

ECOSUR El Colegio de la Frontera Sur

**Capacidades Cognitivas y Forrajeo del Manatí
Antillano (*Trichechus manatus manatus*) en
Quintana Roo, México.**

TESIS

Presentada como requisito para obtener el grado de Maestría en Ciencias en
Recursos Naturales y Desarrollo Rural.

Por

Lizbeth Esmeralda Lara Sánchez

2012

Dedicatoria

El presente escrito lo dedico

A Dios.

A mi padre Humberto Lara Martínez.

A mi madre Aurelia Sánchez Maldonado.

A mi hermano Humberto Lara Sánchez

Mis sobrinos Emiliano e Iker Lara Aviles.

A mis abuelos paternos y maternos.

Gracias señor por dejarme ser parte de esta familia.

Por ser mi guía, mi maestro y mi luz.

Toda historia tiene un fin, pero en la vida cada final es un comienzo.

Agradecimientos

A YannHénaut, por haber aceptado ser mi tutor y director de tesis. Gracias por las enseñanzas, comprensión y paciencia durante esta etapa de mi vida académica.

A Salima Machkour y Benjamín Morales por aceptar ser mis asesores. Gracias por sus enseñanzas.

A CONACYT por la beca de manutención durante la maestría.

A NatalyCastelbanco por sus comentarios, sugerencias y por el apoyo durante la última etapa del escrito.

A David González por sus sugerencias, comentarios y enseñanzas. Gracias por el apoyo, tiempo, consejos y ser una guía durante esta etapa de mi vida académica.

A Jorge Correa por aceptar ser mi sinodal. Gracias por sus comentarios.

A Eladio Juárez por su apoyo, tiempo y enseñanzas durante el trabajo de campo.

A la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA) por las facilidades brindadas para la realización del trabajo de Campo.

A mis compañeros de generación de ECOSUR por la compañía, apoyo y diversiones. En especial a Víctor por estar siempre en las buenas y en las malas. Te quiero mucho. A Verito por ser más que una amiga. A Michael por sus ocurrencias y apoyo desde Canadá.

A doña Rosy por sus consejos.

A todos y cada uno de ellos mil gracias de corazón.

Índice

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Aprendizaje	3
1.2 Enriquecimiento ambiental	6
1.3 Reintroducción	6
1.4 El manatí antillano	7
1.5 Órganos sensoriales del manatí	8
1.6 Conducta del manatí	10
2. OBJETIVOS	14
3. HIPÓTESIS	15
4. MATERIAL Y MÉTODO	16
4.1 Sujeto de estudio	17
4.2 Sitio de estudio	17
4.3 Material	18
4.4 Método	19
4.4.1 Colecta de datos	19
4.4.2 Experimentos	21
4.5 Análisis	25
5. RESULTADOS	28
5.1 Detección y distinción de formas visuales	30
5.1.1 Desplazamientos	30
5.1.2 Tiempo	31
5.1.3 Conductas	31
5.2 Preferencia por un estímulo en particular	37
5.3 Reconocimiento de una señal visual asociada a la presencia de alimento	37
5.3.1 Entrenamiento	37
5.3.2 Reconocimiento de una forma asociada al alimento	42
5.3.2.1 Desplazamientos	42
5.3.2.2 Tiempo	43
5.3.2.3 Conductas	46
5.4 Observaciones fuera del encierro	52
6. DISCUSIÓN	54
6.1 Detección y distinción de formas visuales	54
6.2 Capacidad visual del manatí	54
6.3 Reconocimiento de una señal visual asociada a la presencia de alimento	56
6.4 Enriquecimiento ambiental	58
6.5 Observaciones fuera del encierro	60
7. CONCLUSIONES	61

8. RECOMENDACIONES	62
9. LITERATURA CITADA	63

Resumen

El desarrollo de capacidades cognitivas en un animal depende de su entorno y experiencia. Se ha observado que animales criados en ambientes naturales ofrecen mejor respuesta en relación a sus capacidades perceptuales, motoras y de aprendizaje; a diferencia de aquellos criados en cautiverio. El interés por la conservación ha llevado a que se implementen programas de reintroducción de especies, para restablecer o aumentar el número de individuos dentro de una población. En este contexto, estudios enfocados a entrenamientos de pre-liberación, mediante estímulos parecidos a los encontrados en hábitats naturales son relevantes. La reintroducción de manatíes a su medio ha sido poco exitosa a nivel mundial, principalmente por la falta de conocimiento conductual de los organismos a liberar. Esto obliga a realizar más esfuerzo de investigación, enfocado a estudios etológicos, ligados a las capacidades de aprendizaje de animales en cautiverio como el manatí, que ayuden a los programas de manejo y reintroducción de esta especie. El objetivo de este trabajo fue evaluar capacidades de aprendizaje ligadas a la búsqueda de alimento en un manatí Antillano (*Trichechus manatus manatus*), en semicautiverio. Se le presentaron diferentes estímulos visuales (cuadrado, triángulo, círculo y hexágono) bajo el agua y se encontró un claro aumento en cuanto al número de desplazamientos, tiempo, secuencia y frecuencia de conductas efectuadas por el manatí, en presencia de estímulos; mostrando preferencia por el hexágono sobre otras tres figuras utilizadas. Además de aprender a relacionar una figura específica (cuadrado) con la presencia de alimento. Esto indica que el individuo cuenta con buena capacidad visual y de aprendizaje asociativo. Concluimos que el

enriquecimiento ambiental en manatíes, físico como ocupacional ó cognitivo, permite mejorar el bienestar de esos animales, y prepararlos para que sus liberaciones resulten ser más exitosas.

Palabras clave

Aprendizaje, manatí antillano, enriquecimiento ambiental, reintroducción.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Aprendizaje.

El término aprendizaje se refiere al proceso que se manifiesta en cambios adaptativos de una conducta individual, y se define como cambios en el comportamiento resultante de experiencia pasada (Kimble 1961). Dicho término ha sido utilizado desde hace más de 300 años, aunque ha presentado diversas variaciones en función del marco conceptual de las diferentes épocas. Al respecto, el estudio de los procesos de aprendizaje ha mostrado un gran avance, que va desde la concepción de animales como simples máquinas bestiales, hasta el conductismo y su desuso en las últimas décadas (Rodrigo y Prados 2003).

El antiguo esquema conductista emisor-receptor (E-M), sostiene que el aprendizaje es el resultado de la asociación entre un estímulo y una respuesta, lo cual excluye la posibilidad de que diferentes organismos anticipen las consecuencias de sus conductas (Rodrigo & Prados, 2003). Sin embargo, el avance en el estudio del aprendizaje animal, hizo que a partir de la década de los 70's, se incorporaran nuevos conceptos tales como razonamiento lógico y cognición social, que dieron lugar a la nueva teoría asociativa contemporánea (Vila et al. 2003). Dicha teoría asume que el aprendizaje consiste en el establecimiento de asociaciones entre estímulos - respuestas - estímulos, y posiblemente asociaciones jerárquicas bajo el esquema (emisor, receptor, emisor) E-R-E (Rescorla 1996); lo cual permite a los organismos obtener información del entorno (Dickinson 1980). A partir de esta nueva teoría se han descrito trabajos como los de Lorenz, Tinbergen, Fossey, entre otros; que han

demostrado que muchos animales desde insectos hasta aves y mamíferos, presentan conocimientos de su entorno y sociedad (Rodrigo y Prados 2003). En este sentido, muchos aspectos del aprendizaje y de la conducta indican que los animales poseen una representación interna del entorno (Carreiras 1986).

El aprendizaje visual, ha sido muy estudiado en insectos. Por ejemplo, se observó que los adultos de *Orius majusculus* (polífago depredador) son capaces de responder a estímulos visuales aprendidos durante las etapas larvarias de desarrollo (Hénaut et al. 1999).

En el medio natural los animales desarrollan diversos movimientos aprendidos, relacionados con la capacidad de adquirir y retener asociaciones de las características del ambiente, lo que permite al organismo desenvolverse en el espacio (Carreiras 1986).

El proceso en el cual se determina y mantiene una trayectoria de un lugar a otro, a través de la dirección hacia el objeto y la estimación de distancia para llegar a él, es conocido como navegación (Vila et al. 2003). La integración de una ruta se realiza en la mayoría de los casos mediante memorización, y proporciona al individuo una relación entre la posición de partida y final (meta) (Vicent et al. 2003). Para poder alcanzar la meta y mediante la memorización de sitios, el organismo utiliza un sistema interno de referencia basado en el lugar de salida (Santín et al. 2000).

Un rasgo importante durante la búsqueda de alimento es la habilidad de localizar dichas fuentes de alimento. Estas habilidades cognitivas comunes en vertebrados, están probablemente relacionadas con la capacidad de explotación del hábitat, distribución espacio – temporal de los recursos

alimenticios (Healy y Jones 2002). Un factor importante a tomar en cuenta es la capacidad que presentan los animales para reaccionar ante cambios temporales y espaciales de la distribución de los alimentos y ante las modificaciones naturales o antropogénicas del medio ambiente. Una de estas capacidades se ha desarrollado en el uso de mapas mentales. (Healy et al. 2005).

El término de mapa mental o cognitivo fue acuñado por Tolman (1948), con la finalidad de definir el carácter espacial de la memoria ambiental (Carreira, 1986). Este puede definirse como la habilidad que tienen los animales de recordar y regresar a aquellos lugares en los cuales existe alimento o algún sitio idóneo para descansar (Di Fiore y Suarez 2007).

A pesar de que muchas especies de aves y mamíferos son capaces de aprender y recordar numerosos sitios de alimentación; las diferentes presiones selectivas, han generado diferencias interespecíficas en el rendimiento y estrategias empleadas para alimentación lo que se ve reflejado en el desarrollo de diferentes estrategias de forrajeo (Healy et al. 2005). El forrajeo entendido como búsqueda de alimento, se caracteriza por sesiones de salida y entrada en diferentes periodos de transición en los que los animales toman decisiones sobre la orientación para encontrar fuentes de alimento (Gutiérrez 1998). Por ejemplo, la mayoría de los herbívoros generalmente buscan y consumen plantas que encuentran en su medio, mientras que algunas especies las cultivan, garantizando una disponibilidad mayor de comida a lo largo del año (Holldobler y Wilson 1990).

1.2 Enriquecimiento ambiental.

El enriquecimiento ambiental es una técnica en la cual se añade a un entorno de cautiverio diferentes tipos de estímulos, ya sean físicos u ocupacionales, y que modifican el ambiente con la finalidad de ayudar a animales a desarrollar conductas similares a las que pudieran presentar en un ambiente natural (Shepherdson et al. 1998).

Numerosos estudios han demostrado que animales criados en ambientes enriquecidos (mayor número de estímulos favorables) presentan un mejoramiento en capacidades perceptivas motoras y de aprendizaje, especialmente durante las primeras fases del desarrollo (Greenough y Juraska 1979, Rosenzweigh 1979).

Para que un animal en cautiverio desarrolle una buena capacidad de respuesta (cambio positivo en la conducta), requiere ser sometido a estímulos durante cierto periodo de su desarrollo, lo que ayudará a ampliar su instinto exploratorio o de búsqueda (Rosenzweigh 1979). Además, ayudan a reducir conductas estereotipadas (secuencias de conductas repetidas), satisfacer necesidades físicas y psicológicas del animal, reducen el estrés y amplían su capacidad de adaptación ante nuevas situaciones (Mason et al. 2006, Wells 2009).

1.3 Reintroducción

Hoy en día el interés por la conservación de los recursos naturales ha aumentado a nivel nacional e internacional, tanto en el ámbito público como en el privado, para lo cual se han creado áreas naturales protegidas, programas de conservación, estudios poblacionales, estudios etológicos y de rescate de especies silvestres (SEMARNAT 2001).

El término “reintroducción” se refiere a “la liberación de animales silvestres criados en cautiverio con el propósito de establecer una nueva población, restablecer una población extirpada o aumentar una población con números muy bajos” (Griffith et al. 1989). Este procedimiento no siempre es una buena opción para restaurar la población de cierta especie, debido a que muchos animales criados en cautiverio son incapaces de adaptarse a la vida silvestre. Una de las causas principales es la depredación, ya que en cautiverio los animales dejan de expresar conductas adecuadas contra los depredadores. Por esta razón, se han empezado a incluir entrenamientos contra depredadores y búsqueda de alimentos en los procedimientos de preparación previa a las liberaciones (Griffin et al. 2001). Existen varios ejemplos de reintroducciones exitosas fundadas en estudios de comportamientos como son el hurón de patas negras (*Mustela nigripes*), el cóndor de California (*Gymnogyps californianus*) (Vargas et al. 1999), entre otros.

1.4 El Manatí Antillano.

Existen actualmente cuatro especies de sirenios a nivel mundial, el manatí del Amazonas (*Trichechus inunguis*), el manatí Africano (*T. senegalensis*), el manatí de las Indias Occidentales (*T. manatus*) y el Dugón (*Dugong dugon*) (Hartman 1979).

Se reconocen dos subespecies de manatí de las Indias Occidentales: el manatí de la Florida (*T. m. latirostris*) y el manatí Antillano (*T. m. manatus*), ambas calificadas como en peligro de extinción en la Lista Roja de la UICN (Deutsch et al. 2008). El manatí Antillano, también conocido como “vaca marina”, es un mamífero acuático, que se alimenta de vegetación tanto

sumergida como flotante que encuentra en costas, ríos y lagunas (Hartman, 1979). Habita en ríos y zonas costeras de México, las Antillas, Centroamérica y el noreste de América del Sur (Lefebvre et al. 2001).

Los manatíes se caracterizan por presentar un cuerpo fusiforme, color gris, con pelos finos dispersos por todo el cuerpo. En la parte anterior del cuerpo presenta dos extremidades en forma de remos y armadas con uñas, así como un hocico chato con labios flexibles y carnosos provistos de pequeñas cerdas sensibles llamadas vibrisas. En la parte posterior, se presenta una cola horizontalmente aplanada, (Quintana y Reynolds, 2010).

1.4 Órganos sensoriales del Manatí.

La visión de los sirenios se ha considerado pobre en comparación con la de otros mamíferos marinos, debido al pequeño tamaño de los ojos (Dexler y Freund, 1906). Los manatíes presentan ojos pequeños (1.9 cm de diámetro), de forma esférica (Piggins, 1983) un nervio óptico delgado, un párpado circular, en el cual los músculos del ojo externo y los nervios que controlan los movimientos del párpado son pequeños, (Dexler y Freund, 1906); la presencia de fotorreceptores de varilla indican que probablemente puedan ver en plena luz y penumbra, además de detectar y distinguir cambios en la luz y distinguir colores (Cohen et al, 1982).

La visión mostrada por los manatíes es de tipo dicromática, similar a la observada en pinnípedos (focas, lobos marinos), lo que apoya la evidencia anatómica de la existencia de los dos tipos de fotorreceptores, uno en sintonía con longitudes de onda azul y el otro en sintonía con longitudes de onda verde, además de detectar estímulos visuales, tanto dentro como fuera del agua

(Griebel y Schmid, 1996), y discriminar diferencia de brillos (Griebel y Schmid, 1997).

La presencia de conos y bastones en las retinas, permite a los manatíes diferenciar formas y patrones a varios metros de distancia (Reynolds y Odell 1991); en aguas muy transparentes los manatíes responden a estímulos visuales a decenas de metros (Hartman, 1979), a pesar de que las retinas están vascularizadas (Haper et al, 2005). El bajo número de células ganglionares, indica que la visión del manatí es moderadamente desarrollada, lo que se refleja en una baja resolución del sistema visual y sugiere que los manatíes solo son capaces de distinguir objetos de gran tamaño angular (Mass et al, 2012 y Bauer et al, 2003).

Hartman (1979) reporta que observaciones realizadas sobre la conducta visual del manatí, muestran lo contrario, aunque la ausencia de pruebas cuantitativas en sus observaciones no lo sustenta.

Los sirenios presentan cerdas sensibles (vibrisas) en el cuerpo, presentando una mayor densidad de estas en la cara (Reep et al, 1998). Las vibrisas son utilizadas para realizar exploración táctil, discriminación de objetos, captación de plantas durante la alimentación, detección de corrientes de agua y detección de otros sirenios (Marshall et al 2008). Por lo tanto la presencia de estas estructuras compensa la limitada capacidad visual de los manatíes (Sarko et al, 2007).

El tamaño del cerebro de estos mamíferos marinos es relativamente pequeño, en comparación con el tamaño corporal, sin embargo la corteza cerebral que presentan es similar a la de mamíferos con cerebros grandes, lo

que indica que los manatíes podrían poseer una gran capacidad cognitiva (Sarko et al, 2007).

1.6 Conducta del Manatí.

Hartman (1979), realizó el primer seguimiento a largo plazo del comportamiento de los manatíes en CrystalRiver, Estados Unidos. Dicho estudio muestra que estos organismos no han tenido la necesidad de desarrollar patrones complejos de comportamiento; probablemente por la falta de depredadores, abundancia de alimento y la temperatura constante en las aguas que habitan (Hartman 1979).

Koelsch (1997) observó cierto nivel de sociabilidad entre manatíes adultos en la Bahía de Sarasota, Florida.

Castelblanco- Martínez (2000) realizó un estudio de comportamiento de un manatí amazónico en Colombia, estableciendo el primer catálogo de conductas para la especie, el cual podría tomarse como base para el estudio de manatíes en vida silvestre.

Viloria-Gomora (2001) registró la conducta y manejo de una cría en cautiverio de manatí del caribe (*Trichechus manatus manatus*), en el Parque Xcaret, en México, describiendo 14 pautas conductuales agrupadas en tres categorías funcionales que fueron: conductas de mantenimiento, conductas de arreglo o bienestar y conductas sociales. Observó que en el 80% de los meses estudiados hubo una diferencia entre la actividad de día y la actividad de la noche.

Charry (2002), dio continuación a las observaciones realizadas por Castelblanco-Martínez registrando 39 conductas iguales a las reportadas en el

estudio anterior, y 19 comportamientos nuevos en el individuo, esto debido a que el organismo fue cambiado de hábitat, de un estanque a una pequeña laguna. Se notó que el animal huía de estímulos de origen humano. Las conductas observadas demostraron que probablemente el organismo sería apto para ser liberado al medio silvestre.

King y Heinen, (2004), evaluaron patrones de comportamiento de manatíes de la Florida (*Trichechus manatus latirostris*) en función de la presencia y actividades de los bañistas recreacionales y las embarcaciones en y los alrededores de Crystal River National Wildlife Refuge, Florida. Así mismo interacciones humano – manatí y la frecuencia del acoso de manatíes por los bañistas. El tiempo de actividad (nado) aumentó en presencia de los bañistas, mientras que el tiempo dedicado al descanso en el fondo y cuidado a las crías disminuyó. Con este estudio, se llegó a la conclusión de la importancia de contar con santuarios sin entradas para la conservación de manatíes en la zona y así contar con la posibilidad de ampliar la red de santuarios.

Harper y Schutle (2005), observaron hembras de manatíes de Florida (*Trichechus manatus latirostris*) en cautiverio, reportando las interacciones de tipo social e implicaciones para la liberación y cuidado del manatí.

Gomes et al (2008), registraron patrones de comportamiento en manatíes del Caribe en cautiverio, observando que aquellos animales con mayor actividad exploratoria, podrían ser exitosos en vida libre.

Holguín (2008) realizó un estudio del comportamiento del manatí del Caribe (*Trichechus manatus manatus*) en Brasil, reportando conductas categorizadas en conductas esenciales: reposo, desplazamiento, alimentación e ingestión de agua, actividades estereotipadas como pegar la cabeza contra la

pared y girar en círculos dentro del área, conductas agonísticas y de afiliación en machos, mientras que en las hembras se observó mayor frecuencia en la categoría de estereotipia, y una mayor timidez en los comportamientos sociales. Se encontró que los manatíes fueron indiferentes a los humanos, lo cual señala que no eran perturbados por las actividades humanas.

Arévalo-Sandi et al (2010), registró y evaluó la conducta de un acrí de *Trichechus inunguis* en cautiverio, obteniendo un catálogo etológico con 35 conductas. Las observaciones se realizaron con el fin de evaluar posibilidades de liberación.

Mercadillo-Elguero (2010), realizó un estudio de comportamiento con un manatí del caribe (*Trichechus manatus manatus*) en semicautiverio, en el estado de Quintana Roo, encontrando 108 conductas, de las cuales 43 se describen como nuevas para la especie. En base a lo encontrado en relación con la conducta alimentaria, ritmo de actividad y uso del espacio evidencio que el manatí no es apto para la reintroducción al medio natural debido a la dependencia de la alimentación artificial y a la impronta hacia el ser humano; por lo que propone en posteriores procesos de rehabilitación, disminuir el vínculo entre los manatíes y los cuidadores. Además de mostrar que un manatí en semicautiverio realizó conductas mucho más variadas y complejas que aquellos encontrados en cautiverio.

Hénaut et al (2010), reportan patrones característicos de comportamiento durante periodos de día y noche. Dichos patrones muestran fuertes interacciones sociales entre hembras y machos; en organismos cautivos.

Kikuchi et al (2011); registraron el comportamiento de nado de manatíes amazónicos (*Trichechus inunguis*). Se categorizaron comportamientos antes y

después de su reintroducción al río, con el fin de investigar sus comportamientos en estado silvestre, anotando que después de la reintroducción, los manatíes bucearon repetidamente, se noto que los animales tendieron a moverse al lago o arroyos. Siendo este trabajo el primer reporte que muestra detalladamente el comportamiento de nado de los manatíes amazónicos en vida silvestre.

Arévalo-Sandi et al (2011), reportaron un catalogo de 92 conductas de dos manatíes en Perú. El estudio revelo fuertes interacciones entre los individuos, sugiriendo que los juegos son una actividad social importante en los procesos de aprendizaje, y sugieren que la sincronización de comportamientos puede ser relevante para evitar depredadores y las relaciones intraespecíficas pueden facilitar la sobrevivencia, por lo que las relaciones sociales pueden mejorar el éxito de las liberaciones.

Arévalo-Sandi (2012), registró un catálogo de comportamientos sociales para el manatí amazónico (*Trichechus inunguis*), con 93 conductas. Las conductas sociales más frecuentes fueron: Desplazamiento Sincronizado y Descanso Grupal. Cuando uno de los manatíes (Yuri) inició el comportamiento, se observo una mayor frecuencia en la categoría agonística, seguida por una categoría afiliativa; mientras que cuando Nauta inició algún comportamiento se observó una mayor frecuencia de desplazamiento sincronizado.

Ochoa-Pérez (2012) reporta que manatíes cautivos en parques y acuarios de México, muestran conductas estereotipadas, presentadas en mayor proporción en aquellos organismos con menor interacción de estímulos (personas).

El conocer las conductas mostradas por manatíes en cautiverio y semi cautiverio, ayudan a entender mejor la especie. Por lo tanto, el presente estudio, se enfocó en evaluar la capacidad de aprendizaje ligado a la presencia de estímulos visuales (formas) de un manatí antillano, relacionando dichos estímulos con la presencia de alimento (forrajeo). Además, pretendió evaluar la menor cantidad de conductas estereotipadas en el organismo gracias al enriquecimiento ambiental (formas), y así contribuir con un conocimiento que podría servir como base para que los futuros entrenamientos se enfoquen en la rehabilitación de los organismos con la finalidad de garantizar una reintroducción exitosa de los mismos.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Comprobar la capacidad de aprendizaje de un manatí Antillano (*Trichechus manatus manatus*) relacionado con la ubicación del alimento.

Objetivos particulares

Objetivo 1

- Evaluar la capacidad del manatí para detectar y distinguir formas visuales.

Objetivo 2

- Evaluarla preferencia del manatí hacia algún tipo de estímulo visual en particular (forma).

Objetivo 3

- Comprobar si el manatí reconoce una señal visual en particular y la asocia con la presencia de alimento.

Objetivo 4

- Demostrar si el manatí usa la información visual aprendida, relacionada con la presencia de alimento en un entorno específico, una vez que se encuentra en un entorno diferente.

3. Hipótesis

Hipótesis 1

- El manatí es capaz de distinguir entre diferentes formas visuales.

Hipótesis 2

- El manatí muestra preferencia por una forma visual en particular.

Hipótesis 3

- El manatí desarrolla preferencia por algún estímulo visual (figura) en particular. y lo relaciona con la presencia de alimento.

Hipótesis 4

- El manatí usa la información aprendida de forma visual en un entorno particular y lo relaciona con la presencia de alimento en un entorno diferente.

4. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Sujeto de estudio

Se trabajó con un manatí Antillano macho de siete años de edad de nombre “Daniel”, que se encuentra bajo el régimen de semicautiverio en Laguna Guerrero, Quintana Roo, México, con acceso regularmente libre a la laguna en donde habita. Este organismo fue encontrado huérfano en septiembre de 2003 en dicha laguna con aproximadamente una semana de vida (Padilla 2007) (Fig. 1).



Figura1. El manatí Antillano Daniel de siete años de edad. Fotografía J. Padilla.

Se estableció un programa de rehabilitación y manejo del organismo, con dos etapas generales. La primera etapa inicio en 2003 y duró 8 meses.

Durante este periodo, se realizaron cuidados intensivos al organismo en El Colegio de la Frontera Sur. La segunda etapa dio inicio el 19 de mayo de 2004, cuando el manatí fue trasladado a Laguna Guerrero, con la finalidad de que el animal se acostumbrara a su nuevo hábitat, tuviera interacción con otros individuos de su especie, y aprendiera a alimentarse por sí mismo (Padilla, 2007).

4.2. Sitio de estudio

Las observaciones de conducta se llevaron a cabo de mayo a julio de 2011, en el centro de Atención y Rehabilitación de Mamíferos Acuáticos (CARMA), ubicado en Laguna Guerrero, en el poblado del mismo nombre, en el Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Se trabajó en un encierro cercano a la orilla de la laguna, el cual es un área rectangular de madera de 17.30 x 15 m, rodeado por un muelle del mismo material y una profundidad de tres metros (Fig. 2).



Figura 2. Centro de Atención y Rehabilitación de Mamíferos Acuáticos (CARMA), en Laguna Guerrero.

4.3 Material.

Como estímulos visuales, se utilizaron cuatro formas geométricas de acrílico blanco: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono, de 50 x 50 cm. En la parte inferior de cada figura, se colocó tubo de PVC de 1 pulgada, en forma de "U", el cual fue relleno con pedazos de plomo y sellada con tapas de PVC. La estructura se sujetó a la figura con cinturones de plástico a fin de mantenerla en posición vertical bajo el agua y evitar la flotación de la misma. En el centro de cada figura, se hicieron dos orificios de 1.5 cm de diámetro, a través de los cuales se pasó un pedazo de hilo de pesca, para sujetar el alimento (lechuga orejona). La elección de la lechuga orejona se realizó con base a observaciones previas sobre la preferencia de alimento (lechuga orejona vs lechuga romana) realizadas por la autora del presente trabajo. Se utilizaron cámaras de llanta que sirvieron como flotadores, para sujetar las formas, una vez que estas fueron mostradas al organismo fuera del área de estudio o encierre. (Figura 3).



Figura 3 a) Forma geométrica de placas de acrílico blanco y lechuga orejona, b) Formas geométricas, c) Cámaras de llanta.

4.4 Método

4.4.1 Colecta de datos.

Se utilizó el método “muestreo focal” (Altmann, 1974), que consiste en la observación de un organismo o un pequeño grupo, durante cierto periodo de tiempo, registrando y midiendo la duración de las conductas observadas. Se realizaron seis horas de observación, de lunes a viernes, divididas en periodos de treinta minutos. Dichas observaciones se efectuaron durante la mañana (ocho a once horas) y por la tarde (doce a catorce horas), con periodos de descanso de diez minutos entre cada observación, acumulando un total de cinco repeticiones por día. El horario de observación fue elegido con base en observaciones preliminares, mediante las cuales se detectó una mayor actividad del organismo en esas horas del día.

Se realizaron observaciones en ausencia(en blanco) y presencia de estímulos. Para las observaciones en blanco, se trazaron cuadrantes imaginarios dentro del encierro de un metro y medio, que correspondieron a las zonas en las cuales se colocaron los estímulos, en las observaciones en presencia de formas.

Se generó un catálogo de conductas enfocado en la presencia de estímulos visuales (formas), para evaluar la capacidad de aprendizaje de un manatí en manatí antillano en semicautiverio. Se tomó como base algunos comportamientos del catálogo de conductas descrito por Castelblanco-Martínez (2000) para el manatí amazónico y retomado por Mercadillo- Elguero (2010) para el manatí antillano. Las conductas retomadas de los catálogos anteriores fueron agrupadas en gira, nada, sale a superficie, respira, descansa y saca la

cabeza; ya que para fines de este trabajo no se requirió de una observación detallada de todas las conductas realizada por el organismo.

Los datos del catálogo se recopilaron mediante el método de muestreo focal (ver arriba) y muestreo “*Ad libitum*” (Altmann, 1974), el cual consiste en observaciones informales de conductas, se registra todo lo que ocurre sin restricciones y permitiendo una toma completa de datos etológicos tanto en frecuencia como en tiempo. Se usa durante las observaciones preliminares y para registrar eventos importantes, raros o inesperados. El muestreo se realizó por un periodo de cinco días, tiempo durante el cual se llevaron a cabo las observaciones que sirvieron como grupo testigo.

Debido a que los manatíes de aguas clara distinguen estímulos visuales (Hartman, 1979), se consideró un círculo imaginario de 50cm de diámetro alrededor de cada una de las formas geométricas para registrar las conductas relacionadas con la presencia de estímulos. La respuesta ante el estímulo se tomó como positiva cuando la cabeza del manatí se encontraba dentro del diámetro del círculo a la altura del estímulo ó forma (Figura 4).



Figura 4. Respuesta positiva del manatí Antillano, ante la presencia de estímulos visuales.

Los datos registrados durante el estudio fueron: desplazamientos; tiempo que tardo el animal en cada una de las figuras y conductas, realizadas por el animal.

Para medir los desplazamientos se registró la cantidad de visitas y el número de pases que realizó el organismo entre las cuatro formas.

Se tomó el tiempo que el animal transcurrió en una forma y el tiempo que pasó en los cuadrantes arriba mencionados.

Se registro de manera continua la secuencia de conductas definidas en el catalogo de conductas.

4.4.2 Experimento

El general el experimento consistió en mostrar al individuo cuatro estímulos visuales (formas geométricas), colgadas en serie en un extremo del encierro y cuidando de que cada forma permaneciera completamente sumergida. Las formas fueron cambiadas de lugar al azar en cada observación, con la finalidad de que el manatí no se acostumbrara a observarlas en un solo sitio (Fig. 5).



Figura 5. Estímulos visuales mostrados al manatí Antillano, bajo el agua.

El trabajo constó de siete etapas, que se describen a continuación:

- a) Primera etapa: ausencia de estímulos dentro del agua. Estas observaciones fungieron como grupo testigo (figura 6).



Figura 6. Observaciones sin presencia de estímulos visuales.

- b) Segunda etapa: se muestrande manera individual, cada una de las formas geométricas al manatí, para que se acostumbre a la presencia de las mismas(Fig. 7).



Figura 7.Figuras geométricas, mostradas de forma individual al manatí Antillano.

- c) Tercera etapa: se realizaron nuevamente observaciones en ausencia de formas, con el fin de observar si el organismo realizó nuevas conductas, después de la presencia de forma y así contrastar con las observaciones del testigo (Fig. 8).



Figura 8. Observaciones en ausencia de estímulos visuales.

- d) Cuarta etapa: se presentan, en conjunto los cuatro estímulos visuales (cuadrado, triángulo, círculo y hexágono, Fig. 9).



Figura 9. El manatí Antillano en presencia de estímulos visuales.

- e) Quinta etapa(Entrenamiento): El entrenamiento consistió en mostrar la forma geométrica menos preferida por el animal, colocando alimento (lechuga orejona) en la parte frontal (5 muestreos) y trasera de la misma (5 muestreos), (Fig. 10).



Figura 10. Entrenamiento con presencia de alimento en la parte frontal y trasera del cuadrado.

- f) Sexta etapa: se le presentaron nuevamente las cuatro formas en conjunto al animal, sin alimento (Fig.11).



Figura 11. El manatí Antillano en presencia de los cuatro estímulos visuales, sin presencia de alimento.

g) Séptima etapa: Se mostraron una vez más al organismo los cuatro estímulos visuales en conjunto y sin alimento, pero esta vez fuera del área de trabajo. (figura 12).

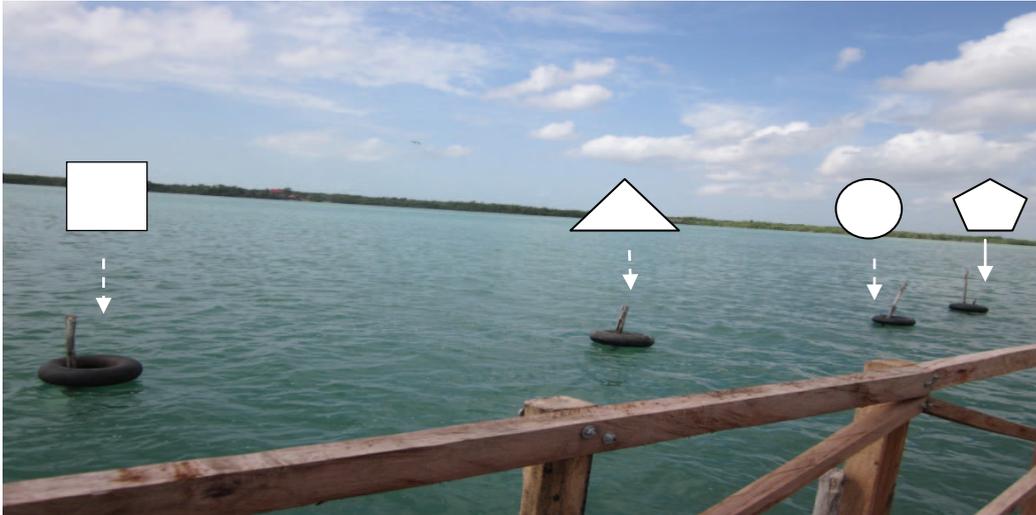


Figura 12. Estímulos visuales sin presencia de alimento fuera del área de trabajo.

4.5 Análisis

Primer objetivo (Reconocimiento de señales visuales). Usando los datos colectados durante las observaciones de la segunda etapa, en presencia de las formas, se comparó:

(i) el número de pases (numero de veces que nada frente a las formas) y frecuencia de visitas (número de veces que interactúa con las formas) a cada forma, mediante la prueba estadística Friedman.

(ii) los tiempos promedios que pasó el animal en cada una de las formas, mediante la prueba no paramétrica de Friedman.

(iii) el tiempo promedio que pasó el organismo en ausencia (primera etapa) y en presencia (segunda etapa) de los estímulos visuales, a través de la prueba de Wilcoxon.

(iv) la frecuencia con la que el manatí realizó conductas características antes (primera etapa) y después de la presencia de formas (segunda etapa), fue analizada mediante la prueba no paramétrica Wilcoxon.

(v) Las conductas realizadas por el manatí en ausencia (primera etapa) y en presencia (segunda etapa) de estímulos se analizaron mediante la prueba Cochran.

(vi) La secuencia de conductas de las primeras dos etapas, se usaron para elaborar dos diagramas de flujo correspondientes a cada etapa.

Segundo objetivo (preferencia por un estímulo en particular). El tiempo promedio que pasó el animal en ausencia (primera etapa) y presencia (segunda etapa) de las figuras, presentadas de forma individual, fue analizado aplicando nuevamente la prueba de Wilcoxon.

Tercer objetivo (aprendizaje). Reconocimiento de una señal visual asociado a la presencia de alimento.

(i) entrenamiento (quinta Etapa):

a) se comparó el tiempo que tardó el manatí en llegar a la forma con presencia de alimento (lechuga orejona), cuando la lechuga se mostró en la parte frontal, con el tiempo cuando el alimento se colocó en la parte trasera de la figura mediante la prueba Wilcoxon.

b) Se comparó también el tiempo que tardó el organismo en comenzar a consumir el alimento, cuando este se mostró en la parte delantera y trasera de la forma, mediante la prueba Wilcoxon.

c) Se elaboraron dos diagramas, en donde se muestran las secuencias de conductas, cuando el alimento se mostró frente a la forma y cuando el alimento se colocó detrás de la misma.

(ii) Reconocimiento de una forma asociada al alimento:

a) El número de pases frente a cada una de las formas después del entrenamiento (sexta etapa), se analizó mediante la prueba de Friedman.

b) La prueba no paramétrica de Wilcoxon se aplicó para comparar la frecuencia con la que el manatí visitó las formas antes del entrenamiento (etapa cuatro), y después del entrenamiento (etapa seis).

c) El tiempo promedio que pasó el animal en cada una de las formas antes (cuarta etapa) y después (sexta etapa) del entrenamiento, también se analizó mediante la prueba Wilcoxon.

d) La frecuencia promedio con la que el organismo realizó conductas antes (cuarta etapa) y después del entrenamiento (sexta etapa), la frecuencia promedio de conductas en presencia de los cuatro estímulos visuales antes (cuarta etapa) y después del entrenamiento (sexta etapa), se analizaron mediante un Wilcoxon.

e) La duración promedio de las conductas realizadas por el manatí en cada una de las formas antes (cuarta etapa) y después (sexta etapa) del entrenamiento, fueron analizadas mediante la prueba Wilcoxon.

f) Las secuencias de conductas después del entrenamiento, se mostraron en diagramas de flujo.

Cuarto objetivo (Uso de la información visual en un entorno diferente). Se estimó la frecuencia de conductas realizadas por el manatí Antillano, durante la séptima etapa para determinar si el organismo usó la información visual aprendida en un área específica, en un entorno diferente y la asoció con la presencia de alimento.

5 RESULTADOS

En el catálogo de comportamientos, se describen quince conductas agrupadas en cuatro diferentes categorías: dispositivos, conductas táctiles, desplazamientos y otros. Las categorías de dispositivos y conductas táctiles, se enfocaron a la presencia de estímulos, mientras que las categorías de desplazamientos y otros se tomaron de los catálogos de conductas descritos por Castelblanco-Martínez y Mercadillo-Elguero (Cuadro 1).

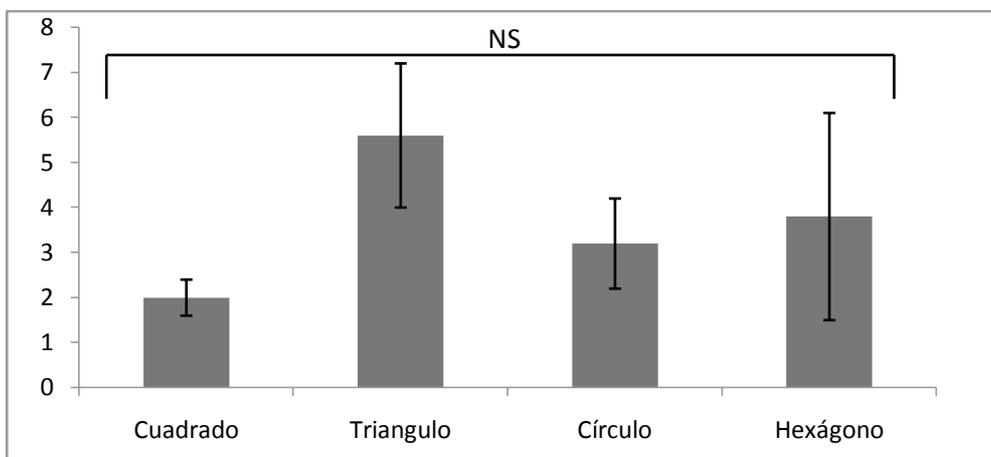
Categoría	Comportamiento	Clave	Descripción
Formas	Ve forma	VF	Voltea la cabeza dirigiendo la mirada hacia las formas.
Conductas táctiles	Toca forma con el hocico	TFH	Toca el contorno y centro de la forma con el hocico.
	Toca forma con la aleta	TFA	Toca y sujeta la figura con las aletas, en posición de abrazo.
	Juega con figura	J	Toca la figura con el hocico, aletas, gira con ella, abraza, la pone sobre el dorso.
	Busca alimento detrás de la forma	VV	Toca la forma con las aletas, girando la misma. Rodea el contorno trasero de la figura con hocico y muerde la forma.
	Descansa sobre la figura	DSF	Acomoda y apoya la parte delantera del cuerpo sobre la figura.
	Muerde figura	MM	Toca el contorno de la figura con el hocico y al llegar a la parte superior muerde la misma.
	Patrulla forma	PT	Nada constantemente frente a las formas.
	Come	C	Acerca el hocico a la forma y consume el alimento.
Desplazamiento			
	Gira	G	Se queda quieto en un lugar del encierro y comienza a girar sobre su propio eje.
	Nada	N	Se desplaza hacia el frente, impulsándose por el movimiento dorso-ventral de la cola, las aletas permanecen en contacto con los costados.
	sumergido	S	Nada sumergido en el agua.
	Sale a superficie	SP	Después de un tiempo sumergido, sale a la superficie.
	Respira	R	El animal se desplaza cerca de la superficie. Levanta la cabeza permitiendo la exposición de las narinas para llevar a cabo la respiración.
Otros	Descansa	D	Se queda quieto en un lugar del encierro en posición vertical, con las aletas de los costados en forma de rezo.
	Saca la cabeza	SC	Avanza hacia la superficie, la cabeza sale del agua, ondula la cola, impulsando el cuerpo hacia arriba.

Cuadro 1. Catalogo de conductas enfocado a la presencia de estímulos, para evaluar la capacidad de aprendizaje de un manatí antillano del Centro de Rehabilitación y Atención de Mamíferos Acuáticos (CARMA).

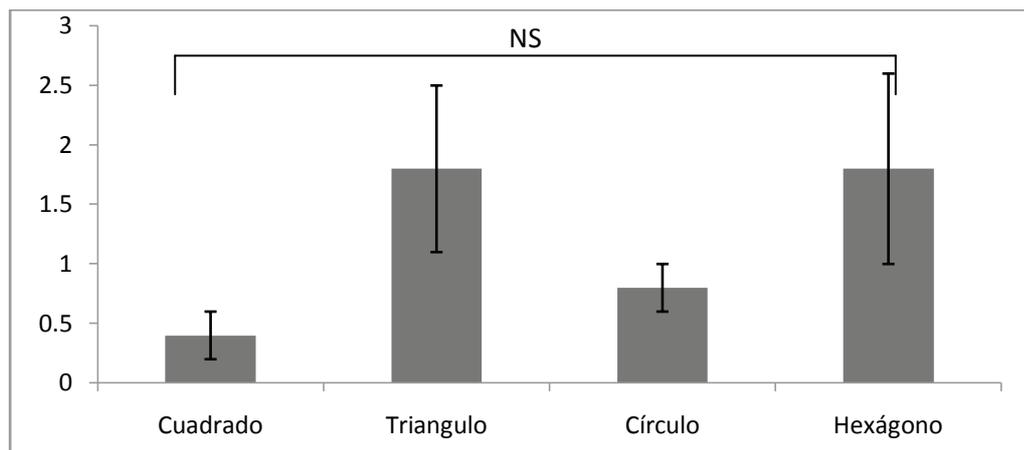
5.1 Detección y distinción de formas visuales (primer objetivo).

5.1.1 Desplazamientos

Los datos de la segunda etapa, mostraron que el número de pases que realizó el animal frente a las figuras (Friedman, $F= 2.74$, $df= 3$, $P= 0.43$), y la frecuencia con la que visitó los estímulos (Fiedman $F= 5.9$, $df= 3$ $P= 0.11$, Figura 2), no fue significativamente diferente (Gráficas 1 y 2.).



Gráfica 1. Frecuencia promedio para el número de pasos que realizó el manatí, en presencia de las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono. NS= No significativo. Barras representan error estándar (ER).



Gráfica 2. Frecuencia promedio para el número de visitas que realizó el manatí, en presencia de las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono. NS= No significativo. Barras representan error estándar (ER).

5.1.2 Tiempo

No se encontraron diferencias en el tiempo promedio que pasó el manatí en cada una de las cuatro formas (Friedman $F=6.81$, $gl=3$, $P= 0.78$) (Tabla 1). El tiempo promedio que pasó en los cuadrantes, en ausencia de las formas (primer etapa), fue de 12.4 ± 4.46 min, y en presencia, 25.20 ± 3.6 min, lo cual demostró que tampoco hubo diferencias entre el tiempo (Wilcoxon $Z= 1.82$, $P= 0.06$).

FORMAS	TIEMPO
Cuadrado	0.4 ± 0.3
Triangulo	0.5 ± 0.2
Circulo	0.6 ± 0.3
Hexágono	1.4 ± 0.7

Tabla 1. Tiempo promedio en minutos que pasó el manatí frente a cada una de las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono.

5.1.3 Conductas

Se registraron siete conductas categorizadas como típicas, antes de mostrar los cuatro estímulos visuales al manatí (etapa uno), las cuales fueron ejecutadas por el organismo bajo cualquier circunstancia (Figura 13).

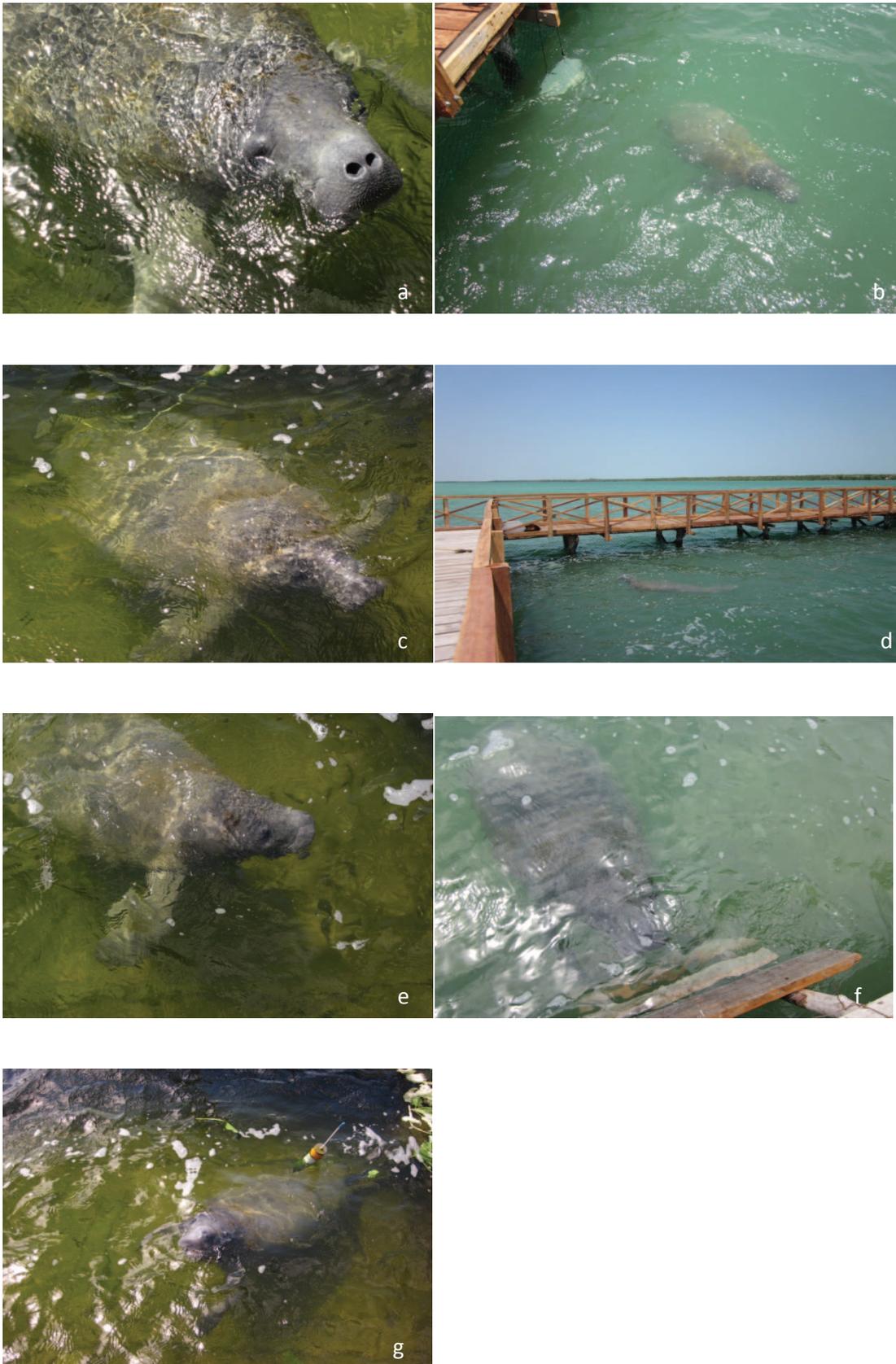


Figura 13. Conductas típicas realizadas por el manatí Antillano: a) “respira”, b) “gira”, c) “nada”, d) “sumergido”, e) “sale a la superficie”, f) descansa, g) “saca la cabeza”.

Después de mostrar las formas al animal, éste ejecutó nuevas conductas ligadas a la presencia de las figuras, lo que demostró diferencias entre las conductas antes y después de la presencia de formas (Q Cochran, $Q= 5$, $P= 0.02$) (Tabla 2).

En la Tabla 3, se observa la frecuencia con la que el manatí ejecutó las conductas típicas, antes y después de la presencia de estímulos. Se nota un aumento significativo en la conducta “nada” y una disminución significativa en la ejecución de la conducta “descansa”, en presencia de las formas.

CONDUCTAS	SIN ESTIMULOS	CON ESTIMULOS
Respira	X	X
Gira	X	X
Nada	X	X
Sumergido	X	X
Sale a superficie	X	X
Descansa	X	X
Saca la cabeza	X	X
Ve la forma	-	X
Toca la forma con el hocico	-	X
Toca la forma con la aleta	-	X
Juega con la figura	-	X
Patrulla figura	-	X

Tabla 2. Lista de conductas realizadas por el manatí. (X)= conducta realizada, (-) conducta no realizada.

CONDUCTAS	SIN ESTÍMULOS	CON ESTÍMULOS	P
Respira	5.4 ± 0.97	7.4 ± 0.81	NS
Gira	2.0 ± 0.31	1.2 ± 0.37	NS
Nada	1.2 ± 0.58	11.6 ± 4.2	0.04
Sumergido	15.4 ± 0.74	15.6 ± 4.09	NS
Sale a superficie	2.8 ± 0.37	1.8 ± 0.7	NS
Descansa	3.8 ± 1.1	0.2 ± 0.2	0.04
Saca la cabeza	1.2 ± 0.4	NA	NS

Tabla 3. Prueba Wilcoxon y frecuencia promedio de conductas realizadas por el manatí. NS = no significativo, NA= No aplica.

La secuencia de conductas típicas realizadas por el manatí antes de la presencia de las cuatro formas indica que el organismo siguió un patrón de comportamientos. La secuencia registrada fue la siguiente: “respira” (R) - “sumergido” (S), “sumergido” (S) - “respira” (R), “sumergido” (S) - “sale a superficie” (SP), “sale a la superficie”(SP) - “descansa”(D), “descansa” (D) - “respira” (R)(Fig. 14).

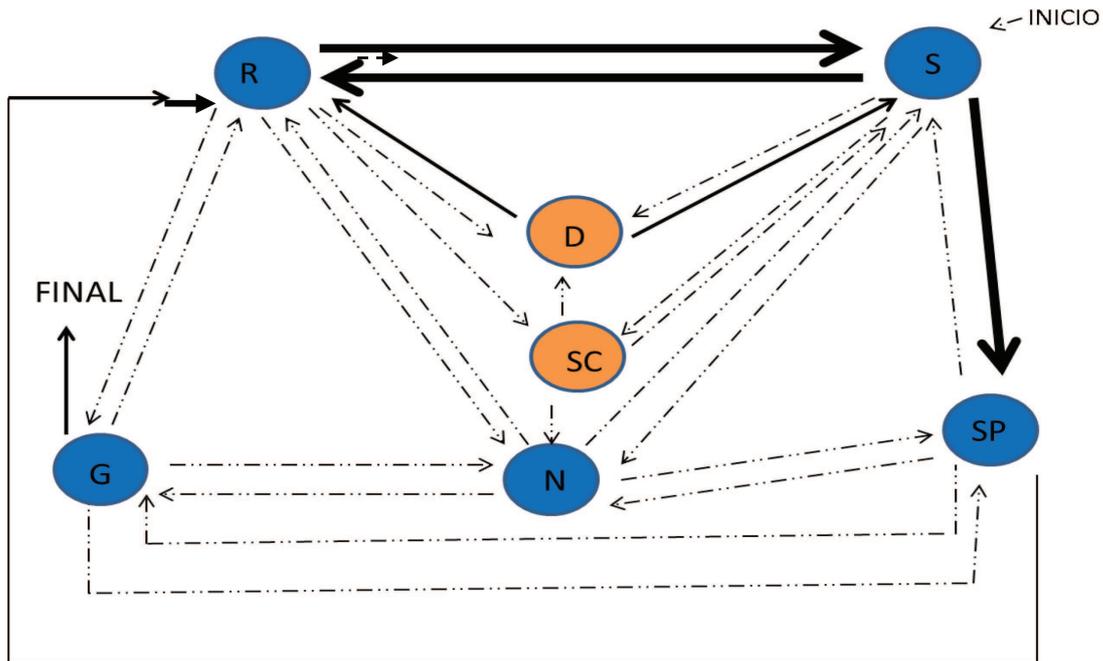


Figura 14. Diagrama de flujo de la secuencia y frecuencia de conductas realizadas por el manatí antes de la presencia de estímulos. Las flechas indican la frecuencia (número de ocurrencias) con la que el manatí realizó la secuencia de comportamientos: (- ➔) Frecuencia baja (0-4), (➔) frecuencia media (5-9), (➔) frecuencia alta, (10-19) (➔) frecuencia muy alta (20- 40). Conductas: R= respira, S= sumergido, SP= sale a superficie, N= nada, G=gira, SC= saca la cabeza, D= descansa.

La secuencia de comportamientos en presencia de los cuatro estímulos mostró que los flujos de conducta se hacen más complejos. Dicha complejidad se manifestó en la aparición de nuevas conductas ligadas a la presencia de formas y en el aumento en la frecuencia con la que el animal realiza la secuencia de conductas (Fig. 15). Ciertas conductas, como “descansa” (D), se vuelven menos importantes dentro del flujo, después de la presencia de las figuras. En tanto que otras, correspondientes a la categoría de “movimientos”, aumentan. Estos resultados indican un aumento y una mayor complejidad de la actividad ligado a la introducción de las formas en el encierro.

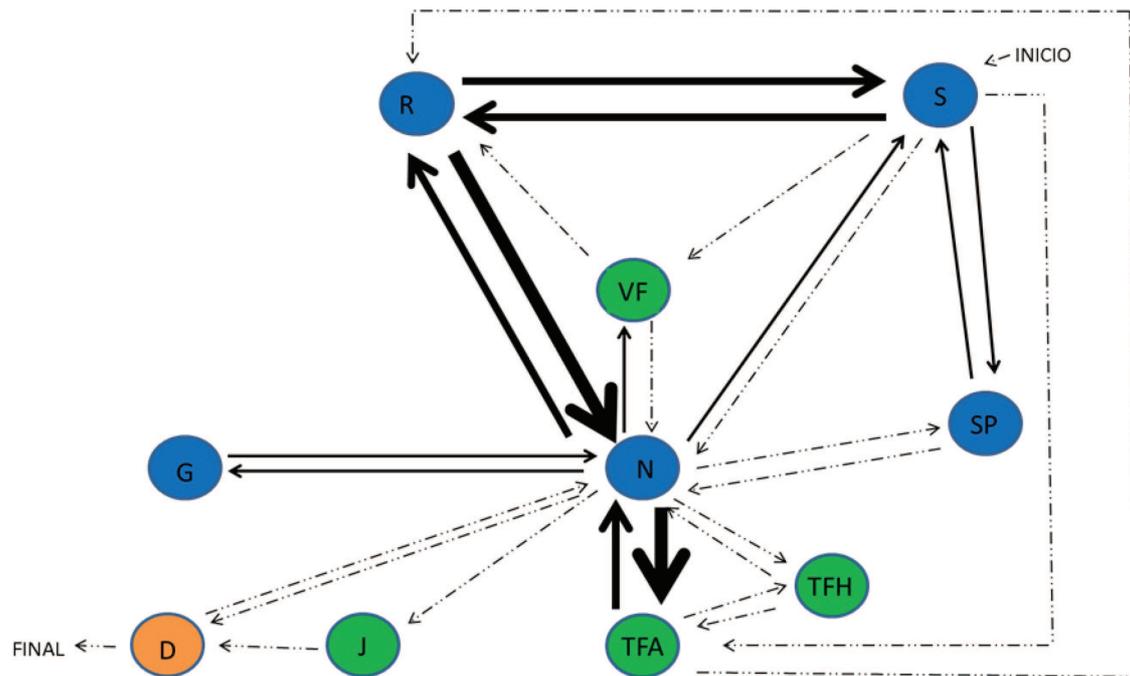


Figura 15. Diagrama de flujo de la secuencia y frecuencia de conductas realizadas por el manatí en presencia de estímulos. Las flechas indican la frecuencia (número de ocurrencias) con la que el manatí realizó la secuencia de comportamientos: (- →) Frecuencia baja (0-4), (→) frecuencia media (5-9), (→) frecuencia alta, (10-19) (→) frecuencia muy alta (20- 40). Conductas: R= respira, S= sumergido, SP= sale a superficie, N= nada, G=gira, SC= saca la cabeza, D= descansa, J=juega, TFA= Toca la forma con la aleta, TFH= toca la forma con el hocico, VF= ve forma.

En resumen, no se encontraron diferencias entre número de pases y visitas realizadas por el manatí en presencias de las cuatro formas antes del entrenamiento. Con respecto al tiempo que pasó el organismo en presencia de las cuatro formas tampoco se encontraron diferencias; sin embargo al realizar la comparación entre el tiempo que pasó el animal en ausencia y presencia de cada una de las formas se encontró que el manatí pasa más tiempo en el hexágono.

Se encontraron diferencias entre las conductas realizadas en ausencia y presencia de formas. Al comparar las conductas típicas, se encontró que la frecuencia con la que realizó la conducta “nada” aumenta, mientras que “saca la cabeza” disminuye, en presencia de formas. Finalmente en los diagramas de

flujo se observó que antes de la presencia de formas el manatí siguió una secuencia constante, que se volvió más complejo al incluirse secuencias de conductas exclusivamente ligadas a la presencia de formas.

5.2 Preferencia por un estímulo en particular (Segundo objetivo).

Al analizar el tiempo que pasó el manatí en cada una de las formas, se encontró que el animal permaneció más tiempo en el hexágono, que en el resto de las figuras (Tabla 4).

FORMAS	SIN ESTÍMULOS	CON ESTIMULOS	P
Cuadrado	3.6 ± 1.9	3.4 ± 1.4	NS
Triángulo	3.2 ± 1.4	7.6 ± 1.4	NS
Círculo	3.4 ± 0.9	6.0 ± 1.1	NS
Hexágono	4.0 ± 0.83	8.2 ± 1.7	0.04

Tabla 4. Prueba Wilcoxon y tiempo promedio en minutos, que pasó el manatí en ausencia y presencia de estímulos.

NS= No significativo.

Tomando en cuenta los resultados de los análisis realizados anteriormente, y el tiempo que paso en cada una de las formas, se eligió al cuadrado para realizar el entrenamiento.

5.3 Reconocimiento de una señal visual asociada a la presencia de alimento (Tercer objetivo).

5.3.1 Entrenamiento

Tomando en cuenta los resultados de los análisis realizados anteriormente, y el tiempo que paso en cada una de las formas, se eligió al cuadrado para realizar el entrenamiento.

El tiempo promedio que el manatí tardó en llegar al cuadrado cuando el alimento se mostró frente a la forma y detrás de la misma, se muestra en la Tabla 5.

VARIABLE	TIEMPO	P
Alimento delante de la forma	1.26 ± 0.7	NS
Alimento atrás de la forma	6.22 ± 4.0	

Tabla 5. Prueba Wilcoxon y tiempo promedio en minutos que tardó el manatí en llegar al cuadrado. NS= No significativo.

No se encontraron diferencias (Wilcoxon $Z= 0.94$, $P= 0.34$) entre el tiempo que el manatí tardó en comenzar a consumir el alimento cuando este se mostró en la parte anterior vs. la parte posterior del cuadrado. En promedio tardó en consumir la lechuga 5 ± 3 minutos (Promedio \pm ER), cuando esta se colocó frente a la forma y 8.4 ± 1.2 minutos (Promedio \pm ER) cuando el alimento se puso detrás de la figura.

El tiempo que tardó en consumir el alimento, no fue diferente cuando la lechuga se mostraron la parte frontal y cuando se puso en la parte trasera del cuadrado, (Tabla 6).

VARIABLE	TIEMPO	P
Alimento delante de la figura.	2.1 ± 0.7	NS
Alimento detrás de la figura.	1.0 ± 0.3	

Tabla 6. Prueba Wilcoxon y tiempo promedio en minutos que tardó el manatí en consumir el alimento. NS= No significativo.

Durante el entrenamiento con alimento en frente del cuadrado, se registró un aumento en los desplazamientos. Sin embargo, se notó que el animal siguió mostrando una secuencia típica de conductas durante esta etapa: “respira” (R) – “sumergido” (S), “sumergido”(S) – “respira” (R), respectivamente, sin restar importancia a la secuencia: (R) – “nada” (N), “patrulla” (PT) – “respira” (R), “ve forma” (VF) – “nada”(N) y viceversa, “nada” (N) – “sumergido” (S), “sumergido” (S)- “sale a superficie” (SP) y “sale a superficie” (SP) – sumergido (S)(Figura 16).

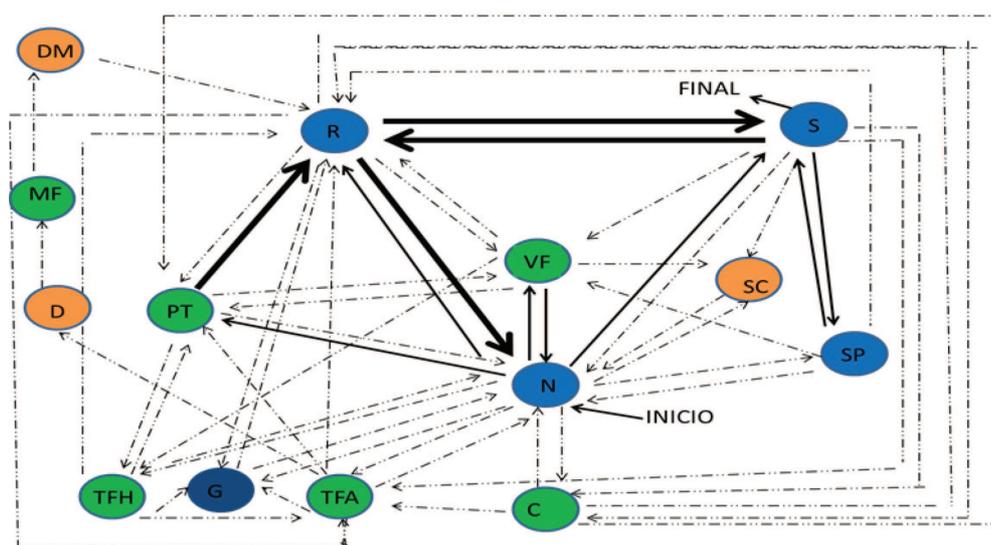


Figura 16. Diagrama de flujo de la secuencia y frecuencia de conductas realizadas por el manatí durante el entrenamiento con alimento frente al cuadrado. Las flechas indican la frecuencia (número de ocurrencias) con la que el manatí realizó la secuencia de comportamientos (- ->) Frecuencia baja (0-4), (—>) frecuencia media (5-9), (———>) frecuencia alta, (10-19) (—————>) frecuencia muy alta (20- 40). Conductas: R= respira, S= sumergido, SP= sale a superficie, N= nada, G=gira, SC= saca la cabeza, D= descansa, J=juega, TFA= Toca la forma con la aleta, TFH= toca la forma con el hocico, VF= ve forma, C= come, MF= muerde forma, DM= duerme.

En la figura 17 se muestra que las secuencias más frecuentes de conductas durante el entrenamiento con alimento detrás del cuadrado son: “respira” (R) –“sumergido”(S) y viceversa, “sumergido” (S) – “sale a superficie”

(SP), “sale a superficie” (SP) - “sumergido” (S), “sale a superficie” (SP) – “nada” (N), “nada” (N) – “sumergido” (S), nada (N) – respira (R), respira (R) – “nada” (N), “nada”, (N) – “toca la forma con el hocico”(TFH), “toca la forma con el hocico”(TFH) – “nada” (N), “ nada” (N) – patrulla (PT). Se encontraron nuevas secuencias de conductas como: “busca comida detrás de la forma” (VV) – “descansa sobre la forma” (DSF); las cuales se encuentran relacionadas específicamente con la presencia del alimento detrás del cuadrado.

Durante el entrenamiento con alimento detrás del cuadrado, se registraron tres nuevas conductas: “muerde forma”, “busca alimento detrás de la forma” y “descansa sobre la forma”, las cuales se siguieron presentando en observaciones posteriores (figura 17).

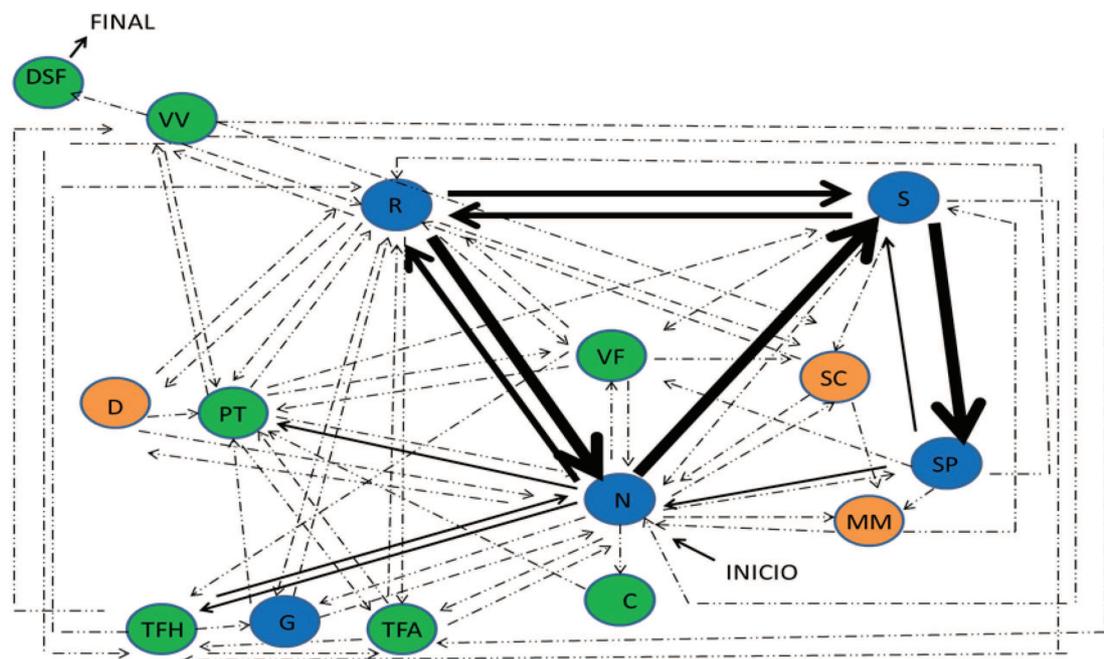


Figura 17. Diagrama de flujo de la secuencia y frecuencia de conductas realizadas por el manatí durante el entrenamiento con alimento atrás del cuadrado. Las flechas indican la frecuencia (número de ocurrencias) con la que el manatí realizó la secuencia de comportamientos (- ➔) Frecuencia baja (0-4), (—➔) frecuencia media (5-9), (➔) frecuencia alta, (10-19) (➔) frecuencia muy alta (20- 40). Conductas: R= respira, S= sumergido, SP= sale a superficie, N= nada, G=gira, SC= saca la cabeza, D= descansa, J=juega, TFA= Toca la forma con la aleta, TFH= toca

la forma con el hocico, VF= ve forma, C= come, MF= muerde forma, MM= muerde malla, VV= busca comida detrás de la forma, DSF= descansa sobre la forma.

Al comparar los dos diagramas anteriores (Figs. 16 y 17), notamos que los flujos de conducta se hacen más complejos al ubicar el alimento detrás del cuadrado. De igual forma, ciertas conductas (“duerme” DM) desaparecen del flujo, mientras otras (“movimientos”) aumentan. Estos resultados indican un aumento en la actividad y búsqueda de alimento ligado a la presencia del cuadrado.

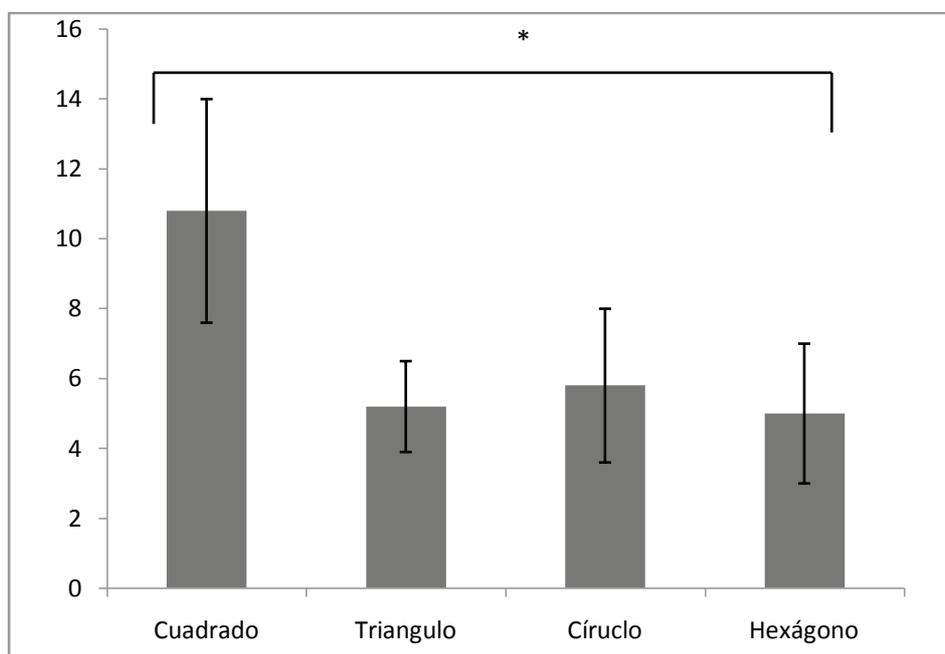


Fig 18. Nuevas conductas realizadas por el manatí, después del entrenamiento con alimento. a) “muerde forma”, b) “busca alimento detrás de la forma”, c) “descansa sobre la forma”.

5.3.2 Reconocimiento de una forma asociada al alimento

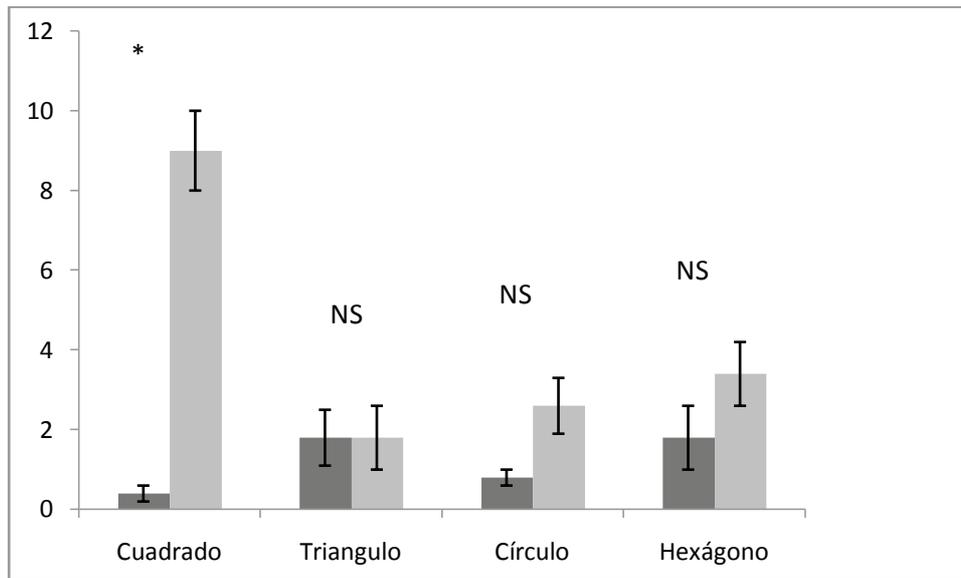
5.3.2.1 Desplazamientos antes y después del entrenamiento

El número de pases realizados por el organismo en presencia de los estímulos visuales, fue significativamente diferente después del entrenamiento, (Friedman $F= 10.06, df= 3 P= .01$). El manatí realizó un mayor número de pases frente al cuadrado, en comparación a los realizados frente al triángulo, círculo y hexágono. (Gráfica 3).



Gráfica 3. Frecuencia promedio para el número de pasos que realizó el manatí, en presencia de las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono, después del entrenamiento con alimento en el cuadrado. NS= No significativo. (*) $p0.05 < P < 0.01$ = significativo. Barras representan error estándar (ER).

Además, se encontraron diferencias en la frecuencia con la que el animal visitó las formas, antes y después del entrenamiento (Wilcoxon $Z= 2.02, P= 0.04, N=5$), observándose un mayor número de visitas al cuadrado. En promedio, la frecuencia de visitas antes del entrenamiento fue 4.6 ± 1.6 ($N=5$), y después del mismo 16.8 ± 2.3 (Gráfica 4).



Gráfica 4. Prueba Wilcoxon y frecuencia promedio de visitas realizadas por el manatí a las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono, antes y después del entrenamiento con alimento en el cuadrado. NS= No significativo. (*) $p0.05 < P < 0.01$ = significativo. Barras representan error estándar (ER). Color negro representa antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado, color blanco representa después del entrenamiento con alimento en el cuadrado.

5.3.2 2Tiempo

Se encontraron diferencias entre el tiempo que pasó el manatí en presencia de las cuatro formas antes (2.5 ± 1.71 min) y después del entrenamiento (10.3 ± 1.78 min) (Wilcoxon $Z= 2.02$, $P= 0.04$). Al analizar el tiempo que pasó el animal en cada una de las formas, éste se incremento en el cuadrado (Tabla 7).

FORMA	ANTES DEL ENTRENAMIENTO	DESPUES DEL ENTRENAMIENTO	P
Cuadrado	0.06 ± 0.04	7.2 ± 1.01	0.04
Triangulo	1.6 ± 1.1	1.0 ± 0.5	NS
Circulo	0.16 ± 0.05	0.8 ± 0.37	NS
Hexágono	0.78 ± 0.56	1.3 ± 0.3	NS

Tabla 7. Prueba Wilcoxon y tiempo promedio en minutos, que pasó el manatí antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado y después del entrenamiento con alimento en el cuadrado. Valor de P Ns = no significativo.

No se encontró diferencia en el tiempo promedio que pasó el manatí realizando conductas ligadas a la presencia de estímulos, antes (etapa cuatro) y después (etapa seis) del entrenamiento, a pesar de que muchas de las conductas registradas, no fueron ejecutadas antes del entrenamiento. Tabla 8.

Conducta	Cuadrado			Triangulo			Círculo			Hexágono		
	ANTES	DESPUES	p	ANTES	DESPUES	p	ANTES	DESPUES	P	ANTES	DESPUES	p
Ve forma	-	1.7 ± 0.44	NA	0.2 ± 0.1	0.48 ± 0.24	NS	-	0.4 ± 0.13	NA	0.08 ± 0.08	0.60 ± 0.18	NA
Toca forma hocico	-	2.7 ± 1.3	NA	0.06 ± 0.06	0.3 ± 0.13	NA	-	0.10 ± 0.10	NA	-	.3 ± 0.2	NA
Toca forma aleta	-	2.2 ± 1.47	NA	0.56 ± 0.24	0.5 ± 0.22	NS	-	1.2 ± 0.96	NS	0.4 ± 0.4	0.3 ± 0.12	NS
Patrulla figura	-	17.6 ± 2.5	NA	-	17.6 ± 2.5	NA	-	17.6 ± 2.5	NA	-	17.6 ± 2.5	NA
Muerde forma	0.8 ± 0.8	0		-	-		-	-		-	-	
Busca alimento detrás de figura	-	1.8 ± 1.10	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Descansa sobre la forma	-	0.3 ± 0.2	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA

Tabla 8. Prueba Wilcoxon y duración promedio de conductas realizadas por el manatí en cada una de las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono. Antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado después del entrenamiento con alimento en el cuadrado. (-) No realizó la conducta. NS: No significativo, NA: No aplica

5.3.2.3 Conductas

Se registró una nueva conducta (“patrulla formas”), después del entrenamiento con las 4 formas sin alimento (Fig. 19). Dicha conducta consistió en el nado continuo frente a las formas, como si estuviera vigilando la presencia de las mismas. Se observó un aumento en las conductas “ve forma” y “toca la forma con el hocico” (Tabla 9).

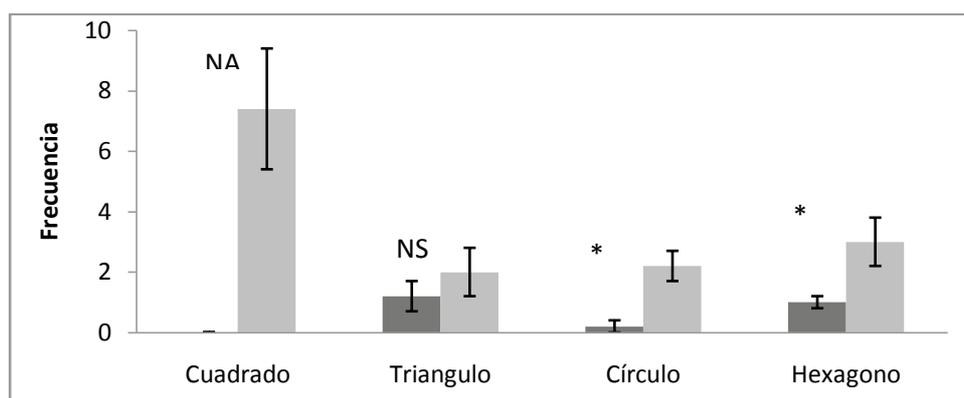


Figura 19. Conducta “patrulla formas”, realizada por el manatí Antillano, después del entrenamiento con alimento.

CONDUCTAS	ANTES DEL ENTRENAMIENTO	DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO	P
Ve forma	1.6 ± 0.8	14.6 ± 4.2	0.04
Toca la forma con el hocico	0.2 ± 0.2	4.8 ± 1.2	0.04
Toca la forma con la aleta	2.8 ± 1.3	3.4 ± 0.5	NS
Patrulla forma.	-	47 ± 3.9	NA
Muerde forma.	-	0.2 ± 0.2	NA
Busca alimento detrás de la forma	-	1.8 ± 0.9	NA
Descansa sobre la forma.	-	0.6 ± 0.4	NA

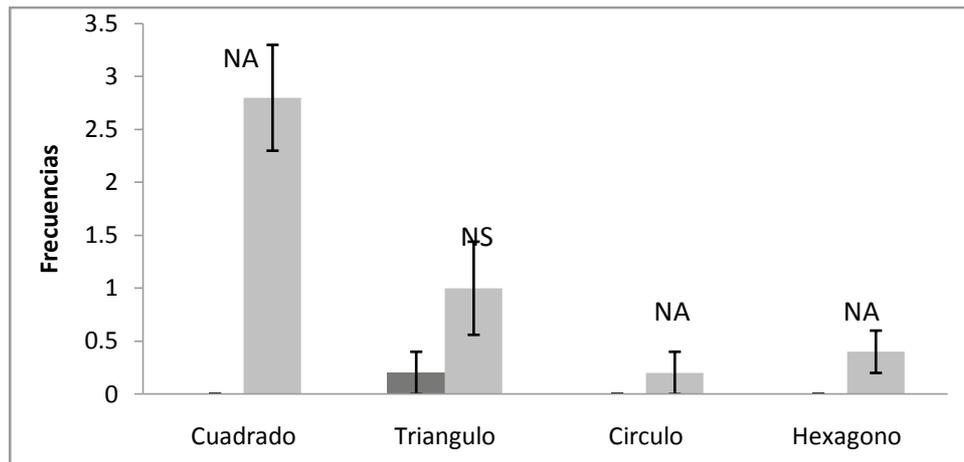
Tabla 9. Prueba Wilcoxon y frecuencia promedio de conductas realizadas por el manatí antes del entrenamiento sin alimento en el cuadrado y después del entrenamiento con alimento en el cuadrado. (-) No realiza la conducta. NS: No significativo, NA: No aplica.

Se encontraron un aumento significativo en la frecuencia con la que el manatí realizó la conducta “ve forma” después del entrenamiento en presencia del cuadrado, círculo y hexágono, no así para el triángulo. Un punto importante a destacar es que después del entrenamiento, el manatí reaccionó ante la presencia del cuadrado, ejecutando activamente y con mayor frecuencia dicha conducta, no presente antes del entrenamiento Gráfica 5.



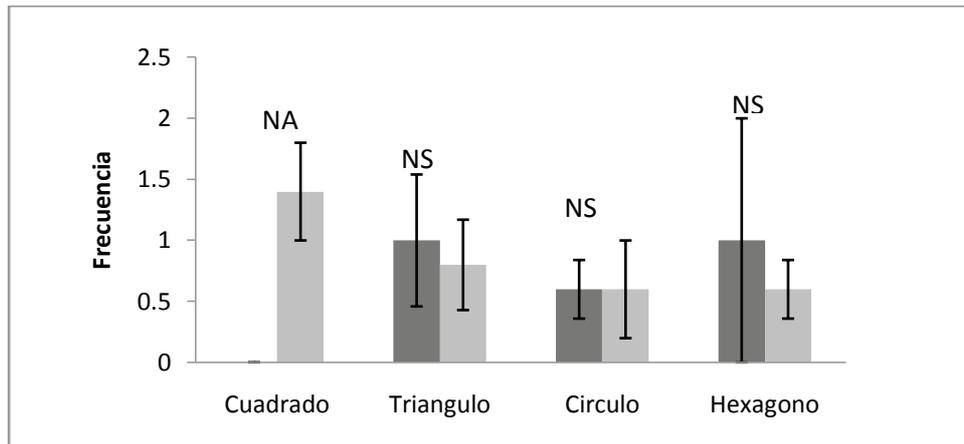
Gráfica 5. Prueba Wilcoxon y frecuencia promedio para la conducta “ve forma” en presencia de las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono, antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado y después del entrenamiento con alimento en el cuadrado. NS= No significativo. (*) $p0.05 < P < 0.01$ = significativo. Barras de error representan error estándar (ER), NA= No aplica. Color negro representa antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado, color blanco representa después del entrenamiento con alimento en el cuadrado.

En la gráfica 6, se muestra que antes del entrenamiento, la conducta “toca la forma con el hocico” no era ejecutada por el organismo en presencia del cuadrado, círculo y hexágono. Después del entrenamiento, la frecuencia con la que fue realizada dicha conducta aumentó, mostrando una mayor frecuencia de ejecución en el cuadrado.



Gráfica 6. Prueba Wilcoxon y frecuencia promedio para la conducta “toca la forma con el hocico” en presencia de las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono, antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado y después del entrenamiento con alimento en el cuadrado. NS= No significativo. (*) $p0.05 < P < 0.01$ = significativo NA= No aplica. Barras representan error estándar (ER). Color negro representa antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado, color blanco representa después del entrenamiento con alimento en el cuadrado.

La frecuencia de la conducta “toca la forma con la aleta”, no es significativamente diferente antes y después del entrenamiento. Sin embargo, se nota que el individuo tiende a realizar con mayor frecuencia esta conducta en presencia del cuadrado, puesto que antes del entrenamiento, el animal no ejecutó la conducta en presencia del cuadrado. Gráfica 7.



Gráfica 7. Prueba Wilcoxon y frecuencia promedio para la conducta “toca la forma con la aleta” en presencia de las cuatro formas: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono, antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado y después del entrenamiento con alimento en el cuadrado. NS= No significativo. (*) $p0.05 < P < 0.01$ = significativo. Barras de error representan error estándar (ER). Color negro representa antes del entrenamiento con alimento en el cuadrado, color blanco representa después del entrenamiento con alimento en el cuadrado.

La frecuencia de la conducta “patrulla forma”, es significativamente diferente después del entrenamiento con alimento en el cuadrado (Q Cochran = 1, $P = .025$). Antes del entrenamiento dicha conducta, no fue realizada por el manatí, lo que indica que comenzó a prestar mayor atención a las formas.

Una vez presentados nuevamente los cuatro estímulos, después del entrenamiento, se nota que el manatí ejecuta con mayor frecuencia la secuencia de conductas: “respira” (R) – “sumergido” (S) y viceversa, “sumergido” (S) – “sale a superficie” (SP), “sale a superficie” (SP) – “sumergido” (S), “sumergido” (S) – “patrulla” (PT), patrulla (PT) – “sumergido” (S), “patrulla” (PT) – “ve forma” (VF), ve forma (VF) – “patrulla” (PT), “respira” (R) – “nada” (N), “nada” (N) – “respira”, “sale a superficie” (SP) – “nada” (N), “toca forma con el hocico” (TFH) – “patrulla” (PT). Figura 20.

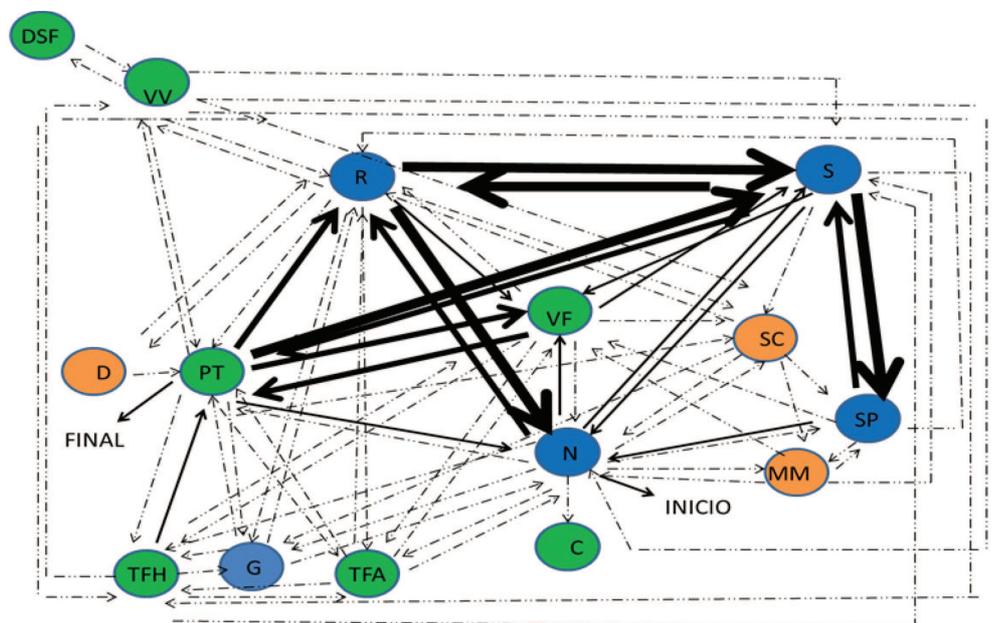


Figura 20. Diagrama de flujo de la secuencia y frecuencia de conductas realizadas por el manatí después del entrenamiento con alimento en el cuadrado, en presencia de las cuatro formas. Las flechas indican la frecuencia (número de ocurrencias) con la que el manatí realizó la secuencia de comportamientos (- ➔) Frecuencia baja (0-4), () frecuencia media (5-9), (➔) frecuencia alta, (10-19) (➔) frecuencia muy alta (20- 40). Conductas: R= respira, S= sumergido, SP= sale a superficie, N= nada, G=gira, SC= saca la cabeza, D= descansa, J=juega, TFA= Toca la forma con la aleta, TFH= toca la forma con el hocico, VF= ve forma, C= come, MF= muerde forma, MM= muerde malla, VV= busca comida detrás de la forma, DSF= descansa sobre la forma.

Después del entrenamiento, los flujos de conducta correspondientes a la categoría “movimientos” se hacen más frecuentes, lo que indica un aumento de la actividad ligado a la introducción de los estímulos visuales.

En resumen:

1. Se encontraron diferencias entre el número de pases en presencia de las cuatro formas después del entrenamiento.
2. El número de visitas realizadas por el manatí a cada una de las formas antes y después del entrenamiento también mostró diferencias.
3. Se encontraron diferencias en el tiempo que paso el manatí en cada una de las cuatro formas.
4. En relación con la duración promedio de cada una de las conductas, no se encontraron diferencias estadísticas, sin embargo, debido a la ausencia de algunas conductas antes del entrenamiento, se ofrece una diferencia en la ejecución de las conductas, después del entrenamiento.
5. La frecuencia promedio con la que el animal realizo las conductas “ve forma” y “toca la forma con el hocico” es diferente antes y después del entrenamiento.
6. Comparando cada una de las cuatro formas antes y después del entrenamiento, se encontraron diferencias en la frecuencia promedio con la que el manatí realizó la conducta “ve forma”, en el cuadrado, círculo y hexágono.
7. Para la conducta “toca la forma con el hocico” no se observaron diferencias estadísticas debido a la ausencia de la conducta para el cuadrado, círculo y hexágono, sin embargo se ofrece una diferencia de hecho, debido a la ejecución de la conducta después del entrenamiento.
8. Para el caso de la conducta patrulla se encontraron diferencias entre las cuatro formas. En el diagrama de flujo se muestra una mayor actividad y

complejidad en las secuencias de conductas realizadas por el manatí, después del entrenamiento.

5.4 Observaciones fuera del encierre

Se realizaron dos observaciones fuera del área de estudio. En la primera observación, el manatí realizó tres veces la conducta “ve forma”, cuando nadaba frente al cuadrado y una vez frente al hexágono. La conducta “busca comida detrás de la forma”, se registró solo una vez, cuando el organismo se encontraba frente al cuadrado.

La primera vez que el organismo efectuó la conducta “ve forma” fue al minuto cero, la segunda vez al minuto nueve; y la tercera vez al minuto once; posteriormente, realizó la conducta “busca comida detrás de la forma”.

El manatí tocó el cuadrado durante dos minutos; y finalmente, prestó atención mediante la conducta “ve forma” al hexágono al minuto doce. Después de estas interacciones, el manatí no volvió a acercarse a ninguna de las formas en el resto de la primera hora de observación. El problema que se presentó durante esta observación fue el alto nivel de distracciones como la presencia de personas y lanchas.

En la segunda observación, una vez que el manatí salió del encierre, se dirigió hacia una lancha que se encontraba atada a un costado del muelle. Al minuto cinco el organismo nadó frente al círculo y efectuó la conducta “ve forma”, al mismo tiempo que rodeaba y abrazaba la figura con las aletas. Este comportamiento estuvo presente por treinta minutos, tiempo durante el cual el manatí también, respiró, mordió la llanta y froto constantemente el pene en la llanta (Fig. 21).



Figura 21. Conducta realizada por el manatí Antillano fuera del encierre, durante la primera observación.

Pasados los 30 min., el manatí se dirigió nuevamente a la lancha para tocarla con el hocico y aleta durante un minuto; posteriormente al minuto treinta y dos, el organismo nadó hacia el círculo y comenzó a frotar una vez más el pene sobre la llanta, hasta completar la hora de observación. En esa segunda observación el animal parecía motivado sexualmente por las llantas usadas para el experimento, lo que sesgó cualquier observación ligada al experimento inicial (Fig. 22).



Figura 22. Conductas realizadas por el manatí Antillano, fuera del encierre, durante la segunda observación.

Esas dos observaciones muestran la posibilidad a futuro de observar al manatí fuera de su encierre pero con una situación más controlada; quizás alejándolo del entorno humano que lo afecta como también usando de un material que no lo estimule sexualmente.

6 DISCUSIÓN.

6.1 Detección y distinción de formas visuales.

En el presente estudio, se observó que el manatí antillano observado, es capaz de distinguir entre formas, presentando diferentes conductas en función de las mismas, lo cual concuerda con lo reportado por Reynolds y Odell (1991), Hartman (1979), Griebel y Schmid (1996) y Mass (2012). Una vez que las formas fueron presentadas al animal, se observó un incremento en cuanto a las frecuencias de desplazamientos y visitas hacia las figuras, lo cual indica que el animal respondió ante la presencia de los estímulos visuales.

Un estímulo discriminativo es aquel en cuya presencia es muy probable que ocurra una conducta de tipo operante, debido a que antes esa conducta fue reforzada en presencia de ese estímulo (Reynolds, 1977). La percepción de dichos estímulos, y las respuestas observadas con el manatí Daniel, podrían indicar que el organismo cuenta con la habilidad cognitiva de reconocer el ambiente en el que se desarrolla (Hoy, 2005). El reconocimiento que mostró el manatí en presencia de las formas, concuerda con lo propuesto por Griebel y Schmid, 1996 -1997, Reynolds y Odell, 1991, Hartman, 1979 y Mass et al 2012, quienes anotan que los manatíes son capaces de distinguir y discriminar tallas, formas, patrones, brillos y colores, bajo el agua cuando no es turbia.

6.2 Capacidad visual del manatí.

Se ha considerado que los manatíes tienen poca capacidad visual en comparación con organismos como cetáceos y pinnípedos (Griebel y Schmid, 1997).

Se observó que el animal notó la presencia de estímulos dentro del agua desde el primer momento en que le fueron presentadas las formas, hecho que

coincide con lo observado por Reynolds y Odell (1991). El hecho se vio reflejado en la excitación mostrada por el organismo, exponiendo la aparición de nuevas conductas ligadas a la presencia de las figuras y aumento en el número de conductas y desplazamientos; además de mostrar preferencia por una forma en particular (hexágono). Lo observado indica que además de distinguir objetos, el manatí es capaz de discriminar los mismos, recibiendo, procesando y reconociendo información del ambiente que lo rodea, como lo encontrado por Reynolds y Odell (1991), Griebel y Schmid (1996), Bauer (2003) y Mass (2012). Esas capacidades se han observado también en palomas, que son capaces de reconocer patrones, imágenes completas e imágenes complementarias (Aust & Huber, 2006).

Hartman (1979) reportó que los manatíes que habitan aguas claras, como las del Caribe, presentan mejor capacidad visual, ya que reconocen estímulos visuales a 30 metros de distancia, a diferencia de aquellos organismos que habitan en ambientes turbios, utilizando así la visión como medio importante para la exploración, toma y reconocimiento de información. Si queremos conocer la capacidad visual de los manatíes de aguas claras vs de turbias, será necesario poder comparar, gracias a un experimento parecido al de nuestro estudio, animales procedente de ambos tipos de aguas, ya que se ha observado que los manatíes que habitan en aguas claras, utilizan la visión como medio de orientación y búsqueda de alimento en la ribera de los ríos (Griebel y Schmid, 1996).

6.3 Reconocimiento de una señal visual asociada a la presencia de alimento.

El aprendizaje visual, ha sido muy estudiado en organismos como elefantes africanos, quienes son capaces de memorizar rutas y lugares (Hart et al, 2008), orcas, seudoorcas y leones marinos, que reconocen sus propias imágenes frente al espejo (Delfour y Marten, 2001) y en invertebrados como la chinche *Orius majusculus* (polífago depredador), los cuales son capaces de responder a estímulos visuales aprendidos durante las etapas larvarias de desarrollo (Hénaut et al. 1999). Por otra parte, en vertebrados, los monos araña y lanudos son capaces de memorizar rutas de forrajeo, reconociendo y recordando formas de árboles (Di Fiore y Suarez 2007). Existía poca información relacionada con el aprendizaje en manatíes, a pesar de ser este un elemento importante para entender el funcionamiento de un animal con implicaciones para su manejo cuando se trata de especies en peligro.

Los estudios como los de Castelblanco-Martínez (2000), Gomes et al (2008), Arévalo-Sandi (2010), Arévalo-Sandi (2011), muestran la posibilidad de entrenar manatíes, con la finalidad de ser reintroducidos a la vida silvestre, lo que se apoya con la teoría de que los manatíes a pesar de ser “lentos”, son mas “inteligentes” de lo que pudieran parecer, puesto que la capacidad de memoria y nivel de aprendizaje que muestran es similar a la de otros mamíferos con cerebros grandes (Reep, 2011).

En el presente estudio se nota claramente que el manatí es capaz de relacionar una forma con la presencia de alimento, sea cual sea el lugar en donde se muestre el estímulo (forma). Esto nos habla de un aprendizaje de tipo asociativo, como el observado en muchos animales, que son capaces de relacionar estímulos y responder ante estos, como el caso del perro de Pavlov, que relacionaba el sonido de la campana con alimento (Vila & Nieto, 2003).

Marshall et al(1998)reportan que una vez que se presenta a los manatíes el alimento bajo el agua, los organismos se dirigen con mayor velocidad al dispositivo que presenta el alimento, que cuando no lo presenta. Sin embargo en este estudio, notamos que una vez el manatí relaciono la presencia de comida con una forma, se dirige hacia aquella con la misma velocidad vea o no el alimento, reforzando así aun más la conclusión de un claro aprendizaje. Un rasgo importante durante la búsqueda de alimento es la habilidad de localizar dichas fuentes evitando gastos de energía (Healy& Jones 2002). Si consideramos la capacidad que tiene un manatí en asociar estímulos visuales con presencia de comida podemos considerar esa capacidad como una estrategia para incrementar el éxito del forrajeo fuera del encierre.

Además de asociar la forma con el alimento, el manatí fue capaz de usar la información aprendida en su encierre, fuera del mismo, sin embargo, el experimento fuera del encierre sufrió varios sesgos, debidos al interés que presenta el manatí hacia los humanos presentes en el área. A pesar de ello, la respuesta del organismo ante las formas, nos muestra una buena capacidad de memoria y un uso de conceptos aprendidos en un entorno particular, en contextos diferentes, como sus ancestros terrestres más cercanos los elefantes, quienes presentan un tipo de memoria espacial - temporal a largo plazo, pues son capaces de reconocer a sus congéneres fallecidos, además de recordar sitios para refugio, alimentación (Hart et al,2008). Este hecho también ha sido registrado en animales como aves, y otros mamíferos como monos que son capaces de aprender y recordar numerosos sitios o estructuras para alimentación, refugio o descanso(Healy et al. 2005). El conocimiento generado por el presente trabajo acerca del conocimiento de las capacidades

de aprendizajes en un manatí, y saber que cuenta con un tipo de memoria a largo plazo, puede tener consecuencias positivas para el manejo de esos organismos tanto en liberaciones como en cautiverio, ya el saber como se comporta el organismo, podría garantizar que en vida libre se desarrolle exitosamente y en cautiverio para saber como manejarlo.

6.4 Enriquecimiento ambiental.

En el medio natural, los organismos se encuentran rodeados de un conjunto de estímulos cambiantes (Wells, 2009); que los ayudan a desarrollar altas capacidades perceptuales, motoras y de aprendizaje, principalmente durante las primeras etapas de su desarrollo (Greenough y Juraska, 1979; Rosenzweig 1979). Se ha observado que en encierres como acuarios, zoológicos o parques, los animales presentan patrones repetitivos de conductas, denominadas estereotipadas (Mason et al, 2006). El enriquecimiento ambiental fomenta la capacidad de los animales a desarrollarse de manera positiva en el ambiente de cautiverio, satisfaciendo necesidades físicas y psicológicas; que los ayuden a reducir o eliminar patrones aberrantes de comportamiento como las estereotipias, e induce a los organismos a emitir conductas similares a las que se observan en animales en vida libre (Wells, 2009). Antes de la presencia de estímulos, observamos que el manatí presentaba una secuencia repetida de conductas, indicando que a pesar de encontrarse en un ambiente de semi cautiverio, sufre de la falta de estímulos dentro de su encierro. Esa carencia puede no solamente ser fuente de problemas como conductas estereotipadas pero también ha podido influir negativamente sobre sus capacidades de aprendizajes. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Ochoa- Pérez (2012) quien observó el comportamiento

de 16 manatíes en cautiverio, y registró la presencia de conductas estereotipadas en los organismos, principalmente en aquellos animales con menor presencia de estímulos (contacto humano).

En este estudio se observó que ante la presencia de estímulos visuales, el manatí se mostró exitado, lo que se reflejó en el aumento del número de desplazamientos dentro del encierro y la aparición de nuevas conductas ligadas a la presencia de las formas, como lo encontrado en mamíferos marinos en entrenamientos veterinarios o demostraciones en acuarios (Shepherdson et al. 1998). Los resultados muestran que, para un manatí, el enriquecimiento del ambiente, entendido como un método para mejorar el encierro de los animales cautivos, añadiendo al entorno estímulos o modificando el mismo (Shepherdson et al. 1998), permite mejorar el bienestar de esos sirénidos. Se constató que el manatí es capaz de relacionar una forma (i.e. cuadrado) con la presencia de alimento; es decir, mostró un incremento en la frecuencia de las conductas ligadas a la presencia de formas. Además, se registraron conductas no observadas antes del entrenamiento, puesto que estuvieron relacionadas específicamente con la presencia de esta forma en particular. Ese resultado concuerda con lo reportado por Shepherdson, et al (1993), quienes argumentan que el método, forma de distribución de los alimentos, el cambio de horario y el incremento del número de comidas, motivan la búsqueda del alimento y reduce la frecuencia y duración de conductas estereotipadas.

Confirmamos que el enriquecimiento físico (presencia de estímulos), u ocupacional (necesidad de manipulación) puede mejorar el bienestar de un animal como el manatí, ya que la presencia de formas permitió la aparición de

conductas exploratorias y un aumento de actividad medida en desplazamientos.

El enriquecimiento ocupacional puede ser aun más eficiente si se acompaña de aprendizajes. Considerando así una tercera posibilidad de enriquecimiento que podríamos caracterizar como cognitivo. El enriquecimiento cognitivo ayuda a los organismos a desarrollar aprendizajes ligados a la búsqueda de alimento, notando un incremento de actividad y aparición de nuevas conductas ligadas a la presencia de estímulos; que ayudan a mantener el bienestar de un animal, como lo observado en el presente estudio.

Enriquecer, de manera física, ocupacional o cognitiva el entorno de cautividad en el que se encuentran algunos manatíes, es de suma importancia, puesto que los estímulos ayudan a los animales a adaptarse al estrés, a desarrollar su capacidad de adaptación ante nuevas situaciones, y a entrenarse y prepararse para futuras liberaciones exitosas.

El conocimiento conductual de los manatíes es de suma importancia, ya que gracias a este se pueden diseñar planes para el manejo y conservación de la especie ya sea en cautiverio y vida libre.

6.5 Observaciones fuera del encierro.

Durante el estudio se vio reflejada la impronta que presenta el manatí hacia el ser humano, ya que una vez que se encontró fuera del encierro, el organismo interactuó con las lanchas y personas cercanas, tal y como lo reporta Mercadillo-Elguero (2010). Lo cual nos indica que este organismo en particular no es un buen candidato para reintroducción.

7. CONCLUSIONES

- El manatí Antillano es capaz de reconocer estímulos visuales bajo el agua y mostrar preferencia por un tipo de forma en particular (hexágono).
- El organismo es capaz de discriminar entre formas, reconociendo y relacionando la presencia de una forma (cuadrado) con alimento, lo que muestra claramente que el manatí, presenta claras capacidades de aprendizaje asociativo.
- El manatí es capaz de usar la información aprendida en un lugar en particular y usarla en un entorno diferente.
- El enriquecimiento ambiental, permite que un manatí tenga una mayor y más diversa actividad dentro del encierro, y por tanto, usa sus capacidades perceptuales, motoras y de aprendizaje. El enriquecimiento ayuda además a disminuir las conductas estereotipadas. Concluimos que el enriquecimiento permite mejorar el bienestar de un manatí en cautiverio o semi cautiverio.
- La presencia de formas provoca un aumento de actividad y de número de conductas en el manatí.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar técnicas de enriquecimiento ambiental en parques, acuarios y zoológicos que cuenten con manatíes ya sea de tipo físico, ocupacional o cognitivo para que los organismos sean capaces de desarrollar conductas similares a las que mostrarían en vida silvestre, ya sea para búsqueda de alimento o huida ante la presencia de depredadores, además de proveer el bienestar de los organismo y evitar la presencia de conductas estereotipadas.

Otro punto importante es evitar lo mayor posible el contacto humano, a menos que no se pretenda liberara al organismo, ya que esto afecta el comportamiento natural del animal, provocando el fenómeno de impronta, que induce a que los animales se vuelvan dependientes del hombre.

Se sugiere dar seguimiento a los catálogos de conducta existentes y seguir realizando estudios de tipo etológico que sigan ayudando a entender y conocer a la especie, puesto que también ayudan a saber como utilizar usan la información aprendida, de manera que los entrenamientos se enfoquen a la preparación de los manatíes para futuras liberaciones.

Es importante que los entrenadores y cuidadores de manatíes, cuenten con conocimientos acerca de la conducta y capacidades de aprendizaje de los organismos, con el fin de desarrollar aún más estas capacidades, facilitando así los entrenamientos. Por lo tanto el presente estudio podría servir como base para que dichos entrenamientos estén enfocados a liberaciones futuras.

9. LITERATURA CITADA

- Altman J. 1974. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour*: 49: 227-265.
- Arévalo-Sandi, A., R. Pezo-Díaz, Castelblanco-Martínez D.N., 2010. Estudio del comportamiento de una cría de *Trichechus inunguis* en cautiverio. In II Congreso de la sociedad Peruana Arequipa, Perú.
- Arévalo-Sandi, A.R., et al. Social behavior of the Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) in captivity. In 9th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Tampa, FL.
- Arévalo-Sandi, A.R., 2012. Conocimiento social del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) en un estanque artificial del centro e rescate Amazónico (CREA) en el IIAP. Tesis de Grado. Universidad nacional de la Amazonia peruana.
- Aust, U. y & Huber, L. 2006. Picture–Object Recognition in Pigeons: Evidence of Representational Insight in a Visual Categorization Task Using a Complementary Information Procedure. *Journal of Experimental Psychology*. 32(2), 190–195.
- Bauer G.B. Colbert J. B., Gaspard, Littlefield, Fellner W. 2003. Underwater visual Acuity of Florida Manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *International Journal of Comparative Psychology*.
- Carreiras M. 1986. Mapas Cognitivos: Revisión crítica. *Estudios de Psicología*, 26: 61-92. Dickinson A. 1980. *Contemporary animal learning theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Castelblanco-Martínez, D.N., 2000. Estudio del comportamiento de un juvenil de manatí Amazónico, *Trichechus inunguis*, en cautiverio. Puerto Nariño -

- Amazonas, Colombia, in Biología, Universidad Nacional de Colombia: Bogotá, Colombia. p. 195 p + anexos.
- Cohen, J.L., G.S. TUCKER, and D.K. Odell. 1982 The photoreceptors of the West Indian manatee. *Journal of Morphology*. 173: p. 197-202.
- Charry, A., Patrones de comportamiento y uso de hábitat del manatí amazónico *Trichechus inunguis* en condiciones de semicautiverio, in Biología. 2002, Universidad Nacional de Colombia: Bogotá, Colombia. p. 103.
- F Delfour, K Marten. 2001. Mirror image processing in three marine mammal species: killer whales (*Orcinus orca*), false killer whales (*Pseudorca crassidens*) and California sea lions (*Zalophus californianus*). *Behavioural Processes*. Volume 53, Issue 3, Pages 181–190.
- Di Fiore A, Suarez SA. 2007. Route – Based travel and shared routes in sympatric spider and woolly monkeys: Cognitive and evolutionary implications. *Animal Cognition* 10: 317 – 329.
- Deutsch CJ, Self-Sullivan C, Mignucci-Giannoni A. 2008. *Trichechus manatus*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 December 2010.
- Dexler H., y Freund, L. 1906. Contributions to the physiology and biology of the dugon *American Naturalist*, 40, 49-70.
- Gomes, F.F.A., J.E. Vergara-Parente, and S.F. Ferrari, Behaviour Patterns in Captive Manatees (*Trichechus manatus manatus*) at Itamaracá Island, Brazil. *Aquatic Mammals*, 2008. 34(3): p. 269-276.

- Gutiérrez G. 1998. Estrategias de forrajeo. En R. Ardila W, López AM, Pérez R, Quiñones F, Reyes (Eds.). Manual de Análisis Experimental del Comportamiento. 359-381.
- Griffin AS, Blumstein T, Evans CS. 2001. Training captive Bred or translocated Animals to Avod Predators. Artículo en línea, 14: 1317-1326.
- Griebel U y Schmid A. 1996. Color vision in the manatee (*Trichechus manatus*). Vision. Res. 36, 2747-2757.
- Griebel U y Schmid A. 1997. Brightness Discrimination ability in the west indian manatee (*Trichechus manatus*). 200, 1587–1592.
- Griffith B, Scott JM, Carpenter JW, Reed C. 1989. Translocation as a species conservation tool: status and strategy. Science, 245: 477-480.
- Greenough WT, Juraska JM. 1979. Experience induced changes in brain fine structure: Their behavioral implications. en: *Development and evolution of brain size: Behavioral implications*: 263-294 (M.E. Hahen C. Jensen y B.C. Dudek Eds.). New York: Academic Press.
- Hart, B.L., L.A. Hart, and N. Pinter-Wollman, Large brains and cognition: Where do elephants fit in? Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 2008. 32: p. 86-98.
- Harper J Y y B A Schulte. 2005. Social interactions in captive female Florida manatees. Zoo Biol 24: 135 -144.
- Hartman DS. 1979. Ecology and behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. 1a edición. Editorial The American Society of Mammalogist. Estados Unidos. Pp. 153.
- Healy S, Jones CM. 2002. Animal learning and memory: an integration of cognition and ecology. Zoology, 4: 321 -327.

- Healy S, de Kort S, Clayton NS. 2005. The hippocampus spatial memory and food hoarding: puzzle revisited. *Trends in Ecology and Evolution*, 1: 17-22.
- Hénaut Y, Alauzet C, Dargagnon D, Lambin M. 1999. Visual learning larval *Orius majusculus* polyphagus predator. *Entomología Experimentalis et Applicata*. 90: 103- 107.
- Hénaut Y, BecerraLópez S, Machkour-M'Rabet S, Morales Vela B, Winterton P, Delfour F. 2010. Activities and Social Interactions in Captive Antillean Manatees in Mexico.
- Holguin, V.E., Comportamento do peixe-boi (*Trichechus manatus manatus*) nos oceanários de Itamaracá: Manejo e condições abióticas, in Departamento de Oceanografía. Programa de Pós-Graduação em Oceanografía. 2008. Universidade Federal de Pernambuco: Recife, Pernambuco. p. 115.
- Hoy, R. 2005. Animal awareness: The (un)binding of multisensory cues in decisionmaking by animals. *PNAS*, 102(7), 2267–2268.
- Hölldobler B, Wilson EO. 1990. The ants. Cambridge, MA: Belknap-Harvard.
- Kikuchi, M., et al., The implications of turning behaviour performed by Amazonian manatees after release into the wild. 2011. *Journal of Ethology*.
- Kimble G A. 1961. Hilgard and Marquis' Conditioning and Learning. Appleton-Century-Crofts, New York.
- King, J. & Heinen, J., 2004. An assessment of the behaviors of overwintering manatees as influenced by interactions with tourists at two sites in central Florida. Department of Environmental Studies, Florida International 62

- University, Miami, FL, 33199, USA. *Biological Conservation* 117. 2004. 227–234.
- Koelsh, J. K. 1997. The seasonal occurrence and ecology of Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*) in coastal waters near Sarsota, Florida. M.S. dissertation, Sarsota, University of South Florida, FL, USA.
- Lefebvre LW, Marmontel M, Reid JP, Rathbun GB, Domning DP. 2001. Distribution, status, and biogeography of the West Indian manatee. In: Woods CA, Sergio FE (eds) *Biogeography of the West Indies: Patterns and Perspectives*. CRC Press, Boca Raton (FL). 425-47.
- Mason, G. Clubb, R. Latham, N & Vickery, S. 2006. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour?. *Applied animal behaviour science*, 102, 163-188.
- Marshall, C.D, G.D, Hurt, U.M, Edmond, D.L. Hallin & Reep L. Roger. 1998. Prehensile use of perioral bristles during feeding as associated behaviors of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Marine Mammals Science* 14, No 2: 274 -89.
- Mass A. M., Ketten D. R., Odell D. K. Supin A. Y. 2012. Ganglion Cell distribution and Retinal Resolution in the Florida Manatee. *Trichechus manatus latirostris*. *The anatomical Record* 295:117-186.
- Mercadillo-Elguero, M.I., Estudio de la conducta de un manatí (*Trichechus manatus manatus*) en semicautiverio en Laguna Guerrero, Quintana Roo., in Secretaría de Educación e Investigación Tecnológica. 2010. Instituto Tecnológico de Chetumal.

- Ochoa-Pérez A. 2012. El papel parques y acuarios en la conservación del manatí (*Trichechus manatus*) en México. Instituto Nacional de Ecología.
- Padilla SJ, 2007. Confinamiento y manejo en cautiverio del Manatí Daniel en su medio natural en Laguna Guerrero, Quintana Roo, México. 2007. Reporte de proyecto diciembre 2006- marzo 2007.
- Piggins D. Muntz, W.R.A y Best R.C. 1983. physical and morphological aspects of the eye of the manatee *Trichechus inunguis*. Sirenia: mammalia. Marine Behavior and Physiology, 9 (2), 111-130.
- Proyecto de conservación, recuperación y manejo del manatí *Trichechus manatus* en México. 2001, SEMARNAT, Serie prep. Núm 1.
- Quintana-Rizzo E, Reynolds JEI. 2010. Regional management plan for the West Indian manatee (*Trichechus manatus*), United Nations Environment Programme. United Nations Environment Programme. CEP Technical Report, Kingston, Jamaica.
- Rescorla RA. 1996. Spontaneous recovery after training with multiple outcomes. Animal Learning & Behavior, 24: 11-18.
- Reep, R.L., et al., Distribution and innervation of facial bristles and hairs in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). Marine Mammal Science, 1998. 14(2): p. 257-273.
- Reep L. Roger & Bonde Robert K. 2006. The Florida Manatee Biology and Conservation. University Press of Florida. Estados Unidos. 112-116.
- Reynolds JE, Odell DK. 1991. Manatees and Dugongs. 1a edition. Factson file. Estados Unidos. Pp. 192.
- Rodrigo G, Prados G. Capítulo 1. Aprendizaje asociativo y aprendizaje espacial:

- Historia de una línea de investigación (1981-2001). en: Vila J, Nieto J, Rosas JM. 2003. Investigación Contemporánea en aprendizaje Asociativo. Estudios es España y México. 1ª. Edición. Editorial del lunar. Pp. 220.
- Rosenzweigh MR. 1979. Responsiveness of brain size to individual experience: Behavioral and evolutionary implications. en: Development and Evolution of Brain Size: Behavioral Implications: 263-294 (ME. Hahn, C. Jensen y BC.Dudek, Eds.). New York: Academic Press.
- Santín LJ.,Rubio S, Begega A, Miranda R, Arias JL. 2000. Aprendizaje espacial e hipocampo. Revista de Neurología, 31: 455-462.
- Sarko, D.K., et al., Somatosensory Nuclei of the Manatee Brainstem and Thalamus. THE ANATOMICAL RECORD, 2007. 290: p. 1138–1165.
- Shepherdson, D.J. Carlstead, K. Mellen, J.D &Seidensticker, J. 1993. The influence of food presentation on the behaviour of small cats in confined environments. Zoo biology, 12, 203-216.
- Shepherdson D. J, Mellen Jill D & Hutchins M. Second Nature environmental enrichment for captive animals. 1998. Smithsonian institution press. Washinston and Londo. ISBN: 1-56098_397-3.
- Vargas A, Biggins D, Miller B. 1999. Etología aplicada al manejo de especies amenazadas: el caso del turón de patas negras (*Mustela nigripes*). Etología, 7: 33-39.
- Vicens P, Redolat R, Carrasco MC. 2003. Aprendizaje espacial y laberinto de agua: metodología y aplicaciones, 4: 539 – 544.

Vila J, Nieto J, Rosas JM. 2003. Investigación Contemporánea en aprendizaje Asociativo. Estudios es Expaña y México. 1ª. Edición. Editorial del lunar, México D.F. Pp. 220.

Viloria-Gomora, L. 2001. Manejo y registro conductual de una cría de manatí (*Trichechus manatus manatus*), en cautiverio en el Parque de Xcaret, Quintana Roo México. Facultad de Ciencias. Quitana Roo, Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de licenciatura en biología: 40Pp.

Wells, D.L. 2009. Sensory stimulation as environmental enrichment for captive animals: A review. Applied animal behaviour science, 118, 1-11.