

Comportamiento de mantenimiento y niveles de cortisol de toninas (*Tursiops truncatus*) en instalaciones cerradas y abiertas

Maintenance behaviour and cortisol levels in bottlenose dolphins (*Tursiops truncates*) in closed and open facilities

Arturo Luna Blasio* Ricardo Valdez Pérez**
Marta Romano Pardo** Francisco Galindo Maldonado***

Abstract

Few studies have been published regarding the influence of the environment on the behaviour and welfare of captive dolphins and most of them have been in closed facilities. The aim of this study was to assess the time budget in fast and slow swimming, counter clockwise and clockwise swimming, as well as the state of rest in dolphins staying in closed and open facilities in daytime and evening hours. In addition, to give further information about the welfare state between dolphins in closed and open facilities, serum cortisol levels were compared. Six dolphins *Tursiops truncatus* in open facilities and four dolphins of the same species in closed facilities were used. There by, a focal sampling was used to obtain the data; 36 hours observing in open facilities and 48 in closed ones. Twenty blood samples were obtained from the ten dolphins in order to measure the serum cortisol, using radioimmunoassay. The locomotion bouts in swimming were higher in open facilities than in closed dolphinariums ($P < 0.05$); additionally, the outcome showed higher time in fast clockwise swimming ($P < 0.05$) with dolphins staying in open facilities, and more resting time ($P < 0.05$) in closed dolphinariums. There were no differences in the average level of cortisol between both facilities ($P > 0.05$). The outcome obtained in this study helped to know how dolphins face up captivity in two kinds of facilities, and so to improve care and management.

Key words: *TURSIOPS TRUNCATUS*, BEHAVIOUR, CORTISOL, WELFARE.

Resumen

Pocos estudios han sido publicados acerca del efecto del ambiente sobre el comportamiento y bienestar en delfines cautivos, la mayor parte de éstos se ha generado en instalaciones cerradas. El objetivo del presente estudio fue calcular la proporción de tiempo de los nados rápido y lento a favor y en contra de las manecillas del reloj, y reposo de toninas alojadas en instalaciones abiertas y cerradas en horarios diurno y nocturno. Además, se compararon los niveles de cortisol sérico entre delfines alojados en instalaciones cerradas y abiertas con el fin de ampliar la información acerca de indicadores de bienestar. Se utilizaron 6 delfines de la especie *Tursiops truncatus* en instalaciones abiertas y 4 en instalaciones cerradas. Para la obtención de datos se usó un muestreo focal que ocupó 36 horas de observación en instalaciones abiertas y 48 en las cerradas. Para la determinación de cortisol sérico a través de radioinmunoanálisis se tomaron 20 muestras seriadas de sangre de los diez delfines. Los intervalos continuos de conducta de nado tuvieron una mayor frecuencia en instalaciones abiertas que en las cerradas ($P < 0.05$). Además, los resultados mostraron mayor tiempo de nado a favor de las manecillas del reloj rápido ($P < 0.05$) en delfines alojados en instalaciones abiertas, así como más tiempo de reposo ($P < 0.05$) en instalaciones cerradas. No hubo diferencias en los niveles promedio del cortisol entre instalaciones ($P > 0.05$). Los resultados obtenidos en este estudio contribuyen al conocimiento de cómo enfrentan las toninas el cautiverio en dos tipos de instalaciones, para mejorar su cuidado y manejo.

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

Recibido el 26 de abril de 2011 y aceptado el 27 de octubre de 2011.

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus El Cerrillo, Carretera Toluca-Tlaxaloya km 3, 50090, Toluca, México, correo electrónico: dr_arturo_luna@yahoo.com.mx

**Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias, CINVESTAV, Instituto Politécnico Nacional, Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, Col. San Pedro Zacatenco, 07360, México, DF.

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

Responsable de correspondencia: Francisco Galindo Maldonado, correo electrónico: fgalindomaldonado@gmail.com

Introduction

Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), kept in captivity, have to face up stress factors that are demanding on its adaptive abilities, situation that has a negative effect on its welfare.^{1,2} These animals have to cope with physical and social changes related with the enclosure design, and nutritional and social group changes that cause group interaction and individual behavioural alterations.^{2,3}

Research has been conducted on captive dolphin's behaviour, mainly, in closed facilities. From the information generated by these studies, it is known that swimming direction and social behaviour are influenced by pool size, with less inactivity and decrease in agonistic interactions in larger dimension pools,^{3,4} although, apparently, captive coastal dolphins do not demand large and deep spaces.⁵ In some of these studies it has been found that counter-clockwise swimming locomotion is prevalent,^{2,6,7} behaviour that has been suggested as stereotyped or that it might be an indicator of laterality due to alternate activity of brain hemispheres, especially during the resting phase.⁸⁻¹⁰ In captivity, dolphins have greater daytime activity,¹¹ and it has been reported that they develop fast or moderate swimming at greater speed than, even free range animals,¹² while rest has been described as the behaviour in which the animal swims slowly in clockwise or counter-clockwise direction, or stays floating motionless for several minutes at certain depth.¹³

Changes in behaviour of captive dolphins and activity and interaction with humans to which they are subjected, can interfere with adrenocortical activity, which may threaten or challenge survival, health and reproduction, if they do not manage to adapt to these adverse conditions.^{1,2,14} Up to date, there is very little information about relationship between behaviour and adrenal activity in captive dolphins.¹ To know which is the effect of facility types on dolphin welfare, it is important to generate more information on behaviour and adrenal activity in different types of pools.

Since behavioural studies previously cited do not include observation intervals of 24 continuous hours, the available information on this species in captivity is partial.³ Therefore, to better understand the role of some maintenance behaviors, it is necessary to study these animals in cycles that reflect 24 hours of continuous observation and use simultaneously physiological indicators of adrenal activity.

This study was carried out with the aim to calculate the time budget of maintenance behavioural state and frequency of locomotion bouts in dolphins kept in open and closed facilities during daytime and evening hours, as well as to compare levels of serum cortisol in each type of facility.

Introducción

La tonina o delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), al igual que otros mamíferos marinos que han sido mantenidos en cautiverio, tienen que enfrentar factores de estrés que son demandantes sobre sus habilidades adaptativas, situación que repercute negativamente sobre su bienestar.^{1,2} Estos animales tienen que sobrellevar cambios ambientales físicos y sociales, relacionados con el diseño de los encierros, cambios en su alimentación y grupos sociales, que provocan alteraciones en el comportamiento individual y su interacción grupal.^{2,3}

La investigación sobre la conducta en delfines cautivos se ha realizado, sobre todo, en instalaciones cerradas. Por la información generada a través de estos trabajos, se sabe que el tamaño de las albercas influye en la direccionalidad del nado y en la conducta social, con menor inactividad y disminución de las interacciones agonísticas en los estanques de mayor dimensión,^{3,4} aunque delfines costeros cautivos aparentemente no exigen espacios muy grandes y profundos.⁵ En algunos de estos trabajos se ha encontrado que el nado que prevalece es un desplazamiento en contra de las manecillas del reloj,^{2,6,7} conducta que se ha sugerido como estereotipada, o que bien, puede ser indicador de lateralidad debido a la actividad alterna de los hemisferios cerebrales, particularmente durante la fase de descanso.⁸⁻¹⁰ En cautiverio, los delfines tienen mayor actividad diurna,¹¹ y se ha informado que desarrollan nado rápido o moderado a mayor velocidad que, incluso, en animales de vida libre,¹² en tanto que el reposo se ha descrito como la conducta en la cual el animal nada lentamente a favor o en contra de las manecillas del reloj, o permanece estático flotando por varios minutos a cierta profundidad.¹³

Los cambios en el comportamiento de las toninas en cautiverio y la actividad e interacción con humanos a la que son sometidas, pueden interferir con la actividad adrenocortical, lo que puede desafiar o amenazar la supervivencia, la salud y la reproducción, si no logran adaptarse a estas condiciones adversas.^{1,2,14} A la fecha, existe muy poca información acerca de la relación entre comportamiento y actividad adrenal en toninas en cautiverio.¹ Para conocer cuál es el efecto del tipo de instalaciones sobre el bienestar de delfines, es importante generar más información sobre comportamiento y actividad adrenal en diferentes tipos de albercas.

Debido a que los estudios de conducta anteriormente citados no incluyen intervalos de observación de 24 horas continuas, la información de que se dispone sobre el comportamiento de esta especie en cautiverio es parcial.³ De manera que para comprender mejor la función de algunas de las conductas de man-

Material and methods

In this work, 10 *Tursiops truncatus* dolphins were studied: six animals in two open rectangular facilities of 2499 m³ and 2170 m³ in a dolphinarium of the Riviera Maya, Quintana Roo, where sea water continuously circulates; and four dolphins in closed facilities consisting of two pools, one a 1558 m³ circular pool and the other a 1015 m³ oval pool, in Mexico City, where water is treated to simulate sea water (Table 1).

Maintenance behaviour measurements

At first, pilot observations of 30 hours were made, through an *ad libitum* sampling of individual behaviour,^{15,16} to integrate a dolphin behavioural catalogue in both types of facilities (Table 2). Specimens were identified taking into account skin pigmentation, size, morphological characteristics and natural distinctive marks of dorsal fin in each one.

Once the catalogue of behaviour was defined, direct observations were done from a site where it was possible to visualize the pools, without disturbing the dolphins. To evaluate individual behavioural patterns, a focal sampling technique with continuous recording was used,¹⁵ dedicating 10 minutes to each dolphin, during 4 hour continuous observation per day. In the open facility, behavioural recording was performed in three schedules: from 0:00 to 4:00 hours (evening hours), from 6:00 to 10:00 and from 16:00 to 20:00 hours (both daytime hours), until covering a total of 36 hours, for 14 days. In closed pools, observations were done in four schedules: from 4:00 to 8:00, from

tenimiento es indispensable estudiar la conducta de estos animales en ciclos de observación que reflejen 24 horas continuas y usar simultáneamente indicadores fisiológicos de su actividad adrenal.

Este estudio se llevó a cabo con el fin de calcular la proporción de tiempo de estados de conducta de mantenimiento y la frecuencia de intervalos continuos de locomoción de toninas mantenidas en instalaciones abiertas y cerradas en horarios diurno y nocturno, así como para comparar sus niveles de cortisol sérico en cada tipo de instalación.

Material y métodos

En este trabajo se estudiaron 10 delfines de la especie *Tursiops truncatus*; 6 animales en instalaciones abiertas de un delfinario en la Riviera Maya de Quintana Roo, en donde el agua es marina y circula continuamente, alojados en 2 estanques rectangulares de 2499 m³ y 2170 m³. Mientras que en instalaciones cerradas se estudiaron 4 delfines en la ciudad de México, alojados en 2 albercas, una redonda de 1558 m³ y una oval de 1015 m³, en donde el agua es tratada químicamente para semejarla al agua marina (Cuadro 1).

Medición de comportamiento de mantenimiento

Al inicio se realizaron observaciones piloto de 30 horas, a través de un muestreo *ad libitum* de conducta individual,^{15,16} para integrar un catálogo de conductas de los delfines en ambos tipos de instalaciones (Cuadro 2). Los ejemplares se identificaron tomando como

CUADRO 1

Identificación de individuos en los delfinarios del estudio
Identification of individuals in the study dolphinariums

Dolphinarium	Capacity of the pools	Individual and gender	Capture date or age
Open	A: 2 499 m ³	Female	29/06/1997 (national capture)
		Male*	31/05/2005 (5 years)
	B: 2 170 m ³	Male	19/06/1997 (national capture)
		Female	12/05/1997 (international capture)
		Female	1 ^o /09/1998 (international capture)
Closed	A: 1 558 m ³	Female	10/04/1992 (national capture)
		Male	06/1995 (national capture)
	B: 1 015 m ³	Male*	14/02/2005 (5 years)
		Female	05/1993 (national capture)
		Female*	08/05/2002 (8 years)

* Born in captivity in Mexico.

CUADRO 2

Catálogo de conductas (etograma), para la observación de delfines cautivos de la especie *Tursiops truncatus*, en instalaciones cerradas y abiertas

Behaviour catalogue (ethogram), for captive dolphin observation of the species *Tursiops truncatus*, in open and closed facilities

<i>Behaviour</i>	<i>Description</i>
<i>States</i>	
Swimming	Displacement or movement of the dolphin's body through the water, head before body, no matter the direction. During swimming, the position of the body can be: dorsal, ventral, lateral.
Swimming direction	Clockwise or counter-clockwise.
Swimming speed	Slow, when the initial impulse is the result of two or three continuous movements, upward and downward, of the pedunculum and caudal fin. Fast, when the initial impulse is the result of more than three continuous movements of the pedunculum and caudal fin.
Rest	The dolphin keeps still, floating (not necessarily motionless), the position of its body with regard to the water surface can be: horizontal, vertical, diagonal.

16:00 to 20:00 hours (daytime hours), from 20:00 to 0:00 and from 0:00 to 4:00 hours (evening hours), until covering 48 hours, during 20 days in each pool. During evening hours, pools were kept illuminated with electric light and none of these observation intervals coincided with shows or activities for which they are trained.

Recorded behavioural states were: clockwise (+) fast swimming, slow clockwise (+) swimming, fast counter-clockwise (-) swimming, slow counter-clockwise (-) swimming and rest. State time budget was obtained dividing time consumed for each state between the total observation minutes.^{16,17}

Locomotion bouts in swimming¹⁷ were recorded dividing the number of bouts between the total of minutes the study individuals were observed, to confirm if there were differences in daytime and evening hours, and per day, between the two types of facilities.

Cortisol determination

To determine the levels of cortisol, 20 serial serum samples were taken, 14 from dolphins in open facilities and six in closed facilities. All blood samples were obtained from dolphins that voluntarily came out of the water and showed their fin to be held.

Six ml of blood from the caudal vein on the ventral surface of the caudal fin were extracted from each dolphin.¹⁸ Serial samplings were carried out, one sample per day, between 9:00 and 10:00 hours, before animals received their first food. To separate serum, each obtained sample was centrifuged at 351.5 g for

base la pigmentación de la piel, el tamaño y las características morfológicas y marcas distintivas naturales de la aleta dorsal en cada uno.

Una vez definido el catálogo de comportamientos, se realizaron observaciones directas desde un punto donde se tenía visibilidad hacia los estanques, sin perturbar a los delfines. Para evaluar los patrones de conducta individual se usó la técnica de muestreo focal con registro continuo,¹⁵ dedicándole 10 minutos a cada delfín, durante intervalos de observación de 4 horas continuas por día. En el acuario abierto el registro de conducta se realizó en tres horarios: de 0:00 a 4:00 horas (turno nocturno), de 6:00 a 10:00 y de 16:00 a 20:00 horas (ambos turnos diurnos), hasta cubrir un total de 36 horas, durante 14 días. En los estanques cerrados, las observaciones se efectuaron en cuatro horarios: de 4:00 a 8:00, de 16:00 a 20:00 horas (turno diurno), de 20:00 a 0:00 y de 0:00 a 4:00 horas (turno nocturno), hasta cubrir 48 horas, por 20 días en cada estanque. Durante el horario nocturno los estanques permanecieron iluminados con luz eléctrica y ninguno de estos intervalos de observación coincidió con los espectáculos o actividades para las cuales están entrenados.

Los estados conductuales registrados fueron: nado rápido a favor de las manecillas del reloj (+), nado lento a favor de las manecillas del reloj (+), nado rápido en contra de las manecillas del reloj (-), nado lento en contra de las manecillas del reloj (-) y reposo. Se obtuvo la proporción de tiempo de los estados dividiendo el tiempo consumido por cada estado entre el total de minutos de observación.^{16,17}

10 minutes at a temperature of 10°C, and then placed in Eppendorf tubes tagged for identification with the name of the dolphin and day of sampling. Samples were transported to be frozen at -20°C¹⁹ and processed at the Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias of the CINVESTAV from the IPN. Cortisol assessment was performed by solid-phase RIA (radioimmunoassay) technique,²⁰ using a patent kit.*

Statistical analysis

To analyze data, SPSS® software version 8.5 for Windows was used; the outcome of individual behavioural states was compared between facilities by Mann-Whitney test. Also, the Wilcoxon test was used to compare schedules in each facility. For comparing cortisol values between types of facilities, Student's *t* test was used.¹⁷ Confidence intervals of 95% ($P < 0.05$) were established in all tests.

Results

Behavioural measurements

Dolphins housed in open facilities spent an average of $97.10\% \pm 4.16\%$ of time swimming and the rest of time ($2.89\% \pm 4.16\%$) resting. Significant differences were observed when comparing the two behavioural states of dolphins between schedules. Time, in fast clockwise swimming as well as counter-clockwise, was greater in daytime hours than in evening hours ($Z = 3.94$, $P < 0.01$) ($Z = 2.01$, $P < 0.05$); instead, time budget in evening hours was greater, both in slow clockwise swimming ($Z = 5.23$, $P < 0.01$) and in slow counter-clockwise swimming ($Z = 2.85$, $P < 0.01$) (Table 3).

Dolphins in closed facilities spent an average of $85.77\% \pm 12.71\%$ of time swimming, while $14.21\% \pm 12.72\%$ was for resting. Significant differences were observed comparing the behavioural states of dolphins between schedules. Time spent in counter-clockwise swimming was greater during daytime hours ($Z = -4.286$, $P < 0.01$), and time in slow clockwise swimming was greater in evening hours ($Z = -4.372$, $P < 0.01$). Time spent in slow counter-clockwise swimming ($Z = -4.000$, $P < 0.01$) and resting was greater during evening hours ($Z = -4.057$, $P < 0.01$) (Table 4).

Significant differences were observed comparing average time budget between facilities. The fast clockwise swimming time budget was greater in open facilities than in closed ($U = 29.0$, $P < 0.05$). Conversely, the resting time budget was greater in closed facilities than in open ($U = 33.0$, $P < 0.05$) (Table 5).

The locomotion bouts in swimming of the dolphins in open facilities had a frequency of 0.46 ± 0.13 during

Los intervalos continuos de nado¹⁷ se registraron dividiendo el número de intervalos entre el total de minutos que fueron observados los individuos del estudio, para comprobar si existían diferencias en el horario diurno, nocturno y por día, entre los dos tipos de instalaciones.

Determinación de cortisol

Para determinar los niveles de cortisol se tomaron 20 muestras seriadas de suero, 14 de delfines en instalaciones abiertas y 6 en instalaciones cerradas. Todas las muestras de sangre se tomaron de delfines que voluntariamente salieron del agua y mostraron la aleta para sujetarlos.

De cada delfín se extrajeron 6.0 ml de la vena caudal sobre la superficie ventral de la aleta caudal.¹⁸ Los muestreos se efectuaron seriados, una muestra por día, entre las 9:00 y 10:00 horas, antes de que los animales recibieran el primer alimento. Para separar el suero, cada muestra obtenida se centrifugó a 351.5 g durante 10 minutos a una temperatura de 10°C, y luego fue depositado en tubos Eppendorf etiquetados para su identificación con el nombre del delfín y día de muestreo. Las muestras se transportaron para congelarlas a -20°C¹⁹ y procesarlas en el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del CINVESTAV del IPN. La determinación del cortisol se realizó por medio de la técnica de RIA (radioinmunoanálisis) de fase sólida,²⁰ empleando un paquete de patente.*

Análisis estadístico

Para analizar los datos se utilizó el software SPSS® versión 8.5 para Windows; los resultados de los estados de conducta individual se compararon entre instalaciones por medio de la prueba Mann-Whitney. Además, se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparar horarios en cada instalación. Para comparar los valores del cortisol entre tipos de instalaciones, se usó una prueba "t" de Student.¹⁷ En todas las pruebas se establecieron intervalos de confianza de 95% ($P < 0.05$).

Resultados

Mediciones de comportamiento

Los delfines alojados en instalaciones abiertas ocuparon, en promedio $97.10\% \pm 4.16$ del tiempo para el nado y el tiempo restante ($2.89\% \pm 4.16$) en reposo. Se observaron diferencias significativas al comparar los estados conductuales de los delfines entre los horarios.

*Cort CT2 Bio International®, Francia.

daytime hours, 0.36 ± 0.11 in evening hours, and 0.41 ± 0.13 per total hours; while in closed facilities the same variable was 0.31 ± 0.1 in daytime hours, 0.21 ± 0.70 during evening hours and 0.26 ± 0.10 per total hours (Figure 1). The result showed significant difference with greater frequency of behavioural bouts in open facilities during evening hours, in contrast to closed ($U = 2.0, P < 0.05$), and greater frequency of behavioural bouts per total day hours in open facilities, in contrast to closed ($U = 2.0, P < 0.05$).

Cortisol serum concentrations

The range of cortisol in serum was 0.43 to 0.74 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ($0.56 \pm 0.09 \mu\text{g}/\text{dl}$ mean) in open facilities, whereas in closed the range was 0.48 to 0.74 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ($0.59 \mu\text{g}/\text{dl}$ mean). Only the voluntary samples were taken into account; there were no significant differences ($t = -0.31, n = 18, P > 0.05$) when comparing the average levels of serum cortisol between facilities. (Table 6).

Discussion

The results show that it is likely that there is an effect on dolphin's behaviour due to the type of facility,

El tiempo, tanto en el nado rápido a favor de las manecillas del reloj como en contra de las manecillas, fue mayor en el turno diurno que en la noche ($Z = -3.94, P < 0.01$) ($Z = -2.01, P < 0.05$); en cambio, la proporción de tiempo fue mayor en el horario nocturno, tanto en el nado lento a favor de las manecillas del reloj ($Z = -5.23, P < 0.01$) como en el nado lento en contra de las manecillas ($Z = -2.85, P < 0.01$) (Cuadro 3).

Las toninas en las instalaciones cerradas ocuparon, en promedio $85.77\% \pm 12.71$ del tiempo para el nado, mientras que $14.21\% \pm 12.72$ fue para el reposo. Se observaron diferencias significativas al comparar los estados conductuales de los delfines entre los horarios. El tiempo en el nado rápido en contra de las manecillas fue mayor en el horario diurno ($Z = -4.286, P < 0.01$), y el tiempo en el nado lento a favor de las manecillas del reloj fue mayor en el turno nocturno ($Z = -4.372, P < 0.01$). El tiempo en el nado lento en contra de las manecillas ($Z = -4.000, P < 0.01$) y el reposo fue mayor durante la noche ($Z = -4.057, P < 0.01$) (Cuadro 4).

Al comparar las proporciones de tiempo promedio entre instalaciones, se observaron diferencias significativas. La proporción de tiempo de nado rápido a favor de las manecillas del reloj fue mayor en instalaciones abiertas que en las cerradas ($U = 29.0, P < 0.05$). Por otro lado, la proporción de tiempo dedicado al repo-

CUADRO 3

Diferencias en las medias de las observaciones de los estados conductuales de la población de las instalaciones abiertas entre el horario diurno y el nocturno

Differences in the means of observations of the population behavioural states in open facilities between daytime and evening hours

States	Daytime	Evening	P
Fast clockwise swimming (+)	13.92 ± 13.10	6.88 ± 7.20	0.01
Slow clockwise swimming (+)	0.06 ± 0.29	6.50 ± 12.41	0.01
Fast counter-clockwise swimming (-)	83.80 ± 13.69	34.7 ± 25.7	0.044
Slow counter-clockwise swimming (-)	1.34 ± 3.93	44.62 ± 27.19	0.004
Rest	0.85 ± 1.45	7.26 ± 12.93	n.s.

CUADRO 4

Diferencias en las medias de las observaciones de los estados conductuales de la población de las instalaciones cerradas entre el horario diurno y el nocturno

Differences in the means of observations of the population behavioural states in closed facilities between daytime and evening hours

State	Daytime	Evening	P
Fast clockwise swimming (+)	3.01 ± 2.62	0.95 ± 1.25	n.s.
Slow clockwise swimming (+)	0.03 ± 0.12	0.11 ± 0.27	0.01
Fast counter-clockwise swimming (-)	72.18 ± 9.24	61.63 ± 18.30	0.01
Slow counter-clockwise swimming (-)	11.56 ± 9.33	22.14 ± 14.38	0.01
Rest	13.19 ± 12.10	15.15 ± 13.93	0.01

since a greater behavioural and activity variability was recorded in open facilities. In both facilities counter-clockwise swimming prevailed, coinciding with studies of other authors.^{2,7,21} It is considered that swimming like this, is a way to cover greater distances in a fluid and faster manner, although lack of social interactions and confinement in small spaces is associated with stereotyped patterns.⁸ Looking for the relation with laterality behaviour, it is assured that captive Odontoceti such as dolphins show clear vision preference with their right eye under certain conditions and therefore, they are inclined to swim counter-clockwise, since this allows them to visualize the wall or crystal of the pool.¹³ In other researches, clockwise swimming has predominated in closed facilities.^{8,9}

The behavioural development in dolphins is determined by daytime hour rhythm,¹¹ as it is proven in this study, where time budget dedicated to rest increases towards evening hours, although the animals also spend some resting periods during the day, mainly after performing an activity.² Comparing the time budget between facilities, marked difference was observed in resting time, which was greater in closed facilities; this result coincides with other studies.^{3,6,22}

Resting time was recorded when the animals stayed motionless on the surface of the pool and with the hind body section at an angle of 45°,¹³ although it has

so fue mayor en las instalaciones cerradas que en las abiertas ($U = 33.0, P < 0.05$) (Cuadro 5).

Los intervalos continuos de nado de los delfines en las instalaciones abiertas tuvieron una frecuencia de 0.46 ± 0.13 durante el turno diurno, 0.36 ± 0.11 en el horario nocturno, y de 0.41 ± 0.13 por horas totales; mientras que en las instalaciones cerradas el mismo valor fue de 0.31 ± 0.1 en horario diurno, 0.21 ± 0.07 durante el turno nocturno y de 0.26 ± 0.10 por horas totales (Figura 1). El resultado mostró diferencia significativa con mayor frecuencia de intervalos continuos de conducta en el horario nocturno en instalaciones abiertas, comparativamente con las cerradas ($U = 2.0, P < 0.05$), y mayor frecuencia de intervalos continuos de conducta por horas totales del día en las instalaciones abiertas, comparada con las cerradas ($U = 2.0, P < 0.05$).

Concentración sérica de cortisol

El rango de cortisol en suero fue de 0.43 a 0.74 µg/dl (media 0.56 ± 0.09 µg/dl) en instalaciones abiertas, mientras que en las cerradas el rango fue de 0.48 a 0.74 µg/dl (media de 0.59 ± 0.11 µg/dl). Se tomaron en cuenta exclusivamente las muestras obtenidas de manera voluntaria; al comparar los niveles promedio de cortisol sérico entre instalaciones no se en-

CUADRO 5

Diferencias en las medias de las observaciones de los estados conductuales de la población entre las instalaciones cerradas y abiertas

Differences in the means of observations of the population behavioural states between closed and open facilities

State	Open	Closed	P
Fast clockwise swimming (+)	11.35 ± 4.67	1.96 ± 0.93	0.001
Slow clockwise swimming (+)	2.25 ± 2.22	0.07 ± 0.10	n.s.
Fast counter-clockwise swimming (-)	67.19 ± 10.56	66.89 ± 8.90	n.s.
Slow counter-clockwise swimming (-)	16.29 ± 7.13	16.85 ± 5.92	n.s.
Rest	2.89 ± 2.68	14.21 ± 13.76	0.001

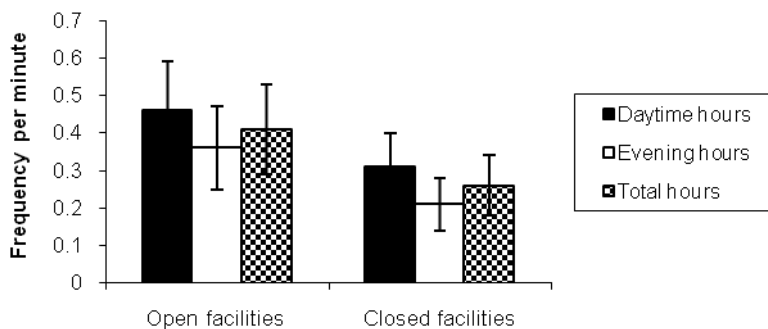


FIGURA 1. Distribución de la frecuencia de los intervalos continuos de nado por horario y totales en las toninas de las instalaciones abiertas y cerradas.

FIGURE 1. Frequency distribution of locomotion bouts in swimming per schedule and total hours in dolphins kept in open and closed facilities.

been found that they also rest by swimming very slowly in circles and in a stereotyped way, preferably counter-clockwise direction, alternating some periods of time swimming in clockwise direction.^{10,22} In this study, both slow clockwise swimming and slow counter-clockwise swimming were considered a locomotive activity, although they could be part of behavioural resting patterns, evidenced from the significant differences of slow swimming (clockwise and counter-clockwise direction) during the evening hours in both types of dolphinariums.

The locomotion bouts in swimming were higher in open facilities, which suggest greater variability of behavioural guidelines. The results of this study suggest that conditions in open facilities have an influence in dolphin's behaviour, seemingly because of space quality and environmental animal perception, as Ugaz *et al.*³ have recorded.

The cortisol values found are within the recorded range in other studies on dolphins in captivity, going from 0.4 to 3.6 µg/dl.^{20,23-25} This is a very wide range, since there are multiple factors influencing the individual variation of this hormone, such as: health condition, gender, age and season, among others.^{23,24} One of the problems in this work was not to be able of widening the number of samples in both dolphinariums, for which it is not possible to obtain conclusions on hormone aspects. In this sense, it is necessary that in future studies the number of specimens in each condition is increased, in order to be able to compare between more homogenous groups in regard to the number and gender of the study specimens in the different types of facilities.

This research gives new data on maintenance behaviour of *Tursiops truncatus* in different types of dolphinariums and during evening hours. This information contributes to scarce knowledge about the welfare, so-

contraron diferencias significativas ($t = -0.31$, $n = 18$, $P > 0.05$) (Cuadro 6).

Discusión

Los resultados indican que probablemente existe un efecto en la conducta de las toninas por el tipo de instalación, ya que se registró una mayor variabilidad de conducta y actividad en las instalaciones abiertas. En ambas instalaciones prevaleció el nado en círculos en contra de las manecillas del reloj, coincidiendo con los estudios de otros autores.^{2,7,21} Se considera que nadar así es una manera de recorrer mayores distancias de manera fluida y rápida, aunque la falta de interacciones sociales y confinamiento en espacios pequeños se le asocia con patrones estereotipados.⁸ Buscando la relación con la conducta de lateralidad, se asegura que los odontocetos cautivos como los delfines, muestran una clara preferencia de visión con el ojo derecho bajo ciertas condiciones y por ello una inclinación hacia el nado en contra de las manecillas del reloj, ya que ello les permite visualizar la pared o cristales del estanque.¹³ En otras investigaciones, en instalaciones cerradas ha predominado el nado a favor de las manecillas.^{8,9}

El desarrollo de la conducta en las toninas está determinado por un ritmo diurno,¹¹ como se comprueba en este estudio, en donde se incrementa la proporción de tiempo dedicada al descanso hacia el horario nocturno, aunque también en el transcurso del día los animales toman algunos periodos para descansar, particularmente después de realizar alguna actividad.² Al comparar las proporciones de tiempo entre instalaciones, se observó una marcada diferencia en el reposo porque ocupó mayor tiempo en las instalaciones cerradas; este resultado coincide con el de otros estudios.^{3,6,22}

CUADRO 6

Concentraciones séricas de cortisol (µg/dl) de las toninas ubicadas en instalaciones abiertas y cerradas

Serum cortisol concentrations (µg/dl) of dolphins in closed and open facilities

<i>Dolphinarium</i>	<i>Individual</i>	<i>Sample 1</i>	<i>Sample 2</i>	<i>Sample 3</i>
Open	Male	0.63	0.51	—
	Male	0.64	0.74	0.62
	Female	0.47	0.53	0.51
	Female	0.56	0.52	0.43
	Female	0.46	0.72	0.57
Closed	Male	0.51	N.D.	N.D.
	Female	0.48	0.74	0.63

N.D. (Non-detectable). Samples in which cortisol was not detected by radioimmunoassay (RIA).

cial relationship and adrenal activity of this species in captivity.

Acknowledgement

Special thanks for the financial support given by the Universidad Nacional Autónoma de México through the Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) number IN 223106, and to the Dirección General de Asuntos para el Personal Académico (DGAPA) for the support given to Dr. Francisco Galindo Maldonado during his annual stay. Finally, thanks to all the considerations granted for the development of this study in the Grupo Via Delphi company in the Riviera Maya and the CONVIMAR company in Mexico City.

References

1. PEDERNERA-ROMANO C, VALDEZ RA, 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.
2. MIGUEL MC. Medición del comportamiento y cortisol salival de delfines de acuerdo a las actividades que realizan en cautiverio (tesis de maestría). México DF: Uni3.
3. UGAZ RC, SÁNCHEZ A, GALINDO MF. Comportamiento social e individual de un grupo de toninas (*Tursiops truncatus*) en instalaciones abiertas y cerradas. *Vet Méx* 2009; 40: 381-387.
4. BASSOS MK, WELLS RS. Effect of pool features on the behavior of two bottlenose dolphins. *Mar Mammal Sci* 1996; 12: 321-324.
5. SHYAN M, MERRIT D, KOHLMEIER NM, BARTON K, TENGE J. Effects of pool size on free-choice selections by Atlantic bottlenosed dolphins at one zoo facility. *J Appl Anim Welfare* 2002; 5: 215-225.
6. LUNA BA. Mediciones de comportamiento y cortisol en la tonina (*Tursiops truncatus*) en dos tipos de encierros: instalaciones cerradas y abiertas (tesis de maestría). México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.
7. SOBEL N, SUPIN AY, MYSLOBODSKY MS. Rotational tendencies in the dolphin (*Tursiops truncatus*). *Behav Brain Res* 1994; 65: 41-45.
8. 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.
9. MARINO L, STOWE J. Lateralized behavior in two captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Zoo Biol* 1997; 16: 173-177.
10. RIDGWAY S, HOUSER D, FINNERAN J, CARDER D, KEOGH M, VAN BONN W *et al.* Functional imaging of dolphin brain metabolism and blood flow. *J Exp Biol* 2006; 209: 2902-2910.

El reposo se registró cuando los animales permanecieron inmóviles sobre la superficie del estanque y con la parte posterior del cuerpo en un ángulo de 45°,¹³ aunque se ha encontrado que también lo realizan nadando muy lento en círculo y de manera estereotipada, preferentemente en contra de las manecillas del reloj, y alternando algunos periodos a favor de éstas.^{10,22} En el presente trabajo, tanto el nado lento a favor de las manecillas del reloj como el nado lento en contra de las mismas, se consideraron una actividad locomotora, aunque podrían formar parte de los patrones conductuales de descanso, evidenciados a partir de las diferencias significativas del incremento del nado lento (a favor y en contra de las manecillas del reloj) en el turno nocturno en ambos tipos de instalaciones.

Los intervalos continuos de nado fueron mayores en las instalaciones abiertas, lo que sugiere una mayor variabilidad de pautas conductuales. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que las condiciones de las instalaciones abiertas influyen en la conducta de las toninas, probablemente por la calidad del espacio y la percepción animal del entorno, como lo han registrado Ugaz *et al.*³

Los valores de cortisol encontrados se encuentran dentro del rango registrado en otros trabajos de delfines en cautiverio, que van de 0.4 a 3.6 µg/dl.^{20,23-25} Este rango es muy amplio, ya que hay múltiples factores que pueden estar influyendo en la variación individual de esta hormona, como lo son el estado de salud, el sexo, la edad y la estación del año, entre otros.^{23,24} Uno de los problemas que se tuvieron en este trabajo fue el no poder ampliar el número de muestras en ambos delfinarios, por lo que no es posible obtener conclusiones sobre aspectos hormonales. En este sentido, es necesario que en trabajos futuros se aumente el número de sujetos de estudio en cada condición, de manera que se puedan realizar comparaciones entre grupos más homogéneos respecto al número y sexo de los sujetos de estudio en los diferentes tipos de instalaciones.

Esta investigación aporta datos nuevos sobre la conducta de mantenimiento de los *Tursiops truncatus* en diferentes tipos de instalaciones y durante el horario nocturno. Esta información complementa el escaso conocimiento que se tiene sobre el bienestar y la relación entre conducta y la actividad adrenal de esta especie en cautiverio.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo económico a la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) número IN 223106, y de la Dirección General de Asuntos para el Personal Académico

11. SAAYMAN GS, TAYLER CK, BOWER D. Diurnal activity cycles in captive and free-ranging Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus* Ehrenburg). *Behaviour* 1973; 44: 212-233.
 12. ROHR JJ, FISH FE, GILPATRICK JW. Maximum swim speeds of captive and free-ranging delphinids: critical analysis of extraordinary performance. *Mar Mammal Sci* 2002; 18: 1-19.
 13. SEKIGUCHI Y, KOHSHIMA S. Resting behaviors of captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Physiol Behav* 2003; 79: 643-653.
 14. TOUMA C, PALME R. Measuring fecal glucocorticoid metabolites in mammals and birds: the importance of validation. *Ann NY Acad Sci* 2005; 1046: 54-74.
 15. ALTMANN J. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 1974; 49: 227-267.
 16. GALINDO F. Bases sobre la medición del comportamiento. En: GALINDO MF, ORIHUELA A, editores. *Etología Aplicada*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2004: 357-358.
 17. MARTIN P, BATESON P. *Measuring Behaviour: an Introductory Guide*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
 18. SWEENEY JC. Blood sampling and other collection techniques in marine mammals. In: FOWLER ME, editor. *Zoo and wild animal medicine Current Therapy*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1993: 425-428.
 19. REIMERS TJ, MCCANN JP, COWAN RG. Effects of storage times and temperatures on T3, T4, LH, prolactin, insulin, cortisol and progesterone concentrations in blood samples from cows. *J Anim Sci* 1983; 57: 683-691.
- (DGAPA) por el apoyo otorgado al Dr. Francisco Galindo Maldonado durante su estancia sabática. Finalmente, agradecemos todas las facilidades otorgadas para el desarrollo de esta investigación en los delfinarios de la empresa Grupo Vía Delphi en la Riviera Maya y de la empresa CONVIMAR en la ciudad de México.
-
20. ORTIZ RM, WORTHY GAJ. Effects of capture on adrenal steroid and vasopressin concentrations in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Comp Biochem Physiol* 2000; 125: 317-324.
 21. SINGH S. Estudio de bienestar del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en cautiverio (tesis de maestría). México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.
 22. GOLEY PD. Behavioral aspects of sleep in Pacific White-sided Dolphin (*Lagenorhynchus obliquedens*, Gill 1865). *Mar Mammal Sci* 1999; 15: 1054-1064.
 23. ST AUBIN DJ, RIDGWAY SH, WELLS RS. 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.
 24. SUZUKI M, TOBAYAMA T, KATSUMATA E, YASHIOKA M, AIDA K. Serum cortisol levels in captive killer whale and bottlenose dolphin. *Fisheries Sci* 1998; 64: 643-647.
 25. ST AUBIN DJ. Endocrinology. In: DIERAUF LA, GULLARD FMD, editors. *Handbook of Marine Mammals Medicine: Health, Disease and Rehabilitation*. Vol. 2. Boca Raton: CRC Press, 2001: 165-192.