportamiento. Tal diferencia puede ser vista como una manera de adaptación al cautiverio, de acuerdo con la forma y el tamaño de los encierros que podrían influir en el tipo y en la intensidad de las pautas de comportamiento.¹³ En este sentido, es importante poner esta diferencia en el patrón de locomoción en el contexto de la probabilidad de desarrollar un patrón anormal de la natación, como se sugirió antes.¹¹ Varios autores han informado de un patrón de nado en círculos en contrasentido de las manecillas del reloj, en toninas en cautiverio,^{13,14,22,23} pero existen otros informes de casos de nado en el sentido de las manecillas del reloj.²⁵ Para saber más acerca de las consecuencias de estos comportamientos, es importante investigar la forma en que tales conductas se relacionan con cualquiera de los estímulos externos, como diseño y el tamaño de la piscina, las corrientes de agua, o internos como lateralidad, comportamientos estereotipados, entre otros.^{11,15, 26}

Además, el hecho de que los mismos animales, pero ahora en las instalaciones cerradas, son menos activos y pasan más tiempo flotando, coincide con estudios anteriores,^{14,23} en los que se menciona que la proporción de tiempo dedicado a descansar fue mayor en las albercas más pequeñas que en las más

and its effect on reproduction and health, in different types of dolphinariums.

Referencias

1. SHEPHERDSON DJ. The role of environmental enrichment in the captive breeding and reintroduction of endangered species. In: OLNEY PJS, MACE GM, FEISTNER ATC, editors. Creative conservation; interactive management of wild and captive animals. Chapman & Hall Press, 1994; 167-177.
2. CARLSTEAD K. Effects of captivity on the behavior of wild mammals. In: KLEIMAN DG, ALLEN ME, THOMPSON KV, LUMPKIN S, editors. Wild mammals in captivity. Chicago, Illinois: University of Chicago Press; 1996; 317-333.
3. POOLE TB. Meeting mammals psychological needs. In: SHEPHERDSON DJ, MELLEN JD, HUTCHINS M, editors. Second nature, environmental enrichment for captive animals. Washington: Smithsonian Institution Press, 1998; 83-94.
4. MASON GJ. Stereotypes: a critical review. Anim Behav 1990; 41: 1015-1037.
5. KOONTZ FW, ROUSH R. Communication and social behavior. In: KLEIMAN DG, ALLEN ME, THOMPSON KV, LUMPKIN S, editors. Wild mammals in captivity: Principles and techniques. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1996:334-343.
6. CASSINELLO J, PIETERS I. Multi-male captive groups of endangered dama gazelle: social rank, aggression, and enclosure effects. Zoo Biol 2000; 19: 121-129.
7. CROCKETT, CM, SHIMOJI M, BOWDEN DM. Behavior, appetite, and urinary cortisol responses by adult female pigtailed macaques to cage size, cage level, room change, and ketamine sedation. Am J Primatol 2000; 52: 63-80.
8. CLUBB R, MASON G. Captivity effects on wide-ranging carnivores. Nature 2003; 425: 473-474.
9. PEDERNEIRA-ROMANO C, VALDEZ R.A, SINGH S, CHIAPPA X, ROMANO MC, GALINDO F. Salivary cortisol in captive dolphins (*Tursiops truncatus*): a non-invasive technique. Anim Welfare 2006; 15: 359-362.
10. UGAZ C. Evaluación del comportamiento y bienestar de delfines *Tursiops truncatus* en delfinarios de México (tesis de doctorado) México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.
11. GYGAX L. Spatial movement patterns and behaviour of two captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) absence of stereotyped behaviour or lack of definition? Appl Anim Behav Sci 1993; 38: 337-344.
12. GALHARDO L, APPLEBY MC, WARAN NK, DOS SANTOS ME. Spontaneous activities of captive performing bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Anim Welf 1996; 5: 373-389.
13. SOBEL N, SUPIN AY, MYSLOBODSKY MS. Rotational tendencies in the dolphin (*Tursiops truncatus*). Behav Brain Res 1994; 65: 41-45.
14. BASSOS MK, WELLS RS. Effect of pool features on the behavior of two bottlenose dolphins. Mar Mammal Sci 1996; 12: 321-324.
15. SEKIGUCHI Y, KOHSHIMA S. Resting behaviors of captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Physiol Behav 2003; 79: 643-653.
16. THOMPSON CA, GERACI JR. Cortisol, aldosterona and leucocytes in the stress response of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Can J Fish Aquat Sci 1986; 43: 1010-1016.
17. ST AUBIN DJ. Dolphin thyroid and adrenal hormones: circulating levels in wild and semidomesticated *Tursiops truncatus*, and influence of sex, age and season. Mar Mammal Sci 1996; 12: 1-13.
18. ORTIZ RM, WORTHY GAJ. Effects of capture on adrenal steroid and vasopressin concentrations in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Comp Biochem Physiol Part A 2000; 125: 317-324.
19. SUZUKI M, TOBAYAMA T, KATSUMATA E, YOSHIOKA M, AND AIDA K. Serum cortisol levels in captive killer whale and bottlenose dolphin. Fisheries Sci 1998 64: 643-647.
20. SUZUKI M, UCHIDA S, KEICHI U, TOBAYAMA T, KATSUMATA E, YOSHIOKA M *et al.* Diurnal and annual changes in serum cortisol concentration in Indo-Pacific bottlenose dolphins, *Tursiops aduncus* and killer whales, *Orcinus orca*. Gen Comp Endocrinol 132: 427-433.
21. NODA K, AKIYOSHI H, AOKI M, SHIMADA T, OHASHI F. Relationship between transportation stress and polymorphonuclear cell functions of bottlenose

- dolphins, *Tursiops truncatus*. J Vet Med Sci 69: 379–383.
22. MIGUEL C. Medición del comportamiento y cortisol salival de delfines de acuerdo a las actividades que realizan en cautiverio (tesis de maestría). México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.
23. SINGH S. Estudio de bienestar del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en cautiverio (Tesis de Maestría). México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.
24. MARTIN P, BATESON P. Measuring behaviour; an introductory guide. 2nd ed. Cambridge, UK: University Press, 1993: 238.
25. STAFNE GM, MANGER PR. Predominance of clockwise swimming during rest in Southern hemisphere dolphins. Physiol Behav 2004; 82: 919-926.
26. MARINO L, STOWE J. Lateralized behavior in two captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Zoo Biol 1997; 16: 173-177.
27. SANTURTUN E. Conducta del delfín manchado (*Stenella attenuata*) durante la maniobra de pesca del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el océano Pacífico oriental (Tesis de Licenciatura). México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, 2002.
28. LUNA A. Mediciones de comportamiento y cortisol en la tonina (*Tursiops truncatus*) en dos tipos de encierros: instalaciones abiertas y cerradas (tesis de maestría) México of DF: Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.

