

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS

**PATRONES CONDUCTUALES Y HORMONALES
RELACIONADOS CON EL ESTRÉS EN DOS
BELUGAS (*Delphinapterus leucas*) CAUTIVAS
EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

PRESENTA

MARÍA DE JESÚS HERNÁNDEZ LEÓN

DIRECTOR DE TESIS: DR. LUIS MEDRANO GONZÁLEZ



MÉXICO, D.F.

DICIEMBRE DE 2005

COORDINACIÓN

m. 339765



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
COORDINACIÓN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

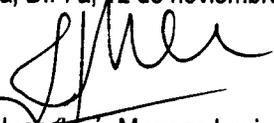
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 24 de mayo del 2004, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del(a) alumno(a) **Hernández León María de Jesús**, con número de cuenta **87137404** con la tesis titulada: **"Patrones conductuales y hormonales relacionados con el estrés en dos belugas (Delphinapterus leucas) cautivas en la Ciudad de México"**, bajo la dirección del(a) **Dr. Luis Medrano González**.

Presidente:	Dr. Fernando García Tamayo
Vocal:	Dra. Bertha Fenton Navarro
Secretario:	Dr. Luis Medrano González
Suplente:	Dr. José Alfredo Sixto Saldivar González
Suplente:	M. en C. María del Pilar Torres García

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a 12 de noviembre del 2004


Dr. Juan José Morrone Lupi
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

Atendido a la Dirección General de Bienestar de la UNAM y de acuerdo en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.
Nombre: Hernández León María de Jesús
FECHA: 06. ENERO. 2005
FIRMA: 

RECONOCIMIENTOS

Los estudios de posgrado y el presente trabajo contaron con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Dirección General de Estudios de Posgrado (DGEP) a través de sus programas de becas, durante el periodo 2001-2 al 2003-1. Las observaciones de campo se realizaron en las instalaciones del parque La feria de Chapultepec, México D.F. La tesis se elaboró en el Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias, UNAM. Expreso además un profundo reconocimiento al Dr. Luis Medrano González, a la Dra. Bertha Fenton Navarro y al Dr. José Alfredo Sixto Aldívar, quienes integraron mi Comité Tutoral, y a la M.C. María del Pilar Torres García y al Dr. Fernando García Tamayo por ser sinodales de esta tesis.

CONTENIDO

— RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	1
— ANTECEDENTES	5
Estrés	5
1. Historia del estrés	5
2. Definición de estrés	6
3. Agentes estresores	6
4. Estrés agudo y crónico	6
5. Clasificación de las respuestas de estrés	7
5.1 Etapa uno o de alarma o inicial	9
5.2 Etapa dos, resistencia, tolerancia límite, adaptación, agotamiento	9
5.3 Etapa tres, síndrome general de adaptación, mala adaptación, desgaste, extenuación	11
6. Respuesta de estrés del sistema simpático	11
7. Respuesta de estrés vía renina-angiotensina	12
8. Respuesta de estrés vía hipotálamo-hipófisis-suprarrenal	13
9. Eventos bioquímicas durante el estrés	14
10. Observaciones durante el cautiverio	16
11. Mamíferos marinos en cautiverio	17
Biología de la especie	20
1 Sistemática	20
1.1 Registro fósil	20
1.2 Ubicación taxonómica	20
1.3 Sinonimia	20
2 Distribución geográfica	22
3 Anatomía	22
3.1 Características	22
3.1.1 Coloración	22
3.1.2 Dimensiones	23

3.1.3 Aleta caudal	23
3.2 Esqueleto	23
3.3 Aparato digestivo	23
3.4 Otros órganos	24
4 Hematología y endocrinología	24
5 Fisiología	25
5.1 Recepción y emisión acústica	25
5.2 Reproducción	29
5.3 Respiración	29
5.4 Locomoción	30
5.5 Longevidad	30
5.6 Temperatura corporal	30
6 Conducta	30
6.1 Cuidados maternos	30
6.2 Alimentación	30
6.3 Migración	31
6.4 Cautiverio	31
7 Depredadores	31
← PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	32
Objetivos	33
MÉTODO	34
1 Organismos de estudio	34
2 Características del lugar de cautiverio	34
3 Colecta y análisis de muestras biológicas	34
3.1 Medición de temperatura corporal	34
3.2 Recolección de saliva	35
3.3 Recolección de muestras sanguíneas	36
3.4 Determinación de la concentración de cortisol	36
3.5 Hematometría	37
4 Registros de conductuales, ventilatorios y sonográficos	37
4.1 General	37
4.2 Registros de conducta y tasa ventilatoria	37

4.3 Registros sonográficos	38
4.4 Registro videográfico y fotográfico	38
5 Análisis de datos	39
← RESULTADOS	41
1 Condiciones fisicoquímicas del estanque	41
2 Temperatura corporal y hematometría	41
3 Niveles de cortisol	42
4 Osmolaridad y viscosidad salival	46
5 Tasa de ventilación	46
6 Conducta	48
← DISCUSIÓN	60
← CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
COMENTARIOS	67
← REFERENCIAS	68
AGRADECIMIENTOS	77
← APÉNDICES	80
1 Conductas de desplazamiento	80
2 Conductas asociadas	81
3 Abreviaturas	82
4 Glosario	83
5 Forma de registro conductual	84
6 Códigos de preferencias y exposición	85
7 Técnicas de laboratorio	86

RESUMEN

De julio de 2001 a mayo de 2003, se estudiaron la conducta e indicadores de estrés de dos belugas (*Delphinapterus leucas*) cautivas en el parque La Feria de la Ciudad de México para evaluar su bienestar en el encierro y proponer medidas para mejorarlo. Se examinaron la hematometría, las concentraciones de cortisol sérica y salival mediante radioinmunoensayo, la osmolaridad y viscosidad salival así como la temperatura en tres partes del cuerpo. Se analizaron también la tasa ventilatoria y conducta en cuatro tipos de actividad (basal, reposo, entrenamiento y espectáculo) determinándose las frecuencias y tiempos invertidos en las conductas, desplazamientos, ubicación, profundidad e interacción con objetos en el estanque así como el tiempo de exposición a eventos que generan ruido, entrenamiento y espectáculo. Se hizo un catálogo sonográfico y se determinó la proporción de tiempo invertido en cada tipo de sonido. En ambas belugas se observaron alteraciones de la hematometría así como una respuesta diferencial en la concentración de cortisol ante el entrenamiento y espectáculo en la que el animal de mayor edad presenta acumulación sostenida de cortisol durante los días de trabajo. Ambos animales presentaron una considerable riqueza y diversidad de conductas (16 conductas de desplazamiento y 19 asociadas, diversidad probabilística de 0.79 en reposo, 0.81 en espectáculo y 0.84 en entrenamiento), no presentaron estereotipias, practicaron juegos entre ellos y con objetos en la fosa así como actividad sexual durante primavera y verano. Se concluye que el encierro es adecuado y se recomienda disminuir el número de espectáculos o espaciarlos más para permitir una mejor recuperación de los animales así como el intercambio de uno de ellos por una hembra.

ABSTRACT

From July 2001 to May 2003, behaviour and indicators of stress were studied in two belugas (*Delphinapterus leucas*) captive in the park La Feria in México City in order to determine their welfare and to propose alternatives to improve it. Hematology, RIA-seric and salival concentrations of cortisol, salival osmolarity and viscosity as well as temperature in three body sites, were examined. Breathing rate and behaviour in four activity types (basal, resting, training and show) were also analyzed determining the frequency and time invested in behaviours, movements, location, depth and interaction with objects in the pool as well as the time exposed to noise-generating events, training and shows. A sonographic catalog was made and the proportion of time invested in each sound type was determined. In both belugas, alterations in hematology were observed together with a differential response in cortisol levels to training and shows in which the oldest animal displayed sustained accumulation of cortisol in work days. Both animals displayed a considerable behavioural richness and diversity (16 conducts of movement and 19 associated, probabilistic diversity of 0.79 in rest, 0.81 in shows and 0.84 in training), no stereotypies, playing among them and with objects in the pool as well as sexual activity during the spring season and summer. Captivity is concluded to be adequate though a decrease in the number of shows or an increase in the interval between them is suggested to allow a better recovery of animals. The exchange of one animal by a female is also advised.

INTRODUCCIÓN

En los años 1860s el museo P.T. Barnum de Nueva York, exhibió vivos una beluga y un delfín por primera vez en un acuario. En el siguiente decenio, los acuarios de Westminster, Manchester y Blackpool exhibieron otras tres belugas. La beluga fue el primer cetáceo en cautiverio que se sometió a entrenamiento en los Aquarial Gardens en Nueva York (Defran, 1980). La beluga es una de las especies más frecuentemente mantenidas en cautiverio en el mundo con la finalidad de exhibición, espectáculo e investigación (Flores, 1991; Machorro, 1984).

En Canadá se tuvo la primera beluga en cautiverio en el acuario de Vancouver en el año de 1965. Esta era una hembra de nombre "Bela", la cual sorprendentemente dio a luz luego de pocos días de estar en el acuario. Su cría fue un macho al que llamaron "Lugosi". Años después, Lugosi y su compañera "Sanaq" tuvieron una cría, "Kayna", quien posteriormente también tuvo una cría (Paine, 1995). Esta historia es inusual, ya que, en general, la mayoría de los animales en cautiverio difícilmente se reproducen. Habitualmente en el encierro se interpreta a la reproducción de animales en cautiverio como un signo de adaptación al cautiverio.

Es común que animales no domesticados que se someten a cautiverio para fines diversos, mueran en plazos variables debido al estrés. Aún sobreviviendo en cautiverio por periodos prolongados, el estrés y el tedio son por sí mismos nocivos a los animales al darles una mala calidad de vida.

El conocimiento limitado de la biología de los animales que se encuentran en cautiverio obstaculiza su mantenimiento y genera conflictos sobre la relevancia y justificación de su confinamiento. Es por ello que el cautiverio debe facilitar investigaciones que aporten conocimiento para la conservación, protección y manejo de los animales. Los estudios que mayormente se realizan con mamíferos marinos en cautiverio son en el campo de la fisiología y en los cetáceos principalmente en acústica. Estos trabajos se enfrentan a inconvenientes dados por el manejo, tipo y forma de alimentación, la interacción con humanos, el tamaño del encierro, el número de individuos con los que se cuenta, las diferentes edades de los animales, el sexo así como el cambio frecuente de diferentes encierros. Derivadas de lo anterior, algunas limitantes para el desarrollo de investigación sobre animales

cautivos tiene que ver con la forma y medios para la obtención de las muestras, el montaje de las técnicas de análisis y las referencias para la comparación entre ensayos (Elsner y cols. 1988, Luna-Muñoz y cols.1990). A diferencia de estudios fisiológicos de animales en vida libre, los estudios de animales en cautiverio permiten hacer el seguimiento de animales particulares, así como la cuantificación y separación de las fuentes que influyen en la adaptación al cautiverio.

En general, los estudios en cautiverio favorecen el desarrollo de técnicas y/o planes de manejo para proporcionar condiciones de bienestar en los alojamientos en que se encuentran los animales, aparte de proporcionar información sobre la biología de la especie.

El conocimiento de los patrones conductuales en cautiverio permite hacer algunas inferencias sobre los hábitos de los animales aún cuando muchas conductas que se presentan en vida libre no se manifiestan en cautiverio y a la inversa. Por tal motivo, es conveniente determinar el etograma de la especie en vida libre y en cautiverio. En el caso del cautiverio, es conveniente describir las características del encierro, la interacción con otros animales y personas así como la historia de la vida en encierro (Huntingford, 1984). Aunque, la conducta en vida libre difiere de la cautiva, es posible desarrollar modelos experimentales que permitan establecer los patrones del desarrollo de la conducta, su significado y variantes para distintas condiciones (Vander-Klot, 1971). El estudio de la conducta en vida libre permite determinar conductas adaptativas a la dinámica del ecosistema. Si se obtienen diversos etogramas dentro de un ecosistema cambiante se puede, en principio, inferir la evolución conductual de la especie (Vaz-Ferreira, 1984).

Los estudios conductuales en cautiverio nos permiten conocer las bases fisiológicas de dicha conducta y con ello buscar formas que minimicen el estrés y las alteraciones ocasionadas por el encierro. Pese a que la beluga es uno de los cetáceos que con más frecuencia se encuentra en cautiverio, se tienen muy pocos registros de la conducta. La mayoría de los registros conductuales de cualquier cetáceo se ha obtenido en vida libre (Defran, 1980). Es crucial para lograr un buen cautiverio el mayor conocimiento posible de las condiciones en que viven los organismos así como un control en el cual se mantengan de forma estable las características del agua, temperatura, alimento, salinidad y pH, entre otros. Con ello

se elimina el que las condiciones propias del confinamiento sean fuentes estresoras (Machorro, 1984).

En México se tienen mamíferos marinos cautivos desde 1968 y hasta la fecha se han mostrado al público ocho de estas especies: 1) El lobo marino de Sudamérica (*Otaria flavescens*), 2) El lobo marino de California (*Zalophus californianus*), 3) El elefante marino (*Mirounga angustirostris*), 4) El lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), 5) La tonina o tursión (*Tursiops truncatus*), 6) El delfín moteado (*Stenella attenuata*), 7) La orca (*Orcinus orca*) y más recientemente 8) La beluga (*Delphinapterus leucas*) (Flores-Ochoa, 1991) (Figura 1).

Actualmente, dos belugas se exhiben en el acuario del parque La Feria. Estos son dos machos, Niko y Gasper, que llegaron a México en 1998 provenientes de Rusia. Ese mismo año el parque La Feria solicitó asesoría al Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias, UNAM, para atender diversos aspectos de investigación y observación de las belugas, así como para desarrollar una investigación que permitiera monitorear el estado conductual y de estrés de los animales. Se estableció un convenio que posteriormente modificó sus términos debido al cambio de propiedad del parque en el año 2001. Este trabajo es el producto de ese acuerdo y se desarrolló del 2001 a 2003 con la finalidad de evaluar el estado en el que se encuentran los animales, para ello se caracterizó la conducta e indicadores fisiológicos relacionados con el estrés tales como la tasa de ventilación, hematometría y niveles de cortisol, en relación con las actividades a las que se someten al participar en espectáculos y las condiciones del encierro en el parque La Feria.



Otaria flavescens



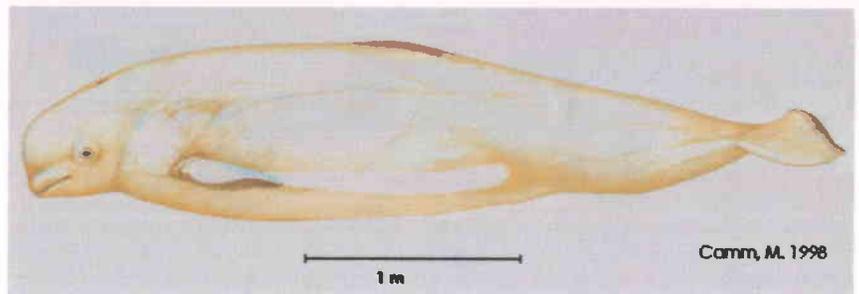
Zalophus californianus



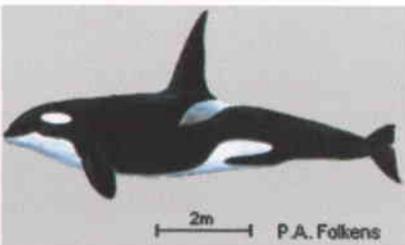
Arctocephalus australis



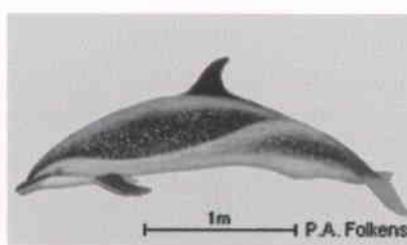
Mirounga angustirostris



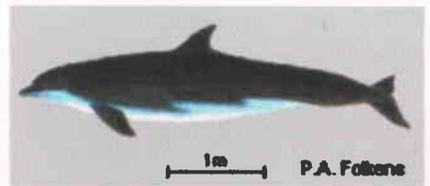
Delphinapterus leucas



Orcinus orca



Stenella attenuata



Tursiops truncatus

Figura 1. Especies de mamíferos marinos que se han mantenido en cautiverio en México. Lobo marino de Sudamérica (*Otaria flavescens*), Lobo marino de California (*Zalophus californianus*), Lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), Elefante marino (*Mirounga angustirostris*), Beluga (*Delphinapterus leucas*), Orca (*Orcinus orca*), Delfín moteado (*Stenella attenuata*), y Tonina o tursiÓN (*Tursiops truncatus*) (Folkens, 1996; Camm, 1998).

ANTECEDENTES

ESTRÉS

1. Historia del estrés.

En el año 450 A.C., El filósofo griego Empédocles fue el primero en referirse al balance del organismo al considerar a la materia como una mezcla conjunta de elementos esenciales existentes en un estado armonioso. Su contemporáneo Hipócrates extendió el concepto aplicándolo a los organismos, considerando el estado armonioso o balance como el saludable y el desequilibrio como la enfermedad y que este desequilibrio es un fenómeno "natural o normal". Empédocles señala que los agentes desencadenadores del desequilibrio pueden provenir del entorno tales como; frío, calor, humedad etc. Sydenham (1624- 1689) refiere a los síntomas y signos como un reflejo del desequilibrio sistemático en el organismo.

Casi dos siglos después Claude Bernard introdujo el término de medio interno y posteriormente Walter B. Cannon fue quien acuñó el término de homeostasis (Chrousos, 1988). En 1915 Cannon propuso la idea de la "reacción de alarma" que explicaba la producción del incremento de epinefrina como respuesta a la exposición a un agente estresor. Para 1920 Cannon ocupa el término estrés para referirse a las condiciones internas y externas bajo las cuales el organismo responde mediante la activación del sistema nervioso simpático para restaurar el medio interno. Durante la década de los 1930's el mismo Cannon estudió la respuesta de activación neurovegetativa y de la médula suprarrenal. A esta respuesta inespecífica y generalizada la denominó "pelea o huida" y demostró que esta respuesta es de tipo emergente ante un primer evento estresante (Gómez-González, 2002). Hans Selye durante esta misma década utilizó técnicamente la palabra estrés, tomada de la física en referencia a la acción de las fuerzas que se ejercen dentro del cuerpo (Chrousos, 1988). Selye definió al estrés como el estado del organismo que se manifiesta por un síndrome

inespecífico que consiste en una serie de cambios dentro del sistema biológico que buscan hacer frente al desequilibrio (Gómez-González, 2002).

2. Definición de estrés.

El término "estrés" deriva del latín *stringere* que significa oprimir, apretar o atar. En el siglo XVII se utilizó para expresar el curso emocional de los sujetos ante situaciones adversas; ya en el siglo XVIII comenzó a aplicarse no sólo para las emociones sino para referirse a los factores desencadenantes de las reacciones en el sujeto. Asimismo, la palabra estrés dentro del vocablo de habla inglesa (*stress*) refiere a un excesivo esfuerzo o tensión (Gómez-González, 2002). En el sentido en que Selye lo toma de la física, el estrés es el estado que amenaza el balance, equilibrio, armonía u homeostasis. Este mecanismo es un proceso no específico y parte de un proceso natural del metabolismo (Grzimek's. 1977; Chrousos, 1988). En la actualidad, el término estrés se utiliza para aludir a cualquier condición que perturba seriamente la homeostasis (Chrousos, 1988; Gómez-González, 2002).

3. Agentes estresores.

Se denomina estresor al estímulo que inicia un desequilibrio homeostático, este puede ser físico, metabólico, conductual, ambiental o una interacción entre ellos (Grzimek's. 1977; Gómez-González, 2002).

4. Estrés agudo y crónico.

El estrés presenta dos modalidades que se diferencian por el tiempo de exposición y de duración. El estrés agudo (EA) ocurre cuando el organismo se expone a un estresor de corta duración. Esta respuesta se puede generar de igual manera cuando se expone a un solo evento o a varias exposiciones aisladas, afectando sólo una parte del ciclo de la vida del organismo. El estrés crónico (EC) se presenta más comúnmente siendo del tipo incidental, ya que el nivel del estresor en el organismo es subumbral, produce un efecto a largo plazo, típicamente afecta el ciclo de vida, presiona hasta el límite fisiológico del sistema, provocando reducción del crecimiento, reduciendo la reproducción; ya sea en el

número de crías y disminuyendo los logros de preñamiento. Otro efecto que genera el estrés es una vulnerabilidad inmunológica. En el estrés crónico, el estresor se presenta de una forma continua y en largos periodos, manteniéndose en niveles subumbrales o de una forma en que no es posible correlacionar su efecto con una modificación inmediata sino que la caracterización de ese efecto es observable mucho tiempo después; por ejemplo, un animal que no ha sido alimentado bien en un futuro puede ser poco resistente a otro nuevo estresor como una enfermedad, cambio de clima brusco o escasez de alimento (Marshall, 1990).

El estrés crónico se provoca ya sea en forma directa o indirecta. La primera se refiere a trastornos metabólicos que se pueden originar a escala celular u orgánica que inducen un daño general, ejemplos de ello son los trastornos respiratorios, cardíacos, circulatorios y de producción de enzimas, ente otros. El estrés crónico indirecto se refiere a las influencias externas en el organismo tanto indispensables como transitorias. La fuente, calidad y cantidad de alimento, competencia para el apareamiento, posición jerárquica son algunas de las influencias indispensables, las transitorias son por ejemplo fluctuaciones en la temperatura, cantidades de depredadores circundantes entre otras (Marshall, 1990; Terrass, 1994).

5. Clasificación de las respuestas de estrés:

La respuesta de estrés consta de tres etapas; alarma, resistencia y extenuación (Pickering, 1981; Chrousos, 1988; Hernández-Ballesteros, 1998; Gómez-González, 2002). Cada etapa del estrés se puede relacionar en un nivel de integración de la respuesta (Figura 2), estas vías son: la neuronal, la de renina-angiotensina y la humoral. La primera etapa tiene mayor relación con la vía neuronal como con la de renina-angiotensina. La etapa dos conserva activas la vía neuronal y la vía renina-angiotensina, pero empieza a ceder el control a la vía humoral, que es la ruta que prevalece durante la etapa tres de respuesta al estrés.

Las tres etapas se han dado a conocer comúnmente como Síndrome General Adaptativo, aunque, esta denominación es más aplicada a la etapa tres (Kopin y cols, 1988), dado que el establecimiento de patologías es lo que da la

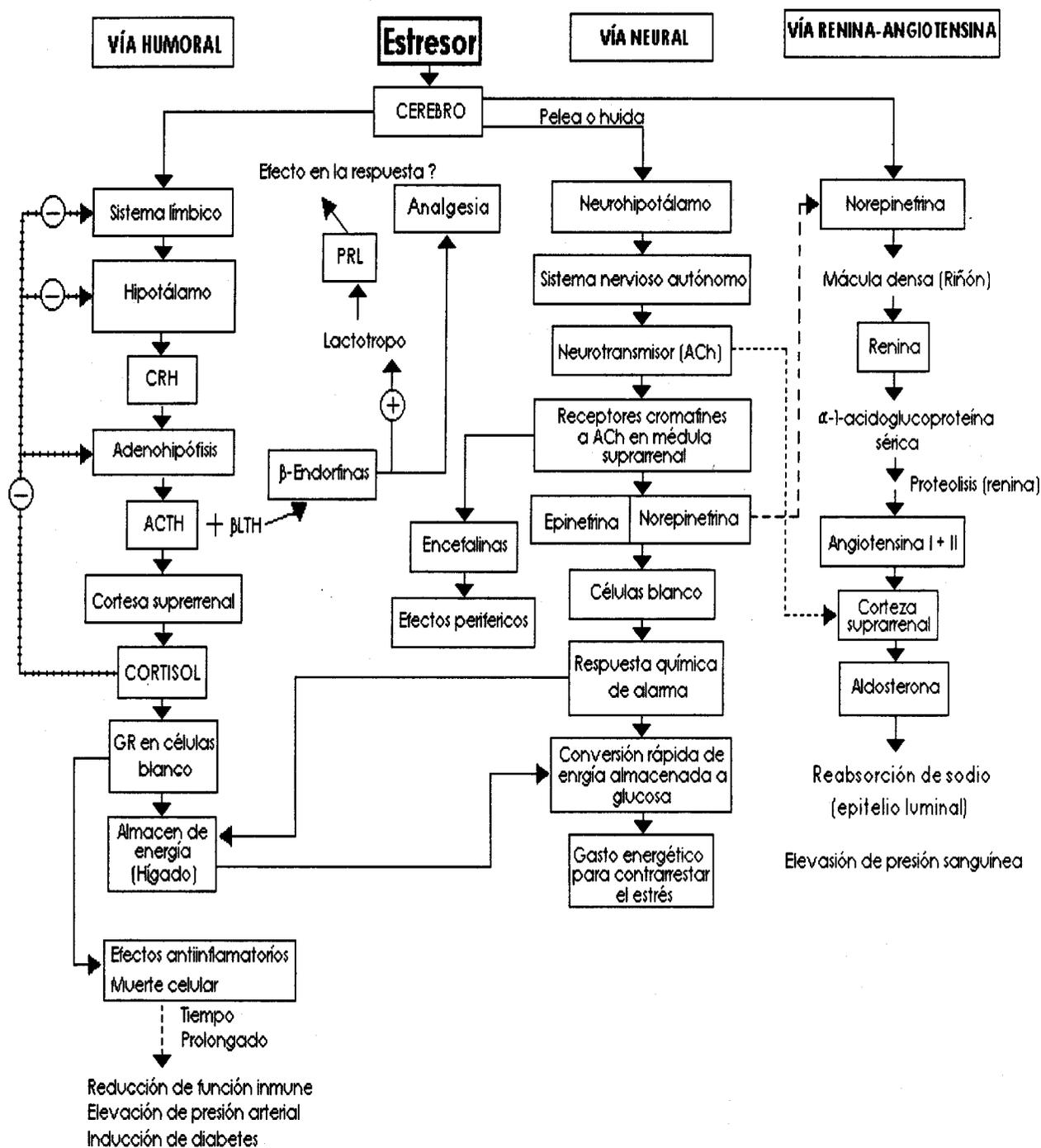


Figura 2. Esquema de las vías de respuesta ante un agente estresor. Estas vías no son excluyentes al funcionar; pueden actuar cooperativamente, antagónicamente o agónicamente. Tomado de Norman, 1997.

denominación de síndrome. Para el establecimiento de la tercer etapa se requiere de las dos primeras, sin embargo, la fase uno y dos pueden ser terminales, es decir, su acción basta en algunos casos para el restablecimiento de la homeostasis.

5.1. Etapa uno, de alarma o inicial.

Es una respuesta neurovegetativa de corto plazo (Gómez-González, 2002), es de tipo agudo. La presencia del estresor puede generar dos tipos de respuesta, pasiva o activa, durante la respuesta hay un punto donde la expresión de un tipo de respuesta excluye la otra (Figuras 2 y 3) aunque el proceso inicial de acción sea simultáneo. En ambos casos, la respuesta primaria está condicionada a experiencias tempranas o respuestas dependientes de los genes. La respuesta pasiva se regula mediante la señalización entre el hipocampo y el *septum*, estos a su vez señalizan a diferentes blancos, induciendo conductas sumisas y de tolerancia (Guyton, 1989; Norman, 1997). La vía activa se encuentra principalmente mediada por el sistema nervioso simpático y la médula suprarrenal, que secretan catecolaminas; norepinefrina (NE) y epinefrina (E) (Gómez-González, 2002) (Figura 2). Este mecanismo se inicia al reconocer el estímulo como una amenaza para la homeostasis, el sistema nervioso central envía la señalización al neurohipotálamo y sistema límbico. Se promueve una respuesta neuroendócrina (Figura 2), en la que se involucran el hipotálamo, la hipófisis y las glándulas suprarrenales generando secreciones neuroendócrinas que comunican y activan procesos metabólicos, induciendo alertamiento y disposición del organismo permitiendo la adaptación (Dierauf, 1990; Kirby, 1990; Marshall, 1990).

5.2. Etapa dos, resistencia, tolerancia límite, adaptación, agotamiento.

La respuesta inicial del organismo se sostiene, el proceso es gobernado aún por la presencia de epinefrina y norepinefrina y con ello se asegura un aporte energético y de agudeza sensorial con relación a los acontecimientos del entorno. También se genera una respuesta de analgesia con el que se

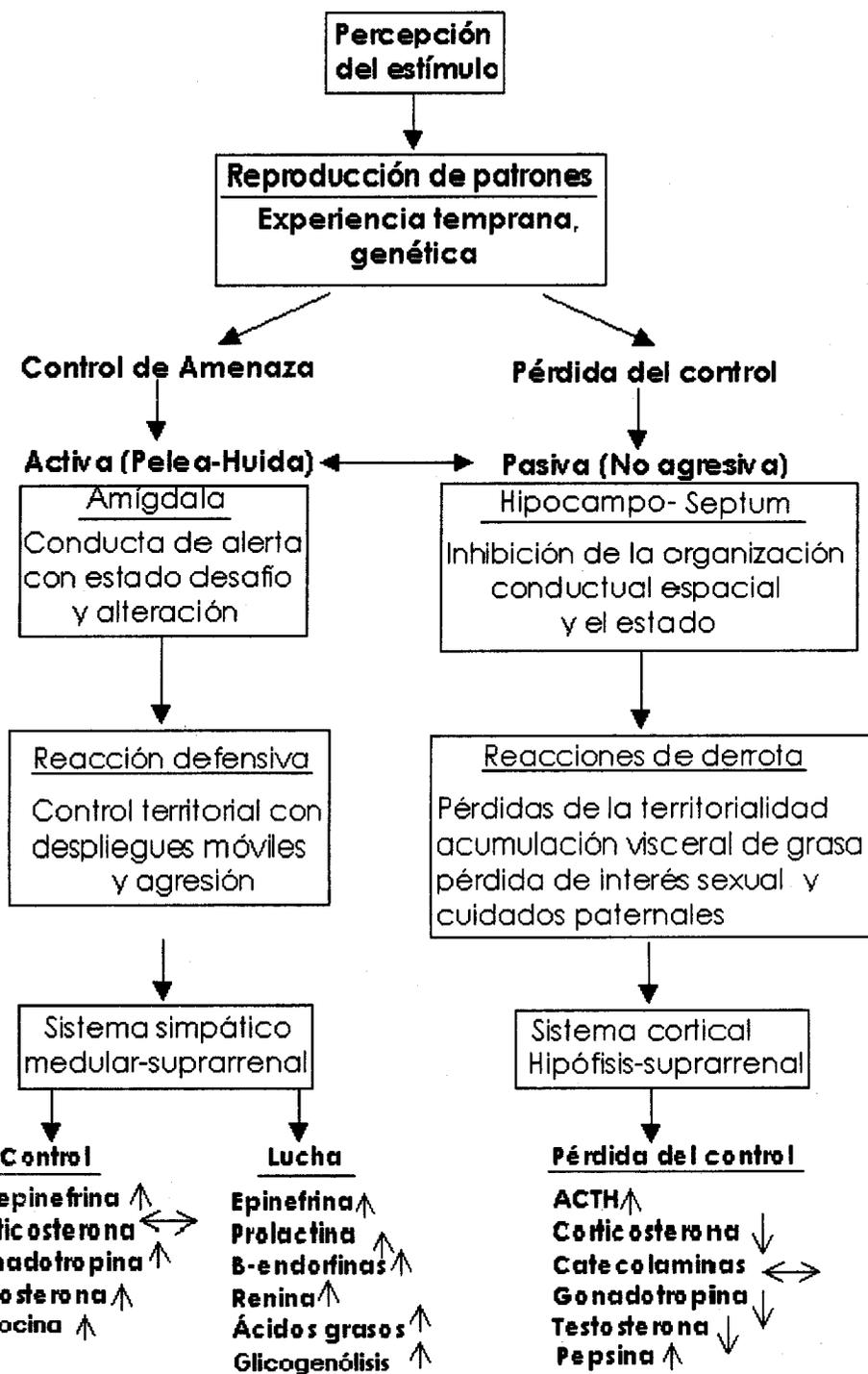


Figura 3. Activación de reacción defensiva; vía activa (pelea-huida); que puede dar paso al síndrome general adaptativo. La vía pasiva (Pérdida de control), es de tipo terminal. Estas vías, la activa y pasiva, son excluyentes. Tomado de Norman, 1997.

promueve un amortiguamiento contra el estresor. A medida que la respuesta se sostiene se empieza a generar un agotamiento de la respuesta catecolaminérgica (Figuras 2 y 3), la otra vía activa en la resistencia es la del sistema límbico, la cual induce la secreción de glucocorticoides. En esta etapa todos los mecanismos intentan restablecer el balance del metabolismo y en caso de agotarse las respuestas, se da paso a la instalación de patologías (Selye, 1946, Pickering, 1981; Kirby, 1990; Norris, 1997).

5.3 Etapa tres, síndrome general de adaptación, mala adaptación, desgaste, extenuación.

Es la última etapa del estrés. El sistema sobrecarga su capacidad llevando al organismo a una imposibilidad de respuesta adaptativa, generando lesiones orgánicas y/o funcionales irreversibles básicas para el sustento del organismo. Se establecen múltiples patologías que pueden llevar a la muerte (Selye, 1946, Kopin y cols, 1988; Hernández-Ballesteros, 1998; Gómez-González, 2002).

6. Respuesta de estrés del sistema simpático.

El sistema nervioso genera una señal de alerta induciendo la secreción de acetilcolina (ACh) la cual es secretada en todo el cerebro, principalmente en la corteza motora, en las motoneuronas que inervan los músculos esqueléticos y en neuronas preganglionares del sistema nervioso periférico (Guyton, 1989). Se da una alta estimulación del sistema nervioso simpático (SNS) con la cual se activa la función de la glándula suprarrenal y se presenta hiperplasia. Además de la secreción de la NE en el tronco encefálico e hipotálamo, principalmente en el núcleo *ceruleus* y la secreción de la serotonina (5-HT) en el núcleo medio del rafe y en el tronco encefálico; se genera una estimulación al núcleo paraventricular y éste secreta la hormona liberadora de corticotropina (CRH) que se encarga de la secreción de los glucocorticoides los cuales son ya característicos de la fase dos (Hadley, 1996; Norman, 1997).

7. Respuesta de estrés vía renina-angiotensina.

La señalización del sistema nervioso induce la secreción de NE generando la respuesta más rápida y primaria mediante los mineralocorticoides (Figura 2), activando al riñón y el sistema renina-angiotensina. La acción del SNS induce la liberación de la enzima proteolítica renina que es secretada por las células de la pared aferente de los capilares de la cápsula de Bowman y aparato yuxtaglomerular (AYG). La molécula blanco de la renina es la α_2 -globulina, proteína glicoproteica sintetizada en el hígado. La molécula es dividida en un puente leucina-leucina liberando un péptido de 10 unidades, la angiotensina I la cual, mediante una enzima de conversión, deja un péptido de ocho unidades denominado angiotensina II. La angiotensina II induce una vasoconstricción de las arteriolas y con ello provoca un incremento en la presión arterial aumentando así el flujo sanguíneo renal y la tasa de filtración glomerular. La angiotensina II también estimula la liberación en la corteza suprarrenal de la hormona esteroide aldosterona (Eckert, 1990).

La aldosterona es un mineralocorticoide, una de sus funciones es la retención de sales. Las células blanco de la aldosterona se encuentran en el túbulo distal de la nefrona. En éstas se aumenta la tasa de reabsorción de sodio y cloro y posteriormente por osmosis de agua, esta reabsorción de sodio y cloro tienen efecto de constricción de la pared arteriolar. En los mamíferos, la aldosterona estimula la reabsorción de sodio en las glándulas salivales, sudoríparas y colon (Eckert, 1990).

Los receptores a mineralocorticoides presentan ritmo circádico y su funcionalidad depende de la densidad que se tenga de ellos. Las secreciones principales de los mineralocorticoides son la aldosterona y desoxicorticosterona. La secreción de la aldosterona se controla fundamentalmente por un ión potasio en la sangre y por la angiotensina II. La desoxicorticosterona produce los mismos efectos que la aldosterona en el manejo de electrolitos, sin embargo, su capacidad de acción es más baja que la de la aldosterona. Mediante reacciones enzimáticas sobre la desoxicorticoesterona, se puede formar aldosterona (Eckert, 1990; Korte, 2001).

8. Respuesta de estrés vía hipotálamo-hipófisis-suprarrenal.

La otra vía que se activa en la etapa de resistencia es la que se promueve por el sistema límbico mediante la activación del hipotálamo el cual secreta la hormona liberadora de corticotropina (CRH) que hace blanco en el pars intermedia de la hipófisis. Con ello se estimula la liberación de la hormona adenocorticotrófica (ACTH). La formación de ACTH depende de la presencia de la enzima proteolítica Pc2 y de la existencia del precursor proopiomelanocortina (POMC) que es una prohormona, que al tener contacto con la Pc2 en presencia de la α -melanotropina (α -MSH), se fragmenta generando la aparición de ACTH, γ -lipoproteínas y β -endorfinas. La ACTH actúa básicamente en la síntesis de glucocorticoides y a la de dehidroepiandrosterona (DHEA) (Norman, 1997; Norris, 1997).

Un mecanismo de retroalimentación positiva rápido para mantener la secreción de ACTH involucra tanto a la CRH y a la arginina vasopresina (AVP) las cuales son secretadas por las mismas neuronas (Norris, 1997) además de la eminencia media bajo la inducción del núcleo supraquiasmático el cual es estimulado a su vez por neuronas con osmorreceptores o barorreceptores. El núcleo supraquiasmático estimula a la eminencia media induciendo la secreción de AVP, la cual a su vez induce la secreción de la ACTH y subsecuentemente la secreción de glucocorticoides (Hadley, 1996; Norris, 1997).

Los glucocorticoides secretados (cortisona, cortisol, corticosterona y 11-desoxicorticosterona) inducen la acción anabólica en el hígado y catabólica en músculo y tejido adiposo. La alta producción de glucocorticoides antagoniza la acción de la insulina además de disminuir la afinidad de sus receptores. Con ello los glucocorticoides elevan los niveles de glucosa, haciendo disponible la energía para una capacidad de respuesta del organismo y manutención del estado de respuesta. Asimismo, la secreción de estas hormonas generan cambios en los niveles de renina, calcitocina, tiroxina, hormona paratiroidea, glucagon, eritropoyetina y gastrina. Con ello las modificaciones correspondientes a la acción de estas hormonas. Otra de las funciones de los glucocorticoides es inducir la baja de la actividad peristáltica y por lo tanto la actividad digestiva, en esta

etapa se promueve el continuo procesamiento de las hormonas reguladoras como la Tiroxina (T₄) y Triyodotironina (T₃). Estos procesos humorales y metabólicos mantienen un estado de respuesta exacerbada, pero que puede ser reversible.

Los glucocorticoides son indispensables para la síntesis de catecolaminas para los nervios simpáticos, además de que estabilizan la movilización de catecolaminas; los cambios en las concentraciones de E y NE inducen un incremento en la frecuencia cardíaca y una constricción en el lecho sanguíneo periférico. (Hadley, 1996; Norman, 1997; Norris, 1997).

Las secreciones de glucocorticoides tienen ritmos cíclicos pero sus receptores no, esto resulta en una asincronía que es regulada por la acción de los inductores hipofisarios de corticoesteroides. En el caso de los mineralocorticoides es inverso ya que los receptores si presentan ritmicidad y no así sus secreciones. Estos procesos más bien parecen mecanismos regulatorios y preventivos para evitar una recarga en el sistema (Korte, 2001).

Otra forma de actuar de la ACTH es asociarse con β -endorfinas induciendo una respuesta analgésica y con ello llevar a una paralización en la respuesta de activación (Norman, 1997; Norris, 1997). Cuando el estresor tiene efectos severos y no hay una solución de adaptación en las respuestas del organismo, el desencadenamiento de la acción de los mecanismos reguladores trae como consecuencia la alteración del procesamiento normal del sistema que puede inducir un estado de enfermedad severo (Chrousos, 1988; Kirby, 1990; Plotnikoff, 1991; Gómez-González, 2002).

9. Eventos bioquímicas durante el estrés.

En algunas especies de mamíferos (ratón, rata y conejo) se ha observado que algunos adrenocorticoesteroides a bajas concentraciones (10^{-6} M) producen atrofia en el timo, inhibición de la producción de anticuerpos y lisis en los linfocitos (Claman, 1988). En humanos, la presencia de glucocorticoesteroides induce neutrofilia y decremento en el número de linfocitos, eosinófilos, basófilos y monocitos en sangre periférica (Claman, 1988; Bossart, 1990). Además de inhibir la producción de citocinas (monocinas, interleucinas e interferón) así como disminuir la expresión de moléculas de superficie de los antígenos tales como la murina

clase II y del complejo mayor de histocompatibilidad (CMH), el antígeno presentador de los monocitos, el factor Fc en la inmonoglobulina. Esto se refleja en la disminución de la respuesta inflamatoria. Otros de los efectos son de tipo antipirético, inducción de vasodilatación y supresión de síntesis de anticuerpos haciendo evidente la depresión del sistema inmune (Claman, 1988; Rothhut y col, 1988; Sweeney, 1990, Plotnikoff, 1991).

La actividad inflamatoria se inicia a partir de varios eventos de membrana, permitiendo la formación de mediadores lipídicos (prostaglandinas, leucotrinas y "PAF-aceto-éter", factor activador de plaquetas, 1-0-alkil-2- acetil-Sn-glicerol-3- fosfolina) en presencia de fosfolipasa A₂ (PLA₂). La activación inicia liberando grasas insaturadas, principalmente ácido araquidónico, si el substrato es fosfatidil colina el derivado de la interacción es PAF-aceto-éter, el resultado de este proceso genera una retroalimentación positiva, lo cual si no es detenido inuce una fuerte edemización. El proceso controlador de la actividad inflamatoria se da mediante la lipocortina, que es una fosfolipasa endógena (Rothhut y col, 1988). La activación del mecanismo comienza por un ligando del receptor de membrana, que estimula a la fosfolipasa C hidrolizando a la polifosfoinositidina en diacilglicerol e inositol triptófano. El diacilglicerol estimula a la proteincinasa C, que fosforila varias proteínas entre ellas la lipocortina, logrando el sistema regulatorio. Si en el sistema se produce gran cantidad de lipocortina o bien hay una reducción en la concentración de fosfolipasa C se detiene la actividad de PLA₂, con lo cual la respuesta inflamatoria disminuye.

La aldosterona y el cortisol inducen la retención de sodio y excreción de potasio siendo más eficaz la vía de la aldosterona. Esta última también induce el aumento en la excreción de iones de hidrógeno. Por otra parte los glucocotricosteroides disminuyen la absorción de calcio en el intestino y aumentan la excreción renal. El tejido muscular puede sufrir de hipopotasemia a causa de la acción de la aldosterona. La presencia de altas concentraciones de glucocorticoides genera la emaciación. En cuanto al sistema nervioso central, el efecto se refleja en la conducta y la actividad electroencefalográfica (Goodman, 1988).

Un efecto derivado de la secreción de glucocorticoides por retroalimentación al hipotálamo induciendo la secreción de CRH, es el efecto que tiene esta hormona sobre la secreción de somatostatina (SS) y dopamina (DA), ya que éstas reducen la secreción de la hormona del crecimiento (GH) y prolactina (PRL) respectivamente (Norris, 1997).

10. Observaciones durante el cautiverio.

En los animales en cautiverio es frecuente encontrar alteraciones fisiológicas, tales como cambios en la química sanguínea, arritmias cardíacas, modificaciones de los patrones de respiración y pérdida de peso entre otros (Omar, 1995). Estas alteraciones se pueden hacer evidentes por la fisonomía del animal o bien por los despliegues conductuales anómalos y/o estereotipados. Las estereotipias son conductas repetitivas que no son propiamente un patrón con significado de una necesidad fisiológica (Mason, 1991).

El estrés puede identificarse mediante la valoración fisiológica, una vez que se ha descartado la posibilidad de una enfermedad y cuando se reconoce que el origen del cambio en la conducta responde a un estresor. La respuesta al estímulo depende de la intensidad, la naturaleza del mismo y también de la capacidad de respuesta del organismo lo que implica la consideración de la intensidad del estímulo con relación al umbral de respuesta, formas de respuesta, adaptación, sensibilización, aprendizaje o conocimiento previo del estímulo (Terrass, 1994). Las causas físicas no necesariamente tienen que ser eventos estruendosos o incómodos a simple vista.

Se ha observado que los animales son poco tolerantes a la carencia de estímulos y tienen la tendencia a buscar cambios en su entorno. Cuando los estímulos son uniformes y repetitivos suelen presentarse despliegues motivados por la búsqueda de estimulación o como vía de liberación a la monotonía (Newberry, 1994 y 1995). Se ha observado que la monotonía, exceso de calma, estímulos muy sutiles y el aburrimiento son fuentes de estrés (Valdés, 1990; Newberry, 1995). Sin embargo, no se ha podido encontrar fisiológicamente una correlación entre la respuesta de tipo estresante y la pobreza de estímulos. (Valdés, 1990).

El estrés en los mamíferos retarda el desarrollo de los individuos jóvenes y altera evidentemente el comportamiento y fisiología de los adultos. En las hembras perturba la función de las glándulas mamarias y en casos graves las incapacita para reproducirse, ocasionando un comportamiento masculinizado. En los mamíferos escrotados, el estrés provoca en los machos jóvenes el retraso del descenso testicular y en los machos adultos los testículos vuelven a la cavidad abdominal. El estrés provocado por las agresiones entre los diferentes habitantes del encierro o por la aglomeración ocasionan cambios conductuales y endócrinos que pueden llevar a la muerte del animal (Irenäus, 1979.)

11. Mamíferos marinos en cautiverio.

Los mamíferos marinos que se encuentran en cautiverio están expuestos a otros agentes estresores además de los físicos y químicos del medio en que se encuentran. Estos son, la administración de medicamentos preventivos y/o curativos, el hecho de estar supeditados a un entrenamiento, el cual se basa en el condicionamiento operante para obtener el alimento. La generación del estrés en estos organismos se manifiesta de diversas formas, algunas de ellas se confunden con un padecimientos patológicos como son vómito y disminución en la actividad ambulatoria. Otras manifestaciones de estrés son la ingesta de objetos extraños, autoagresión, rozamiento, desgaste de dientes, peleas, agresividad, exageración de las conductas y/o estereotipias. La actividad sexual se tiende a incrementar como indicio de aburrimiento, al igual que los despliegues de agresividad y sumisión. El nerviosismo se manifiesta como una hiperactividad, siendo esto un indicio de una mala adaptación al encierro (Sweeney, 1990).

En los valores de algunas hormonas producidas en las glándulas suprarrenales relacionadas con el estrés, en cetáceos y otras especies, Cuadro 1, se observa que los valores de corticoesterona son elevados para los cetáceos, además de que los mineralocorticoides presentan valores menores a los reportados en res y en humano. El valor reportado de cortisol proveniente de tejido suprarrenal de beluga muestra valores notablemente diferentes (Cuadro 2), cabe mencionar que estas muestras provienen de glándulas suprarrenales con hiperplasia (Lair y

cols, 1997), a diferencia de los valores de cortisol sérico en belugas reportado por St. Aubin (2001) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Concentración de glucocorticoides y mineralocorticoides en las glándulas suprarrenales de cetáceos varados y algunos mamíferos terrestres. Tomado de Carballeira y cols, 1987.

Especimen	Concentración de glucocorticoides (ng/mg *; valor ± DE)		Proporción hormonal (F/B)	Concentración de mineralocorticoides (ng/mg *; valor ± DE)
	Cortisol (F)	Corticosterona (B)		Aldosterona
Cachalote pigmeo <i>Kogia breviceps</i>	2.1 ± 0.4	7.1 ± 0.3	0.3	0.009 ± 0.003
Zifio de Gervais <i>Mesoplodon europaeus</i>	2.7 ± 0.3	8.4 ± 0.6	0.3	0.008 ± 0.002
Beluga** <i>Delphinapterus leucas</i>	24.1 – 145.9 ng/mL	--	--	---
Res <i>Bos taurus</i>	3.8 ± 0.9	1.4 ± 0.4	2.7	0.327 ± 0.07
Humano (quirúrgico) <i>Homo sapiens sapiens</i>	2.0 ± 0.2	0.9 ± 0.1	6.7	0.180 ± 0.06
Rata <i>Rattus rattus</i>	---	19.5 ± 1.3	---	1.050 ± 0.05

* Tejido de glándula suprarrenal.

** Tomado de Lair 1997.

Cuadro 2. Concentración de cortisol en sangre de cetáceos, odontocetos (beluga y delfín) y en un misticeto (rocuál común).

Especimen	Intervalo (ng /mL)	Autor
Beluga <i>Delphinapterus leucas</i>	5.625 – 74.197	St. Aubin, 2001.
Delfín nariz de botella <i>Tursiops truncatus</i>	100 – 560	Ortiz y col, 1999.
Rocuál común * <i>Balaenoptera physalus</i>	0.726 – 60.984	Mjeld, 2001

* Las muestras se tomaron por la mañana.

En el cuadro 3, se observa que los valores de E de cetáceos son parcialmente diferentes a los de mamíferos terrestres, los valores de NE en cetáceos son elevados respecto a los humano y la rata y menores respecto a la res. Por otro lado, el valor de dopamina en cetáceos es más alto que el observado en mamíferos terrestres (Caballeira y cols, 1987).

Cuadro 3. Concentración de catecolaminas en glándulas suprarrenales de cetáceos varados y de algunos mamíferos terrestres. Tomado de Caballeira y cols, 1987.

Especimen	Concentración de catecolaminas (ng/mg *; valor ± DE)			Proporción hormonal	
	Epinefrina (E)	Norepinefrina (NE)	Dopamina (DA)	E/NE	E/DA
Cachalote pigmeo <i>Kogia breviceps</i>	400 ± 100	1300 ± 400	80 ± 10	0.3	5
Zifio de Gervais <i>Mesoplodon europaeus</i>	500 ± 200	1400 ± 200	90 ± 30	0.3	6
Res <i>Bos taurus</i>	5100 ± 900	2700 ± 300	20 ± 6	.9	255
Humano (qu irúrgico) <i>Homo sapiens</i>	1000 ± 200	500 ± 200	5 ± 1	2.0	200
Humano (Autopsia) <i>Homo sapiens sapiens</i>	800 ± 200	300 ± 60	4 ± 2	2.7	200
Rata <i>Rattus rattus</i>	400 ± 30	100 ± 10	5 ± 1	4.0	80

* Tejido de glándula suprarrenal.

El ruido es uno de los factores de estrés más importante para cualquier animal, particularmente para los cetáceos cuya percepción del ambiente es fundamentalmente auditiva.

Se ha reportado que los patrones de intensidad y las frecuencias en la emisión de sonidos de los cetáceos varían de acuerdo al ruido ambiental de la localidad. Asimismo se ha visto que la agudeza de percepción en la ecolocalización disminuye conforme el ruido ambiental aumenta (Au y cols, 1985; Penner y cols, 1986). También se ha reportado que la diversidad de sonidos se incrementa en las temporadas de apareamiento, respecto a las temporadas no reproductoras (Chernezky y cols, 1990).

BIOLOGÍA DE LA ESPECIE

1. Sistemática.

1.1.Registro fósil: Los kentriodóntidos, de hace 25 millones de años, dieron origen a la superfamilia Delphinaidea que apareció en el Mioceno medio. De esta superfamilia se deriva la familia Monodontidae en el Mioceno tardío y en el Holoceno aparece el género actual, *Delphinapterus* (Barnes y cols. 1985; Wilkie, 1988).

1.2. Ubicación taxonómica:

Phylum: Chordata
Clase: Mammalia
Orden: Cetacea
Suborden: Odontoceti
Superfamilia: Delphinaidea
Familia: Monodontidae
Genero: *Delphinapterus*
Especie: *D. leucas*

1.3. Sinonimia: Los diversos nombres por los que se le conoce a la especie se basan en su color. Por ello, recibe el nombre de ballena blanca o ballena blanca del Ártico. Es erróneo referirse a este animal como una ballena, ya que es un odontoceto y en dado caso está más emparentado con los delfines. En Rusia se le conoce como belukha [biélujha], que deriva de Белый [Biéllii] que quiere decir blanco (Pravedniciff y col, 1999), los Inuits del este del ártico de Canadá la llaman Killealuak o Killeluga, los esquimales Pullzag o Keelaluga y en algunas regiones de Alaska se le conoce como Yupik (Leatherwood y cols, 1988). En Japón se le llama Shiro iruka; Marsouin blanc en Francés; en alemán se le conoce como Weisswale, Hidvalen en danés y Mjaldur en Islandia (Ridgway y Harrison, 1989). Otra característica que le ha dado nombre es la riqueza de sus sonidos por lo cual se llama también canario marino (Brodie, 1989).

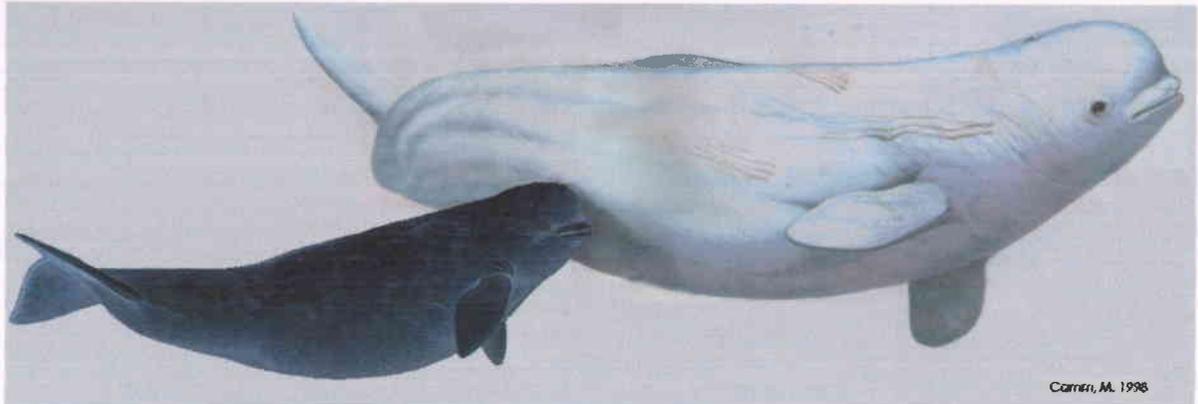


Figura 4. Fisonomía de la beluga, carece de aleta dorsal y en su lugar se aprecia una cresta dorsal. Sus aletas pectorales son cortas con forma de remo. La cabeza es corta y el melón prominente. Los adultos son de color blanco y las crías son de color azul pizarra. Tomado de Carwardine, 1998.



Figura 5. Mapa de distribución de las Belugas en el mundo. □ Área de distribución, ∫ Área de concentración costera; ▲ Población amenazada por la degradación del hábitat; ● Población amenazada por caza excesiva. Tomado de National Geographic, 1994)



Figura 6. Aleta caudal de beluga adulto (Izquierda), se observa marcada la muesca interlobular, en ambos lóbulos se observan convexos y con depósito pigmentarios. Aleta caudal de beluga infante (Derecha), la muesca es incipiente, los bordes son planos y no hay depósito de pigmentación, además de la diferencia de coloración de la del adulto. Tomado de Carwardine, 1998.

2. Distribución geográfica.

Las belugas se encuentran en el círculo polar Ártico y subártico (Canadá, Alaska, Rusia, Noruega y Groenlandia) llegan al sur de la Isla Sakhalin, Islas Aleutianas, Río San Lorenzo y áreas cerca de los 50° N; son comunes en la Bahía de Hudson y ocasionalmente se encuentran al sur de Massachusetts y muy raramente hasta el Golfo de Vizcaya en España. Su límite boreal está dado por la presencia de hielo (Figura 5) (Wilkie, 1988; Paine, 1995). Se les puede localizar en aguas dulces o salobres de los deltas, turbias y someras así como en zonas pelágicas profundas (Leatherwood y cols, 1988). La temperatura del agua va de los 4 °C a los 7 °C durante el invierno y en primavera y verano oscila entre los 14 °C a 20 °C ((Wilkie, 1988; Brodie, 1989).

3. Anatomía.

3.1. Características: Las belugas son de cuerpo robusto, la cabeza es relativamente pequeña, presentan una protuberancia frontal redonda, formada de lípidos, que se denomina melón. La beluga carece de aleta dorsal, en su lugar presenta una joroba o también conocido cresta dorsal, las aletas pectorales son cortas y curvadas hacia arriba (Figura 4). La cabeza tiene movilidad rotatoria, vertical y lateral, esto debido a que tiene vértebras cervicales no fusionadas. Los dientes son cónicos, por lo general 32 piezas. En el estado adulto la piel es de color blanco a blanco amarillento. Existe dimorfismo sexual en la talla, el macho es un poco más grande que la hembra (Burton,1990; Wilkie,1988; Carwardine, 1998; Marquette, 1978; Cox, 1989). El cariotipo de las belugas muestra 44 cromosomas (Brodie, 1989).

3.1.1. Coloración: Tienen ojos cafés. La coloración de la piel varía con la edad. Al nacer las crías son de color gris pizarra oscuro variando a rosado pardo. Este color cambia a los dos años de edad a un gris claro, blanco azulado claro o gris ambarino. Esta coloración es indicativa de la etapa juvenil la cual comprende entre los tres y cinco años de edad. En la etapa adulta la coloración es blanca conservándose sólo un margen

de pigmentación oscura que va de café a negro, en el borde de la aleta caudal y esporádicamente en el borde de las aletas pectorales (Carwardine, 1998).

3.1.2. Dimensiones:

- Recién nacido: 1.5 a 1.6 m de longitud y alrededor de 45 Kg de peso.
- Juvenil: 2 a 3.5 m de longitud y 0.4 a 1.0 ton de peso.
- Hembra adulta: 3 a 5.2 m de longitud y 1 a 1.5 ton de peso.
- Macho adulto: 3 a 5.5 m de longitud y 1 a 1.8 ton de peso.

3.1.3. Aleta caudal: En los recién nacidos los bordes son casi rectos y se van haciendo convexos en las siguientes etapas, ocasionalmente, en los adultos, se observa una coloración pardo oscuro en los bordes de la aleta caudal. La muesca entre los lóbulos está muy marcada en el adulto (Figura 6)

3.2. Esqueleto:

- Vértebras totales: de 50 a 51.
- Cervicales 7.
- Dorsales 11 a 12.
- Lumbares de 6 a 9
- Caudales de 23 a 26.
- Tiene de 11 a 12 pares de costillas de las cuales 7 a 8 tienen dos cabezas y de estas 7 a 5 pares están articuladas con el esternón. Las costillas dorsales no están completamente osificadas y la última en particular es difícil de localizar y/o contar.
- Falanges: I de 1 a 2, II de 6 a 7, III de 4 a 5. IV de 2 a 4 y V de 2 a 4 (Wilkie, 1988).
- Dentadura: Presentan hasta 40 dientes aunque lo más común son 32, 16 en cada mandíbula. La dentición se lleva a cabo en el primer año de vida y son monofiodontos. Los dientes son cónicos.

3.3. Aparato digestivo: La boca y el esófago son relativamente pequeños, hay cinco compartimentos estomacales y sólo el primero es comparable con otros mamíferos. Los estómagos tienen la capacidad de digerir y absorber los

alimentos. El intestino es relativamente más delgado que el de otros mamíferos y se estima una longitud de siete a nueve veces el largo del cuerpo.

3.4. Otros órganos internos: Los pulmones presentan diferenciación en tamaño y peso siendo más grande y pesado el derecho que el izquierdo, aproximadamente un kilogramo más. El riñón tiene forma oblongada, es multilobulado (se estiman hasta 400 lóbulos), el corazón tiene una aorta gruesa y elástica, el peso del corazón es de aproximadamente de 4.2 Kg en un individuo de 954 Kg (Ridgway y Harrison, 1989). El bazo representa el 0.02 % del peso corporal (Berta y Sumich, 1999).

4. Hematología y endocrinología.

En el cuadro 4 se pueden observar algunos valores reportados de los elementos sanguíneos y de dos hormonas (cortisol y aldosterona) reportados para belugas, los valores del cuadro 4 provienen de datos de organismos que fueron capturados explícitamente para el muestreo. Las variaciones en algunos intervalos podrían deberse al efecto propio del muestreo o bien por las horas del día cuando se tomó la muestra.

Cuadro 4. Valores hematológicos y hormonales reportados para *Delphinapterus leucas*. Tomado de Cornell y cols. (1998) y St. Aubin (2001).

Elemento	Cornell y cols.	St. Aubin
Tipo celular		
Eritrocitos	3.26×10^6 cel/ mm ³	$3.56 \pm 0.61 \times 10^6$ cel/mm ³
Neutrófilos	4,700 cel/mm ³	100 ± 130 cel/mm ³
Linfocitos	2,500 cel/mm ³	$3,700 \pm 2000$ cel/mm ³
Monocitos	500 cel/mm ³	430 ± 280 cel/mm ³
Eosinófilos	700 cel/mm ³	$2,700 \pm 1300$ cel/mm ³
Hormonas		
Cortisol	--	$32,346.93 \pm 16,516.5$ (pg/mL)
Aldosterona	--	117 ± 220.68 (pg/mL)

5. Fisiología.

5.1. Recepción y emisión acústica: Los cetáceos se diferencian de los otros mamíferos en algunas de las estructuras, mecanismos de emisión y recepción de las señales acústicas. Estas adaptaciones permiten la recepción de señales que están fuera del espectro audible humano, 18 – 15 000 Hz (Grob, 1982, Berta, 1999). El intervalo audible para los cetáceos varía dependiendo de la especie, siendo el del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) el de aparentemente mayor espectro (Figura 7) (Au, 1993).

Entre organismos de la misma especie pero de diferentes regiones y/o temporadas reproductivas, hay variación en los códigos acústicos (Huntington, 1999). Las frecuencias de emisión tienen un intervalo infrasónico menor a los 18 Hz hasta niveles ultrasónicos mayores a los 20 000 Hz (Au, 1993; Berta, 1999).

El aparato auditivo de los cetáceos como el de todos los mamíferos se divide en tres secciones: oído externo, oído medio y oído interno. El oído externo de los cetáceos carece de un pabellón auditivo, presentando un meato auditivo a cada lado de la cabeza (Figura 8). El oído medio y el oído interno se encuentran dentro de la bula, la bula es una estructura ósea flotante que se une al cráneo mediante tejido conectivo y grasa (Figura 9).

Aún es incierta la forma en que los cetáceos perciben el sonido ya que algunos investigadores han considerado no funcional el meato auditivo (Berta, 1999), por ello la teoría alterna es que esta recepción se realiza mediante la mandíbula, la cual se conecta con la ventana oval mediante la parte final donde se encuentra un hueso denominado "hueso preótico". El funcionamiento de la recepción mandibular se basa en la presencia de un canal lleno de lípidos, de baja absorción de sonido y que tienen la misma composición que los lípidos que constituye al melón (Au, 1993).

Existen dos teorías que explican los mecanismos de ecoubicación de los cetáceos. Una que atribuye la producción del sonido a la laringe apoyada por diferentes autores; Lilly y Miller en 1996, Evans y Prescott en 1962, Purves en 1967, Blevins y Parkins en 1973 y Schenkka en el mismo año (Au, 1993).

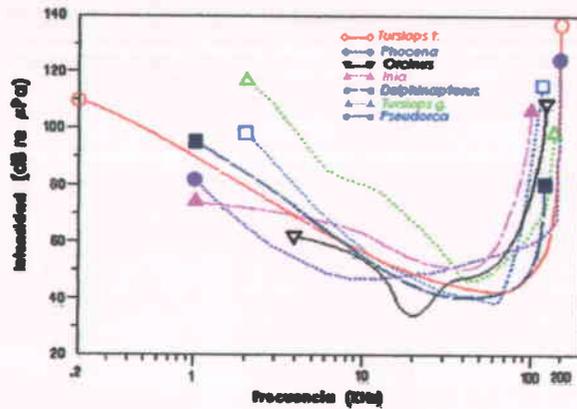


Figura 7. Audiograma en diferentes especies de cetáceos. Tomado de Au, 1993.



Figura 8. Meato auditivo en *Delphinapterus leucas*, se ubica en posición posterior al ojo, a la altura de la flexión del cuello.

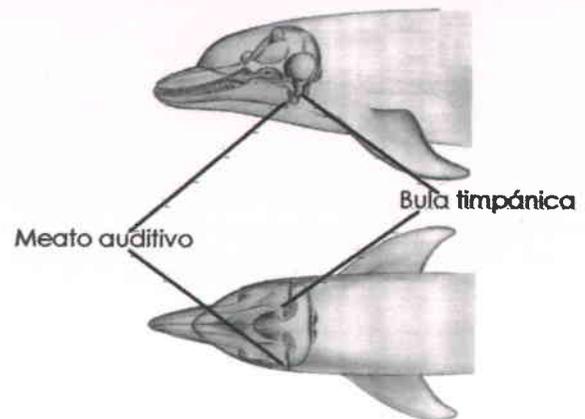


Figura 9. Meato auditivo y bula en el cráneo de un delfín. Tomado de Au, 1993.

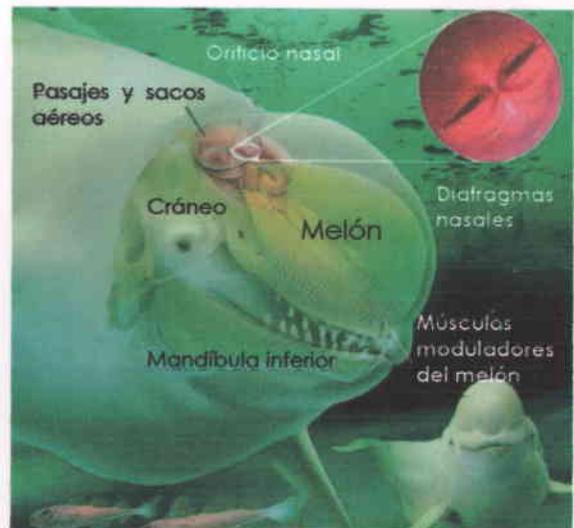
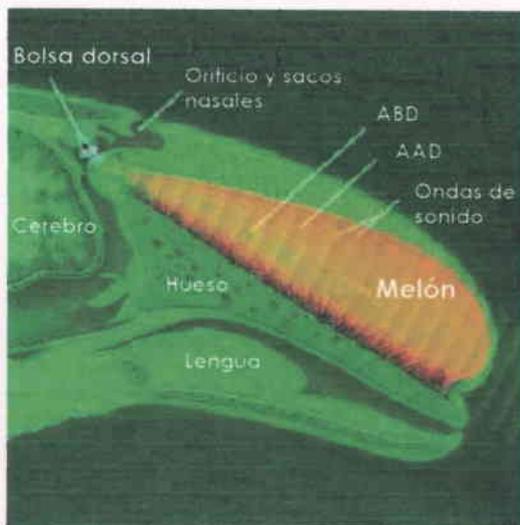


Figura 10. Estructuras que se utilizan en la producción de sonido. A la izquierda corte sagital de la cabeza de una beluga; ABD, Aceite de baja densidad; AAD, aceite de alta densidad. A la derecha una representación de una Imagen tridimensional de la cabeza de una beluga, y un acercamiento de los diafragmas nasales. Tomado de National Geographic, 1994)

La otra teoría considera que las emisiones se producen mediante la utilización de la estructura MDLB por sus siglas en inglés ("monkey lips"/dorsal bursa) que incluye a los diafragmas nasales y las bolsas dorsales. Esta estructura se localiza en la base ventral del saco vestibular y los sacos aéreos comprendidos entre la laringe y la parte inferior del orificio nasal (MacKay, 1981; Berta, 1999) (Figura 10).

Tinbergen, (1976) propuso que para emitir el sonido las belugas contraen los músculos de la base del melón y hacen de la parte superior de la cabeza una cámara sonora. Cuando no emiten sonidos la cabeza del animal forma un ángulo recto con el maxilar superior.

Actualmente se cree que las emisiones del sonido se acoplan al funcionamiento del melón (Figuras 8 y 10) que es una estructura compuesta de lípidos de baja densidad y que están regionalizados. La forma del melón se modifica mediante los músculos que lo rodean. Así, según sea la parte activa y la forma que adquiera, el melón sirve como una lente que permite enfocar y dirigir las emisiones (Litehfield y col, 1973; Macay, 1981; Au, 1993; Berta, 1999)

Existe una gran gama de sonidos producidos por los cetáceos los cuales se han descrito como, gemidos, bramidos, chirridos, zumbidos, chasquidos, cliks y silbidos. Los tres primeros se considera que se utilizan para comunicación y los cuatro últimos para ecolocalización. Algunas especies realizan emisiones que logran ser un caracter distintivo, ejemplo de ello es el canto de las ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), los chasquidos (*Tursiops truncatus*), las codas (patrones rítmicos de cliks) del cachalote (*Physeter macrocephalus*), los tonos de la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) o los cantos de las belugas (*Delphinapterus leucas*).

Las frecuencias altas son las que se utilizan en la ecolocalización y los sonidos de baja frecuencia comprenden básicamente el repertorio de comunicación (Au, 1993, Berta, 1999).

Las emisiones y recepciones son radiadas y tienen un campo direccional vertical y horizontalmente restringido en cuanto a la eficiencia de producción y recepción. Este campo depende de la estructura craneana de la especie y del

grado de ruido en el medio en el que se encuentra y que pueda deformar, atenuar o eliminar las señales (Pilleri, 1990; Au, 1993; Whitlow, 1987).

Las emisiones de comunicación se pueden clasificar en dos tipos de onda, la sencilla, que es una frecuencia simple y la onda múltiple, que es un patrón repetitivo; en ambos casos se observa una forma característica del sonograma o perfil, este perfil representa el patrón fundamental, es decir la frecuencia característica ya que es el sonido distintivo de cada animal (Buck y cols. 1993).

Se han reportado diversos umbrales de audición para las belugas, tanto para frecuencia como para intensidad. Guerevich y Evans en 1976 reportaron que las belugas emiten señales de ecolocalización con picos de frecuencia alrededor de 40 KHz y un pico secundario entre los 80 y 120 KHz. Wiersma (1981) reporta que las emisiones de clicks se dan en pares, de los cuales el primero tiene un pico de alta frecuencia de alrededor de 60 KHz y un secundario después de 0.75 ms. Este es de baja frecuencia con un pico alrededor de 1.6 KHz. White (1977) reportó que los límites de sensibilidad en la audición de las belugas se encuentra entre los 30 y 60 KHz llegando a un límite superior de 124 KHz (Au y cols, 1985). Turl y cols. (1987) reportan que la intensidad mínima promedio que requiere la beluga para escuchar sonidos de 30 a 85 KHz es de 40 dB. Awbrey y cols (1988) reportaron que las belugas tienen la capacidad de escuchar frecuencias comprendidas entre 125 – 8000 Hz, y que la intensidad varía de 120.6 a 65 dB respectivamente. Erbe (1998) reporta que las belugas pueden percibir frecuencias de 500 Hz con una intensidad de 107dB. Schlundt y cols. (2000) reportan que las belugas tienen la capacidad de escuchar frecuencias de hasta 400 Hz en intensidades de 180 a 196 dB.

La discriminación de los sonidos para las diferentes especies de cetáceos presentan intervalos críticos diferentes (detección de una señal en el ruido), el intervalo crítico de las belugas varía logarítmicamente, este intervalo crítico es 3 dB más bajo que el de *T. truncatus* (Johnson, 1989).

La beluga ha desarrollado estrategias como la de usar la superficie del agua para dirigir las emisiones de ecolocalización (Penner y cols, 1986). Las ondas de emisión de la beluga son más cortas que las del delfín nariz de botella, esta reducción se debe a que con ello se puede eliminar los ruidos de ecos que

se producen por rebotes de las ondas con la superficie (Au, 1980 y Penner, 1986; citados en Turl, 1987). Cuando el ruido ambiental es enmascarado, las belugas presentan trenes de emisión que incrementan la intensidad y número de emisiones (Turl, 1987). El registro de sonidos en las belugas ha reportado de 23 a 40 diferentes tipos de llamados, los cuales se han identificado como señalizaciones sociales (Chernezky y Vsevolod, 1990).

5.2. Reproducción: El tiempo de apareamiento y nacimientos tiene una amplia variación en las diferentes localidades. El ciclo reproductivo puede ser de 36 meses, empezando en el mes de mayo. Después de los 14 a 14.5 meses de gestación, los nacimientos comienzan en julio, aunque, existen reportes de nacimientos desde marzo hasta septiembre. La lactancia y crianza es de alrededor de 22 meses, que es cuando la hembra está en posibilidades de volver a preñarse. Las hembras paren una cría por vez y en casos raros hay gemelos o trillizos. Las crías nacen en aguas con temperaturas de 14.5 a 20 °C (Marquette, 1978; Wilkie, 1988, Brodie, 1989). No se ha comprobado la existencia de diapausa, sin embargo, los reportes de nacimientos en los meses previos a mayo y posteriores a julio dejan la posibilidad de su existencia (Brodie, 1989). Las hembras se consideran sexualmente maduras alrededor de los cinco años de edad y los machos alrededor de los ocho años (Cox, 1989; Wilkie, 1988).

5.3. Respiración: Cuando las belugas se alimentan, hacen inmersiones entre tres y cinco minutos, suben a la superficie para respirar por unos segundos y se vuelven a sumergir. Esto es con una velocidad calculada en dos a ocho kilómetros por hora. Se sabe que hacen inmersiones de 43 m de profundidad en promedio, pero que pueden alcanzar profundidades de 200 m y con entrenamiento de hasta 647 m y permanecer sumergidos hasta 18.3 min, teniendo un promedio de 12.9 min (Heide-Jørgensen y cols. 1995; Shaffer y cols. 1997). Las hembras tienen una capacidad mayor que los machos para la profundidad y tiempo de inmersión; 300 m, 13.3 min y 128 m, 10.9 min respectivamente. En general, conforme aumenta la frecuencia respiratoria se incrementa el tiempo de buceo. Asimismo, se observa que no son organismos aptos para mantener un nado

constante y prolongado a alta velocidad (Shaffer y cols. 1997). En vida libre, la mayor actividad en superficie se da entre los 8 - 20 m y los buceos entre los 200 - 452 m. Las belugas de menor tamaño realizan más buceos pero de poca profundidad y pasan más tiempo en superficie, además sus movimientos son más vertiginosos que las belugas de mayor talla. (Heide-Jørgensen y cols. 1997).

Se reporta una mayor afinidad del oxígeno en la sangre para mamíferos buceadores que la encontrada en mamíferos terrestres de tallas similares. Se ha determinado que el valor de la concentración de 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG) en belugas es de 11.49 $\mu\text{mol/g Hb}$ a nivel del mar (Dhindsa y cols, 1974). La importancia de este 2,3-DPG radica en que favorece la liberación de oxígeno a los tejidos en condiciones de baja disponibilidad, como sería en el caso del buceo (Eckert, 1990).

5.4.Locomoción: Las belugas se desplazan regularmente a velocidad de 2 a 4 Km por hora; pueden alcanzar velocidades entre 19.3 a 32.5 Km por hora manteniéndola en lapsos de 10 a 15 minutos (Shaffer y cols. 1997).

5.5.Longevidad: Posiblemente de 25 a 35 años (Wilkie, 1988; Brodie, 1989).

5.6 Temperatura corporal: La temperatura interna de las belugas reportada por Dhindsa y cols. (1974) es de 37 °C que cae dentro del intervalo reportado para cetáceos por Altman y Dittmer (1968), 35.7 -38.4 °C.

6. Conducta.

6.1. Cuidados maternos: Las crías son amamantadas por uno o dos años, el destete es gradual. Las hembras con cría generalmente forman manadas.

6.2. Alimentación: En el primer año de vida, además de leche, la alimentación consiste en camarones, pequeños peces y otros organismos que puedan capturar fácilmente. En la edad adulta realizan inmersiones entre los siete y trece metros para obtener su alimento, el cual consiste en pulpos, calamares, jaibas,

camarones, cangrejos, caracoles y una amplia variedad de peces como son el bacalao, capelán, arenque, esperlano y lenguado. Este tipo de peces se encuentran básicamente en las épocas de primavera, verano y otoño, en el invierno el principal es el salmón. Por la someridad en la que pescan y el tamaño del alimento, la cantidad de comida es limitada, además de la capacidad bucal para contener el alimento.

6.3. Migración : En la primavera se observan cortas migraciones de las belugas, de sur a norte, buscando las zonas de hielos frágiles, de las partes oceánicas hacia los estuarios o áreas someras en las costas (Brodie, 1989; Martin y cols 1993; Paine, 1995) principalmente de individuos solos o en parejas. Las migraciones en grandes manadas se presentan generalmente cuando las hembras han parido formando grupos de hembras con crías. El tamaño de los grupos varía de acuerdo a la estación, se han registrado grupos de hasta 200 animales (Wilkie, 1988).

El tiempo de actividad en superficie tiende a un decremento hacia el mes de octubre, coincidiendo con el engrosamiento y extensión de las placas de hielo cercanas a costas (Heide-Jørgensen y cols, 1997).

6.4. Cautiverio: Se han reportado patrones de juego individual, que consisten en la formación de burbujas y dirigirse a la superficie a interactuar con las burbujas. Los patrones son más frecuentes por las mañanas y van disminuyendo a lo largo del día. Los patrones de burbujas son variados en forma y tamaño (Delfour y col. 1997). En general se ha visto que estos animales son de fácil entrenamiento.

7. Depredadores.

Las belugas son cazadas por orcas, morsas, osos polares y el hombre, en los cuatro casos son para alimentación. Los grupos humanos que siguen consumiendo beluga son pocos en la actualidad, algunos de ellos son los Inuits en Canadá (Norris, 1994).

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

A principios del siglo XX la caza de belugas en Canadá era una de las fuentes mayores de empleo en ese país. A mediados del mismo siglo la cacería aumentó no por la demanda sino porque se consideró a las belugas como causantes de una merma en la pesca. El impacto antropogénico sobre las belugas ha consistido más recientemente en los efectos de la navegación de botes con motores fuera de borda y el constante quiebre de hielos generado por el tránsito marítimo (Finneran y cols. 2000; Erbe y cols. 2000).

También se considera un fuerte impacto para las belugas la contaminación de los estuarios y zonas aledañas donde estos animales entran con las mareas (Kiceniuk, 1997; Outridge, 1997; Andersen, 2001). Lo anterior ha traído consigo la necesidad de conocer la biología de la especie y la investigación sobre ella se ha intensificado mucho en las últimas dos décadas, incluyendo también a especímenes en cautiverio. La investigación en la beluga se ha enfocado mucho en la acústica, particularmente por la marina estadounidense y el instituto oceanográfico de la Columbia Británica en Canadá (Dhindsa y cols, 1974; Cornell y cols, 1988; St. Aubin y cols, 1989; Lair, 1997; Shaffer y cols. 1997; Finneran y cols. 2000; Schlundt y cols. 2000).

La considerable cantidad de belugas en los acuarios de todo el mundo nos hace reflexionar en la necesidad de conocer la vida de estos animales en condiciones de confinamiento para proporcionar su bienestar.

Con los mamíferos marinos cautivos siempre existe la incertidumbre en si el tamaño del encierro será suficiente y si el nivel de ruido al que se exponen es excesivo. Como ha ocurrido en otros países, donde se mantienen belugas cautivas, la adquisición de dos ejemplares para México en 1998 ha generado muchas controversias sobre la justificación de tener estos animales en encierro y sobre lo adecuado de su confinamiento. Por ello, el parque La Feria solicitó la asesoría del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias, UNAM, para estudiar las belugas en sus instalaciones y evaluar otros proyectos de investigación y observación que continuamente se solicitan. Aparte de lo que en particular se pueda pensar acerca del confinamiento de animales como las belugas, la

existencia de esos animales en el Distrito Federal es un hecho que debe atenderse procurando lo que sea mejor para su manejo.

El caso de las belugas del parque La Feria presenta un cuadro *sui generis*. Estos son animales marinos de aguas frías que se encuentran en un cautiverio subtropical a más de 2240 m snm y su estanque se localiza en un lugar donde hay una fuente de ruido constante. Además, estos animales se tienen en constante entrenamiento, espectáculo y exhibición. El presente trabajo es un estudio de la conducta de las belugas cautivas en el Distrito Federal para identificar condiciones de estrés y/o adaptación en el encierro actual. Las actividades de la investigación han procurado la menor interferencia posible con las actividades que ya se tienen establecidas para los organismos en el parque.

OBJETIVOS

1. General.

Caracterizar la conducta e indicadores fisiológicos relacionados con el estrés, tales como niveles de cortisol, hematometría y tasa de ventilación de las dos belugas en el parque La Feria en relación con las actividades a las que se someten y las condiciones de su encierro.

2. Particulares.

1. Caracterizar las variaciones en las condiciones de encierro de las dos belugas cautivas en el parque La Feria en aspectos tales como condiciones fisicoquímicas (salinidad, pH, temperatura, concentración de hipoclorito) y nivel y frecuencia del ruido en el estanque.
2. Determinar la concentración de cortisol en sangre y saliva de acuerdo al ciclo diurno de actividades a las que se someten las belugas en el parque La Feria como un indicador directo de estrés.
3. Describir la hematometría general de las dos belugas del parque La Feria.
4. Determinar la variación en los patrones de ventilación de las dos belugas del parque La Feria de acuerdo a las actividades a las cuales se encuentran sometidas.
5. Determinar la variación en los patrones de conducta de las dos belugas del parque La Feria de acuerdo a las actividades a las cuales se encuentran sometidas.
6. Determinar la variedad de sonidos de las dos belugas.

METODOS

1. Organismos de estudio.

Se estudiaron dos belugas machos, Niko y Gasper, que se encuentran en el acuario La Feria en la Ciudad de México (Cuadro 5; Figura 11). Estos animales fueron importados de Rusia en 1998.

Cuadro 5. Ficha de identificación para las belugas del parque La Feria.

Nombre	NiKo	Gasper
Edad aproximada	25-30 años	17-20 años
Longitud (m)	4.20	4.00
Peso aproximado (Kg)	1250	1120
Señas particulares	Ninguna	Muecas en la aleta pectoral izquierda

2. Características del lugar de cautiverio.

Las belugas se encuentran en una fosa ubicada en la parte baja interna de la horquilla poniente de la montaña rusa del Parque La Feria, a una altitud mayor de 2240 m snm. Las paredes forman una semibóveda, la parte superior no está techada, se encuentra cubierta por una malla. El acceso al público es del lado sur, la disposición de las gradas forma un arco frontal de este a oeste. Las dimensiones del estanque son de 24 x 12 x 9 metros, con una capacidad de 2.7 millones de litros a los que se agregan 60 toneladas de sal. La fosa tiene dos plataformas, una frente a las gradas y otra frente a la entrada, la plataforma opuesta a las gradas es más larga (Figura 12). Se midieron los parámetros fisicoquímicos, temperatura, salinidad, ión cloro y pH del agua del estanque en cada ocasión en que se realizó visita al parque.

3. Colecta y análisis de muestras biológicas.

3.1. Medición de temperatura corporal: En diciembre de 2002 se midió la temperatura de ambos animales por triplicado en tres partes del cuerpo: 1) Parte interna del orificio nasal, 2) Región anterior a la cresta dorsal y 3) Cavidad

oral. Se utilizó un termómetro láser Tel-Fast C.O., con resolución de 1 °C, tiempo de respuesta de 1 segundo y una longitud de onda de 650 – 670 nm ± 10 nm.



Figura 11. A la izquierda Niko y a la derecha Gasper.

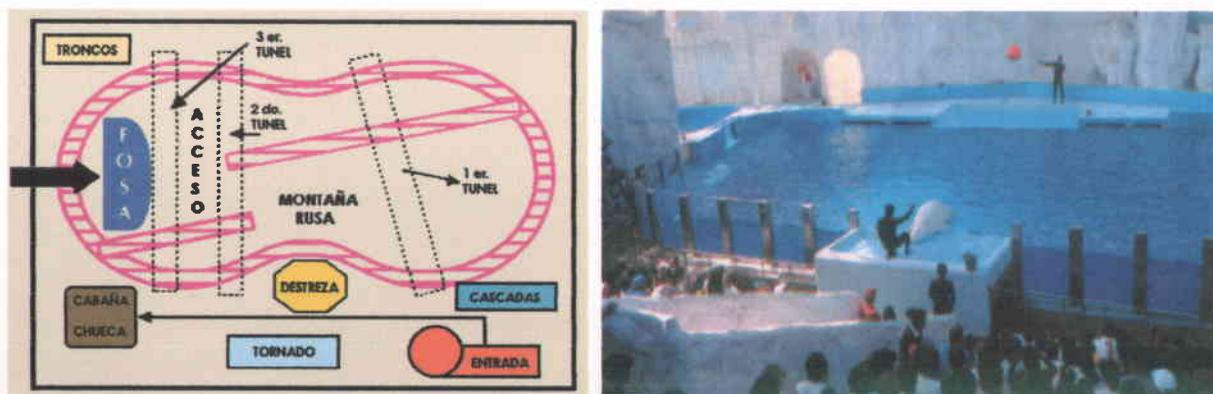


Figura 12. Ubicación del área de fosa en la montaña rusa (Izquierda), localización de las plataformas dispuestas en el área de espectáculo (Derecha). Tomado del tríptico del parque (2002).

3.2. Recolección de saliva: Se obtuvieron muestras salivales en periodos de descanso, reposo, durante el entrenamiento, posterior al espectáculo y una muestra después de manejo y revisión veterinaria. Para obtener la muestra de saliva se le pedía a la beluga que abriera la boca, el entrenador introducía la mano hasta el inicio de la garganta, posteriormente sacaba la mano y la ponía en posición vertical para que se escuriera el agua. Se colectó la saliva de entre los dedos de la mano del entrenador con jeringas de 3 mL y se premiaba a la

beluga con alimento. Cada jeringa se etiquetó con la hora, fecha y procedencia de la muestra. Posteriormente se congelaron hasta el momento de su utilización. Se determinó la osmolaridad y pH para 10 muestras de saliva de Niko y 13 muestras de Gasper. En la medición se utilizó un microosmómetro μ Osmetter™, para lo cual se requirió de 50 μ L por muestra. Se midió el pH de unas muestras de saliva con papel pH y con un potenciómetro digital a otras, debido a que no todas las muestras tuvieron el volumen suficiente para cubrir el sensor. La viscosidad se determinó con un reómetro Haake CV20N, con un sensor de cono y plato PK20/4 a una temperatura de 20 °C con un volumen de muestra de 500 μ L, con este valor se determinó la consistencia aplicando la Ley de Ostwald (Medina-Torres y cols, 2000). Las muestras de saliva se clasificaron en siete clases según las actividades y horarios de trabajo de los animales, como sigue: 1) Basal (BS), 2) Reposo (Rep), 3) Posterior al primer espectáculo (PS1°), 4) Posterior al segundo espectáculo (PS2°), 5) Posterior al tercer espectáculo (PS3°), 6) Posterior al cuarto espectáculo (PS4°) y 7) Entrenamiento (ENT).

3.3. Recolección de muestras sanguíneas: Se hicieron dos muestreos de sangre, uno en invierno (02/01/2002) después de temporada alta de espectáculo y otro a finales de otoño (10/12/2002) previo a temporada alta de espectáculos, estas fechas corresponden a los periodos de revisión veterinaria. Las muestras proporcionadas, fueron tomadas por el medico veterinario tratante. El lugar de punción fue en la parte ventral de la aleta caudal, mediante un sistema vacutainer. Por cada punción se llenaron dos tubos con 3 mL de sangre, uno con anticoagulante EDTA y otro sin anticoagulante. Cada tubo se etiquetó con fecha, hora y procedencia de la muestra. Los tubos se transportaron en frío al laboratorio en donde se centrifugaron a 3500 rpm durante 30 min para posteriormente congelar el suero.

3.4. Determinación de la concentración de cortisol: Tanto en saliva como en sangre, se analizaron por la técnica de radioinmunoensayo (RIA) (Luna-Muñoz y cols, 1990), ver Apéndice 7. A cada muestra de sangre se le realizó el RIA por triplicado, en el caso de saliva tres de las muestras de Gasper y cinco de las

muestras de Niko se hicieron por duplicado, 11 de Gasper y nueve de Niko por triplicado, esto debido al volumen obtenido de la muestra. Para la realización del RIA, se utilizó un anticuerpo anticortisol 21-emisuccinato-BSA.

3.5. Hematometría: Con las muestras sanguíneas con anticoagulante se hicieron conteos manuales de células rojas de acuerdo a las técnicas reportadas por Bauer (1986) y Márquez-Guzmán (1991) (Apéndice 7). Los frotis sanguíneos se procesaron mediante una variante de la técnica de Wright (Aguilar-Morales y cols, 1996) (Apéndice 7). Se identificaron los tipos celulares, eritrocitos, linfocitos, eosinófilos, basófilos, monocito y plaquetas y se midieron los tamaños de 100 células de cada tipo, excepto basófilos, monocitos y plaquetas que fueron escasas. Las mediciones se realizaron con un microscopio Zeiss a un aumento de 40X y una calibración de 2.84 (Apéndice 7).

4. Registros conductuales, ventilatorios y sonográficos.

4.1. General: Durante las siete primeras semanas del estudio se hicieron observaciones *ad libitum* para familiarizarse con los procedimientos de observación y registro, así como para conformar un etograma básico que se utilizó en las observaciones. Los registros comprendieron tres horarios, mañana (M) de 09:00 – 13:30; tarde (T) de 13:31 – 16:59 y crepúsculo (C) de 17:00 – 19:30 así como tres tipos de actividades de los animales; descanso (D), espectáculo (S) y entrenamiento (N) generando así nueve categorías: MD, MN, MS, TD, TN, TS, CD, CN Y CS. El periodo de estudio fue de julio de 2001 a mayo de 2003. Se hicieron al menos cuatro registros cada mes.

4.2. Registros de conducta y tasa de ventilatoria: Se hicieron registros de conducta y ventilación de los animales individualmente registrando eventos discretos en el tiempo con resolución de segundos y duración mínima de 40 minutos por registro. Las conductas se clasificaron como conductas de desplazamiento (CD) y conductas asociadas (CA) (Apéndices 1 y 2). Las conductas asociadas se registraron hasta dos simultáneas. La respiración se consideró como presente o ausente. Se consideró un periodo de un segundo en cada respiración. Del

desplazamiento se consideró el sentido del nado, lateralización, la orientación y la profundidad (Apéndice 6). Los eventos externos que se registraron fueron el paso de los carros de la montaña rusa, el paso del tren, presencia o ausencia de música y presencia o ausencia de público (Apéndice 6). Otros aspectos que se consideraron en los registros fueron, eventos extraordinarios en el área de estudio; actividad sincronizada de los animales, presencia de hidrófono registrando y ubicación estática de la beluga en la fosa (Apéndice 6).

4.3 Registros sonográficos: Se hicieron registros de sonido sumergiendo un hidrófono a la fosa a profundidad de entre tres y seis metros. 12 registros se hicieron en forma conjunta y sincronizada con los registros conductuales y 15 en forma independiente. Se utilizó una grabadora Sony TC-D5M y un hidrófono BioMon BM 214 con espectro sensible de 20 Hz-100 KHz y cintas de metal Sony de 60 minutos y Maxell de 90 minutos ambas tipo IV. Las grabaciones se digitalizaron en discos compactos y se analizaron con el programa Cool Edit 2000 (Johnston, 2000). Las digitalizaciones se hicieron de forma monoaural, con una resolución de 16 bits y un intervalo de muestra de 8000 Hz. Se obtuvieron los sonogramas con los cuales se realizó un catálogo de 13 emisiones de las belugas de acuerdo al espectro sonográfico: 1) Cantos, 2) Chasquidos, 3) Chirridos, 4) Gemidos, 5) Gorgoreos, 6) Gruñidos, 7) Mugidos, 8) Ronroneo, 9) Rugidos, 10) Silbidos, 11) Trinos, 12) Ulular y 13) Zumbidos.

4.4. Registro videográfico y fotográfico: Se hicieron videograbaciones en un formato de 8 mm y posteriormente se digitalizaron con el programa Premier 6.0. En las cuatro primeras semanas de trabajo, la cámara de vídeo se puso en diferentes lugares hasta determinar el mejor ángulo de grabación, que no interfiera con las actividades que se realizan en el acuario. Se ocupó una videocámara Sharp VL-E665U y una Samsung SCL650 NTSC. Una cámara fotográfica Minolta SRT100x de 35 mm y una cámara acuática Vivitar mariner de 35 mm con rollos asa 100 color y diapositiva.

5. Análisis de datos.

En la medición de células se contaron 100 de cada una, excepto los basófilos, que se contaron cinco, monocitos que se contaron 10 y plaquetas que se contaron cuatro. La calibración del aparato de medición se hizo de acuerdo al protocolo de Márquez-Guzmán (1991) (Apéndice 7). El conteo hemático se hizo de acuerdo al procedimiento en el Apéndice 7. Cada conteo se hizo por cuadruplicado y se obtuvo el promedio y desviación estandar.

La determinación de cortisol en sangre y saliva se realizó de acuerdo al protocolo de Romero Rodríguez (Luna-Muñoz y cols. 1990) (Apéndice 7). Los valores obtenidos directos de la medición provenientes del ensayo, ya sea por triplicado o duplicado. Posteriormente los valores de cortisol en saliva se agruparon de acuerdo a las categorías: BS, Rep, PS1°, PS2°, PS3°, PS4° y ENT. A estos grupos se les realizó un análisis de varianza y se obtuvo el error estándar. Posteriormente se les aplicó una prueba de Fisher.

El análisis ventilatorio se realizó mediante el programa REG-TER3B, desarrollado por Medrano-González y cols. (1995). Con esto se determina el patrón de buceo o apnea en cada uno de las cuatro actividades, para lo cual se calculó la frecuencia de apnea de duración, posteriormente se calculó la frecuencia acumulada complementaria de apnea (apéndice 7). Esta última se graficó con el tiempo de duración, dando así la distribución de las apneas.

Las conductas de desplazamiento y asociadas se analizaron agrupando los registros por los cuatro tipos de actividad: basal, reposo, entrenamiento y espectáculo. Con las cuatro categorías mediante el programa Euclides (Medrano-González, 1996) se obtuvo la matriz de datos para realizar un fenograma de agrupamiento de las conductas, posteriormente se realizó un análisis de cúmulos usando el programa MVSP (Kovach, 1993), además se determinó la χ^2 en los grupos de conductas, posteriormente se obtuvo la riqueza promedio de las frecuencias conductuales (H) para los grupos obtenidos en el fenograma.

La determinación de preferencias en el desplazamiento, formas de desplazamiento, profundidad y ubicación se hizo obteniendo la proporción de tiempo invertido en cada una de las actividades. Asimismo, se obtuvo la proporción de tiempo de exposición a eventos externos y la interacción con elementos

determinados. En el caso del sentido de nado y la lateralidad se realizó una prueba de χ^2 .

Se hizo un catálogo de los sonidos que se interpretan como emisiones de las belugas y se determinó la proporción de tiempo invertido en cada una de las emisiones en tres estaciones.

RESULTADOS

1. Condiciones fisicoquímicas del estanque.

Se hicieron 66 visitas al parque La Feria de Chapultepec del 14 de julio de 2001 al 19 de mayo de 2003. Las condiciones fisicoquímicas del estanque se mantuvieron estables en todo este periodo siendo la temperatura y la salinidad los factores más variables con coeficientes de variación de 8.7 y 10.6 % respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Condiciones fisicoquímicas del estanque.

	Temperatura (°C ± D.E.)	pH ± D.E.	Salinidad (ppm ± D.E.)	Hipoclorito (ppm ± D.E.)
Promedio	13.36 ± 1.17	7.49 ± 0.10	17.19 ± 1.82	0.99 ± 0.05

2. Temperatura corporal y hematometría.

Se observan diferencias consistentes en ambos animales en la temperatura de la fosa nasal, cresta dorsal y cavidad oral siendo la cresta dorsal la parte con menos temperatura y habiendo hasta 2.4 °C de diferencia entre zonas del cuerpo. Se observa también una diferencia sistemática entre animales siendo la temperatura mayor en Gasper que es el animal más joven (Cuadro 7).

Cuadro 7. Temperatura promedio de tres diferentes áreas del cuerpo en las belugas.

ORGANISMO	Fosa nasal (°C ± D.E.)	Región anterior a la cresta dorsal (°C ± D.E.)	Cavidad oral (°C ± D.E.)
Gasper	20 ± 1	17.6 ± 0.57	20 ± 1
Niko	19 ± 1	17 ± 1	19.5 ± 1.29

Los eritrocitos de las belugas cautivas en el DF son en promedio de menor diámetro que los eritrocitos de belugas de otros acuarios al nivel del mar. Los eritrocitos de estas belugas del DF también son menores a los eritrocitos humanos promedio. Otras células sanguíneas en las belugas del DF son también de menor tamaño que células humanas. No se observan diferencias considerables entre

Niko y Gasper pero en este último, todos los leucocitos son en promedio mayores (Cuadro 8, Figura 13).

Cuadro 8. Medición de elementos sanguíneos contenidos en la sangre. De cada elemento celular se contaron 100 células. Valor de referencia tomado de Cornell y cols.^a, 1988; Fawcett, 1989.

ELEMENTO SANGUÍNEO	Gasper (μm)	Niko (μm)	Referencia ^a (μm)	Humano ^b (μm)
Eritocitos	7.1 \pm 0.57	7.1 \pm 0.57	8.8 \pm 0.4	7.5
Linfocitos	5.90 \pm 0.49	5.1 \pm 0.63	-	7-9
Basófilos*	6.25 \pm 1.27	-	-	10
Eosinófilos	7.95 \pm 0.44	7.81 \pm 0.5	-	9
Neutrófilo	7.1 \pm 0.70	6.63 \pm 0.58	-	7
Monocitos**	8.24 \pm 0.89	-	-	9-12

* se contaron 5 células

** se contaron 10 células.

La densidad de eritrocitos de las belugas del DF es considerablemente mayor a la reportada para belugas de otros acuarios (Cornell y cols., 1988) y en vida libre (St. Aubin, 2001). Con respecto a estas últimas, Gasper presenta una densidad de eritrocitos 29% mayor y Niko 74% mayor. La densidad de eritrocitos de Gasper es comparable a los valores máximos reportados en los humanos. La densidad de eritrocitos de Niko es 35% mayor a la de Gasper (Cuadro 9).

Cuadro 9. Conteo de eritrocitos de las belugas.

Fecha	(Células x 10 ⁶ /mm ³)			
	Gasper	Niko	Cornell y cols., 1988	St. Aubin, 2001
02-Enero-2002	4.22 \pm 0.52	6.58 \pm 1.59	3.26	3.56 \pm 0.61
10-Diciembre- 2002	4.96 \pm 2.56	5.84 \pm 1.18		

3. Niveles de cortisol.

La concentración de cortisol basal en la saliva de Gasper es de alrededor del 1% del cortisol encontrado en el suero. En Niko la concentración de cortisol salival es de 0.4% respecto al valor sérico. El nivel de cortisol sérico

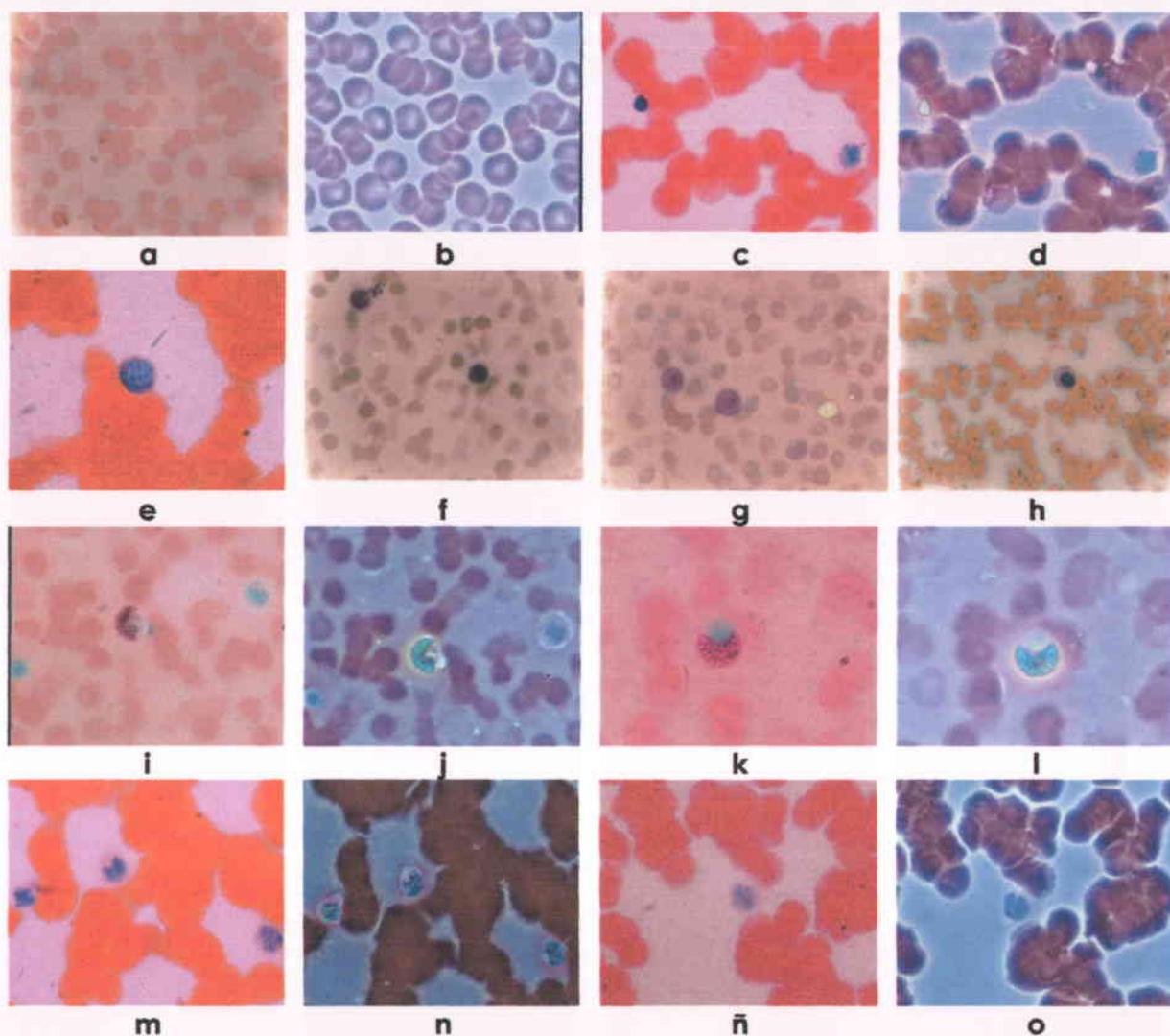


Figura 13. Elementos sanguíneos. a) eritrocitos en campo claro (CC) 100X; b) Eritrocitos en contraste de fase (CF) 250X; c) izquierda linfocito teñido en azul intenso, derecha neutrófilo teñido azul CC 250X; d) izquierda linfocito se ve brillante, derecha neutrófilo CF 250X. e) linfocito en CC 500X; f) plaquetas y basófilo en parte superior izquierda, basófilo en porción central en morado intenso, CC 100X; g) Dos monocitos en posición central 100X. h) eosinófilo CC 100X. i) eosinófilo en la parte central y dos neutrófilos a los lados CC 250X, j) eosinófilo en la parte central y dos neutrófilos a los lados CF 250X. k) eosinófilo CC 372X, l) eosinófilo CF 372X. m) Tres neutrófilos en CC 250X, n) tres neutrófilos en CF, 250X. ñ) neutrófilo CC 265X y o) neutrófilo CF 265X.

de Niko en condiciones basales es 31% mayor al de Gasper (Cuadro 10, Figura 14). El valor de cortisol salival de Gasper después de manejo e de 0.201ng/mL.

Cuadro 10. Concentración de cortisol en sangre de Niko y Gasper.

FECHA	Gasper (ng/mL)	Niko (ng/mL)
02-ENERO-2002	39.726	52.121
10-DICIEMBRE-2002	40.598	--

El nivel de cortisol salival en distintas actividades es más variable para Niko según la cantidad de categorías estadísticamente diferentes con respecto a cada una de ellas (Cuadro 11). Con excepción de las categorías basal (Bs) y postespectáculo 1 (PS1), Niko presenta en todas las categorías de actividades concentraciones de cortisol salival mayores a Gasper. Esta diferencia es más acentuada posterior a categorías con actividad física intensa como el entrenamiento (Ent) o prolongada como el postespectáculo 4 (PS4) (Figuras 14, 15).

Cuadro 11. Prueba de Fisher en los valores promedio de cortisol en saliva, entre las siete categorías de los dos animales. Se muestran en cada columna las categorías donde hay diferencias significativas para ambos animales con respecto a la categoría de referencia. El nivel de confianza utilizado fue $\alpha=0.05$.

Referencia	Niko	Gasper
Bs	Ent, PS2°, PS3° y PS4°	PS4°
Rep	Ent, PS2°, PS3° y PS4°	--
Ent	Bs, Rep, PS1°, PS2, PS3° y PS4°	PS4°
PS1°	Ent, PS2°, PS3° y PS4°	PS4°
PS2°	Bs, PS1°, Ent yPS4°	PS4°
PS3°	Bs, Rep, Ent, PS4°	--
PS4°	Bs, Rep, Ent, PS1°, PS2° y PS3°	Bs, Ent, PS1° y PS2°

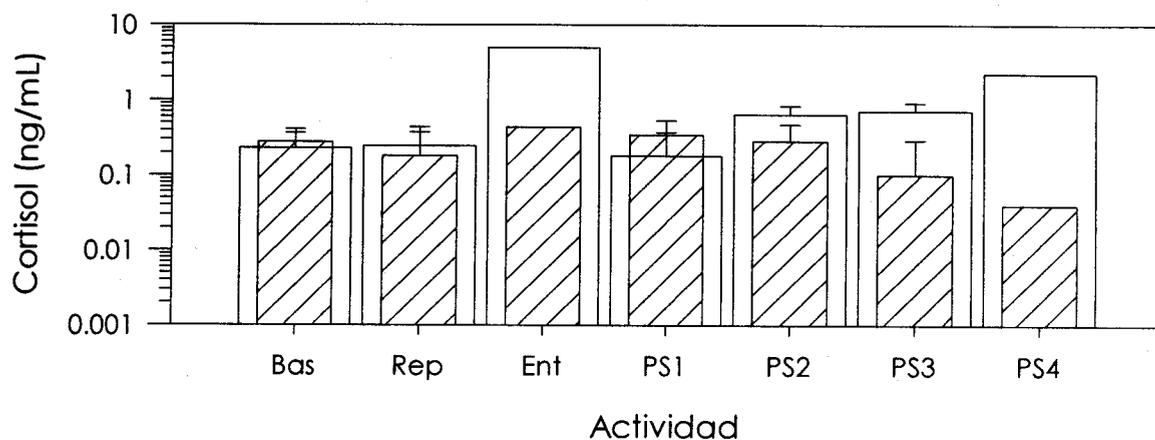


Figura 14. Valores de cortisol en saliva de cada individuo de acuerdo al diferente tipo de actividad; en el caso de espectáculo se separó conforme el número de espectáculos (PS1, PS2, PS3 y PS4). Niko con barras blancas y Gasper barras con trama.

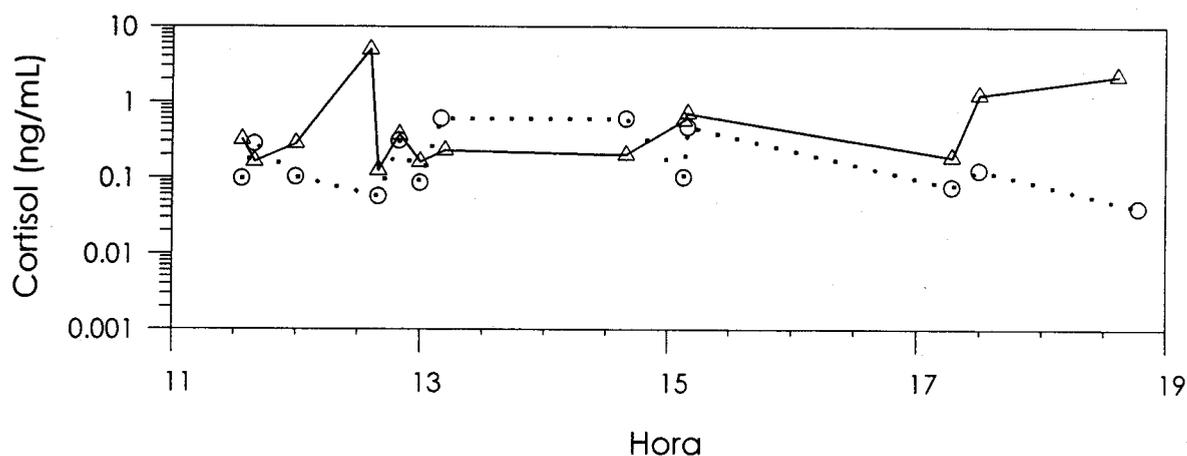


Figura 15. Valores de cortisol a lo largo del día para ambos sujetos, valores de Niko con triángulo y valores de Gasper con círculo.

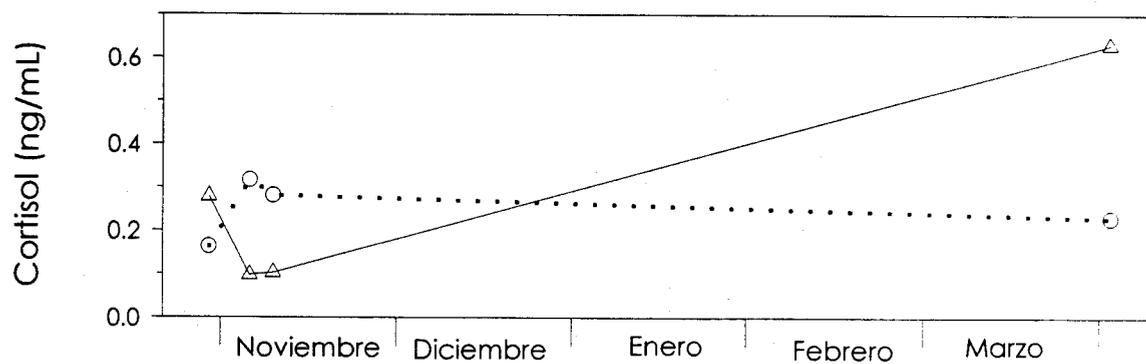


Figura 16. Valores de cortisol en saliva para ambos sujetos en estado basal en diferentes fechas del año. Valores de Niko con triángulo y valores de Gasper con círculo.

En el plazo de semanas y meses se observa variación en los niveles basales de cortisol salival. A principios de noviembre Niko presenta valores de cortisol menores a Gasper pero a principios de abril, Niko tiene un aumento considerable del cortisol salival que coincide con el tiempo de la actividad sexual observada en estos animales (Figura 16).

4. Osmolaridad y viscosidad salival.

No se observa ninguna variación de la osmolaridad de la saliva asociada a diferencias individuales y/o entre categorías de actividad (Figura 17). La viscosidad salival de Niko es mayor a la de Gasper y en este animal no se observan diferencias entre categorías de actividad. En Gasper, la viscosidad es mayor entre espectáculos y menor en la categoría basal (Figura 18).

5. Tasa de ventilación.

Se hicieron 91 registros de ventilación y conducta de Niko y 92 de Gasper. Para ambos animales se observa una menor tasa de ventilación en el estado basal y una tasa similar en el entrenamiento espectáculo y el reposo entre espectáculos o entrenamiento. Se observa también que la tasa de ventilación es mayor para Gasper en todas las categorías de actividad. Sin embargo, Gasper presenta apneas más prolongadas con más frecuencia llegando a los 12 minutos de apnea (Cuadro 12, Figura 19).

Cuadro 12. Duración de apnea promedio (seg) de las belugas en diferentes actividades.

Categoría	Gasper	Niko
Basal	45.5	68
Reposo	35	53
Entrenamiento	35	52
Espectáculo	37	52

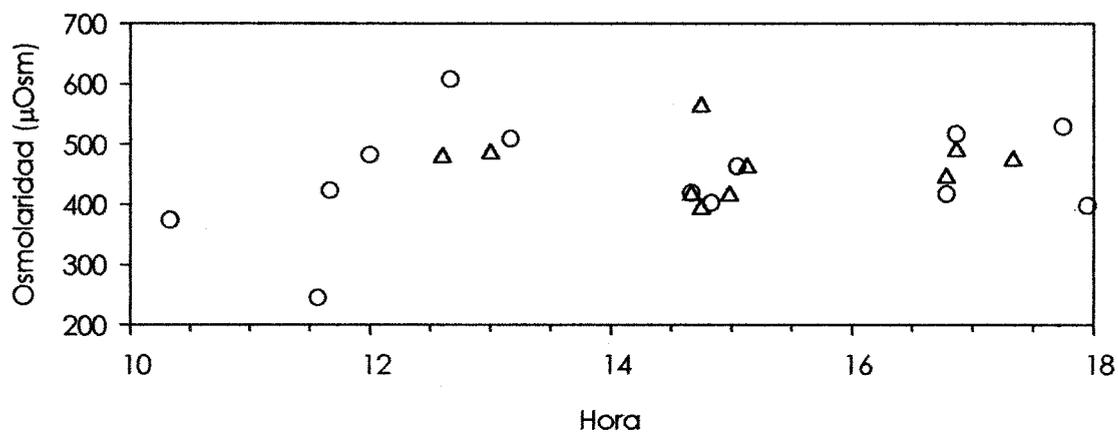


Figura 17. Osmolaridad en saliva a lo largo del día, Niko con triángulos y Gasper con círculos.

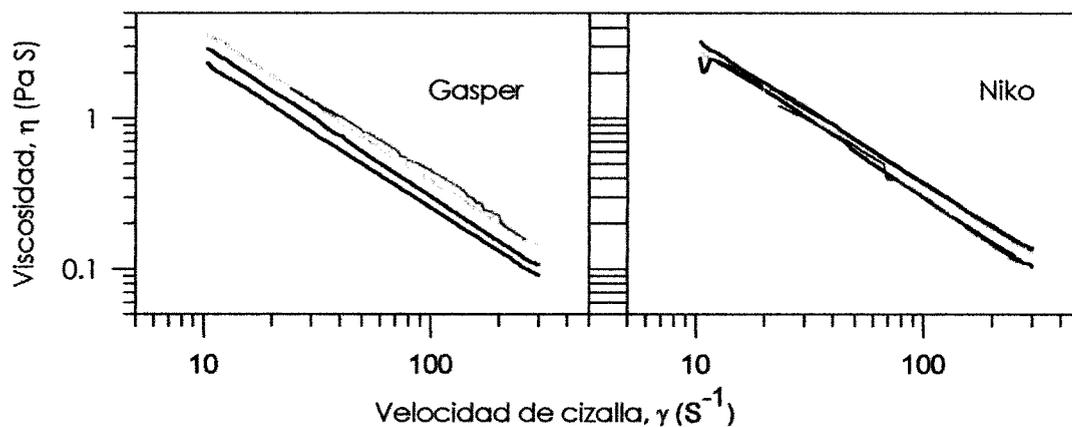


Figura 18. Viscosidad de Cizalla simple a 20 °C. Línea verde en descanso para Gasper y PS1 para Niko, durante temporada baja de trabajo; línea naranja en reposo posterior a temporada alta; línea rosa en reposo durante temporada baja; línea azul posterior a manejo durante temporada alta y línea negra reposo después de temporada alta.

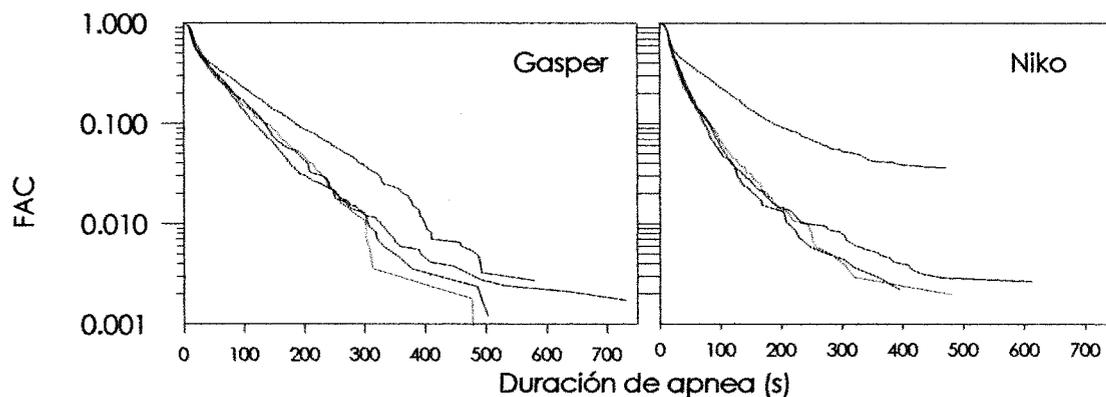


Figura 19. Distribución de la frecuencia acumulada complementaria (FAC) de las duraciones de apnea en los cuatro tipos de actividades de las belugas. Línea basal en negro, línea azul en reposo, línea roja en entrenamiento y línea verde en espectáculo.

6. Conducta.

Las composiciones de conductas de desplazamiento y asociadas son similares en términos de frecuencia y tiempo invertido pero para las categorías de entrenamiento y espectáculo, la ocurrencia de conductas asociadas en tiempo invertido es menor de lo que se observa en la ocurrencia por frecuencias (Cuadro 13, Figuras 20 a 23).

Cuadro 13. Porcentaje total de tiempo invertido en las conductas asociadas durante los cuatro tipos de actividad para Gasper y Niko.

Sujeto	Basal (%)	Reposo (%)	Entrenamiento(%)	Espectáculo (%)
Gasper	15.54	12.02	12.47	11.87
Niko	14.07	12.41	8.29	8.33

Debe notarse que las conductas de desplazamiento 13 a 16 son producto del entrenamiento y espectáculo que es donde se presentan. En general, Niko presenta mayor variedad de conductas de desplazamiento, particularmente en los tipos de nado (conductas 8 a 11) (Figuras 20 y 21). Las conductas asociadas representan entre el 8 y 15 % del tiempo total (Cuadro 13) y las conductas sexuales (asociadas 12 a 17) tienen mayor ocurrencia en Niko tanto en frecuencia como en tiempo invertido (Figuras 22 y 23). La formación de aros de burbujas (conducta asociada 4) ocurre con mayor frecuencia posterior a entrenamiento o espectáculo en ambos animales (Figuras 22 y 23).

El análisis de cúmulos de composición de conductas por animal, estación y hora del día muestra tres grupos. Un grupo externo (grupo tres) se forma por clases con topología anidada o en forma de escalera que presentan en promedio la mayor diversidad de conductas. En este grupo predomina la actividad de entrenamiento. El grupo interno está formado por dos subgrupos en uno de los cuales predomina la actividad de espectáculo con diversidad de conductas intermedia y en otro predomina las actividades de reposo con diversidad de conducta menor (Figura 24). La distinción de estos grupos se debe fundamentalmente a los tipos de actividad y no a la separación de horarios, estaciones o individuos (Cuadro 14).

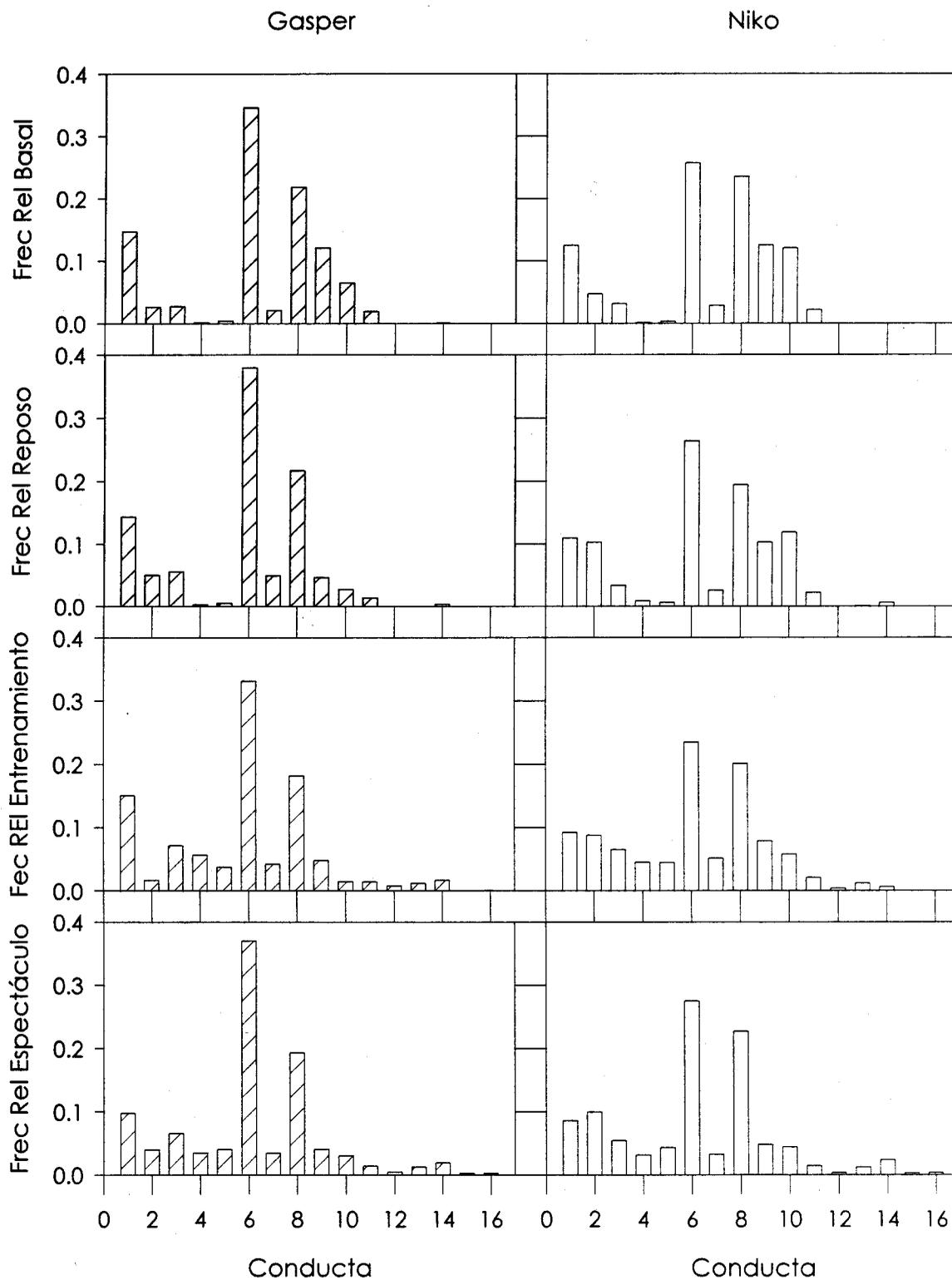


Figura 20. Frecuencias relativas en los cuatro tipos de actividades de la conducta de desplazamiento para Gasper (barras con trama) y Niko (barras en blanco). El eje de las abscisas corresponde a los números que identifican a cada conducta (Apéndice 1).

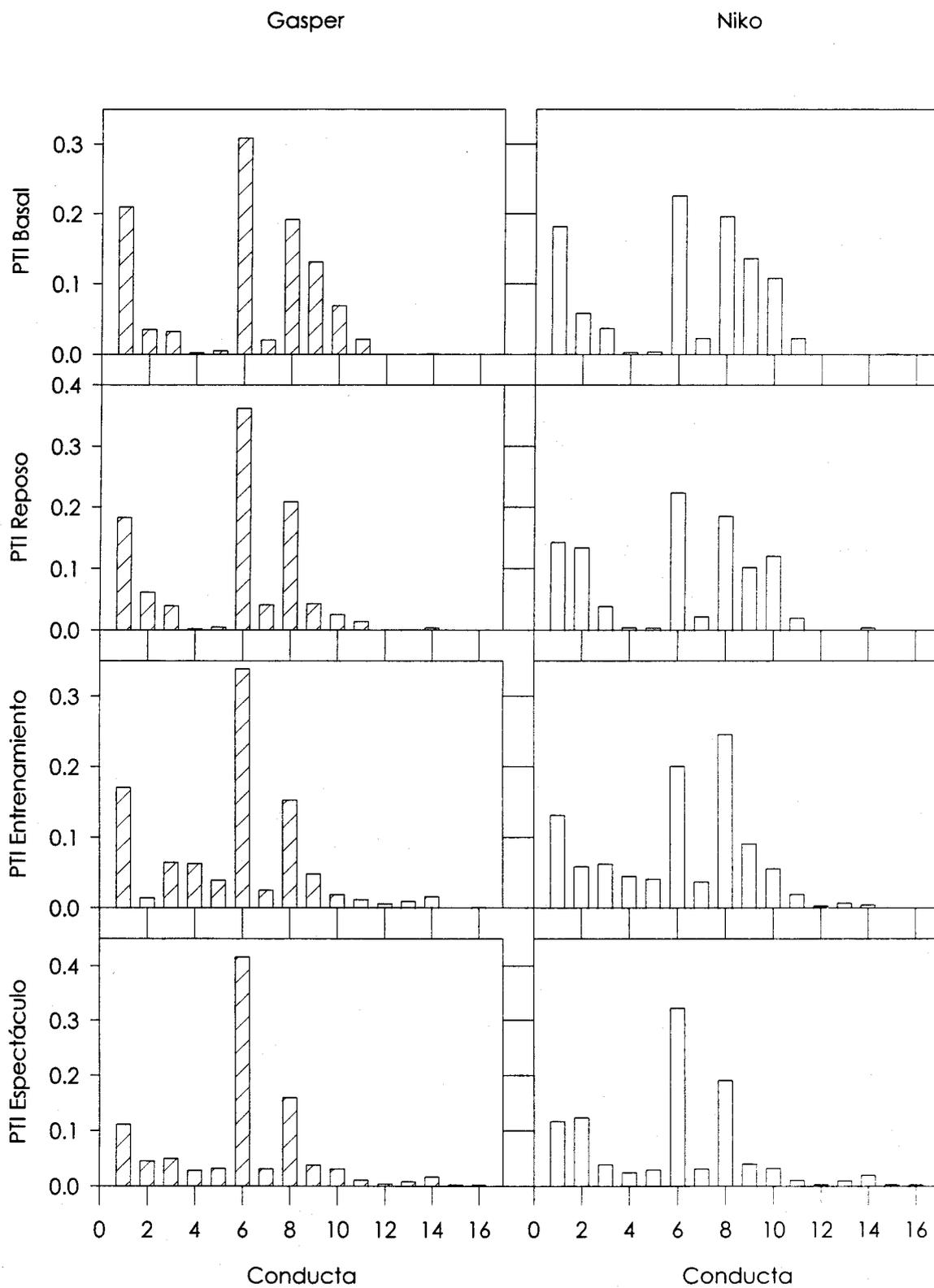


Figura 21. Proporción de tiempo invertido (PTI) en los cuatro tipos de actividades de la conducta de desplazamiento, Gasper en barras con trama y Niko con barras blancas. El eje de las abscisas corresponde a los números que identifican a cada conducta (Apéndice 1).

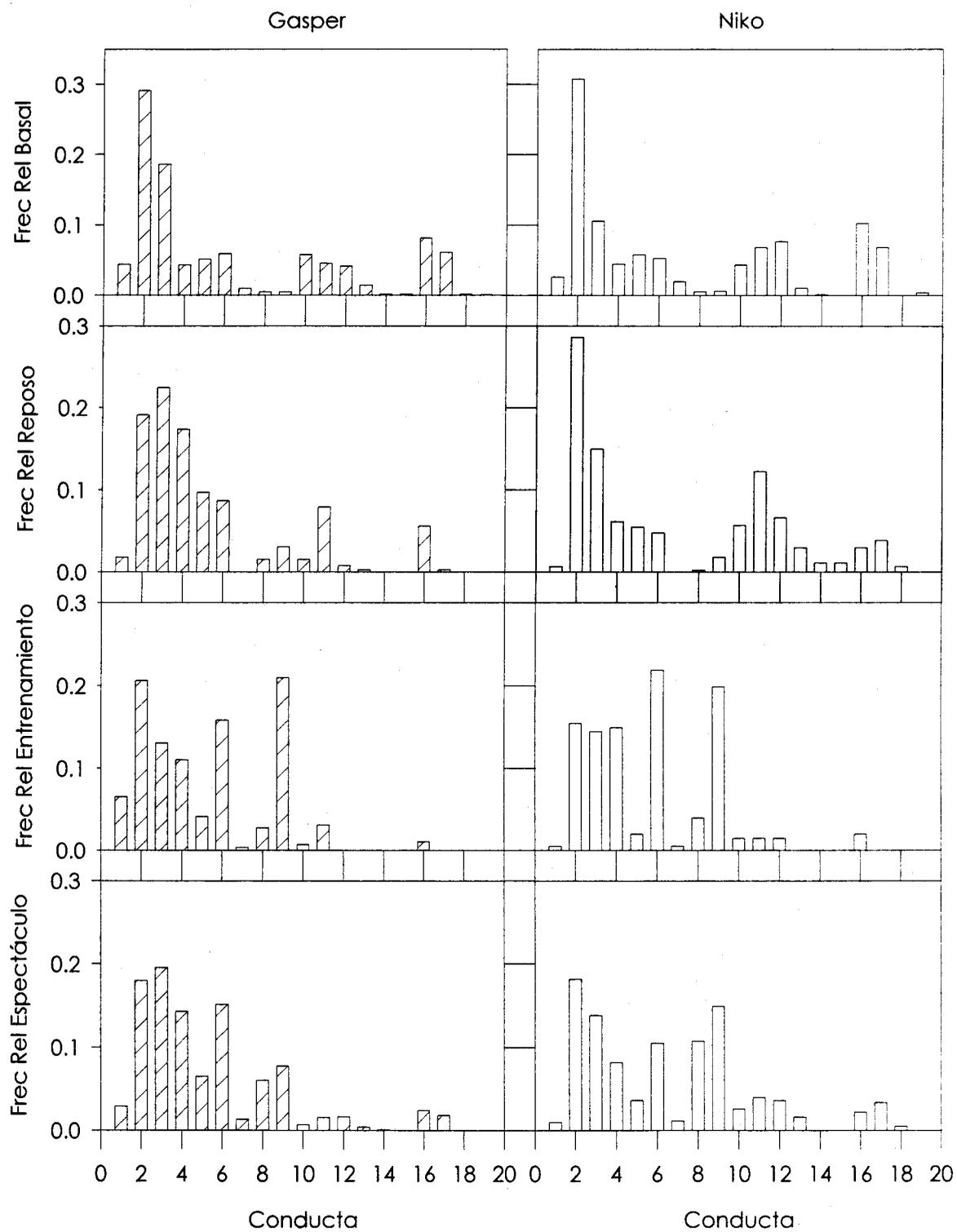


Figura 22. Frecuencias relativas en los cuatro tipos de actividades de la conducta asociada, Gasper en barras con trama y Niko con barras blancas. El eje de las abscisas corresponde a los números que identifican a cada conducta (Apéndice 2).

Gasper

Niko

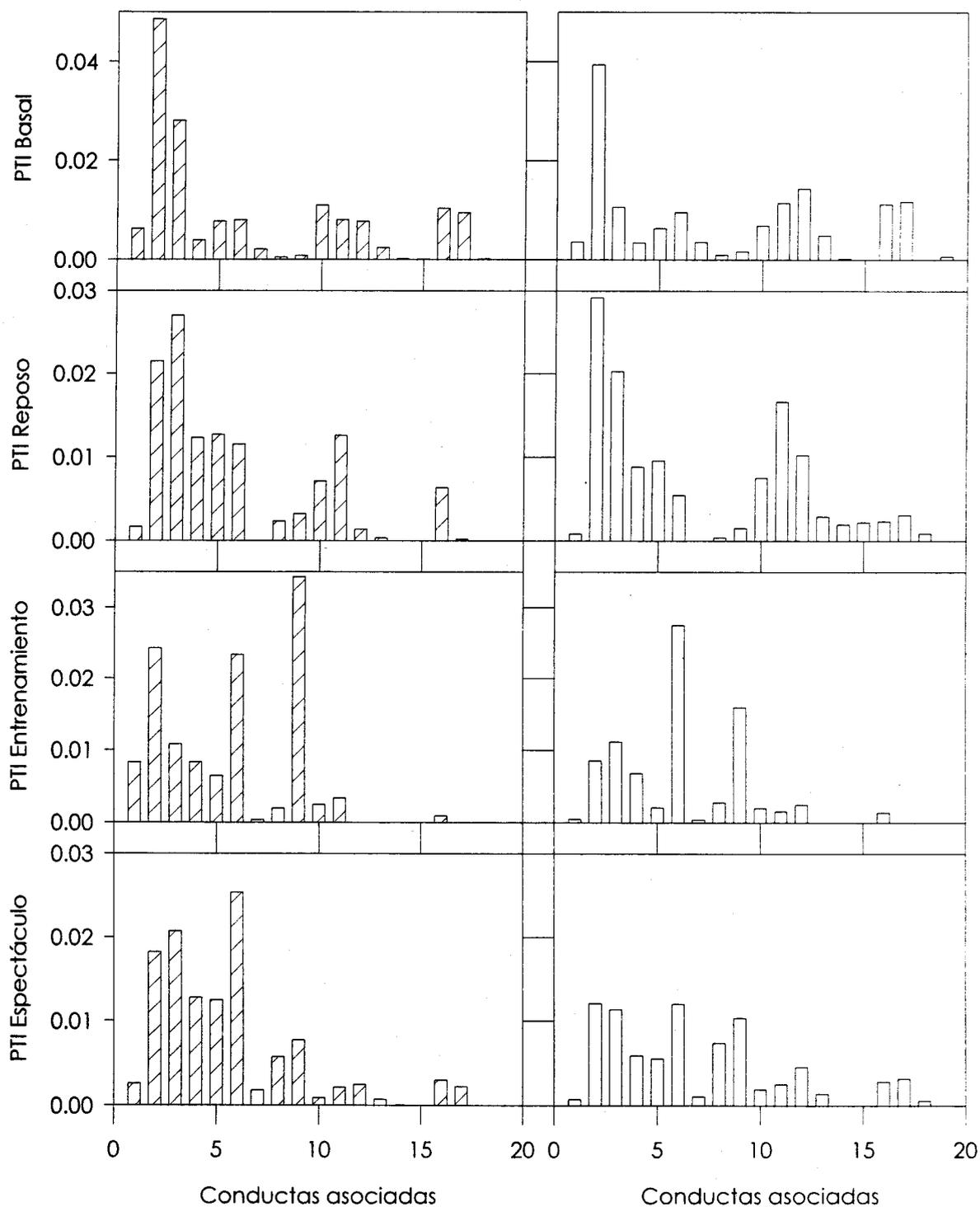


Figura 23. Proporción de tiempo invertido (PTI) en los cuatro tipos de actividades de las conductas asociadas, Gasper en barras con trama y Niko con barras blancas. El eje de las abscisas corresponde a los números que identifican a cada conducta (Apéndice 2).

Cuadro 14. Proporción de las conductas de desplazamiento por grupo de acuerdo al fenograma, en los tres horarios, tipo de actividad, y estación por sujeto.

Grupo	H	Horario			Actividad				Estación				Sujeto	
		M	T	C	Bas	Res	Ent	Esp	P	V	O	I	Niko	Gasper
UNO	0.79	43	38	19	38	48	14	0	29	29	24	18	58	42
DOS	0.81	43	30	27	0	4	13	83	22	39	17	22	43	57
TRES	0.84	37	26	37	0	8	84	8	42	8	25	25	58	42

En la Figura 25 se observa la proporción de tiempo de exposición de los eventos externos a los que se someten los animales. Los eventos que tienen mayor tiempo de exposición para todos los casos son el público y la música con cerca de un tercio del tiempo total de registro. Durante el espectáculo y reposo entre espectáculos y /entrenamientos ocurre la mayor exposición a eventos externos. La proporción de tiempo invertido en interacción es menor en entrenamiento donde la interacción es fundamentalmente con el entrenador y en menor medida con objetos y entre los animales. En la condición basal, en reposo y en espectáculo hay interacciones variadas entre animales y de éstos con una loba (Yaca), el hidrófono utilizado en esta investigación, el entrenador, objetos presentes en la poza y en menor medida con buzos que daban mantenimiento al estanque (Figura 26).

El desplazamiento de las dos belugas en la mayor parte del tiempo (ca. 60%) no presenta un sentido dominante. En el resto del tiempo, en ambos animales se observa una tendencia estadísticamente significativa a desplazarse más a favor de las manecillas del reloj (Cuadro 15, Figura 27). La posición de nado es la mayor parte del tiempo (ca. 80%) en forma horizontal y en el resto del tiempo no se observa diferencia entre nadar de cúbito izquierdo o derecho (Figura 28).

En todas las categorías de actividad, Gasper se mantiene más tiempo cerca de la superficie y a media agua y está menos tiempo cerca del fondo. Niko hace lo mismo en entrenamiento y espectáculo pero en el estado basal y en reposo pasa más tiempo a media agua y en general más tiempo cerca del fondo en comparación a Gasper (Figura 29).

Niko y Gasper están más tiempo en el lado norte del estanque en el entrenamiento y el espectáculo pues así está establecido por los entrenadores. En

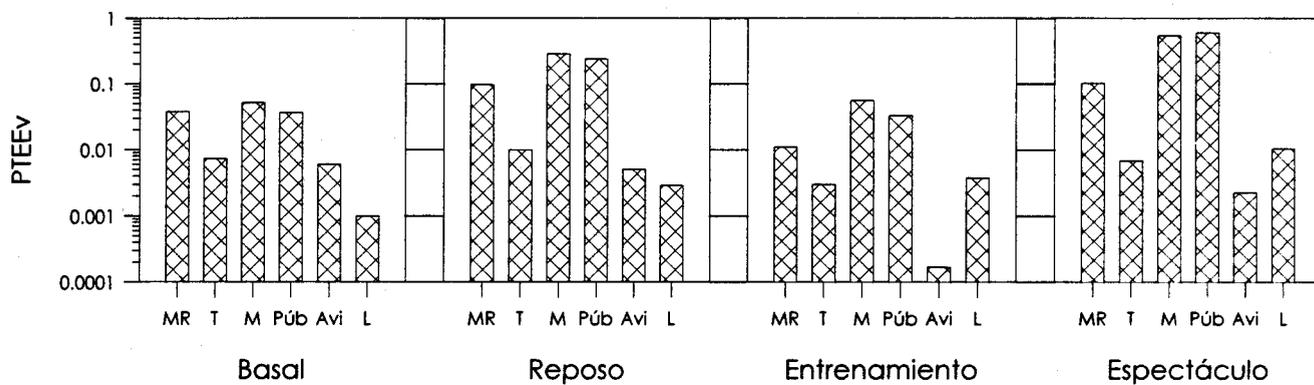


Figura 25. Proporción de tiempo de exposición a eventos externos (PTEEV) durante los diferentes tipos de actividad (basal, reposo, entrenamiento y espectáculo), montaña rusa (MR), Tren (T), Música (M), Público (Púb), Avión (AVi) y Lobo (L).

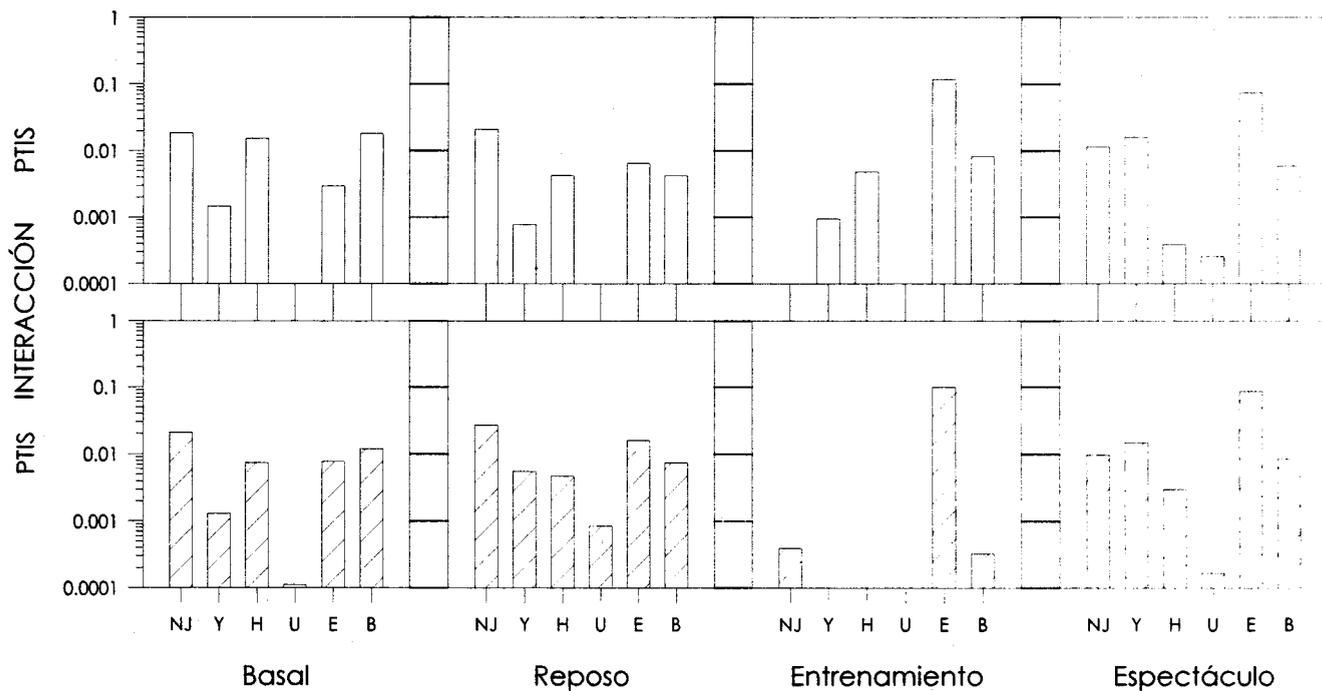


Figura 26. Proporción de tiempo invertido en la interacción con un sujeto (PTIS) durante los diferentes tipos de actividad (basal, reposo, entrenamiento y espectáculo). Niko representado por barras blancas y Gasper por barras con trama. Nado juntos (NJ), Yaka (Y), Hidrófono (H), Buzo (U), Entrenador (E), Objeto (B).

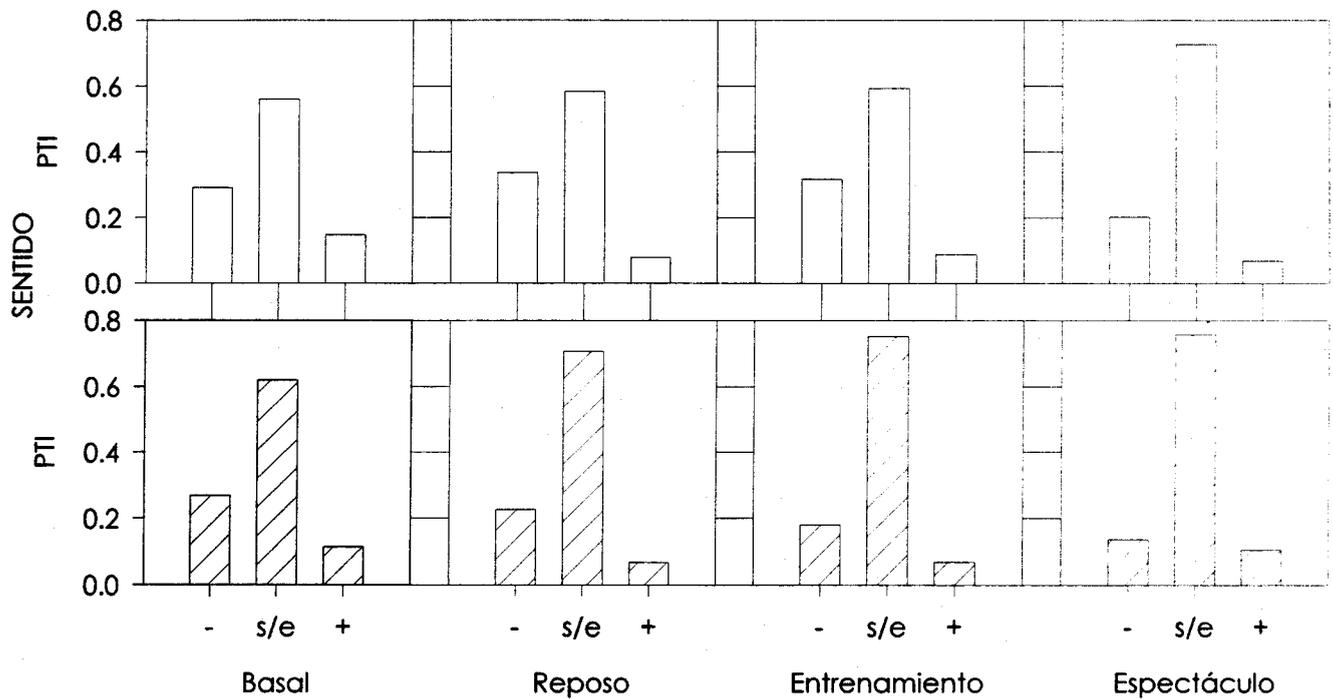


Figura 27. Proporción de tiempo invertido (PTI) en un sentido determinado durante el desplazamiento en los cuatro tipos de actividad (basal, reposo, entrenamiento y espectáculo). Niko representado por barras blancas y Gasper por barras con trama. Mismo sentido que las manecillas del reloj (-), sentido errático (s/e), sentido contrario a las manecillas del reloj.

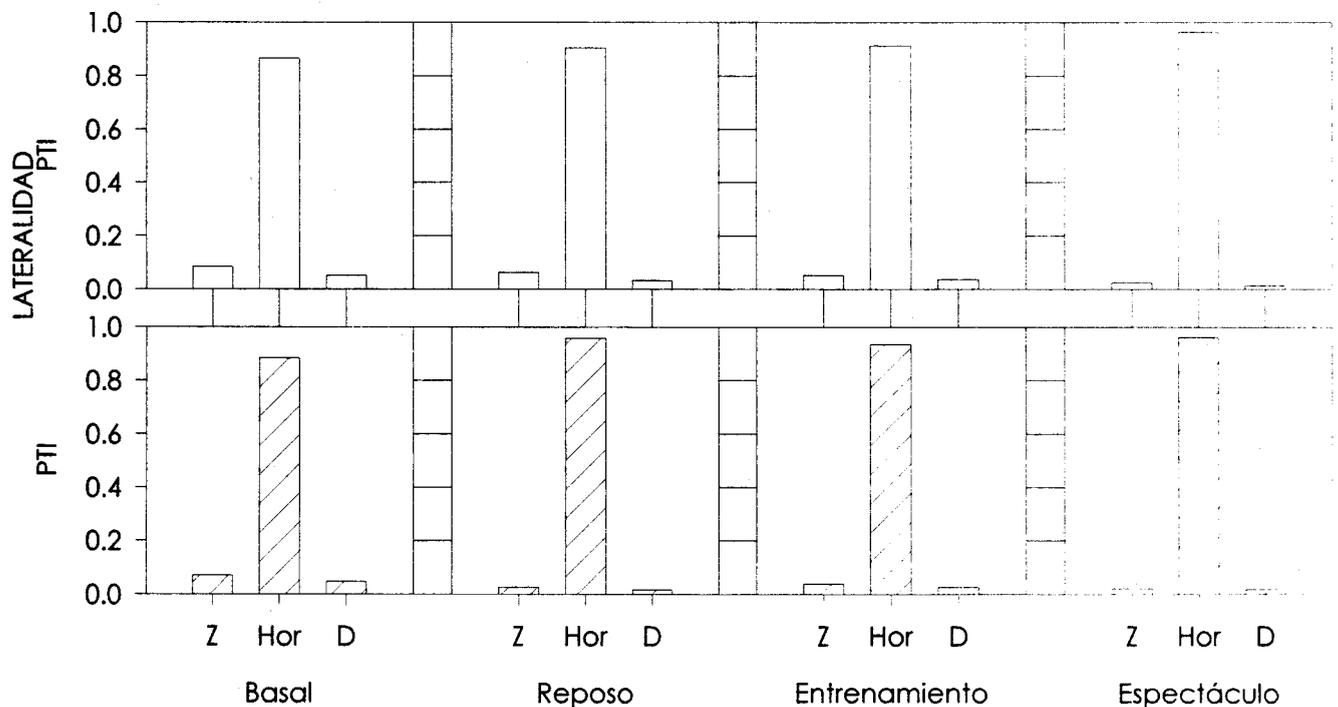


Figura 28. Proporción de tiempo invertido (PI) en una posición durante el desplazamiento en los cuatro tipos de actividad (basal, reposo, entrenamiento y espectáculo). Niko representado en barras blancas y Gasper por barras con trama. Lateralidad izquierda (Z), posición horizontal (Hor) y lateralidad diestra (D).

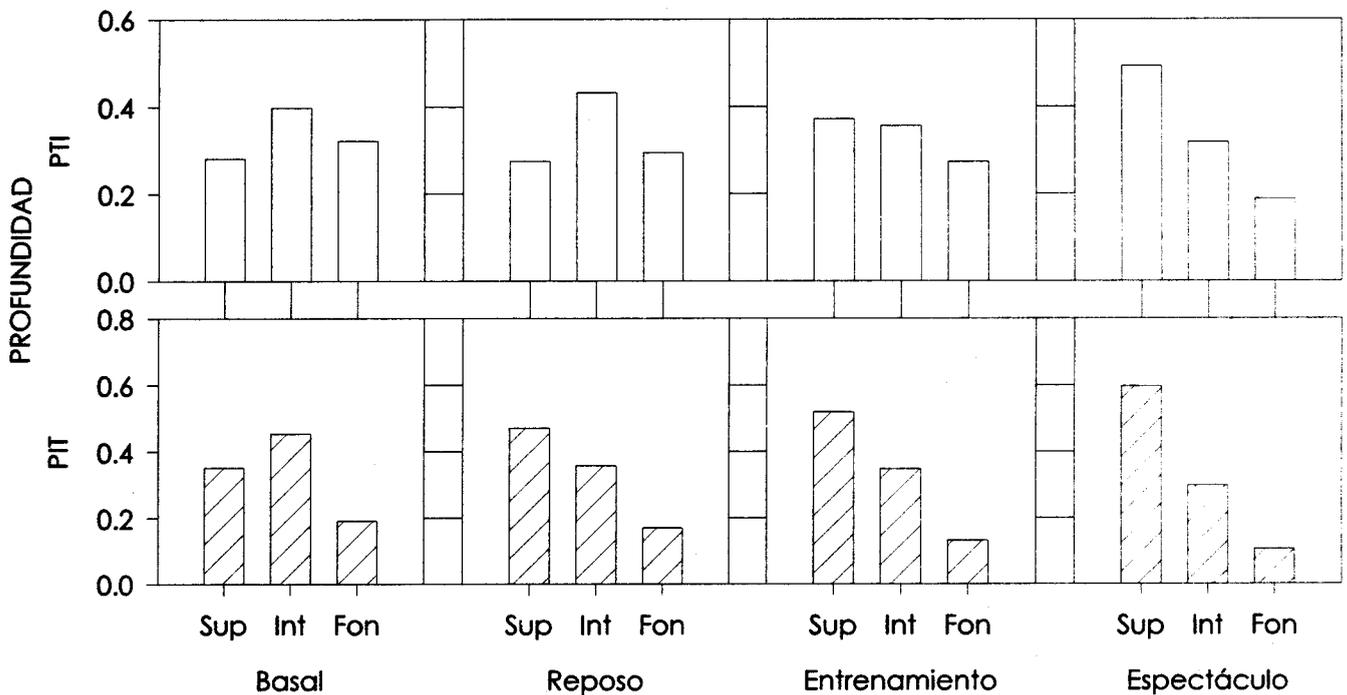


Figura 29. Proporción de tiempo invertido (PTI) a una profundidad determinada durante los cuatro diferentes tipos de actividad (basal, reposo, entrenamiento, espectáculo). Niko representado por barras blancas y Gasper por barras con trama. Superficie (Sup), a media profundidad (Int) y fondo (fon).

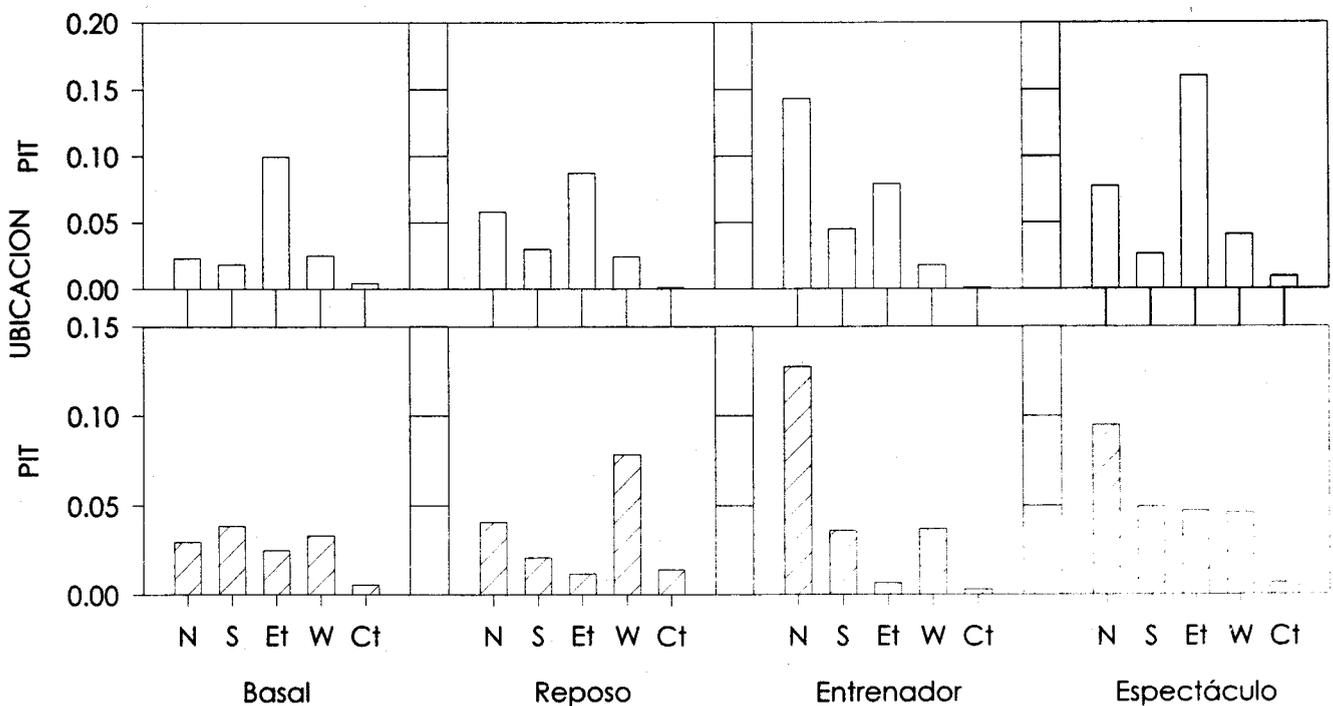


Figura 30. Proporción de tiempo invertido (PTI) en una ubicación determinada durante los cuatro tipos de actividad (basal, reposo, entrenamiento, espectáculo). Niko representado en barras blancas y Gasper en barras con trama. Norte (Nt), sur (S), este (Et), oeste (W) y centro (Ct).

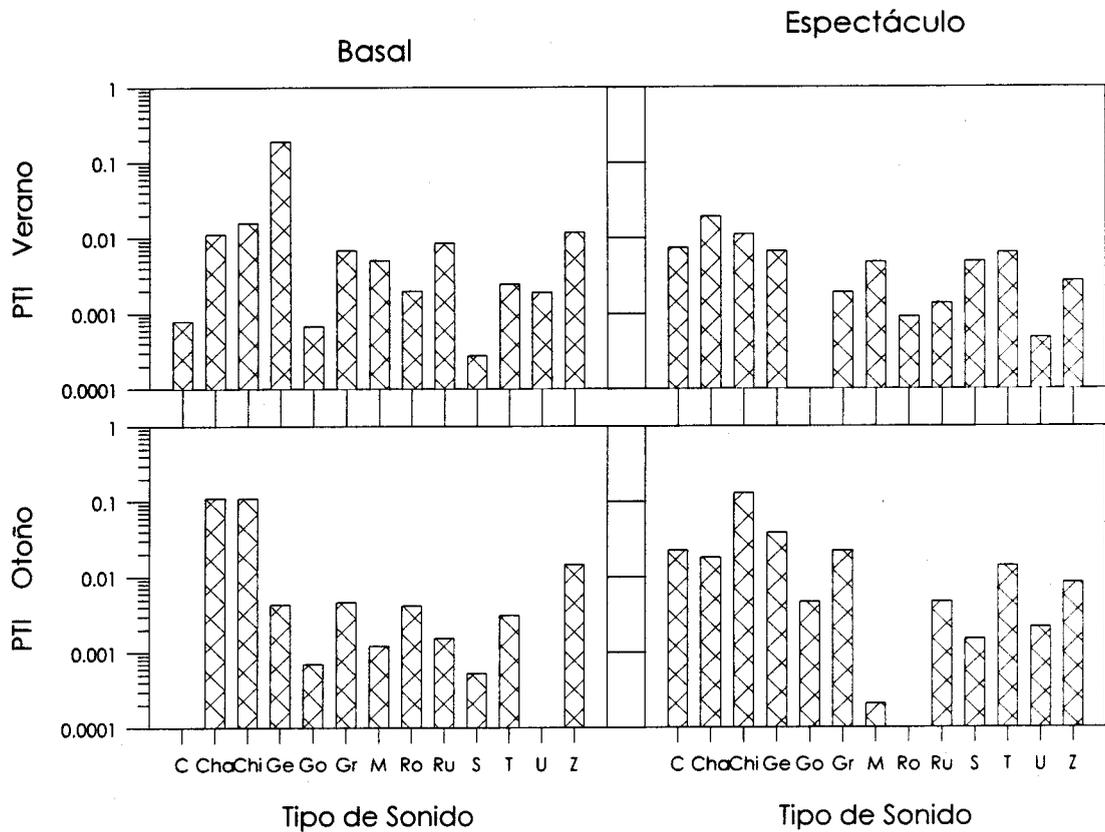


Figura 31. Proporción de tiempo invertido (PTI) en la emisión de sonidos durante el verano y el otoño en actividad basal y de espectáculo. Complejo (C), Chasquido (Ch), Chirrido (Chi), Gemido (Ge), Gorgoreo (Go), Gruñido (Gr), Mujido (M), Ronroneo (Ro), Rugido (Ru), Silvido (S), Trino (T), Ulular (U) y Zumbido (Z).

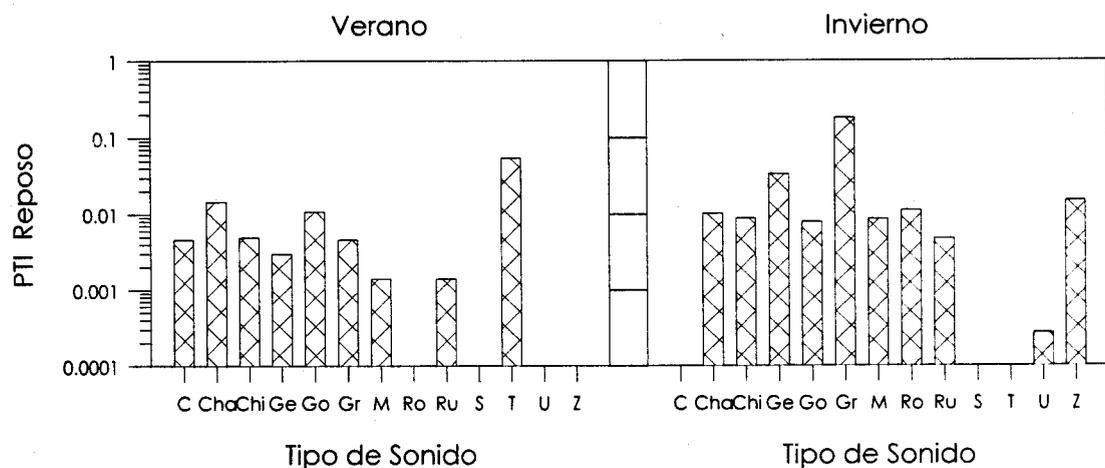


Figura 32. Proporción de tiempo invertido (PTI) en la emisión de sonidos durante el verano e invierno en actividad de reposo. Complejo (C), Chasquido (Ch), Chirrido (Chi), Gemido (Ge), Gorgoreo (Go), Gruñido (Gr), Mujido (M), Ronroneo (Ro), Rugido (Ru), Silvido (S), Trino (T), Ulular (U) y Zumbido (Z).

condiciones basal y de reposo, Niko tiene una tendencia a ubicarse en el lado oriente del estanque y Gasper sólo en el reposo tiende a estar en el lado occidental del estanque (Figura 30).

Cuadro 15. Valores de χ^2 entre los sentidos de desplazamiento a favor (-) y en contra (+) de las manecillas del reloj para Niko y Gasper.

Actividad	gl	χ^2
Basal	29	4.44 (Gasper)
		3.32 (Niko)
Reposo	11	5.80 (Gasper)
		10.3 (Niko)
Entrenamiento	9	2.8 (Gasper)
		8.57 (Niko)
Espectáculo	37	0.26 (Gasper)
		3.76 (Niko)

Los sonidos que se registraron con mayor frecuencia de las belugas fueron chasquidos, chirridos y gemidos. Se observan algunas diferencias estacionales en la emisión de sonidos y diferencias más pronunciadas entre el estado basal y el espectáculo habiendo en este último una menor tasa de emisión, particularmente de chasquidos, chirridos y gemidos (Figura 31). La tasa y riqueza de emisión sonora en el estado de reposo es aún menor (Figura 32).

DISCUSION

Las condiciones fisicoquímicas del estanque son estables y se encuentran dentro de los parámetros que se consideran habituales para estos organismos, la temperatura presento valores semejantes a los reportados para la época de verano (Watts y cols., 1991). Este valor de temperatura puede ser un factor que disminuye el estrés, dado que se ha visto que las belugas adultas requieren de aguas templadas (10-18 °C) para optimizar la energía durante la regeneración de la piel (Watts y cols, 1991). Respecto a la salinidad, pese a que las belugas tienen un amplio intervalo de tolerancia a el aguas dulce y salinidad, debido a que su hábitat es estuarino, se considera que el valor observado en el estanque es bajo teniendo como referencia las aguas someras y costeras (Lali, 2000).

La temperatura superficial corporal presenta una diferencia de 2°C con respecto a la temperatura de la cavidad oral y nasal, esta responde a la pérdida por conducción, ya que el medio se encuentra 4°C por debajo de la temperatura corporal externa de la beluga. Sin embargo, la diferencia de la temperatura de al menos 0.5°C entre los organismos es consistente, siendo la más elevada la del organismo joven, Gasper (Cuadro 7). Esta diferencia se relaciona con la baja en la producción de calor en los organismos de mayor edad (Barash, 1987; Eckert y cols. 1990).

El incremento en el número de eritrocitos y su disminución en el tamaño de las células respecto a las referencias de animales en cautiverio y vida libre (Cornell y Cols., 1988; St Aubin, 2001) se puede atribuir a un mecanismo adaptativo, ya que el cautiverio se encuentra por encima de los 2240 msnm y se ha visto que en medida que hay un incremento en la altitud el número eritrocítico aumenta favoreciendo el aporte de oxígeno (Eckert y cols., 1990; Fawcett, 1990), este aumento se da en al rededor de un 30% (Lehninger, 1991), lo cual se cumple para Gasper y es excedido por Niko (Cuadro 9). El hecho de que Niko presente mayor densidad de eritrocitos y una tasa ventilatoria menor en estado basal (Figura 19) que la de Gasper apoya la idea que el incremento eritrocítico responde a una adaptación de la demanda de oxígeno.

La morfología de las células sanguíneas, aparte de la reducción en tamaño, no muestra alteración o diferencia de la ya conocida para otros mamíferos (Figura 13).

La diferencia del tamaño de linfocitos, eosinófilos y neutrófilos entre Niko y Gasper no es significativa, lamentablemente no se encontró en la bibliografía mediciones del diámetro para células leucocíticas de beluga, ya que sería de particular interés el saber si hay una diferencia en tamaño de estas células respecto a otras belugas en cautiverios o de vida libre.

Comparando las tasas ventilatorias se observa que Gasper tiene una corta duración en las apneas durante la actividad de reposo, entrenamiento y espectáculo (Cuadro 12, Figura 19) y por lo tanto una alta frecuencia respiratoria. El hecho que con esta alta tasa ventilatoria presente buceos prolongados pero poco frecuentes podría explicarse por la densidad eritrocítica, que al verse incrementada respecto a los de vida libre cubre los requerimientos. Una forma que en un futuro pudiera esclarecer este punto es la determinación de la concentración de 2,3-DGP, la cual se esperaría alta para Gasper y con ello facilitar el aporte de oxígeno necesario. Cabe mencionar que además Gasper pasa la mayor parte del tiempo en superficie y a media profundidad de la fosa, lo cual disminuye la demanda de oxígeno por actividad física, además de que es el que presenta mayor frecuencia e inversión de tiempo en el ascenso pasivo. La duración de las apneas promedio de Niko son mayores en todos los tipos de actividad respecto a las de Gasper, por lo cual sus frecuencias ventilatorias son menores (Cuadro 12, Figura 19), asimismo Niko presenta preferencia por permanecer en el fondo y a media profundidad de la fosa, nuevamente la alta densidad eritrocítica podría ser la justificación de estas conductas. Ambos animales tienen promedios de apnea menores a los reportados en vida libre de 3, 5, 10 y 15 minutos (Heide-Jørgensen, 1995; Shaffer, 1997), sin embargo los dos animales tienen la capacidad de realizar buceos de más de seis minutos, siendo Gasper en este tipo de actividad el de mejor desempeño. Por otro lado los tiempos de apnea de las belugas del D.F. no superan el tiempo de gasto en respiración aerobia (Shaffer, 1997).

Comparando la tasa ventilatoria promedio con la tasa ventilatoria observada en las fechas de muestreo sanguíneo no se encuentra ningún cambio tanto en la frecuencia ventilatoria como en el tiempo de apnea, lo cual es indicio de que el manejo veterinario es de bajo impacto en los animales.

Por otro lado la viscosidad (Figura 18) y concentración de cortisol en saliva son menores respecto a los valores observados después de un estado de actividad física.

Asimismo, se observa que la viscosidad de saliva de Gasper durante los reposos tanto de temporada baja como de temporada alta son semejantes y de mayor valor que los reportados para manejo y estado basal, ya que el reposo es la actividad posterior a un entrenamiento o un espectáculo, esto nos hace pensar que el efecto en la viscosidad proviene de la actividad física. En la viscosidad de la saliva de Niko los valores son semejantes en todos los casos, además de que corresponde a muestras posteriores a actividad física, lo que indica que hay un efecto en el balance hídrico por esta causa (Rothhut, 1988, Brodie, 1989, Dierauf 1990, Ortiz y col. 2000). Por otra parte los valores de osmolaridad no presentan ninguna tendencia, aunque en los valores más bajos de Gasper se encuentran por la mañana y no se relacionan con la actividad física. En Niko no hay tendencias ni por horario ni por actividad.

En cuanto a los valores de cortisol en sangre es evidente que Niko presenta valores más altos que los de Gasper y que los reportados para otras belugas, aunque se encuentra dentro del intervalo reportado (Cuadros 1, 2 y 10; Figura 14). La diferencia en estos valores podría responder al hecho de que la muestra fue tomada por la mañana (ca. 07:00) y en mamíferos entre las 06:00 y 10:00 hrs se tiene una concentración mayor de cortisol (Norman, 1997), además que por la mañana hay una mayor dispersión en el intervalo de los valores que los observados al medio día o por la tarde (Gröschl y cols, 1995; Knutsson y cols., 1997). Sin embargo el valor observado en Gasper en la muestra sanguínea de diciembre (Cuadro 10) muestra un valor mayor al de enero, esta muestra se esperaba fuera de menor valor ya que se tomo alrededor de las 21:00, siendo el horario nocturno en mamíferos cuando se reportan los valores más bajos de cortisol (Norman, 1997), este incremento posiblemente provenga del efecto de la actividad física de todo el día más el manejo. Los valores de cortisol en saliva de Niko resaltan la posibilidad del efecto de la actividad física, ya que se observa como los valores de cortisol incrementan en medida en que el animal es expuesto a más actividad física mediante los espectáculos (Figura 14), además de que otro valor que se encontró muy elevado fue el de entrenamiento. Se observa que a Niko le cuesta más trabajo el tratar de regresar a los valores basales, esto se hace evidente en los valores de cortisol de PS2 y PS3, ya que entre estos dos espectáculos hay más tiempo que el que hay entre el primer y segundo espectáculo o el que hay entre el tercer y cuarto espectáculo. La respuesta de Niko se relaciona con el hecho

de que conforme los organismos envejecen se va disminuyendo la capacidad de recuperación de la homeostasis (Barash, 1987) y Niko se puede considerar un organismo senil dentro de los de su especie.

En el curso temporal de los valores de cortisol (Figura 15) hay un patrón evidente en espejo para los valores de cortisol en saliva, eso hasta las 15:00, después de esto, hay una tendencia de ambos a disminuir, y después de las 17:00 un incremento evidente en los valores de Niko, este incremento coincide con el horario del cuarto espectáculo, así que es claro que la actividad física para Niko es una fuente de estrés. Otro aspecto que respalda esta idea, es el hecho que en estado basal (Figura 16) se observa que en el mes de marzo incrementan los valores de cortisol en saliva, esta fecha coincide con el incremento de actividad de Niko por el inicio de la época reproductiva. Además de los dos sujetos Niko es el que presenta mayor frecuencia de conductas sexuales y mayor inversión de tiempo en ellas.

En general fuera del contexto de espectáculo, que es el de mayor riqueza conductual dado que existen conductas que sólo se presentan durante el espectáculo, debido a que son conductas condicionadas. Niko presenta mayor diversidad (Figuras 20 a 24) en los tipos de desplazamiento y conductas asociadas, lo que descarta el establecimiento de estereotipias, de igual forma en Gasper aunque con menor frecuencia e inversión de tiempo para las conductas. Además el hecho de que haya conductas que sólo se presentan en momentos específicos indica que la observación de determinadas conductas se define de acuerdo a la actividad específica que se realice. Una conducta asociada particular es la formación de aros que presenta altos valores en los registros de entrenamiento y espectáculo (Figuras 22 y 23), esto nos hace considerar que la conducta posiblemente se relaciona con la recuperación respiratoria o descanso y no sólo de juego como se ha reportado (Delfour y col. 1997).

Otros de los criterios para descartar el establecimiento de estereotipias es la preferencia del desplazamiento en sentido errático y la comparación entre los sentidos a favor y contra de las manecillas, en la que se observa que hay una preferencia para el nado en favor de las manecillas del reloj para todos los tipos de actividad de Niko (Cuadro 15, Figura 27), en el caso de Gasper durante el espectáculo no hay esa preferencia, en todas las demás si, la preferencia entre estos dos sentidos es

congruente con lo reportado (Marino y col., 1997) para belugas en cautiverio y la cual responde a la lateralización cerebral y no a estereotipias. El cambio de sentido durante el espectáculo de Gasper se debe a que el sentido esta condicionado por las conductas que se realizan durante el mismo espectáculo.

En la observación global de las conductas no se puede pensar en un establecimiento jerárquico debido a que 1) hay alternancia en las actividades, 2) hay reciprocidad en la emisión de actividad sexual, aunque hay mayor actividad de Niko hacia Gasper, 3) hay una prevaencia de ubicación oriente de Niko sin que esto limite el desplazamiento de Gasper, quien no presenta preferencia alguna por una posición en la mayor parte del tiempo excepto durante el reposo y 4) no hay despliegues agresivos significativos.

El tiempo de exposición a los eventos externos es constante para todos los tipos de actividad analizadas y de acuerdo al reporte de acústica realizado en la fosa de las belugas (Saad-Eljure, 1998) los sonidos registrados dentro del estanque fueron de 100 dB, esta intensidad se presento a 1000 Hz, estos valores no alcanzan los umbrales reportados (Erbe, y col. 1998; Schlundt, y cols. 2000) para que sean escuchados por las belugas, por lo cual las emisiones sonoras del parque no representarían una fuente estresante, aunque hay otros reportes que señalan que el umbral de las belugas a 1000 Hz es de 95 dB, lo cual indicaría que si alcanzan a escuchar tenuemente, pero no tiene un efecto significativo. La interacción con sujetos y objetos tampoco representa un agente estresor significativo, ya que la proporción de tiempo de interacción es muy baja (Figuras 25 y 26).

Las variedad en las emisiones de sonido se presentan en el verano durante actividad basal, esta temporada coincide con la época reproductiva, sin embargo, este catálogo tiene una variedad reducida (Figuras 31 y 32) comparada con otros trabajos (Chernezky y col. 1990) en los cuales se reportan sólo para conductas sexuales 23 tipos de sonido. Esto puede ser resultado d la ausencia de hembras ya que no hay respuesta dinámica de los procesos de interacción sexual y/o social (Newberry, 1995; Chernezky y col. 1990).

Considerando todo lo anterior y que el bienestar en cautiverio busca promover la conducta típica de los animales (Newberry, 1994, 1995) la menor exposición a eventos externos, interacción con objetos o sujetos, incrementar la variación de

actividades; minimizar los cambios físicos drástico, conductas autoagresiva o dirigidas a un sujeto u objeto y evitar la manifestación de estereotipias (Broom, 1988; Mason, 1991; Newberry, 1995; Galindo-Maldonado, 1996). Se hace evidente que las condiciones en las que se encuentran las belugas en el parque La Feria son lo suficiente consistentes con los términos de bienestar, aún con la actividad de espectáculo.

CONCLUSIONES

- Se presentan modificaciones en el diámetro y densidad de los eritrocitos respecto a los de vida libre, y de densidad respecto a los de cautiverio, esto se explica como un mecanismo de adaptación a la altura de la Ciudad de México.
- Los niveles de cortisol en sangre en Gasper indican que el grado de afectación del manejo se encuentra dentro de los valores promedio para belugas.
- Los niveles de cortisol en sangre en Niko, aún siendo altos se encuentran dentro de los valores reportados en belugas, lo que da indicios de una repuesta de alto esfuerzo.
- El grado de recuperación posterior al espectáculo es más rápido para Gasper que para Niko.
- La respuesta física al trabajo de espectáculo es diferencia.
- La concentración de cortisol en saliva puede ser una alternativa para la evaluación fisiológica, reduciendo el grado de exposición al manejo.
- El valor promedio de la tasa ventilatoria es semejante en los diferentes horarios y tipos de actividad excepto en basal para Niko.
- La duración de apnea es consistentemente mayor en Niko que en Gasper
- Gasper presenta una tasa de ventilación mayor a la Niko
- Gasper presenta una capacidad de buceo mayor que Niko.
- La duración de apnea es menor que en vida libre, para ambos sujetos.
- Se observar una variedad de conductas con sus posibles combinaciones, resaltando la ausencia de estereotipias.
- No se presentan interacciones agresivas entre los sujetos ni con agentes externos.
- Se mantiene el ciclo de cortejo, aún en ausencia de hembras.
- No hay preferencia en el sentido de desplazamiento y lateralización, aunque si hay preferencia por parte de Niko en la ubicación oriente.
- Las relaciones con objetos, sujetos, eventos e interacciones son azarosos, de igual manera la emisión de sonidos.
- Hay mayor emisión de sonidos durante el verano

- La respuesta de adaptación a las condiciones de encierro han sido favorables para los organismos, sin embargo, no se puede esperar que esta respuesta se mantenga indefinidamente sin la integración de variantes en las actividades y una redistribución temporal de las mismas, particularmente en el caso de Niko.

RECOMENDACIONES

- Dar un mayor tiempo de reposo entre el 1º y 2º espectáculo y eliminar el 4º espectáculo.
- Complementar el espectáculo con proyecciones sobre la biología de la beluga, como compensación de la disminución en el número de espectáculos.
- Promover la información sobre las belugas, reiterando que No son ballenas.
- Promover la incorporación de actividades diferentes o rotación de rutinas durante el espectáculo previniendo monotonía, con ello se evitara el establecimiento de estereotipias.
- Implementar objetos que faciliten el frotamiento de la piel para una mejor muda de los animales.
- Llevar los niveles de salinidad a los equivalentes en el medio natural.
- Aumentar la temperatura en la época de verano.
- Promover el intercambio de uno de los machos por una hembra.

COMENTARIOS

La naturaleza del ciclo reproductivo involucra una alta de actividad ambulatoria durante los meses de marzo a septiembre y una baja en la atención hacia el espectáculo y entrenamiento, debido a que en este periodo la actividad esta enfocada a la conducta de apareamiento, así que la exposición a más de tres espectáculos diarios puede resultar en una baja considerable en la actividad general.

REFERENCIAS

1. Aguilar-Morales, A., B. Cautiño-Bello y P. Salinas-Rosales, 1996, Manual General de Técnicas Histológicas y Citoquímicas, Edit. Coordinación de Servicios Editoriales Facultad de Ciencias, UNAM, México, 70 - 72.
2. Altmann, J. 1973. Observational study of behavior sampling methods. *Behavior* 49: 227-265.
3. Andersen, G; K.M. Kovacs; C.Lydersen; J.U. Skaare; I. Gjertz and B.M. Jenssen. 2001. Concentrations and patterns of organochlorine contaminants in white whale (*Delphinapterus leucas*) from Svalbard, Norway. *The science of the total Enviroment*. 264: 267 - 281.
4. Au, W.W.L; D.A. Carder; R. H. Panner and B. L. Scronce. 1985. Demonstration of adaptation in whale ecolocation signals. *Journal of the Acustical Society of America*. February, 77(2):726 - 730.
5. Au, W.W; R.H. Penner and C.W. Turl. 1987. Propagation of echolocation signals. *Journal of the Acustical Society of America*. September, 82(3): 807 - 813. Au, W. W.L. 1993. *The sonar of Dolphins*. Springer-Verlag. NY. USA. 1-97.
6. Awbrey, F.T; J. A.Thomas & R. A. Kastelein. 1988. Low frequency underwater hearing sensitivity in belugas, *Delphinapterus leucas*. *Journal of Acoustical Society of American*. December, 84(6): 2273 - 2275.
7. Barash, D.P. 1987. *El envejecimiento*. Salvat. España. 230.
8. Bauer, J. P., 1986, *Análisis Clínicos: Métodos e Interpretación*, Edit. Reverte, Barcelona. 197-201.
9. Barnes, L.G; D.P. Dorning and C.E. Ray.1985. Status of studies on fossil marine mammals. *Marine Mammal Science*. 1(1):15 - 53.
10. Beerda, B.; M.B.H. Schilder; N.S.C.R. Janssen and J.A. Mol. 1996. The use of salival cortisol, urinary cortisol, and catecholamine measurements for a non invasive assessment of stress responses in dog. *Hormones and Behavior*. 30 :272-279.
11. Berta, A; J.L. Sumich. 1999. *Marine mammals*. Academic Press. San Diego, Cal. USA. 223-289.

12. Bossart, G.D. y L.A. Dierauf. 1990. Marine mammal clinical laboratory medicine. En CRC Handbook of mammal medicine health, disease and rehabilitation. CRC press. Boca Raton, Florida. 1 – 51.
13. Brodie, P.F. 1989. The white whale *Delphinapterus leucas* (Pallas, 1776). Handbook of marine mammals. Vol. 4. Rives dolphins and the larger toothed whales. Edited by Ridgway and Harrison. San Diego, Ca. Academic Presss. 119-144.
14. Broom, D.M. 1988. The scientific assessment of animal welfare. Applied Animal Behaviour Science. 20: 5 –19.
15. Buck, J.R and P. L. Tyack. 1993. A quantitative mesure of similarity for *Tursiops truncatus* signature whistles. Journal of the Acustical Society of America. November, 94(5): 2497 – 2506.
16. Caballeira, A; J.W. Brown; L.M. Fisherman; D. Trujillo & D.Odell. 1987. The adrenal gland of stranded whales (*Kogia breviceps* and *Mesoplodon europaeus*): Morphology, hormonal contents and biosynthesis of corticosteroides. Generaland comparative endocrinology. 68:393-303.
17. Carwardine, M. 1998. Manuales de identificación: Ballenas delfines y marsopas. Omega. Barcelona, España. 92- 95.
18. Chernetzky, A.D and M.B. Vsevolod. 1990. Peculiarities of the beluga's behavior and vocalization in a reproductive gathering. The marine mammals behaviour and bioacustic laboratory; Russian Academy of Science. In: www.ecovolunteer.org/russia_dolpins.html.
19. Chrousos, G.P; D.L. Loriaux and P.W. Gold. 1988. Mecanismos of physical and emotional stres. Plenum. N.Y. Vol. 245. 1-22, 35-45, 65 –105.
20. Claman, H.N. 1988. Corticoesteroides and the immune respons. In Mecanismos of physical and Emotional stress. Chorousos, G.P; D.L. Loriauz, and P.W. Gold. Editors. Plenum. N.Y. Vol 245. 203 – 208.
21. Cornell, L.H; D.S. Duffield; B.E. Joseph and B. Stark. 1988. Journal of wildlife Diseases. 24(2): 220 - 224.
22. Cox, V. 1989. Whales & dolphins. Crescent books. New York, USA. 33, 145-146.
23. Defran, R.H. & K. Pryor. 1980. The behavior and training of cetaceans in captivity. En : Cetacean behavior, mechanisms & functions. L.M. Herman ed. John Wiley & Sons. 319-362.

24. Delfour, F. and S. Aulagnier. 1997. Bubbleblow in beluga whales (*Delphinapterus leucas*): a play activity? Behavioural processes. 40:183-186.
25. Dhindsa, D.S; J. Metcalfe; A.S. Hoversland and R.A. Hartman. 1974. Comparative studies of the respiratory functions of mammalian blood, X. Killer whale (*Orcinus orca*, Linnaeus) and beluga whale (*Delphinapterus leucas*). Respiration physiology. 20(3):93-103
26. Dierauf, L.A. 1990. Stress in marine mammals. In CRC Handbook of marine mammal medicine health, disease and rehabilitation. CRC press. Boca Raton, Florida. 295-301.
27. Eckert, R., D. Randal, y G. Agustine. 1990. Fisiología animal. Interamericana McGraw-Hill. Madrid. 297-313; 408-411.
28. Elsner, R. and L.L. Wickham. 1988. Implication from physiological studies of marine mammals. Marine Mammal Science. 4(1): 34-43.
29. Erbe, C. and D.M. Farmer. 1998. Masked hearing thresholds of beluga whale (*Delphinapterus leucas*) in icebreaker noise. Deep-Sea Research. Part II. 45(7):1373-1388.
30. Erbe, C. and D.M. Farmer. 2000. Zones of impact around icebreakers affecting beluga whales in the Beaufort Sea. Journal of the Acustical Society of America. 108(3)Pt.1, September: 1332 - 1340.
31. ETI. Marine mammals of the world. 1996. ETI, CD-Rom. Amsterdam.
32. Fawcett, D.W., 1990, Tratado de Histología, 11ª ed., Edit. McGraw-Hill Interamericana, México, 111-135.
33. Finneran, J.J; C.E. Schulndt; D.A. Carder; J.A. Clark; J.A. Young; J.B. Gaspin and S.H. Ridway. 2000. Auditory and behavioral responses of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and beluga whale (*Delphinapterus leucas*) to impulsive sounds resembling distant signatures of underwater explosions. Journal of the Acustical Society of America. July, 108(1):417-431.
34. Flores-Ochoa, L.M. 1991. Observaciones de conducta de una orca en cautiverio en la ciudad de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. México, DF. 90 pp.
35. Galindo-Maldonado, F. 1996. Enriquecimiento ambiental en zoológicos. Memorias del XVI simposio sobre fauna silvestre. Gral. Médico Veterinario Manuel Cabrera

- Valtierra. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 235 – 242.
36. Gómez-González, B y A. Escobar. 2002. Neuroanatomía del estrés. Revista mexicana de neurociencias (Rev Mex Neuroci) 3(5): 273 – 282.
 37. Goodman-Gilman, A; L.S. Goodman; T.W. Rall y F.Murad. 1988. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 7ª. Panamericana. Buenos Aires. 1388-1411.
 38. Grob, B. 1982. Circuitos electrónicos y sus aplicaciones. McGraw-Hill. México. 72 – 125.
 39. Gröschl, M; M. Rauh and H. G. Dörr. 2003. Circadian rhythm of salivary cortisol, 17 α -Hydroxyprogesterona and progesterone in healthy children. Clinical chemistry. 49(10): 1688 – 1691.
 40. Grzimek's. 1977. Encyclopedia of ethology. Van Nostrand Reinhold company. New York, USA. 564-565.
 41. Guyton, A.C. 1989. Anatomía y fisiología del sistema nervioso. Panamericana. Buenos Aires. 31-35, 168, 474-484.
 42. Hadley, M. E. 1996. Endocrinology. 4th. Prentice Hall. N.J. 83-148.
 43. Heide-Jørgensen, M.P and R. Dietz. 1995. Some characteristics of narwhal, *Monodon monoceros*, diving behaviour in Baffin Bay. Canadian Journal of Zoology. 73(11):2120-2132.
 44. Heide-Jørgensen, M.P; P.R. Richard and A. Rosing-Asvid. 1998. Dive Patterns of belugas (*Delphinapterus leucas*) in waters near eastern Devon island. Journal of the Arctic Institute of North America. March, 51(1): 17-26.
 45. Hernández-Ballesteros, L.M. 1998. Determinación de la concentración de cortisol y de otros parámetros bioquímicos en la sangre y saliva de delfín *Tursiops truncatus* en cautiverio y durante el proceso de transportación. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. México, DF. 45pp.
 46. Huntingford, F. 1984. The study of animal behaviour. Chapman and Hall. London, UK. 47-103.
 47. Huntington H. P. 1999. Traditional knowledge of the ecology of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) in the Eastern Chukchi and Northern Bering, Seas, Alaska. Arctic. March, 52 (1): 49-61.

48. Irenäus, E. E. 1979. Etología: Introducción del comportamiento animal. Omega, Barcelona, España. 400-402.
49. Johnson, C.S and M.W. McManus. 1989. Masked tonal hearing thresholds in the beluga whale. *Journal of the Acustical Society of America*. 85(6), June: 2651 – 2654.
50. Johnston, D. 2000. Cool Edit CD. Syntrillium software corporation. Phoenix, AZ.
51. Kicenuik, J.W; J. Holzbecher and A. Chatt. 1997. Extractable organohalogenes in tissues of beluga whale from the canadian arctic and the St. Lawrence estuary. *Envariomental Polution*. 97(3): 205 – 211.
52. Kirby, V.L: 1990. Endocrinology of marine mammals. En *CRC Handbook of marine mammal medicine health, disease and rehabilitation*. CRC press. Boca Raton, Florida. 302-351.
53. Kjeld, M. 2001. Concentration of electrolytes, hormones, and other constituents in fresh postmortem blood and urine of fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Canadian Journal of Zoology*. Ottawa. Mar. 79(3): 438- 446.
54. Korte, S.M. 2001. Corticosteroides in relation to fear, anxiety and psychopathology. *Neuroscience and behavioral rewiws*. (25): 117-142.
55. Kovach, W.L. 1993. A multivariate statistics pakage for IBM PC and compatibles. V 2.11. L.A.
56. Knutsson, U; J. Dahlgren; C. Marcus; S. Rosberg; M. Brönnegård; P. Syierna and K. Albertsson-Wikland. 1997. Circadian Cortisol Rhythms in Healthy Boys and Girls: Relationship with Age, Growth, Body Composition, and Pubertal Development *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* Vol. 82, No. 2 536-540
57. Lair, S; P. Béland. S. De Guise and D. Martineau. 1997. Adrenal hyperplastic and degenerative changes in beluga whales. *Journal of wildlife diseases*. 33(3):430-437.
58. Lalli, O. M and T.R. Parsons. 2000. *Biological oceanography*. 2nd edition. 6th reimpression. Butterworth-Heinemann. Oxford. 26 –38.
59. Leatherwood, Stephen; R.R. Reeves; W.F. Perrin; W. E. Evans & L. Hobbs. 1988. Ballenas, delfines y marsopas del Pacífico Nororiental y de las aguas árticas adyacentes. *Comisión Internacional del Atún Tropical*. La Jolla, Ca. USA. 6^o informe. 134-137.

60. Lehninger, A. L. Bioquímica. 15 reimpression. Omega. Barcelona. 150-151.
61. Litehfield, C; R. Karol and A.J. Greenberg. 1973. Compositional topography of melon lipids in the atlantic bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*: Implication for eco-location. *Marine biology*. 23(3):165-169.
62. Luna-Muñoz, M., C.M. Romero-Ramírez y C. Valverde-Rodríguez. 1990. Ensayo por competencia de unión a proteínas para cuantificar sin purificación previa cortisol o corticosterona en el suero de algunas especies animales. *Vet. Méx.* 21:115-122.
63. Machorro-Espinosa, J.A. 1984. Mantenimiento de delfines en cautiverio. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F. 107pp.
64. Mackay, R.S and H.M. Liaw. 1981. Dolphin vocalization mechanisms. *Science*. Mayo. 212 (5): 676-678.
65. Makaranada, K., L.R. Weir y G.E. Neal. 1998. Competitive ELISA. En *Immunochemical protocols*. 2nd. Pound, J.D. editor. Humana press. Totowa, New Jersey, USA. Vol. 80. 155- 160.
66. Marino, L. and J. Stowe. 1997. Lateralized behavior in a captive beluga whale (*Delphinapterus leucas*). *Aquatic Mammals*. 23(2):101-103.
67. Marquette, W. M. 1978. Bowhead whales. En: *Marine mammals*. D. Haley (ed) Pacific Press. Seattle Washington, USA. 74, 123, 132-137.
68. Márquez-Guzmán, J., G. Laguna-Hernández, R. Salceda-Sacanelles, V. Urbieta-Ubilla, C. Aguilar-Ortigoza, A. I. Bieler-Antolín, C. Márquez-Becerra, A. Martínez-Mena, P. Robles-Barajas, J.M. Villarías-Zugazagoitia. 1991, *Biología Celular; Manual de prácticas 2*, 3^a reimp., Edit. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 26 -39.
69. Marshall, S. A. 1990. Status and use of biological indicators for evaluating the effects of stress on fish. *American fisheries society symposium*. 8:1-8.
70. Martin, A.R; T.G. Smith and O.P. Cox. 1993. Studying the behaviour and movements of high Arctic belugas with satellite telemetry. *Zoological Symposium Society of London (Symp. Zool. Soc. Lond.* 66: 195 – 210.
71. Mason, G. J. 1991. Stereotypes: a critical review. *Animal Behavior*. 41: 1015 – 1037.
72. Medina-Torres, L; E. Brito-De La Fuente; B. Torrestiana-Sánchez and R. Kattthain. 2000. Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). *Food Hydrocolloids*. 14: 417- 424.

73. Medrano-González, L; M.E Durán-Lizarraga, G.G. Cosío, T. Fiordeliso-Coll, M.M. Hernández-Vazquez, C.E. Magaña, y M. Peimbert-Torres. 1995. Fisiología de la conducta de buceo en mamíferos marinos y tortugas acuáticas. Reporte de la biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
74. Medrano-González, L. 1996. Euclides. Laboratorio de mamíferos marinos, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
75. Mosqueira, S. 1981. Física general. Rústica. México. 270-308.
76. Newberry, R.C. 1994. Environmental enrichment: bringing nature to captivity. 28th international congress of the ISAE. Research Center Foulum, Denmark. 51 – 67.
77. Newberry, R.C. 1995. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. Applied Animal Behaviour Science. 44: 229 – 243.
78. Norman, A.W. & G. Litwack. 1997. Hormones. 2nd. Academic press. San Diego. . 87-137, 140-141, 159-162, 281-338.
79. Norris, D.O. 1997. Vertebrate endocrinology. 3rd. Academic press. San Diego. 104-161, 243-266, 300-325.
80. Omar, A.G. 1995. Stress y coping. Lumen. Buenos Aires, Argentina. 17-20.
81. Ortiz, R.M and G.A.J. Worthy. 2000. Effects of capture on adrenal steroid and vasopressin concentration in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Comparative biochemistry and physiology part A. 125(3): 317-324.
82. Outridge, P.M; R.D. Evans; R. Wegemann and R.E.A. Stewart. 1997. Historical trends of heavy metals and stable lead isotopes in beluga (*Delphinapterus leucas*) and walrus (*Odobenus rosmarus rosmarus*) in the Canadian Arctic. The Science of the Total Environment. 203: 209-219.
83. Paine, S. 1995. The world of the arctic whales: belugas, bowheads and Narwhales. Sierra Club Book. Singapore. 1-65.
84. Penner, R.H; C.W. Turl and W.W. Au. 1986. Target detection by the beluga using a surface-reflected path. Journal of the Acustical Society of America. December, 80(6):1842 - 1843.
85. Pickering, A.D. 1981. Stress and Fish. Academic press. London, G. B. 1-9.
86. Pilleri, G. 1990. Adaptation to water and the evolution of echolocation in the cetacea. Ethology Ecology and Evolution. 2:135 – 163.

87. Plotnikoff, N., A.Murgo, R. Faith and J. Wybran. 1991. Stress and immunity. CRC press. Boca Raton, Florida. USA. 5-10, 18-19, 54, 82-86, 171-172.
88. Pravednicoff, L. y A. Romero. 1999. Guía práctica de conversación: Español-Ruso. Agruval. Malaga. 112 pp.
89. Ridway, S.H; C.A. Browers; D. Miller; M.L Schultz; C.A Jacobs and C.A Dooley. 1984. Diving and blood oxygenin the white whale. Canadian Journal of Zoology. 62: 2349-2351.
90. Rothhut, B. and Russo-Marie, F. 1988. Lipocortins. In Mecanismos of physical and Emotional stress. Chorouso, G.P; D.L. Loriauz, and P.W. Gold. Editors. Plenum. N.Y. Vol 245. 209- 215.
91. Saad-Eljure, E. 1998. Reporte de las mediciones de ruido y vibración en los perímetros del estanque donde se ubican las Belugas. Consultoría acústica. México. 1-8.
92. Schlundt. C.E., J.J. Finneran. D.A. Carder and S.H. Raidgway. 2000. Temporary shift in masked hearing thresholds of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and white whales, *Delphinapterus leucas*, after exposure to intense tones. Journal of the Acustical Society of America. June, 107(6): 3496-3508.
93. Shaffer, S.A. D.P. Costa. T.M. Williams and S.H. Ridway. 1997. Diving and swimming performance of whitw whales, *Delphinapterus leucas*: An assessment of plasma lactate and blood gas levels and respiratory rates. The Journal of Experimental Biology. 200: 3091 -3099.
94. St. Aubin, D.J. and J.R. Geraci. 1989. Adaptative Changes in hematologic and plasma chemical Constituents in captive beluga whales, *Delphinapterus leucas*. Canadian Journal of fisherier & acuatic science. 46(5):796-803.
95. St. Aubin, D.J. 2001. Hematology and plasma chemistry as indicators of health and ecological status in beluga whale, *Delphinapterus leucas*. Arctic. September, 54(3): 317 - 332.
96. Sweeney, J.C. 1990. Marine mammals behavioral diagnostics. En CRC Handbook of mammal medicine health, disease and rehabilitation. CRC press. Boca Raton, Florida. 53 - 72.
97. Terrass, S. 1994. Estrés. Tutor. Barcelona, España. 19-40.
98. Tinbergen, N. 1976. Conducta Animal. Offset Larios. México, DF. 42, 164-165.

99. Turl, C. W., R.H. Penner and W. W. L. Au. 1987. Comparison of target detection capabilities of the beluga and bottlenose dolphin. *Journal of the Acoustic Society of America*. November, 82(5):1487-1491.
100. Valdés, M. y T. De Flores. 1990. *Psicobiología del estrés*. Martínez Roca. Barcelona, España. 15, 58-59.
101. Vander Klot, W.G. 1971. *Comportamiento*. Compañía Editorial Continental. México, DF. 106-111.
102. Vaz-Ferreira, R. 1984. *Etología: El estudio biológico del comportamiento animal*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, DC. USA. 105-107.
103. Watts, P.D; B.A. Draper and J. Henrico. 1991. Preferential use of warm water habitat by adult beluga whales. *Journal of Thermal Biology*. 16(1): 57-60.
104. Wilkie, T. S. 1988. *Whales of the word*. E.J. Brill. New York, USA. 18, 207-210.
105. Whitlow, W.L; R.H. Au; H. Penner and C.W. Turl. 1987. Propagation of beluga echolocation signals. *Journal of the Acustical Society of America*. September, 82(3): 807 – 813.

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Mastozoología Marina de la Facultad de Ciencias, UNAM, particularmente al Dr. Luis Medrano González por brindarme la oportunidad de participar en este proyecto, por asesorarme en la elaboración de esta tesis y las facilidades proporcionadas para realizar el trabajo de campo. Asimismo a la Biól. María de Jesús Vázquez Cuevas quien colaboró en la prospección inicial el tejido sanguíneo.

A la Dra. Bertha Fenton Navarro por sus oportunos consejos, paciencia, franqueza y dirección.

Al Dr. José Alfredo Saldivar González por brindarme su incondicional apoyo, enseñanza, confianza y ayudarme en mi formación personal y académica. Además de las facilidades prestadas en la utilización del equipo de su laboratorio.

A la M. en C. María del Pilar Torres García por ser parte de mi formación y las facilidades proporcionadas en el procesamiento histológico que se realizó con el asesoramiento de la Biól. Teresa Sosa Rodríguez del Laboratorio de Invertebrados a cargo de la M. en C. Pilar Torres García de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Al Dr. Fernando García Tamayo por aceptar ser parte de este proyecto, sus comentarios y sugerencias en este trabajo:

Al Personal del parque La Feria: Lic. Luis Javier Santoyo (Director de Cooperativo); al Ing. Fernando Reyes (Director ejecutivo), A Edmundo Pacheco y Ré (Gerente de operaciones), por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo. A todo el cuerpo de entrenadores del parque con los que compartí a lo largo de mi estancia durante el periodo de muestreo: Rigoberto González Correa (Jefe de entrenadores) a Rene García Torres, Natalia Cantera, Paula Martínez, Estefany Gallardo, Cinthia Gutiérrez, Chirstian Leyva Cortes, Mauricio y Alberto Francia Rivero, Agustín Sánchez Ceniceros, Mario Antonio Rojas Gutiérrez, Marcos Cancino, Karen Campos Flores; por su cooperación, disposición, observaciones y cordialidad; ya que sin su ayuda hubiera

sido muy difícil la obtención de muestras. Joél Alegre y Anuar (supervisores de área). Así mismo quiero agradecer a los MVZ Guillermo Rodríguez e Isabel Hernández Alonso quienes facilitaron la obtención de muestras sanguíneas.

Mi gratitud al MVZ Carlos Manuel Romero Ramírez, del Departamento de Biología de la Reproducción en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, por la instrucción y facilidades en la realización de la técnica de RIA; así como al Dr. Tomas Morato por facilitar el anticuerpo para este trabajo.

Al Dr. Rogelio Rodríguez Sotres por facilitar el equipo para a determinación de la osmolaridad, la cual se realizó con el asesoramiento de la Biól. Lilián Valencia Turcotte y el Quím. Eric Hernández Domínguez en el laboratorio 103 del Departamento de Bioquímica Vegetal, Facultad de Química-E, Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Dr. Edmundo Brito de la Fuente por las facilidades para el uso del reometro; y al M. en C. Luis Medina Torres por su asesoramiento en la obtención de viscosidad en las muestras de saliva. Esto en el laboratorio del Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química-E, UNAM.

Al Técnico David Gómez Luna por su ayuda en la determinación del pH en saliva que se realizó en el Laboratorio a cargo del Dr. José A. Saldívar González del Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina, UNAM. Además de sus comentarios y sugerencias.

Al Dr. Manuel González Casanova Almoina, jefe del departamento de multimedia de la direcciones general de divulgación de la ciencia (DGDC) Museo de la Ciencia *Universum*, UNAM. Por las facilidades prestadas para la digitalización del video, el cual se realizo bajo la dirección del Ing. German Alvizuri Caballero a quien le agradezco el brindarme su tiempo y paciencia.

A M. en C. Alejandro Martínez Mena y a La Biól. Ana Isabel Bieler Antolin del laboratorio de fotografía y microcine por su colaboración en la toma de las fotografías del material celular.

A los chicos de jóvenes hacia la investigación: Guillermo Carlos Martínez Verduzco, Luz Adriana Zapata Archundia, Omar Cardiel Pacheco y María Cristina Pérez Soza. Por permitirme ser parte de su formación y hacer más agradable el trabajo.

A mis amigos y compañeros de laboratorio por su contribución en el registro y sus aportaciones en este trabajo: Gloria Eunice Panecatí Urquiza, Jorge Arturo Juárez Cerón, Patricia Enriquez Vázquez, Aurora Lara Nuñez, Rogelio Hernández Camaño, Genaro Rodrigo Hernández Castillo, Martha Bonilla, Mario Ivan Torres Monroy, Elizabeth Rodríguez S; María Rosalba Robles Saavedra, Adán Mercado, Ubaldo Guzmán Villa, Leopoldo Gómez, Ricardo Mondragon Cenallos; Iván Kanek Díaz Gamboa, Sandra Elizabeth Smith Aguilar, Talina Ruíz Rodríguez; Juan Manuel Sánchez Parra, Ana Rosa Montiel, Hector Pérez Puig, Ricardo Axayacatl Juárez Salas, Hiram Rosales Nanduca, Anidia Blanco Jarvio, Elia del Carmen Salazar Bernal y María de Jesús Vázquez Cuevas.

A mi familia por apoyarme ~~en mi formación de acuerdo~~ y de forma particular a mis sobrinas Melisa Marisol Ruíz Hernández y Samanta Abril Pegueros Hernández, por dejarme compartir todas mis cosas de las belugas.

Apéndice 1. Conductas de desplazamiento.

Descripción	Símbolo	Código
Ascenso pasivo: Elevación sin inversión de movimientos caudales y/o pectorales.		1
Recargue: Apoyo de la cabeza en la pared o fondo, formando con el cuerpo un ángulo.	∇	2
Suspensión en agua: se mantiene sumergido e inmóvil.	∂	3
Asomo: Saca la cabeza del agua.	\wedge	4
Alimentación: Recibe comida manteniendo la cabeza fuera del agua y la boca abierta.	α	5
Arqueo: Flexión dorsal tenue	\cap	6
Sondeo: Flexión dorsal prolongada con una inmersión profunda.	\sim	7
Nado horizontal: El dorso esta paralelo la superficie con el vientre hacia el fondo.	\sim	8
Nado lateral: Una aleta pectoral apunta a la superficie y la otra al fondo.	\rightarrow	9
Nado invertido: El vientre esta paralelo a la superficie y el dorso hacia el fondo.	Ω	10
Nado con giro: Rotación sobre su eje sagital.	ξ	11
Salida a plataforma: Todo el cuerpo del animal sale del agua manteniéndose en la plataforma por unos segundos.	\equiv	12
Surfeo: El animal remolca a una persona	\geq	13
Salto parcial: Emersión del animal en posición vertical hasta $\frac{2}{3}$ del total de su cuerpo	S_p	14
Salto total: Emersión del animal en posición vertical en la totalidad de su cuerpo.	S_t	15
Salto con persona : Salto parcial llevando consigo a una persona en la parte anterior del melón.	Υ	16

Apéndice 2. Conductas asociadas.

Descripción	Símbolo	Código
Movimiento de melón: Deformación aleatoria del melón.	M	1
Movimiento de mandíbula: Abre y cierra la boca.	»	2
Movimiento de cabeza: Movimientos oscilantes de derecha a izquierda, ventral - dorsal y/o rotatorio.	←	3
Formación de aros: Expulsión de una burbuja en forma de aro.	⊙	4
Formación de escasas burbujas: Expulsión de burbujas esféricas en pequeñas cantidades.	β-	5
Formación de abundantes burbujas: Expulsión de burbujas esféricas en gran número.	β+	6
Expulsión subacuática de agua: Se hace evidente por el desplazamiento de objetos bajo el agua cuando abre y cierra la boca o junta los labios en forma de trompeta.	Δ	7
Expulsión aérea de agua: Expulsión de agua por la boca, poniendo los labios en forma de trompeta.	☆	8
Emisión de sonidos por orificio nasal: Expulsión de aire por orificio nasal produciendo un silbido o chirrido.	♪	9
Frotamiento contra el estanque: Tallar el cuerpo contra paredes o fondo del estanque.	∪	10
Frotamiento contra el compañero: Tallar el cuerpo contra el cuerpo del compañero.	=	11
Exposición parcial del pene: Presentación de hasta $\frac{2}{3}$ del pene.	P-	12
Exposición total del pene: Presentación completa del pene.	P+	13
Frotamiento contra el compañero con exposición parcial del pene. Tallar el cuerpo contra el compañero mientras se presenta el pene hasta $\frac{2}{3}$ partes.	= P-	14
Frotamiento contra el compañero con exposición total del pene: Tallar el cuerpo contra el compañero mientras se presenta completamente el pene.	= P+	15
Intento de cópula sin exposición del pene: Contacto pélvico y frotamiento sin presentación de pene contra la región genital del compañero.	X	16
Intento de cópula con exposición del pene: Contacto pélvico e intento de intromisión del pene en la región genital del compañero.	Xp	17
Amenaza: Aproximación rápida mientras se abre y cierra la boca y/o formación de burbujas y/o movimiento de melón con producción de sonidos.	≡	18
Mordida: Asir con los dientes alguna porción del cuerpo.	M	19

Apéndice 3. Abreviaturas

ACTH	Hormona adenocorticotrófica
ACh	Acetilcolina
AVP	Arginina vasopresina
AYG	Aparato yuxtaglomerular
B	Corticoesterona
BS	Basal
C	Crepúsculo
CA	Conducta asociada
CD	Conducta de desplazamiento
CMH	Complejo mayor de histocompatibilidad
CRH	Hormona liberadora de corticotropina
DA	Dopamina
DHEA	Dehidroepiandrosteron
E	Epinefrina
EA	Estrés agudo
EC	Estrés crónico
ENT	Entrenamiento
F	Cortisol
FR	Frecuencia relativa
G	Gasper
GR	Receptores de glucocorticoides
H	Riqueza
I	Invierno
M	Mañana
N	Niko
NE	Norepinefrina
O	Otoño
P	Primavera
PAF-aceto-éter	Factor activador de plaquetas 1-0-alkil-2-acetil-Sn-glicerol-3-fosfolina
PLA ₂	Fosfolipasa A ₂
POMC	Poroopiomelacortina
PRL	Prolactina
PS1°	Posterior a primer espectáculo
PS2°	Posterior a segundo espectáculo
PS3°	Posterior a tercer espectáculo
PS4°	Posterior a cuarto espectáculo
PTI	Proporción de tiempo invertido
Rep	Reposo
SNS	Sistema nervioso simpático
T	Tarde
T ₃	Triyodotironina
T ₄	Tiroxina
V	Verano
α-MSH	α-Melanotropina
β-LTH	β-lipotropina
5-HT	Serotonina

Apéndice 4. Glosario.

Bienestar	Estado en el que el organismo se encuentra en condiciones óptimas de homeostasis, tanto internas como externas.
Cortisol	Hormona esteroidea de tipo glucocorticoide que se secreta principalmente en la corteza suprarrenal. Tiene un peso molecular de 363 Da.
Estereotipia	Actividad repetitiva y sistemática que no tiene intención de cubrir alguna función determinada.
Estrés	Es el estado de respuesta que se genera ante un agente que altera la homeostasis del organismo, es un proceso no específico en el cual se ve alterado el metabolismo.
Estrés agudo	La respuesta de estrés se presenta por un periodo corto
Estrés crónico	La respuesta de estrés es mantenida en un largo periodo y tiene efectos en la biología del organismo.
Estresor	Es el estímulo que inicia un desequilibrio homeostático, este puede ser físico, metabólico, conductual, ambiental o una interacción de ellos.

Apéndice 6. Códigos de preferencias y exposición.

Registro	Definición	Código
Respiración	Presente	1
	Ausente	0
Sentido	Sentido errático	s/e
	Mismo sentido que las manecillas del reloj	-
	Sentido contrario que las manecillas del reloj	+
Lateralidad	Horizontal	Hor
	Izquierdo	Z
	Derecho	D
Interacción	Yaka	Y
	Hidrófono	H
	Buzo	U
	Nado Juntos	NJ
	Lobo	L
	Compañero	Cp
Profundidad	Público	Pub
	0 - 3 m	Sup
	3 - 6 m	Int
	6 - 9 m	Fon
Exposición	Montaña Rusa	MR
	Tren	T
	Música	M
	Público	Pub
	Avión	Avi
Ubicación	Norte	N
	Sur	S
	Este	Et
	Oeste	W
	Centro	Ct

Apéndice 7. Técnicas de laboratorio

Iluminación Köhler (Márquez-Guzmán y cols, 1991)

1. Subir totalmente el condensador.
2. Enfocar una preparación con el objetivo de menor aumento.
3. Puede retirar la preparación si se dificulta la observación del campo.
4. Cerrar por completo el diafragma de la lámpara colocada en la base del microscopio.
5. Bajar el condensador hasta lograr la máxima nitidez de los bordes del diafragma.
6. Centrar el diafragma en el campo, con los tornillos del condensador.
7. Abrir el diafragma de la lámpara hasta obtener iluminada un área igual al campo visual (los bordes del diafragma casi son iguales al perímetro de la circunferencia).
8. Ajustar el contraste de la imagen con ayuda del diafragma del condensador.
9. Verificar el ajuste observando, sin ocular o con la lente de Amici que el campo este iluminado en sus $\frac{3}{4}$ partes.
10. Regular la intensidad luminosa de la imagen mediante el regulador de voltaje de la lámpara o filtros gises.
11. Al cambiar objetivo sólo adaptar el diafragma de la lámpara

COLORANTES PARA LA TINCIÓN DE FROTIS SANGUÍNEO (Aguilar-Morales y cols, 1996)

A. Colorante de Giemsa 1%

0.8 g de Giemsa

50 mL de alcohol metílico

50 mL de glicerina

Se agrega poco a poco el alcohol metílico y la glicerina de manera alternada, los volúmenes se deben incorporar en un tiempo de cinco minutos. Posteriormente se filtra y se guarda en un frasco ámbar con tapa.

B. Colorante de Wright

0.3 g de colorante de Wright

100 mL de alcohol etílico

Se disuelve por calentamiento en un frasco, manteniéndolo ligeramente tapado con algodón o una lana, esto en baño María. Una vez disuelto se deja enfriar y se tapa.

Para la tinción de los frotis se hace una mezcla de siete volúmenes del colorante de Giemsa y cinco volúmenes del colorante de Wright.

MEDICIÓN DE CÉLULAS SANGUÍNEAS (Márquez-Guzmán y cols, 1991)

A. Calibración.

Se utilizó un ocular y objetivo micrométrico Zeiss y un microscopio Zeiss. Realizada la iluminación Köhler:

1. Se enfoca la preparación con el menor aumento.
2. Se quitó la preparación fija y colocar el objetivo micrométrico.
3. Se enfocó y centró la regla grabada en el objetivo micrométrico.
4. Se quitó uno de los oculares del microscopio y colocó en su lugar el ocular micrométrico.
5. Se hizo coincidir exactamente la primera de las divisiones de la escala marcada en el ocular micrométrico con la primera de las divisiones grabadas en la regla del objetivo micrométrico.
6. Se observó si otras divisiones de las dos reglas coinciden exactamente, ya que la que se debe considerar para realizar los cálculos es la más alejada de las divisiones coincidentes.
7. Para obtener la calibración se dividió el número de divisiones entre las dos marcas extremas coincidentes del objetivo micrométrico entre el número de divisiones correspondientes del ocular micrométrico. Considerando que la regla grabada en el objetivo micrométrico mide 1mm dividido a su vez en 10 divisiones de 0.1 mm y cada una de estas dividida en 10 divisiones de 0.02 mm, que corresponden a 10 micras cada una.
8. Se hizo el mismo procedimiento con los diferentes aumentos del microscopio.

$$\text{Calibración} = \frac{\text{Número de divisiones en la regla del ocular}}{\text{Número de divisiones en la regla del objetivo}}$$

1L de tolueno.

B. Obtención de la curva estándar para determinación de cortisol por RIA.

Se realizaron cuatro gupos de trabajo, cuentas totales (CT), unión no específica (UNE), cero y Curva este a su vez se subdividió en siete concentraciones conocidas de 10, 20, 50, 100, 200, 600 y 1000 pg/mL. Todas las muestras se hicieron por triplicado.

Muestra	Buffer (μL)	Hormona fría (μL)	Anticuerpo (μL)	Hormona caliente (μL)	Carbón dextran (μL)	Volumen final (μL)
CT	800	--	--	100	--	900
UNE	600	--	--	100	200	900
Cero	500	--	100	100	200	900
Curva estándar	--	500	100	100	200	900
problema						

1. Para elaborar CT se tomaron 800 μL , UNE 600 μL y para Cero 500 μL de solución Buffer.
2. Para la curva se tomaron 500 μL de cada concentración (hormona fría)
3. A cero y curva se le agregaron 100 μL de anticuerpo a cortisol (Ac) en dilución 1:700.
4. Posteriormente a todos los tubos se les agregó 100 μL de cortisol marcado con radioactividad, F*, (hormona caliente) con carga de 6500 cpm, se da una ligera agitación para homogeneizar y se deja incubar a 4°C hasta el día siguiente.
5. A todos los tubos excepto a los de CT se les agregó 200 μL de carbón dextran y se dio una ligera agitación
6. Se dejó reposar durante 10 minutos en frío dentro de la centrífuga
7. Se centrifugó 20 minutos a 3000 rpm.
8. Se decantó en viales
9. Se agregó 5mL de líquido de centelleo (ver arriba)
10. Se dio una vigorosa agitación por 10 segundos
11. Se dejó reposar hasta el otro día
12. Se leyó en lector Bekman para centelleo modelo LS6500

C. Determinación de recuperación en la extracción de cortisol en saliva.

1. Se tomaron 400 μ L de saliva y 100 μ L de F*(10,000 cpm).
2. Se les dio una ligera agitación y se dejó reposar durante 24 horas a 4°C.
3. Pasadas las 24 horas, se agregaron 5 mL de diclorometano y se agitó durante un minuto.
4. Se dejó reposar por 10 minutos
5. Se extrajo el sobrenadante con una pipeta Pasteur.
6. Se decantó el resto en otro tubo y se dejó secar por evaporación.
7. Se agregó 2 mL de Buffer de fosfatos a pH 7.19 y 0.2 M, se sonico durante 5 minutos.
8. Posteriormente se dio una vigorosa agitación durante 10 segundos.
9. Se tomaron 900 μ L de cada suspensión y se pusieron en viales, cada muestra se hizo por duplicado.
10. Se le agregaron 5 mL de líquido de centelleo (Ver arriba)
11. Se dio una vigorosa agitación por 10 segundos y se dejó reposar por un mínimo de 18 hrs.
12. Posteriormente se cuantifico la actividad en un lector para centelleo.

Para determinar los valores de concentración por mililitro se tomo en cuenta que la cantidad cuantificada representa un octavo del total y considerando que los valores obtenidos del valor de recuperación fueron del 91%, entonces se tiene que sacar el factor de corrección de ocho veces 0.91, por lo tanto el factor de corrección es de ocho veces esta recuperación quedando así un factor de corrección de 7.28 para los porcentajes de unión observados en la determinación de cortisol.

Para la determinación de cortisol en saliva y sange de las muestras el paso 1 se modifico de la siguiente forma: se tomaron 500 μ L de saliva o sange, según haya sido el caso, el paso 2 se elimino y se continuo hasta el paso ocho. Posteriormente el paso 9 varió de acuerdo a los volúmenes obtenidos de las muestras, las muestras sanguíneas se hicieron por triplicado y las salivales algunas se hicieron por triplicado y otras por duplicado. Los pasos posteriores al nueve se siguieron según el procedimiento para la curva estándar mencionada arriba.